



Научная статья

05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания (технические науки)

УДК637.146.34

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.02.009

 EDN: GISLQK

АНАЛИЗ РЕЦЕПТУРЫ И СВОЙСТВ СИМБИОТИЧЕСКОГО ЙОГУРТА

Софья Юрьевна Яковлева ¹, Вера Викторовна Тригуб ²,
Марина Викторовна Николенко ³, Владимир Григорьевич Попов ⁴

^{1, 2, 3, 4} Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

¹ flamelok@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6753-6828>

² trigubvv@tyuiu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4464-7346>

³ novopaschinamv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1099-0656>

⁴ popovvg@tyuiu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5902-1768>

Аннотация. В настоящее время является перспективным направлением использование функциональных продуктов питания для улучшения жизненного статуса населения. В работе представлено обоснование разработанной рецептуры симбиотического йогурта, обогащенного комплексной пищевой добавкой (КПД) на основе растительного сырья. Назначение данного йогурта – улучшение работы пищеварительной системы, моторно-эвакуаторной функции кишечника в связи с наличием пищевых волокон в составе рисовых хлопьев, яблочного пектина, сиропа топинамбура. Молочная продукция является важной частью рациона россиян. В составе кишечной микробиоты людей, с возрастом происходит снижение численности и видового разнообразия многих полезных микроорганизмов. Множество исследований, проведенных в выборках здоровых людей, показали перспективность использования пробиотиков и симбиотиков в терапии с целью сохранения полезных бактерий в кишечнике человека в течение всей жизни. Поэтому использование функционального йогурта будет оказывать полезное действие. Проведенный анализ полученного продукта показал его соответствие по всем органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям, а также повышенное содержание (более 15 %) пищевых волокон, тиамина, витамина РР, минеральных компонентов: железа, магния, цинка. Согласно полученным микробиологическим данным, функциональный йогурт не содержит патогенной микрофлоры, является безопасным, срок его годности зависит от условий хранения.

Ключевые слова: функциональный продукт, симбиотический йогурт, рецептура, физико-химические показатели, микробиологические показатели.

Для цитирования: Анализ рецептуры и свойств симбиотического йогурта / С. Ю. Яковлева [и др.]. // Ползуновский вестник. 2022. № 2. С. 65–73. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.02.009. EDN: <https://elibrary.ru/gislkq>.

Original article

ANALYSIS OF THE FORMULATION AND PROPERTIES OF SYMBIOTIC YOGHURT

Sofya Y. Yakovleva ¹, Vera V. Trigub ², Marina V. Nikolenko ³,
Vladimir G. Popov ⁴

^{1, 2, 3, 4} Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

¹ flamelok@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6753-6828>

² trigubvv@tyuiu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4464-7346>

³ novopaschinamv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1099-0656>

⁴ popovvg@tyuiu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5902-1768>

Abstract. *Currently, the use of functional food products to improve the living status of the population is a promising direction. The paper presents the rationale for the developed formulation of symbiotic yogurt enriched with a complex food additive (KPD) based on vegetable raw materials. The purpose of this yogurt is to improve the functioning of the digestive system, motor-evacuation function of the intestine due to the presence of dietary fiber in the composition of rice flakes, apple pectin, Jerusalem artichoke syrup. Dairy products are an important part of the diet of Russians. As part of the intestinal microbiota of people, with age there is a decrease in the number and species diversity of many beneficial microorganisms. Many studies conducted in samples of healthy people have shown the prospects of using probiotics and symbiotics in therapy in order to preserve beneficial bacteria in the human intestine throughout life. Therefore, the use of functional yogurt will have a beneficial effect. The analysis of the resulting product showed its compliance with all organoleptic, physico-chemical and microbiological indicators, as well as an increased content (more than 15%) of dietary fiber, thiamine, vitamin PP, mineral components: iron, magnesium, zinc. According to the obtained microbiological data, functional yogurt does not contain pathogenic microflora, is safe, its shelf life depends on storage conditions.*

Keywords: *functional product, symbiotic yogurt, recipe, physico-chemical indicators, microbiological indicators.*

For citation: Yakovleva, S. Y., Trigub, V. V., Nikolenko, M. V. & Popov, V. G. (2022). Analysis of the formulation and properties of symbiotic yogurt. *Polzunovskiy vestnik*, (2), 65-73. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.02.009.

ВВЕДЕНИЕ

Молочная и кисломолочная продукция пользуется у населения большим спросом и является важной составной частью повседневного рациона. Для создания рецептуры симбиотического продукта необходимо выбрать смесь определенного субстрата и микроорганизмов, которая может усиливать полезный эффект по сравнению с продуктом, включающий пробиотик или только пребиотик.

