ISSN 2074-9414 (Print)
ISSN 2313-1748 (Online)

https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-784-794

Оригинальная статья
http://fptt.ru

Разработка технологии производства кисломолочных напитков, обогащенных соевым белковым ингредиентом

Е. С. Стаценко*, О. В. Литвиненко, Г. А. Кодирова, Г. В. Кубанкова, Н. Ю. Корнева, О. В. Покотило

Всероссийский научно-исследовательский институт сои, Благовещенск, Россия

Поступила в редакцию: 29.07.2021

Принята после рецензирования: 07.09.2021
Принята в печать: 01.12.2021

**e-mail: ses@vniisoi.ru*
© Е. С. Стаценко, О. В. Литвиненко, Г. А. Кодирова, Г. В. Кубанкова, Н. Ю. Корнева, О. В. Покотило, 2021

Аннотация.
Введение. Увеличение производства кисломолочных напитков с использованием растительных добавок позволит расширить ассортимент функциональных пищевых продуктов, содержащих ценные компоненты, в том числе пробиотики, витамины и минеральные вещества. Цель исследования – разработка технологии производства кисломолочных напитков, обогащенных соевым белковым ингредиентом.
Объекты и методы исследования. Контрольные образцы кисломолочных напитков, полученные из молока коровьего пастеризованного с использованием бактериальных заквасок прямого внесения, а также опытные образцы кисломолочных напитков, обогащенные пищевой добавкой, полученной из соевого зерна. Соевый белковый ингредиент получали из пророщенного соевого зерна, высушенного и измельченного в муку. Соевое зерно предварительно проращивали в термостате при температуре 26 °С в течение 24 ч, бланшировали паром 15 мин. Полученную добавку вносили в пастеризованное молоко в количестве 1–9 %, сквашивали при температуре 38–40 °С в течение 6–8 ч, исследовали показатели качества и физико-химический состав.
Результаты и их обсуждение. По органолептическим показателям наилучшим стал образец с массовой долей добавки в кисломолочных напитках 5 %. Это привело к повышению пищевой ценности напитков «Бифивит с СБИ» и «Иммуновит с СБИ», а именно белка на 1,92 и 1,79 г, жира – на 0,77 и 0,75 г, витамина Е – на 0,16 мг, холина – на 23,82 мг, калия – на 149 мг, фосфора – на 19 и 22 мг, кальция – на 25 и 24 мг, магния – на 22 и 23 мг соответственно. В одной порции разработанных напитков (100 г) содержание белка, витамина B_2, а также калия, магния, кальция и фосфора составило более 15 % от суточной физиологической потребности организма человека. Содержание молочнокислых микроорганизмов и бифидобактерий в свежих продуктах и в конце срока годности оставалось выше нормы (1×10^8), что положительно характеризует разработанные напитки.
Выводы. На основании проведенных исследований разработана и научно обоснована технология производства кисломолочных напитков, обогащенных соевым ингредиентом, с улучшенным химическим составом и органолептическими показателями. Разработанные кисломолочные напитки можно отнести к натуральным функциональным пищевым продуктам.

Ключевые слова. Соевое зерно, рецептура, кислотность, белок, витамины, органолептическая оценка, пищевая ценность

Для цитирования: Разработка технологии производства кисломолочных напитков, обогащенных соевым белковым ингредиентом / Е. С. Стаценко [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2021. Т. 51. № 4. С. 784–794. https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-784-794.

Original article

Available online at http://fptt.ru/eng

Fermented Milk Beverages Fortified with Soy Protein

Ekaterina S. Statsenko*, Oksana V. Litvinenko, Galina A. Kodirova, Galina V. Kubankova, Nadezhda Yu. Korneva, Olesya V. Pokotilo

All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, Blagoveshchensk, Russia

Received: July 29, 2021

Accepted in revised form: September 07, 2021
Accepted for publication: December 01, 2021

*e-mail: ses@vniisoi.ru
© E.S. Statsenko, O.V. Litvinenko, G.A. Kodirova, G.V. Kubankova, N.Yu. Korneva, O.V. Pokotilo, 2021

Abstract.
Introduction. Fermented milk beverages with various vegetable additives expand the range of functional foods with probiotics, vitamins, and minerals. The research objective was to develop a new technology for fermented milk drinks fortified with soy protein.
Study objects and methods. Heat-treated cow's milk with Direct Vat Set bacterial starter served as the control sample, while the experimental samples featured fermented milk fortified with soy additives. The soy protein ingredient was obtained from powdered sprouted soybean. Soybeans were pre-germinated in a thermostat at 26°C for 24 h and blanched with steam for 15 min. After that, 1–9% of the soy substance was added to pasteurized milk and fermented at 38–40°C for 6–8 h. The resulting sample was tested for quality indicators and physicochemical composition.
Results and discussion. The best sensory properties belonged to the sample with 5% mass fraction of the soy additive. As a result, the soy-fortified beverages entitled Bifivit and Immunovit had a better nutritional value: protein – by 1.92 and 1.79 g, fat – by 0.77 and 0.75 g, vitamin E – by 0.16 mg, choline – by 23.82 mg, potassium – by 149 mg, phosphorus – by 19 and 22 mg, calcium – by 25 and 24 mg, magnesium – by 22 and 23 mg, respectively. One portion (100 g) of these drinks contained over 15% of recommended daily intake of protein, vitamin B_2, potassium, magnesium, calcium, and phosphorus. The content of lactic acid and bifidobacteria remained above the norm (1×10^8) both in fresh products and by the end of their shelf life.
Conclusion. The article introduces a technology of new functional soy-fortified fermented milk drinks with improved chemical and sensory properties.

Keywords. Soybean, recipe, acidity, protein, vitamins, organoleptic estimation, nutritional value

For citation: Statsenko ES, Litvinenko OV, Kodirova GA, Kubankova GV, Korneva NYu, Pokotilo OV. Fermented Milk Beverages Fortified with Soy Protein. Food Processing: Techniques and Technology. 2021;51(4):784–794. (In Russ.). https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-784-794.

Введение

В настоящее время предприятиями молочной промышленности выпускается широкий ассортимент кисломолочных продуктов [1–3]. Значительная доля принадлежит напиткам (йогурт, кефир, ряженка, варенец и т. п.). Широкий ассортимент данной линейки продуктов объясняется популярностью среди населения, пользой и положительным влиянием на здоровье [3–5]. Такие продукты содержат ценные компоненты, в том числе пробиотики, витамины, минеральные вещества, и имеют высокую степень усвояемости организмом человека по сравнению с молоком [4, 5]. Замена в таких продуктах молочного белка и жира растительными позволяет улучшить его органолептические показатели и обогатить продукт аминокислотами, полиненасыщенными жирными кислотами, жирорастворимыми витаминами (A, D, E) и другими ценными компонентами. Улучшить функциональность кисломолочных напитков возможно путем введения в их состав обогащающих пищевых добавок из растительного сырья [6–10]. Использование растительных компонентов в технологиях кисломолочных продуктов приобретает актуальность и в условиях дефицита молочного сырья [11, 12].

Соя является альтернативным сырьем и популярной сельскохозяйственной культурой мирового значения, т. к. содержит уникальный состав микро- и макронутриентов, а состав белка наиболее приближен к белку животного происхождения [13–16]. Исследованиями доказано, что потребление сои оказывает положительное воздействие на здоровье, включая потенциальное защитное действие на сердечно-сосудистую систему, метаболизм липидов и снижение концентрации холестерина в плазме [17–19]. Однако продукты переработки сои могут вызывать аллергию и некоторые другие побочные эффекты, поэтому людям с хроническими заболеваниями необходимо употреблять их с осторожностью [14–16]. Необходимость использования соевого сырья и продуктов его переработки в производстве кисломолочных продуктов связана не только с их низкой стоимостью и высокой пищевой ценностью, но и с высокими технологическими свойствами и оптимальным сочетанием органолептических свойств [8–10]. Создание научно-обоснованных рецептур и отработка технологий кисломолочных продуктов повышенной пищевой ценности позволит расширить ассортимент диетических продуктов профилактического и функционального назначения.

Цель исследования – разработка технологии производства кисломолочных напитков, обогащенных соевым белковым ингредиентом.

Задачи исследования: разработка технологии производства пищевой добавки – соевого белкового ингредиента (СБИ); органолептическая оценка его качества; определение физико-химических показателей; разработка технологии производства кисломолочных напитков, обогащенных СБИ;

оценка пищевой ценности, физико-химических и микробиологических показателей разработанных кисломолочных напитков.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования стали:

– контрольные образцы кисломолочных напитков «Бифивит» и «Иммуновит», полученные из молока коровьего пастеризованного м.д.ж. 2,5 % и с использованием бактериальных заквасок прямого внесения VIVO (ООО «ВИВО Индустрия», ТУ 9223-001-18137828-2015) по технологии, рекомендованной производителем заквасок;

– опытные образцы кисломолочных напитков «Бифивит с СБИ» и «Иммуновит с СБИ», обогащенные соевым белковым ингредиентом, полученным из соевого зерна сортов селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои (ГОСТ 17109-88).

Исследование сырья и готовой продукции, а также оценку результатов проводили с применением следующих методов: химический состав соевого зерна с помощью инфракрасного сканера FOSS NIRSystems 5000 (ГОСТ 32749-2014, ГОСТ 32041-2012); влажность соевого зерна – по ГОСТ 10856-96; проращивание зерна – по ГОСТ 12038-84; органолептический анализ напитков – по ГОСТ ISO 13299-2015, ГОСТ ISO 11036-2017 и ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011; оценку качества напитков кисломолочных, обогащенных СБИ, – в соответствии требованиям ТР ТС 021/2011, ТР ТС 033/2013; пищевую ценность, в том числе содержание витаминов и минеральных веществ, – расчетным методом (И. М. Скурихин, 1987); содержание ингибитора трипсина – казеинолитическим методом М. Л. Какейда в модификации И. И. Бенкена; массовую долю сахара – по ГОСТ 34128-2017; содержание влаги и сухого вещества – по ГОСТ 3626-73; титруемую кислотность – по ГОСТ 3624-92 и ГОСТ Р 58449-2019; активную кислотность – по ГОСТ 32892-2014; энергетическую ценность – с помощью коэффициентов энергетической ценности макронутриентов [20]; степень удовлетворения суточной потребности в веществах – согласно МР 2.3.1.24.32-08. Математическую обработку экспериментальных данных проводили в соответствии с теорией математической статистики по общепринятым методикам [21–23]. Микробиологический анализ сквашенных комбинированных напитков и напитков кисломолочных, обогащенных СБИ, проводили по ГОСТ 32901, ГОСТ 10444.11-2013 (ISO 15214:1998) и МР 2.3.1.0253-21.