Целью исследования является разработка рецептуры и исследование функциональных свойств симбиотического йогурта для улучшения работы ЖКТ. Исходя из данной цели, необходимо подобрать методы исследования физико-химического, микробиологического состава, сформулировать результаты и дать рекомендации.

Для разработки рецептуры симбиотического йогурта, направленного на профилактику болезней желудочно-кишечного тракта, необходимо выбрать полифункциональные пищевые ингредиенты для обогащения кисломолочной основы. В своих работах Т.Л. Пилат пишет, что данные физиологические свойства определяют в большей степени пищевые волокна, такие как инулин, пектин, а также некоторые витамины и минеральные вещества, такие как В1 (тиамин), В12, РР (ниацин), железо, магний [1].

Также в молочных продуктах в повышенных концентрациях содержится легкоусвояемый кальций, необходимый для обеспечения обмена веществ и формирования костно-мышечного скелета [2].

При выпуске конкурентоспособного пищевого продукта значительную роль играют

АНАЛИЗ РЕЦЕПТУРЫ И СВОЙСТВ СИМБИОТИЧЕСКОГО ЙОГУРТА

консистенция, внешний вид и стабильность при хранении. Для производства таких продуктов необходимы функциональные ингредиенты, совместимые с пищевыми системами и обеспечивающие требуемые потребительские характеристики. Пектины широко востребованы в пищевой промышленности. Согласно Техническому регламенту Таможенного союза 029/2012, они разрешены в России для использования в пищевых продуктах. Главное свойство, на котором основано применение пектинов в пищевых системах, – гелеобразующая способность [3].

Количество нутриентов должно составлять 15 % или более от суточной нормы в одной порции продукта, чтобы полученный продукт был функциональным. Согласно методическим рекомендациям МР 2.3.1.0253-21, нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации определены суточные нормы нутриентов и представлены в таблице 1 [4].

В настоящее время перспективным приемом в создании симбиотических функциональных продуктов является поиск и внедрение

Таблица 2 – Химический состав сырья на 100 г.

Table 2 - Chemical composition of raw materials per 100 g.

Наименование	Пищевые волокна	B1, мг	PP, мг	Fe, мг	Mg, мг	Zn, мг
Сироп топинамбура	12,3	1,3	2,7	3,4	17	0,3
Яблочный пектин	75,6	0,03	1,2	2,2	9	0
Отруби рисовые	21,0	2,8	38,0	19,0	781	6,0
Ягоды малины	9,3	0,03	0,6	1,6	22	0,42

Обоснованность данного сырья связана с работами Г.О. Филлипс, П.А. Вильямс. Пектин относится к пищевым волокнам, которые являются субстратом для развития бактериально-грибкового микросимбиоза желудочно-кишечного тракта [6]. В микросимбиозах между разными видами складываются антагонистические или синергические отношения (Е.В. Иванова, 2010), базирующиеся на различных каналах связи, включающих клеточные взаимодействия, такие как адгезия, коагрегация, генетический обмен, рецепторные распознавания (R.J. Palmer [et al.], 2006) и выработку сигнальных метаболитов, которые являются ингибиторами или стимуляторами роста (В.В. Иванова, 2007) [7, 8, 9].

Одним из механизмов выживания микроорганизмов в популяции может служить «quorum sensing», QS (М.Ю. Чернуха с соавт., 2006) [10]. Аутоиндукторами QS-регуляции признаны олигопептиды, гомосеринлактоны

и др. С их помощью осуществляется передача информации между отдельными клетками бактерий, принадлежащих к одному или к разным видам, родам или даже семействам (Ю.А. Николаев, 2011) [11]. Показано, что у симбиотических грамотрицательных бактерий под контролем QS-системы, включающей гомологичные LuxR и LuxI-белки, рецепторный белок и гомосеринлактон, находятся функции: синтез факторов вирулентности (токсина А, эластаза, экзопроотеаза и др.) и биосинтез фенозиновых антибиотиков у псевдомонад (И.А. Хмель, 2006) [12]. Установлено, что формирование псевдомицелия у грибов ингибируется сигнальными молекулами QS-системы (3-оксо-С₁₂-ацил-гомосерин-лактоном), вырабатываемым *P. aeruginosa* (О.Н. Пинегина, 2008) [13].

Таблица 1 – Физиологическая потребность в нутриентах

Table 1 – Physiological need for nutrients

Наименование нутриента	Количество, мг
Пищевые волокна	20 г
B1	1,8
PP	20
Железо	10
Магний	400
Цинк	12

На основании данных химического состава пищевых продуктов И.М. Скурихина, было выбрано растительное сырье, богатое этими нутриентами для обогащения кислородной основы и составлена таблица 2 [5].