Результаты и их обсуждение

В результате исследований, проведенных в лаборатории переработки сельскохозяйственной

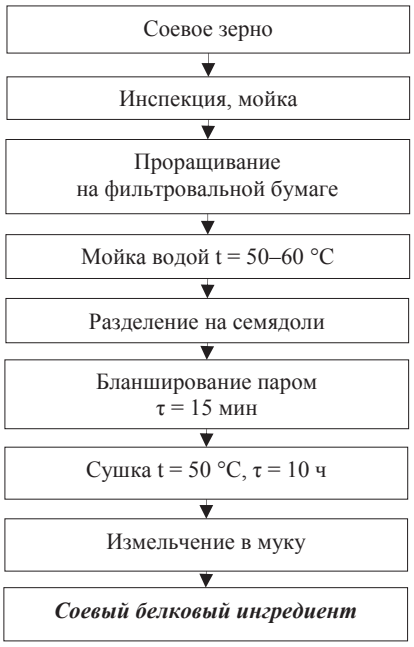

Рисунок 1. Технологическая схема получения соевого белкового ингредиента

Figure 1. Technological scheme for obtaining soy protein

Таблица 1. Физико-химические показатели и энергетическая ценность соевого зерна и соевого белкового ингредиента в 100 г (M ± σ)

Table 1. Physicochemical indicators and energy value of soy raw material and soy protein ingredient in 100 g (M ± σ)

Показатель	Содержание	
	Соевое зерно	Соевый белковый ингредиент
Вода, г	9,53 ± 1,33	9,90 ± 0,69
Белок, г	39,17 ± 2,87	38,07 ± 2,96
Жир, г	17,52 ± 1,42	16,6 ± 1,11
Клетчатка, г	5,75 ± 0,69	6,36 ± 0,30
Углеводы, г	23,38 ± 1,42	21,25 ± 1,51
Зола, г	4,65 ± 0,18	7,82 ± 0,45
Калий, мг	2640,00 ± 78,40	3115,20 ± 101,83
Фосфор, мг	430,00 ± 21,68	473,00 ± 25,80
Кальций, мг	600,00 ± 29,75	600,00 ± 27,57
Магний, мг	460,00 ± 16,73	462,30 ± 15,74
B_1 (тиамин), мг	0,94 ± 0,03	0,88 ± 0,08
B_2 (рибофлавин), мг	0,22 ± 0,03	0,23 ± 0,02
Холин, мг	270,00 ± 2,00	480,00 ± 19,60
Е (альфа-токоферол, ТЭ), мг	1,90 ± 0,03	3,30 ± 0,22
β-каротин, мг	1,02 ± 0,03	0,90 ± 0,03
Ингибитор трипсина, мг	11,50 ± 0,13	0
Энергетическая ценность, ккал	387,10	357,24

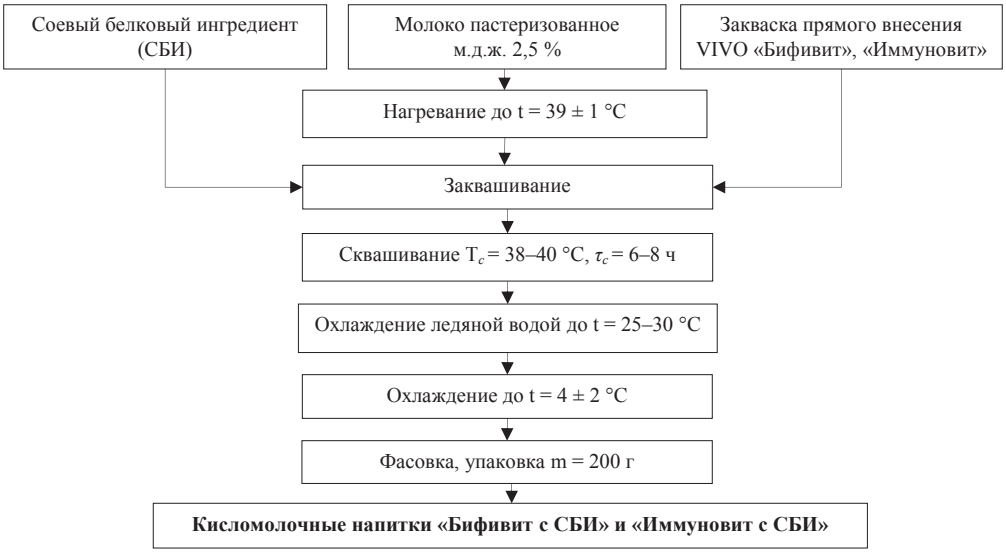

Рисунок 2. Технологическая схема получения кисломолочных напитков, обогащенных соевым белковым ингредиентом

Figure 2. Technological scheme of fermented milk drinks fortified with soy protein

продукции ФНЦ Всероссийского НИИ сои, разработана технология пищевой добавки – соевый белковый ингредиент (СБИ) (рис. 1). Эта добавка была получена на основе ранее разработанной технологии – белково-витаминно-минерального ингредиента (БВМИ), использованного для обогащения хлебобулочных изделий [24–26]. В настоящей разработке в технологический процесс введена дополнительная технологическая операция – бланширование. Она позволяет инактивировать антипитательные вещества и обеспечить безопасность использования пищевой добавки в приготовлении кисломолочных напитков. Также были скорректированы основные режимы получения СБИ.

Для получения пищевой добавки соевое зерно инспектировали, тщательно промывали питьевой водой, заворачивали во влажную фильтровальную бумагу и помещали в термостат для проращивания при температуре 26 °C и относительной влажности воздуха 85 % в течение 24 ч. Полученные образцы пророщенного соевого зерна тщательно промывали проточной водой температурой 50–60 °C и разделяли на семядоли. Затем бланшировали паром температурой 95–97 °C в течение 15 мин и закладывали на сушку в сушильный аппарат с конвекцией при температуре сушильного агента 50 °C до достижения влажности добавки не более 10 %. После чего измельчали на лабораторной мельнице до частиц размером 0,01–0,05 мм, получая пищевую добавку в виде муки. Показатели пищевой и энергетической ценности соевого зерна и СБИ, полученного из соевого зерна, представлены в таблице 1.