и др. С их помощью осуществляется передача информации между отдельными клетками бактерий, принадлежащих к одному или к разным видам, родам или даже семействам (Ю.А. Николаев, 2011) [11]. Показано, что у симбиотических грамотрицательных бактерий под контролем QS-системы, включающей гомологичные LuxR и LuxI-белки, рецепторный белок и гомосеринлактон, находятся функции: синтез факторов вирулентности (токсина А, эластаза, экзопроотеаза и др.) и биосинтез фенозиновых антибиотиков у псевдомонад (И.А. Хмель, 2006) [12]. Установлено, что формирование псевдомицелия у грибов ингибируется сигнальными молекулами QS-системы (3-оксо-С₁₂-ацил-гомосерин-лактоном), вырабатываемым *P. aeruginosa* (О.Н. Пинегина, 2008) [13].

В микросимбиозах сложилось подвижное равновесие между доминантными микробами, определяющими колонизационную рези-

стентность организма хозяина и ассоциативными микроорганизмами (О.В. Бухарин с соавт., 2006) [14]. Установлено, что экзометаболиты микросимбионтов обладают плейотропным действием и угнетают размножение условно-патогенных микроорганизмов. Установлено, что данная функция реализуется путем конкуренции за питательные вещества и локусы адгезии (Я.С. Циммерман, 2008) [15]. По мнению В.С. Бондаренко (2007), при нормобиоценозе биотопа за счет продукции лизоцима, органических кислот и метаболитов аутохтонной микробиоты биотопа снижается кислотность среды, что угнетает развитие микромицетов [16]. Доказано, что антагонистами грибной микробиоты в кишечнике являются бифидумбактерии, бактероиды, лактобактерии и кишечные палочки лактозопозитивные, продуцирующие уксусную, молочную кислоты, перекись водорода и бактериоцины (А.С. Быков с соавт., 2008) [17].

Одним из важнейших свойств микроорганизмов являются факторы персистенции и ростовые факторы, благодаря которым микробиота приобретает способность к заселению различных экологических ниш и адаптации к защитно-регуляторным системам хозяина (О.В. Бухарин с соавт., 2007) [14].

Полезные свойства топинамбура показаны в работах А.Н. Кузнецовой. Они обусловлены высоким содержанием инулина, различных витаминов и таких микроэлементов, как калий, кремний, фосфор, железо, цинк. Активные вещества топинамбура усиливают иммунозащитные функции организма, влияют на выведение радионуклидов и тяжелых металлов, участвуют в процессе снижения концентрации глюкозы в крови, нормализации жирового и углеводного обмена [18].

Инулин, содержащийся в топинамбуре – растительный полисахарид, растворимое диетическое волокно, сильный природный пребиотик, обеспечивает рост собственной микробиоты.

Для получения нового функционального продукта, направленного на улучшение работы желудочно-кишечного тракта в качестве основного ингредиента, выбран йогурт, так как содержит в своем составе пробиотики. Для достижения симбиотического эффекта предполагается внести в йогурт комплексную пищевую добавку. Сконструированная КПД в своем составе содержит яблочный пектин, сироп топинамбура и рисовые хлопья, богатые пищевыми волокнами, а также ягоды малины, обеспечивающие необходимые органолептические свойства.

Для повышения симбиотических свойств предусматривается обогащение лиофилизиро-

ванным бактериальным концентратом *Bifidobacterium longum* (*B. longum*). Исходя из проведенного математического моделирования, составлена рецептура продукта и приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Рецептура функционального йогурта

Table 3 - Functional yogurt recipe

Наименование	Количество на одну порцию, г	Количество на 100 г
Йогурт	120	85,4
Яблочный пектин	2	1,5
Сироп топинамбура	5	3,6
Рисовые хлопья	8	5,7
Ягоды малины	5	3,6
Концентрат <i>B. longum</i>	0,5	0,2
Итого с учетом потерь	140	100

Согласно ГОСТ Р 52349-2005, функциональный пищевой ингредиент – это живые микроорганизмы, вещество или комплекс веществ, входящие в состав функционального пищевого продукта в количестве не менее 15 % от суточной физиологической потребности, в расчете на одну порцию продукта, обладающие способностью оказывать научно обоснованный и подтвержденный эффект физиологических функций [19].

В соответствии с существенными признаками, входящими в определение термина функциональный пищевой ингредиент, в таблице 4 приведены функциональные пищевые ингредиенты, влияющие на работу ЖКТ.

Согласно Методическим рекомендациям МР 2.3.1.0253-21 (Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ), физиологическая потребность в пищевых волокнах для взрослого человека составляет 30 г/сутки [4].

Предложенная рецептура симбиотического йогурта обладает функциональными свойствами, т.к. имеет в своем составе функциональные ингредиенты в количестве более 15 % от суточной нормы потребления. Следовательно, йогурт можно позиционировать как продукт для профилактики желудочно-кишечного тракта.

АНАЛИЗ РЕЦЕПТУРЫ И СВОЙСТВ СИМБИОТИЧЕСКОГО ЙОГУРТА

Таблица 4 – Функциональные пищевые ингредиенты

Table 4 - Functional Food Ingredients

Эффект поддержания деятельности желудочно-кишечного тракта	Пищеварение и функциональное состояние желудочно-кишечного тракта	Поддержание и улучшение состояния слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта	Пребиотики
	Пищеварение и функциональное состояние желудочно-кишечного тракта	Контроль функциональных свойств кишечной иммунокомпетентной лимфатической ткани	Пробиотики, пребиотики, синбиотики
	Моторно-эвакуаторная функция кишечника	Обеспечение образования и ассимиляции короткоцепочечных жирных кислот	Пребиотики, синбиотики
		Уменьшение времени транзита пищевой массы	Пищевые волокна
		Обеспечение формирования стула	Пищевые волокна

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования использовался приготовленный по разработанной рецептуре симбиотический йогурт.

Идентификация йогурта включала исследования физико-химических, органолептических и микробиологических показателей. С помощью органолептических показателей можно определить динамику таких показателей, как внешний вид, консистенцию, цвет, вкус запах на конец срока годности [20].

Определение количества пищевых волокон проводилось согласно ГОСТ Р 54014-2010 Продукты пищевые функциональные. Определение растворимых и нерастворимых пищевых волокон – ферментативно-гравиметрическим методом. Метод основан на ферментативном гидролизе крахмальных и некрахмальных соединений с помощью альфа-амилазы, протеазы и амилоглюкозидазы до моно-, ди-, олигосахаридов и пептидов. Пищевые волокна осаждали этиловым спиртом, высушивали и определяли гравиметрическим методом [21].

Определение массовой доли влажности и сухого молочного обезжиренного остатка (СОМО) проводили методом высушивания до постоянной массы при $T = 102 \pm 20$ С согласно ГОСТ Р 54668-2011 [22].

Количество витаминов группы В определяли согласно ГОСТ 32042-2012 Премиксы. Методы определения витаминов группы В. Сущность метода определения тиамин заключалась в его извлечении из анализируемой пробы раствором серной кислоты, окислении его раствором железосинеродистого калия в тиохром, экстракции окисленной формы из водной фазы изобутиловым

спиртом и измерении интенсивности флуоресценции [23].

Общее содержание железа в йогурте определяли согласно ГОСТ 26928-86 Продукты пищевые. Метод определения железа [24].

Содержание магния определяли согласно ГОСТ EN 15505-2013 Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение натрия и магния с помощью пламенной атомно-абсорбционной спектрометрии с предварительной минерализацией пробы в микроволновой печи [25].

Определение цинка проводили согласно ГОСТ 26934-86 Сырье и продукты пищевые. Метод определения цинка [26].

Витамин РР определяли согласно ГОСТ Р 50479-93 Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения содержания витамина РР. Метод основан на освобождении витамина РР путем гидролиза, очистке гидролизата от мешающих определению веществ, количественном получении окрашенного глутаминового альдегида, интенсивность окраски которого измеряют фотометрически [27].

Основными показателями, обуславливающими полезные свойства кисломолочного продукта, является количество молочнокислых бактерий, которое определялось согласно ГОСТ 33951-2016 Молоко и молочная продукция. Методы определения молочнокислых микроорганизмов. Метод основан на способности развиваться мезофильных молочнокислых бактерий в обезжиренном молоке при температуре (30 ± 1) °С, а термофильных молочнокислых бактерий – при (37 ± 1) °С, сбраживая лактозу до молочной кислоты с образованием сгустка в течение 72 ч [28].

Микробиологический контроль йогурта проводили на приборе «БакТрак 4300» фир-

мы SY – LAB GerateGmbH (Австрия) по методике МУК 4.2.2578-10 «Санитарно-бактериологические исследования методом разделенного импеданса». Данный прибор высокопроизводителен, так как исследовал одновременно 32 образца. Экспресс-анализатор "БакТрак 4300" регистрировал изменения электрического сопротивления питательной среды, происходящего под влиянием процессов роста и жизнедеятельности микроорганизмов в исследуемой пробе.