Соевый белковый ингредиент содержит белок, жир, пищевые волокна, минеральные вещества и витамины, а также не уступает по пищевой ценности соевому зерну. Усвояемость такого продукта повышается за счет преобразования химических веществ в процессе проращивания соевого зерна и удаления ингибитора трипсина из-за процесса бланширования.

В ходе работы приготовлены и исследованы образцы кисломолочных продуктов с массовой долей СБИ в рецептуре от 1 до 9 % с кратностью 1. Для получения кисломолочных напитков «Бифивит с СБИ» и «Иммуновит с СБИ» в молоко пастеризованное м.д.ж. 2,5 % и температурой 39 ± 1 °C вносили закваски прямого внесения «Бифивит» или «Иммуновит» в количестве 0,05 % и СБИ в количестве 1–9 % от общей массы. Тщательно перемешивали в течение 1–3 мин, ставили на сквашивание в термостат при температуре 38–40 °C в течение 6–8 ч. Полученный кисломолочный продукт охлаждали ледяной водой до температуры 25–30 °C, фасовали

Таблица 2. Факторы и уровни их варьирования

Table 2. Factors and variety levels

Обозначение	Фактор	
	X_1 (T_c), °C	X_2 (τ_c), мин
Верхний уровень (+1)	40	480
Основной уровень (0)	39	420
Нижний уровень (–1)	38	360

Таблица 3. Органолептические показатели качества кисломолочных продуктов, обогащенных соевым белковым ингредиентом в количестве от 1 до 9 % от общей массы

Table 3. Sensory properties of fermented milk products fortified with 1–9% of soy protein

Показатель	Характеристика
Внешний вид	Поверхность ровная, гладкая, блестящая. С увеличением добавки усиливался желтый цвет верхнего тонкого слоя поверхности. Отделение сыворотки не наблюдалось во всех образцах
Консистенция	Сметанообразная, текучая. От консистенции жидкой до консистенции густой сметаны. В образцах с 7–9 % СБИ – тягучая
Запах	Кисломолочный. От легкого специфического до сильного специфического с привкусом и ощущением измельченных частиц СБИ
Вкус	Кисломолочный. От легкого соевого специфического до сильного соевого специфического
Цвет	От молочно-белого до сливочно-кремового

в полимерные стаканы с крышкой массой нетто 200 г и отправляли на хранение при температуре 4 ± 2 °С (рис. 2).

При разработке технологии кисломолочных напитков важными параметрами являются температура и продолжительность сквашивания продукта. Для изучения влияния данных параметров на показатель титруемой кислотности (K) проведены научные исследования. Технологические параметры – температура сквашивания в термостате X_1 (T_c), продолжительность сквашивания X_2 (τ_c) и уровни их варьирования – определены экспериментальным путем (табл. 2). Число повторностей n = 9.

При изучении параметров технологии производства кисломолочных напитков разработаны математические модели путем проведения двухфакторного анализа. Получены уравнения линейной регрессии, описывающие динамику изменения показателей кислотности напитков ($K_б$, $K_и$), обогащенных СБИ, в зависимости от исследуемых факторов.

Для напитка «Бифивит с СБИ» уравнение линейной регрессии имеет вид:

$$K_б = -311{,}5 + 9{,}767 \cdot T_c + 0{,}08028 \cdot \tau_c \qquad (1)$$

где $K_б$ – кислотность кисломолочного напитка «Бифивит с СБИ» при коэффициенте множественной корреляции R = 0,7804.

Для напитка «Иммуновит с СБИ» уравнение линейной регрессии имеет вид:

$$K_и = -305{,}8 + 9{,}600 \cdot T_c + 0{,}07722 \cdot \tau_c \qquad (2)$$

где $K_и$ – кислотность кисломолочного напитка «Иммуновит с СБИ» при коэффициенте множественной корреляции R = 0,7645.

Из анализа уравнений (1) и (2) следует, что при получении кисломолочных напитков, обогащенных СБИ, фактор X_1 (температура сквашивания) оказывает большее влияние на показатель кислотности напитков, чем фактор X_2 (продолжительность сквашивания). Это подтверждают значения β-коэффициентов: для напитка «Бифивит с СБИ» $\beta_1 = X_1 = 0{,}820$, $\beta_2 = X_2 = 0{,}404$; для напитка «Иммуновит с СБИ» $\beta_1 = X_1 = 0{,}817$, $\beta_2 = X_2 = 0{,}394$.

После получения образцов кисломолочных напитков провели их органолептическую оценку (табл. 3). Все показатели определяли в тщательно перемешанном продукте. Определение внешнего вида – до и после перемешивания продукта.

Образцы с содержанием 1–5 % СБИ отличались лучшими показателями качества. Поверхность всех

Таблица 4. Балльная оценка органолептических показателей качества опытных образцов разработанных кисломолочных напитков

Table 4. Sensory evaluation of fermented milk drinks

Показатель	Содержание СБИ, %								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Оценка, балл								
Внешний вид	5,0	5,0	5,0	5,0	4,9	4,9	4,6	4,5	4,5
Консистенция	4,5	4,6	4,8	4,8	4,9	4,8	4,6	4,6	4,5
Запах	5,0	5,0	4,9	4,9	4,9	4,7	4,5	4,5	4,4
Вкус	5,0	4,9	4,9	4,9	4,9	4,8	4,5	4,4	4,1
Цвет	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Общее количество баллов	24,5	24,5	24,6	24,6	24,6	24,2	23,2	23,0	22,6

Таблица 5. Кислотность кисломолочных напитков
в зависимости от содержания соевого белкового ингредиента в продукте (M ± Δ)

Table 5. Effect of soy protein on acidity (M ± Δ)