При пересечении заданных пороговых значений для Е-параметра проба оценивалась автоматически.

Санитарное состояние продукта оценивали по общему количеству мезофильных аэробных и факультативных анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в 1 см³ (мл) или в 1 г субстрата. Общее количество микроорганизмов определяли на питательной среде BiMedia 001B (производитель фирма HiMedia) при температуре 30 °С.

Санитарно-показательные бактерии группы кишечной палочки – БГКП (рода Escherichia, Shigella, Salmonella, Citrobacter) культивировали на среде обогащения – забуференной пептонной воде, листерии – на питательном бульоне для выделения и культивирования листерий в течение суток, определяли показатели загрязнения, затем пересеивали на питательные среды BiMedia 205A, 401A, XLD (Xylose-Lysine-Desoxycholate Agar), Плоскирева, Клигlera, Симмонса и Кристенсенадля идентификации родовой и видовой принадлежности. Все посеы культивировали при температуре 37 °С. Продукт оценивали как «чистый» без ограничений по санитарно-бактериологическим показателям при отсут-

ствии патогенных бактерий и индексе санитарно-показательных микроорганизмов до 10 клеток на грамм субстрата (СанПин 2.1.7.1287-03) [29].

Результаты статистически обработаны. Программное обеспечение на микробиологическом анализаторе "Бик Трак 4300" представлено: «Микро Трак» – программой, осуществляющей управление данными, контроль за ходом измерения и получением результатов анализа и «Микро Ассист» – программой для дальнейшей работы с результатами измерения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В связи с тем, что йогурт относится к скоропортящимся продуктам, очень важным условием его безопасного употребления является правильное хранение.

В йогурте были определены сухой обезжиренный молочный остаток, результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Физико-химические показатели йогурта

Table 5 - Physico-chemical parameters of yogurt

Наименование показателя	Требования	Результаты исследований
СОМО, %	Не менее 8,5	8,9

Химический состав функционального продукта питания определен лабораторными методами и представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Химический состав функционального йогурта

Table 6 - The chemical composition of functional yogurt

Количество	Пищевые волокна, г	В1, мг	РР, мг	Fe, мг	Mg, мг	Zn, мг
140 г	3,81	0,34	4,95	1,86	82,26	0,995
Норма:	20	1,8	20	10	400	12
% от нормы:	19,0	18,9	24,8	18,6	20,6	8,3

Согласно данным таблицы 6, был получен по химическому составу йогурт, обладающий функциональными свойствами, т.к. имеет в своем составе необходимые нутриенты более 15 %. Данный функциональный продукт содержит в себе пищевые волокна (19,04 %), витамины – В1 (18,87 %), РР (24,75 %), и минеральные вещества – Fe (18,53 %), Mg (20,57 %).

В результате проведенной оценки изменения показателей относительно срока годности было отмечено, что в образцах йогуртов функционального назначения к третьим суткам цвет не изменился, консистенция осталась изначальной, все органолептические показатели соответствовали требованиям. К окончанию срока годности органолептические характеристики также сохранились.

АНАЛИЗ РЕЦЕПТУРЫ И СВОЙСТВ СИМБИОТИЧЕСКОГО ЙОГУРТА

В результате исследований на конец срока годности йогурта были определены микробиологические показатели йогурта, которые представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Микробиологические показатели йогурта

Table 7 - Microbiological indicators of yogurt

Наименование показателя	Нормативы	Результаты исследований
<i>B. longum</i> КОЕ/ г (см3)	Не менее 1×10^6	$3,2 \times 10^8$ *
КМАФАнМ, КОЕ/см3 (г)	не менее 1×10^7	$3,2 \times 10^7$
БГКП	0,01	Не обнаружены
<i>S.aureus</i>	1,0	Не обнаружены

Примечание: * - $p \leq 0,05$.

Подходящий температурный режим для каждого вида продукта помогает сохранить все полезные бифидо- и лактобактерии. Но количество пробиотических бактерий в йогурте к концу срока годности может значительно снижаться. Меньше всего хранятся био йогурты, в которых содержатся живые кисломолочные бактерии в высокой концентрации. Их максимальное время пребывания в холодильнике – 7 суток от даты выпуска при температуре + 2...+ 4 °С.