Концентрация СБИ, %	«Бифивит с СБИ»		«Иммуновит с СБИ»	
	Кислотность титруемая, °Т	Кислотность активная (pH)	Кислотность титруемая, °Т	Кислотность активная (pH)
Контроль	93,50 ± 0,92	4,42 ± 0,01	94,00 ± 0,53	4,42 ± 0,01
1	99,50 ± 0,92	4,46 ± 0,02	95,50 ± 0,92	4,43 ± 0,02
2	100,00 ± 0,92	4,52 ± 0,01	96,50 ± 0,92	4,45 ± 0,01
3	109,50 ± 0,92	4,50 ± 0,02	96,50 ± 0,89	4,65 ± 0,02
4	111,00 ± 1,06	4,47 ± 0,02	104,50 ± 0,92	4,50 ± 0,02
5	112,00 ± 1,06	4,55 ± 0,01	110,50 ± 0,92	4,50 ± 0,01
6	113,50 ± 0,92	4,60 ± 0,02	111,00 ± 0,53	4,55 ± 0,01
7	115,00 ± 0,53	4,59 ± 0,01	113,50 ± 0,92	4,56 ± 0,02
8	116,00 ± 0,53	4,66 ± 0,02	114,50 ± 0,92	4,57 ± 0,02
9	116,00 ± 0,92	4,64 ± 0,01	114,50 ± 0,92	4,66 ± 0,01

образцов до перемешивания без трещин от светлого до желтого цвета. В опытных образцах продуктов с содержанием 6–9 % СБИ был отмечен усиленный привкус и запах внесенной добавки. Образцы напитков с содержанием 7–9 % СБИ были излишне густыми, что ухудшало их восприятие и отрицательно сказывалось на органолептической оценке (табл. 4).

Установлено, что по органолептическим показателям полученные кисломолочные напитки «Бифивит с СБИ» и «Иммуновит с СБИ» практически не отличаются друг от друга, поэтому балльную оценку проводили параллельно. Внешний вид поверхности был привлекательный у всех образцов. Однако у образцов с 7–9 % СБИ на поверхности наблюдалась неравномерная пленка желтого цвета, вследствие чего оценка была снижена до 4,6 и 4,5 баллов.

По вкусу и цвету наилучшими признаны образцы с 1–3 % СБИ. Образцы с 3–5 % СБИ практически не отличались друг от друга по качеству, а с 7–9 % уступали, т. к. имели неприятный привкус и ощущение частиц добавки во рту. По консистенции густой сметаны предпочтение было отдано опытным образцам с 3–6 % СБИ, образцы с 1 и 2 % добавки имели более жидкую консистенцию.

На основании органолептической оценки опытных образцов кисломолочных напитков оптимальное содержание СБИ составило 3–5 %. Однако у образцов с содержанием СБИ в количестве 5 % пищевая ценность продукта выше, чем у образцов с 3 и 4 % СБИ. Поэтому оптимальное содержание СБИ принято 5 %.

На следующем этапе исследований изучали влияние СБИ на кислотообразующую способность продуктов. Контролем послужили образцы, приготовленные без внесения СБИ. Кислотность определяли в образцах, полученных при максимальной температуре сквашивания 40 °С и минимальной продолжительности 6 ч (табл. 5).

Результаты исследований показали, что введение СБИ в напитки стимулирует кислотообразующую способность напитков, т. к. титруемая кислотность увеличилась на 24 % по сравнению с контролем. Активная кислотность практически не изменялась. Полученные показатели соответствовали требованиям ГОСТ Р 54569 и ГОСТ 32892-2014.

Корреляционную зависимость показателя титруемой кислотности ($К_б$, $К_и$) и активной кислотности кисломолочных напитков ($АК_б$, $АК_и$) от массовой доли *СБИ* ($C_{СБИ}$) в них можно описать уравнениями:

Для напитка «Бифивит с СБИ»:

титруемая кислотность $К_б = 2{,}4606 \cdot C_{СБИ} + 97{,}5273$;

$$R = 0{,}93 \quad (3)$$

активная кислотность $АК_б = 0{,}0249 \cdot C_{СБИ} + 4{,}4289$;

$$R = 0{,}94 \quad (4)$$

Для напитка «Иммуновит с СБИ»:

титруемая кислотность $К_и = 2{,}7394 \cdot C_{СБИ} + 92{,}7727$;

$$R = 0{,}96 \quad (5)$$

активная кислотность $АК_и = 0{,}0205 \cdot C_{СБИ} + 4{,}4370$;

$$R = 0{,}74 \quad (6)$$

Из анализа уравнений (3)–(6) следует, что титруемая и активная кислотности прямо пропорциональны массовой доле СБИ в напитках (положительная корреляция), т. е. чем больше массовая доля внесенной добавки, тем больше титруемая и активная кислотность кисломолочного напитка.

После разработки рецептур и технологии получения кисломолочных продуктов была проведена оценка их пищевой ценности в сравнении с контролем

Таблица 6. Сравнительная оценка пищевой ценности напитков «Бифивит» и «Бифивит с СБИ»

Table 6. Nutritional value of control Bifivit sample vs. Bifivit with soy

Показатель	«Бифивит» (контроль)		«Бифивит с СБИ» (опытный образец)		Суточная физиологическая потребность*
	Содержание, г/100 г	Удовлетворение суточной потребности, % (200 г)	Содержание, г/100 г	Удовлетворение суточной потребности, % (200 г)	
Белки, г	2,8	4,91–9,32	4,72	8,28–15,73	60–114
Жир, г	2,5	3,94–8,77	3,27	5,15–11,47	57–127
Углеводы, г	4,1	1,49–3,44	5,11	1,85–4,29	238–551
Пищевые волокна, г	0	0	0,44	3,2	20
Органические кислоты, г	0,1	–	0,1	–	–
Витамин Е, мг	0,10	1,34	0,26	3,46	15
Витамин B_1, мг	0,24	32	0,27	36	1,5
Витамин B_2, мг	0,20	22,2	0,20	22,2	1,8
Холин, мг	3,70	1,48	27,52	11	500
Бета-каротин, мг	0,01	0,4	0,06	2,4	5
Витамин С, мг	0,70	1,4	0,67	1,34	100
Зола, г	0,70	–	1,06	–	–
Калий, мг	129	7,37	278	15,89	3500
Фосфор, мг	94	26,86	113	32,29	700
Кальций, мг	108	21,6	133	26,60	1000
Магний, мг	16	7,62	38	18,10	420
Энергетическая ценность, ккал	50,1	–	72,8	–	–

* для взрослых по белку и жиру – от минимального показателя для женщин до максимального показателя для мужчин; по кальцию – для взрослых до 60 лет.

* protein and fat – for adults from the minimum for women to the maximum for men; calcium – for adults under 60 y.o.

и определена степень удовлетворения суточной потребности в основных веществах при употреблении 200 г продукта в сутки (табл. 6, 7).

Согласно анализу химического состава и пищевой ценности напитков «Бифивит с СБИ» и «Иммуновит с СБИ» установлено, что они содержат ценные компоненты пищи и превышают исследуемые показатели в контрольных образцах: по белку – на 1,92 и 1,79 г, жиру – на 0,77 и 0,75 г, витамину Е – на 0,16 мг, холину – на 23,82 мг, калию – на 149 мг, фосфору – на 19 и 22 мг, кальцию – на 25 и 24 мг, магнию – на 22 и 23 мг соответственно.

При включении в напитки СБИ возрастает степень удовлетворения суточной потребности в данных веществах относительно контрольных образцов. В одной порции разработанных напитков (200 г) содержание белка, витаминов B_1 и B_2, калия, фосфора, кальция и магния составляет более 15 % от суточной физиологической потребности организма человека. Это, в соответствии с ГОСТ Р 52349-2005, позволяет отнести разработанные напитки к натуральным функциональным пищевым продуктам.

В ходе исследований определены физико-химические показатели контрольных и разработанных образцов напитков «Бифивит с СБИ» и «Иммуновит с СБИ» (табл. 8).

Согласно полученным данным физико-химические показатели разработанных кисломолочных напитков зависят от рецептуры продукта. Наименьший показатель титруемой кислотности (39,5 °Т) и наибольший показатель содержания влаги (89,8 %) установлен в контрольных образцах. Содержание общего сахара в большом количестве (до 5,3 %) обнаружено в образцах с добавлением СБИ соответствующих наименований. Исследованные физико-химические показатели находятся в пределах установленных норм (ГОСТ 33491-2015).

В ходе исследований проведена оценка разработанных кисломолочных напитков по микробиологическим показателям (табл. 9).

Согласно СанПиН 2.3.2.1324-03 кисломолочные напитки хранятся без герметичной упаковки не более 72 ч при температуре 4 ± 2 °С и относительной влажности воздуха не более 75 %. Контроль качества обогащенных кисломолочных продуктов осуществляли в соответствии с Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции». Согласно ему микробиологические показатели

Таблица 7. Сравнительная оценка пищевой ценности напитков «Иммуновит» и «Иммуновит с СБИ»

Table 7. Nutritional value of control Immunovit sample vs. Immunovit with soy

Показатель	«Иммуновит» (контроль)		«Иммуновит с СБИ» (опытный образец)		Суточная физиологическая потребность*
	Содержание, г/100 г	Удовлетворение суточной потребности, % (200 г)	Содержание, г/100 г	Удовлетворение суточной потребности, % (200 г)	
Белки, г	3,20	5,61–10,67	4,99	8,75–16,63	60–114
Жир, г	2,50	3,94–8,77	3,25	5,12–11,40	57–127
Углеводы, г	4,49	1,63–3,77	5,33	1,93–4,48	238–551
Пищевые волокна, г	0	0	0,32	3,2	20
Органические кислоты, г	0,10	–	0,10	–	–
Витамин Е, мг	0,10	1,33	0,260	3,47	15
Витамин B_1, мг	0,019	2,53	0,062	8,27	1,5
Витамин B_2, мг	0,124	13,78	0,149	16,56	1,8
Холин, мг	3,64	1,46	27,46	10,98	500
Бета-каротин, мг	0,008	0,32	0,053	2,12	5
Витамин С, мг	0,34	0,68	0,32	0,64	100
Зола, г	0,7	–	1,05	–	–
Калий, мг	139	7,94	288	16,46	3500
Фосфор, мг	87	24,86	106	30,29	700
Кальций, мг	115	23,00	139	27,80	1000
Магний, мг	13	6,19	36	17,14	420
Энергетическая ценность, ккал	53,26	–	70,53	–	–

* Согласно МР 2.3.1.0253-21 для взрослых по белку и жиру – от минимального показателя для женщин до максимального показателя для мужчин; по кальцию – для взрослых до 60 лет.

* protein and fat – for adults from the minimum for women to the maximum for men; calcium – for adults under 60 y.o.