Индекс КМАФАнМ – интегрированный показатель, представленный различными таксономическими группами микроорганизмов, который дает представление об эпидемической обстановке региона и процессах самоочищения биотопа. КМАФАнМ – наиболее распространенный тест на микробную безопасность. При этом исходят из предположения, что чем больше продукт загрязнен органическими веществами, тем выше КМАФАнМ и тем вероятнее присутствие патогенов. В ходе работы установили, что модифицированный продукт экологически безопасен и чист.

Учитывая, что пищевые продукты являются факторами передачи кишечных инфекций, то прямое обнаружение патогенных микробов в микросимбиозе проводится только при расследовании вспышек инфекционных заболеваний. В качестве косвенных показателей служат данные фекальной загрязненности объекта. В изучаемом образце не обнаружены бактерии группы кишечной палочки и золотистого стафилококка.

Таким образом, проведенные исследования показали влияние условий хранения на показатели безопасности функционального йогурта, а также на количество молочнокис-

лых микроорганизмов в составе йогурта. Анализируемый йогурт функционального назначения удовлетворяет всем требованиям качества и безопасности на конец срока годности, регламентируемым вышеперечисленными актуальными нормативными документами.

ВЫВОДЫ

В процессе данной работы была сконструирована рецептура и проанализирован состав функционального йогурта. Дана характеристика сырья и дополнительных ингредиентов для создания нового инновационного продукта функционального назначения. Проведенные лабораторные исследования по определению химического состава, микробиологических показателей инновационной продукции доказали соответствие свойств функционального продукта. Функциональный йогурт с комплексной пищевой добавкой имеет внешний вид продукта массового потребления и соответствует органолептическим показателям.

В соответствии с методами определены биологически активные вещества йогурта, выбор которых зависит от направленности и состава продукции. Разработанная рецептура йогурта имеет симбиотическое взаимодействие пробиотиков и пребиотиков и предполагает использовать продукт для улучшения работы желудочно-кишечного тракта. Пищевые волокна, являясь пребиотиком, улучшают переваривание, пектин подавляет развитие условно-патогенных бактерий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пилат Т.Л., Кузьмина Л.П., Гуревич К.Г., Анварул Н.А. Нутрициологическая профилактика и реабилитация при заболеваниях желудочно-кишечного тракта. ФГБНУ “Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова”, 2019. 36 с.
2. Тригуб В.В., Николенко М.В. Изучение качества и безопасности молочных продуктов // Ползуновский вестник. 2020. № 3. С. 44–47.
3. Аверьянова Е.В., Школьникова М.Н. Пектин: методы выделения и свойства. Методические рекомендации. Изд-во Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, 2015. 42 с.
4. МР 2.3.1.0253-21 Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Официальное издание. М. : Роспотребнадзор, 2021.
5. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Химический состав российских продуктов питания : справочник. М. : ДеЛипринт, 2002. 236 с.

6. Филлипс Г.О., Вильямс П.А. (ред.) : справочник по гидроколлоидам / пер. с англ.; под ред. А.А. Кочетковой и Л.А. Сарафановой. ГИОРД, 2006. 536 с.

7. Иванова Е.В. Биологические свойства бифидумбактерий и их взаимодействие с микросимбионтами кишечной микрофлоры человека : автореф. дис. ... канд мед. наук. Оренбург, 2010. 15 с.

8. Palmer R.J. Rapid succession within the Veillonella population of a developing human oral biofilm in situ // J. Bacteriol. 2006. Vol. 188. P. 4117–4124.

9. Иванова В.В. Комплексный подход к восстановлению микрофлоры. Современный взгляд на коррекцию дисбиозов / Вектор-БиАльгам, 2007. 48 с.

10. Чернуха М.Ю., Шагинян И.А. Роль регуляторной системы «Quorum sensing» в симбиотическом взаимодействии бактерий BURKHOLDERIA CEPACIA и PSEUDOMONAS AERUGINOSA при смешанной инфекции // ЖМЭИ. 2006. № 4. С. 32–37.

11. Николаев Ю.А., Плакунов В.К. Биопленка «город микробов» или аналог многоклеточного организма? // Микробиология. 2007. № 2. С. 149–163.

12. Хмель И.А. «Quorum sensing» – регуляция экспрессии генов, фундаментальные и прикладные аспекты, роль в коммуникации бактерий // Микробиология. 2006. № 4. С. 457–464.

13. Пинегина О.Н. Ассоциативные взаимодействия микромицетов с другими микроорганизмами // Проблемы медицинской микологии. 2008. № 2. С. 72.

14. Бухарин О.В. Проблемы персистенции патогенов в инфектологии // ЖМЭИ. 2006. № 4. С. 4–8.

15. Циммерман Я.С. Дисбиоз (дисбактериоз) кишечника и/или синдром избыточного бактериального роста // Гастроэнтерология. 2008. № 4. С. 34–37.