Таблица 8. Физико-химические показатели контрольных и разработанных образцов напитков (М ± σ)

Table 8. Physicochemical indicators of control and experimental samples (M ± σ)

Показатель	Массовая доля, %		Кислотность	
	Влаги	Общего сахара	Титруемая, °Т	Активная (pH)
Бифивит (контроль)	89,80 ± 0,37	4,10 ± 0,18	93,50 ± 0,92	4,42 ± 0,02
Бифивит с 5 % СБИ	85,30 ± 0,55	5,10 ± 0,11	112,00 ± 1,06	4,55 ± 0,01
Иммуновит (контроль)	89,01 ± 0,37	4,50 ± 0,11	94,00 ± 0,53	4,42 ± 0,01
Иммуновит с 5 % СБИ	84,96 ± 0,37	5,30 ± 0,11	110,50 ± 0,92	4,50 ± 0,01

Таблица 9. Микробиологические показатели кисломолочных напитков, обогащенных соевым белковым ингредиентом

Table 9. Microbiological indicators of fermented milk drinks fortified with soy protein

Показатель	Объем (масса) продукта, в котором не допускаются	Результат определения	
		«Бифивит (Иммуновит), с СБИ», свежий	«Бифивит (Иммуновит) с СБИ», на конец срока годности
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы)	0,1	не обнаружено	не обнаружено
Патогенные в том числе сальмонеллы	25	не обнаружено	не обнаружено
Стафилококки *Staphylococcus aureus*	1	не обнаружено	не обнаружено
КМАФАнМ, КОЕ/см^3·г: молочнокислые микроорганизмы	Норма согласно ТР ТС 033/2013 не менее 1×10^7	1×10^8	1×10^8
Бифидобактерии	не менее 1×10^6	1×10^8	1×10^8

разработанных кисломолочных напитков не превышали допустимых уровней. Причем содержание молочнокислых микроорганизмов и бифидобактерий в свежих продуктах и в конце срока годности оставалось выше нормы (1×10^8), что положительно характеризует разработанные напитки.

По теме исследований разработана техническая документация для промышленного производства пищевых продуктов: СТО 00668442-002-2020 «Соевый белковый ингредиент. Пищевая добавка»; СТО 00668442-003-2020 «Напитки кисломолочные, обогащенные соевым белковым ингредиентом. Технические условия». На разработанные кисломолочные напитки подготовлена заявка на изобретение РФ.

Выводы

На основании проведенных исследований разработана и научно обоснована технология производства кисломолочных напитков «Бифивит с СБИ» и «Иммуновит с СБИ», обогащенных соевым ингредиентом в количестве 5 % от общей массы. Установлено, что использование СБИ обогащает напитки, по сравнению с контролем, белком на 1,92 и 1,79 г, жиром – на 0,77 и 0,75 г, витамином Е – на 0,16 мг, холином – на 23,82 мг, калием – на 149 мг, фосфором – на 19 и 22 мг, кальцием – на 25 и 24 мг, магнием – на 22 и 23 мг соответственно. Также использование СБИ позволяет улучшить их органолептические свойства, в частности консистенцию.

Критерии авторства

Е. С. Стаценко – анализ данных литературы по проблеме, разработка дизайна исследования, получение экспериментальных данных, разработка технологии получения кисломолочных напитков, исследование показателей их качества, анализ полученных результатов, формулирование выводов, работа над рукописью – написание глав «введение», «объекты и методы исследования», «результаты и их обсуждение», «выводы», «список литературы». О. В. Литвиненко – участие в проведении опытов, разработка технологии получения кисломолочных напитков, исследование показателей кислотности напитков, участие в подготовке главы «объекты и методы исследования». О. В. Покотило и Н. Ю. Корнева – участие в проведении опытов, исследование показателей кислотности и влажности кисломолочных напитков, работа с литературой. Г. А. Кодирова и Г. В. Кубанкова – участие в проведении опытов, исследование показателей качества кисломолочных напитков, математическая обработка данных.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

E.S. Statsenko performed the reference data analysis, developed the research design, obtained experimental data, developed the technology, studied the quality indicators, analyzed the results obtained, and formulated the conclusions, as well as wrote the Introduction, Objects and Methods, Results and Discussions, Conclusions, and References. O.V. Litvinenko participated in the experiments, developed the technology, performed the acidity analysis, and wrote the Objects and Methods. O.V. Pokotilo and N.Yu. Korneva participated in the experiments, studied the acidity and humidity indicators, and worked with the references. G.A. Kodirova and G.V. Kubankova participated in the experiments, studied the quality indicators, and processed the data.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Список литературы

1. Перспективные направления производства кисломолочных продуктов, в частности йогуртов / М. А. Попова [и др.] // Молодой ученый. 2014. Т. 68. № 9. С. 196–199.

2. Перспективные технологии производства молочных продуктов. URL: https://agrovesti.net/lib/tech/cattle-tech/razdel-7-perspektivnye-tekhnologii-2.html (дата обращения: 28.01.2021).

3. Бельмер С. В. Кисломолочные продукты: от истории к современности // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2019. Т. 64. № 6. С. 119–125. https://doi.org/10.21508/1027-4065-2019-64-6-119-125.

4. Синявский Ю. А., Крайсман В. А., Жулдуз М. С. Использование специализированного кисломолочного продукта на основе бобов сои в кардиологической практике // Вопросы питания. 2013. Т. 82. № 5. С. 51–57.

5. Молдобаева Д. С., Пономарёва Е. В. Исследования швейцарских ученых о пользе молока и молочных продуктов // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. 2016. Т. 7. № 4.

6. Производство кисломолочных напитков с растительными компонентами / Л. В. Голубева [и др.] // Пищевая промышленность. 2017. № 2. С. 47–49.

7. Разработка и исследования пищевой и биологической ценности и потребительских свойств кисломолочного продукта с мукой, не содержащего глютен / О. Б. Федотова [и др.] // Вопросы питания. 2019. Т. 88. № 2. С. 101–110. https://doi.org/10.24411/0042-8833-2019-10023.