16. Бондаренко В.М. Роль условно-патогенных бактерий кишечника в полиорганной патологии человека. Изд-во Триада, 2007. 64 с.

17. Быков А.С., Пашков Е.П. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология. Медицинское информационное агентство, 2008. 704 с.

18. Кузнецова, А.Н. Йогурт с топинамбуром как продукт для функционального, профилактического и лечебного питания. Ростов-на-Дону, 2016. 3 с.

19. ГОСТ Р 52349-2005. Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения. дата введения 2005-01-01. Москва : Стандартинформ, 2005. 15 с.

20. ГОСТ Р 54060-2010 Продукты пищевые функциональные : национальный стандарт Российской Федерации. дата введения 2012-01-01. Москва : Стандартинформ, 2012. 7 с.

21. ГОСТ Р 54014-2010 Продукты пищевые функциональные. Определение растворимых и нерастворимых пищевых волокон ферментативно-гравиметрическим методом ; дата введения 2010-01-01. Москва : Стандартинформ, 2010. 16 с.

22. ГОСТ Р 54668-2011. Молоко и продукты переработки молока. Методы определения массовой доли влаги и сухого вещества ; дата введения 2013-01-01. Москва : Стандартинформ, 2013. 11 с.

23. ГОСТ 32042-2012 Премиксы. Методы определения витаминов группы В ; дата введения 2012-

01-01. Москва : Стандартинформ, 2012. 15 с.

24. ГОСТ 26928-86 Продукты пищевые. Метод определения железа ; дата введения. 1986-01-01. Москва : Стандартинформ, 1986. 23 с.

25. ГОСТ EN 15505-2013 Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение натрия и магния с помощью пламенной атомно-абсорбционной спектрометрии с предварительной минерализацией пробы в микроволновой печи ; дата введения 2013-01-01. Москва : Стандартинформ, 2013. 16 с.

26. ГОСТ 26934-86 Сырье и продукты пищевые. Метод определения цинка ; дата введения 1986-01-01. Москва : Стандартинформ, 1986. 31 с.

27. ГОСТ Р 50479-93 Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения содержания витамина РР ; дата введения 1993-12-01. Москва : Стандартинформ, 1993. 19 с.

28. ГОСТ 33951-2016 Молоко и молочная продукция. Методы определения молочнокислых микроорганизмов ; дата введения 2016-01-01. Москва : Стандартинформ, 2016. 12 с.

29. СанПиН 2.1.7.1287-03 Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. Введен на основании Федерального закона "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ и "Положения о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании", утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 июля 2000 г. № 554.

Информация об авторах

С. Ю. Яковлева – магистрант, Тюменский индустриальный университет.

В. В. Тригуб – к.б.н., доцент кафедры товароведения и технологии продуктов питания, Тюменский индустриальный университет.

М. В. Николenco – д.б.н., профессор кафедры товароведения и технологии продуктов питания, Тюменский индустриальный университет.

В. В. Попов – д.т.н., профессор кафедры товароведения и технологии продуктов питания, Тюменский индустриальный университет.

REFERENCES

1. Pilat, T.L., Kuzmina, L.P., Gurevich, K.G. & Anvarul, N.A. (2019). Nutritional prevention and rehabilitation in diseases of the gastrointestinal tract // FSBI "Scientific Research Institute of Occupational Medicine named after Academician N.F. Izmerov". P. 36. (In Russ.).

2. Trigub, V.V. & Nikolenko, M.V. (2020). Studying the quality and safety of dairy products. Polzunovsky Vestnik. (3). 44-47. (In Russ.).

3. Averyanova, E.V. & Shkolnikova, M.N. (2015). Pectin: methods of isolation and properties. Methodological recommendations. Publishing House

of the Altai State Technical University named after I.I. Polzunov. P 42. (In Russ.).

4. MP 2.3.1.0253-21 (2021). Norms of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation. Moscow : Rospotrebnadzor. (In Russ.).

5. Skurihin, I.M. & Tutel'yan, V.A. (2002). Chemical composition of Russian food products: Handbook. DeLiprint. (In Russ.).

6. Phillips, G.O. & Williams, P.A. (2006). Handbook of hydrocolloids. GIRD. P.536. (In Russ.).

7. Ivanova, E.V. (2010). Biological properties of bifidobacteria and their interaction with microsymbionts of human intestinal microflora: abstract ... Candidate of Medical Sciences. P. 15. (In Russ.).

8. Palmer, R.J., Diaz, P.I., Palmer, R.J. & Kolenbrander, P.E. (2006). Rapid succession within the Veillonella population of a developing human oral biofilm in situ (188). 4117-4124.

9. Ivanova, V.V. (2007). An integrated approach to the restoration of microflora. A modern view on the correction of dysbiocenoses. Vector-BiAlgam. P. 48. (In Russ.).

10. Chernukha, M.Yu. & Shaginyan, I.A. (2006). The role of the regulatory system "Quorum sensing" in the symbiotic interaction of bacteria BURKHOLDERIA CEPACIA and PSEUDOMONAS AERUGINOSA in mixed infection /. ZHMEI (4). 32-37. (In Russ.).

11. Nikolaev, Yu.A. & Plakunov, V.K. (2007). Biofilm - "city of microbes" or analog a multicellular organism? Microbiology (2). 149-163. (In Russ.).

12. Khmel, I.A. (2006). "Quorum sensing" - regulation of gene expression, fundamental and applied aspects, role in bacterial communication. Microbiology (4). 457-464. (In Russ.).

13. Pinegina, O.N. (2008). Associative interactions of micromycetes with other microorganisms. Problems of medical mycology (2). P. 72. (In Russ.).

14. Bukharin, O.V. (2006). Problems of persistence of pathogens in infectology. ZHMEI (4). 4-8. (In Russ.).

15. Zimmerman, Ya.S. (2008). Intestinal dysbiosis (dysbiosis) and / or the syndrome of excessive bacterial growth. Gastroenterology (4). 34-37. (In Russ.).

16. Bondarenko, V.M. (2007). The role of conditionally pathogenic intestinal bacteria in human multiple organ pathology. LLC Publishing House Triada. P. 64 (In Russ.).

17. Bykov, A.S. & Pashkov, E.P. (2008). Medical microbiology, virology and immunology. LLC "Medical information Agency". P. 704. (In Russ.).

18. Kuznetsova, A.N. (2016). Yogurt with Jerusalem artichoke as a product for functional, preventive and therapeutic nutrition. Rostov-on-Don. P. 3. (In Russ.).

19. Food products. Functional food products. Terms and definitions (2005). HOST R 52349-2005. from 1 January 2005. Moscow: Standartinform. (In Russ.).

20. Functional food products : national standard of the Russian Federation (2012). HOST R 54060-2010. from 1 January 2012. Moscow : Standartinform. (In Russ.).

21. Functional food products. Determination of soluble and insoluble dietary fibers by enzymatic gravimetric method (2010). HOST R 54014-2010. from 1 January 2010. Moscow : Standartinform. (In Russ.).

22. Milk and milk processing products. Methods for determining the mass fraction of moisture and dry matter (2011). HOST R 54668-2011. from 1 January 2011. Moscow : Standartinform. (In Russ.).

23. Premixes. Methods for the determination of B vitamins (2012). HOST 32042-2012. from 1 January 2012. Moscow : Standartinform. (In Russ.).

24. Food products. Method of determination of iron (1986). HOST 26928-86. from 1 January 1986. Moscow : Standartinform. (In Russ.).

25. Food products. Determination of trace elements. Determination of sodium and magnesium using flame atomic absorption spectrometry with preliminary mineralization of the sample in a microwave oven (2013). HOST EN 15505-2013. from 1 January 2013. Moscow : Standartinform. (In Russ.).

26. Raw materials and food products. Method of determination of zinc (1986). HOST 26934-86. from 1 January 1986. Moscow : Standartinform. (In Russ.).

27. Fruit and vegetable processing products. Method for determining the content of vitamin PP (1993). HOST R 50479-93 [Text]. from 12 January 1993. Moscow : Standartinform. (In Russ.).

28. Milk and dairy products. Methods for the determination of lactic acid microorganisms (2016). HOST 33951-2016 from 1 January 2016. Moscow : Standartinform. (In Russ.).

29. Sanitary and epidemiological requirements for soil quality (2003). SanPiN 2.1.7.1287-03. Moscow : Standartinform. (In Russ.).

Information about the authors

S. Yu. Yakovleva - master's student, Tyumen Industrial University.

V. V. Trigub - Candidat of Biological Sciences, Associate of the Department of Commodity Science and Food Technology, Tyumen Industrial University.

M. V. Nikolenko - Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Commodity Science and Food Technology, Tyumen Industrial University.

V. G. Popov - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Commodity Science and Food Technology, Tyumen Industrial University.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 28.03.2022; одобрена после рецензирования 06.05.2022; принята к публикации 17.05.2022.

The article was received by the editorial board on 28 Mar 22; approved after reviewing on 6 May 22; accepted for publication on 17 May 22.