8. Пищевая ценность национальных молочных продуктов с добавлением лесных ягод и дикорастущих пищевых растений Якутии / У. М. Лебедева [и др.] // Вопросы питания. 2015. Т. 84. № 6. С. 132–140.

9. Бекбулатова Е. В., Хошимов Х., Мирзахмедов А. М. Производство кисломолочных напитков с крупяными концентратами // Universum: технические науки. 2019. Т. 59. № 2. С. 32–36.

10. Функциональные молочные продукты, обогащенные нетрадиционными растительными компонентами / А. А. Кузнецова [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. Т. 48. № 6–2. С. 72–74. https://doi.org/10.18454/IRJ.2016.48.175.

11. Швандар Д. В., Фролова Е. М., Бурова Т. Ф. Перспективы стабилизации российского рынка молока // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2017. Т. 10. № 12. С. 1362–1379. https://doi.org/10.24891/fa.10.12.1362.

12. Столярова Ю. В. Развитие рынка молока и молочной продукции в условиях импортозамещения // Региональная экономика: теория и практика. 2017. Т. 15. № 4. С. 717–728. https://doi.org/10.24891/re.15.4.717.

13. Toward a “Green Revolution” for soybean / S. Liu [et al.] // Molekular Plant. 2020. Vol. 13. № 5. P. 688–697. https://doi.org/10.1016/j.molp.2020.03.002.

14. Soy preparations are potentially dangerous factors in the course of a food allergy / A. Jedrusek-Golinska [et al.] // Foods. 2019. Vol. 8. № 12. https://doi.org/10.3390/foods8120655.

15. Rizzo G., Baroni L. Soy, soy foods and their role in vegetarian diets // Nutrients. 2018. Vol. 10. № 1. https://doi.org/10.3390/nu10010043.

16. Messina M. Impact of soy foods on the development of breast cancer and the prognosis of breast cancer patients // Forsch Komplementmed. 2016. Vol. 23. № 2. P. 75–80. https://doi.org/10.1159/000444735.

17. Messina M. Soy and health update: Evaluation of the clinical and epidemiologic literature // Nutrients. 2016. Vol. 8. № 12. https://doi.org/10.3390/nu8120754.

18. Regulation of cholesterol metabolism by bioactive components of soy proteins: Novel translational evidence / G. R. Caponio [et al.] // International Journal of Molecular Sciences. 2021. Vol. 22. № 1. https://doi.org/10.3390/ijms22010227.

19. Biochemistry and use of soybean isoflavones in functional food development / C. Hu [et al.] // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2020. Vol. 60. № 12. P. 2098–2112. https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1630598.

20. Нечаев А. П., Траубенберг С. Е., Кочеткова А. А. Пищевая химия. СПб.: ГИОРД. 2003. 640 с.

21. Математическое моделирование процесса непрерывной ферментации при получении молочной кислоты / Ю. Л. Гордеева [и др.] // Теоретические основы химической технологии. 2019. Т. 53. № 4. С. 402–409. https://doi.org/10.1134/S0040357119040031.

22. Modeling and optimization techniques with applications in food processes, bio-processes and bio-systems / E. Balsa-Canto [et al.] // Numerical simulation in physics and engineering. Lecture notes of the XVI ‘Jacques-Louis Lions’ Spanish-French School / editors I. Higueras, T. Roldán, J. J. Torrens. Cham: Springer, 2016. P. 187–216. https://doi.org/10.1007/978-3-319-32146-2_4.

23. Gómez-Salazar J. A., Clemente-Polo G., Sanjuán-Pelliccer N. Review of mathematical models to describe the food salting process // DYNA. 2015. Vol. 82. № 190. P. 23–30. https://doi.org/10.15446/dyna.v82n190.42016.

24. Стаценко Е. С. Разработка технологии пищевой добавки на основе соевого сырья биотехнологической модификации // Техника и технология пищевых производств. 2019. Т. 49. № 3. С. 367–374. https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-367-374.

25. Стаценко Е. С., Литвиненко О. В., Корнева Н. Ю. Разработка технологии производства обогащенного хлебобулочного изделия // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 8. С. 111–114. https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10820.

26. Способ получения обогащенных хлебобулочных изделий: пат. 2725490C1 Рос. Федерация. № 2019135581 / Стаценко Е. С. [и др.]; заявл. 05.11.2019; опубл. 02.17.2020; Бюл. № 19. 12 с.

References

1. Popova MA, Rebezov MB, Akhmed′yarova RA, Kosolapova AS, Paul′s EA. Perspektivnye napravleniya proizvodstva kislomolochnykh produktov, v chastnosti yogurtov [Promising directions for the production of fermented milk products, such as yoghurts]. Young Scientist. 2014;68(9):196–199. (In Russ.).

2. Perspektivnye tekhnologii proizvodstva molochnykh produktov [Advanced technologies of dairy production] [Internet]. [cited 2021 Jan 28]. Available from: https://agrovesti.net/lib/tech/cattle-tech/razdel-7-perspektivnye-tekhnologii-2.html.

3. Belmer SV. Fermented milk products: from history to the present. Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics. 2019;64(6):119–125. (In Russ.). https://doi.org/10.21508/1027-4065-2019-64-6-119-125.

4. Sinyavsky YuA, Kraysman VA, Suleymenova ZhM. Using of a specialized fermented milk product on the basis of soybeans in cardiology practice. Problems of Nutrition. 2013;82(5):51–57. (In Russ.).

5. Moldobaeva DS, Ponomareva EV. Swiss scientists' research in the health benefit of milk and dairy products. Research and Scientific Electronic Journal of Omsk SAU. 2016;7(4). (In Russ.).

6. Golubeva LV, Dolmatova OI, Grebenschikov AV, Kiryushina IS, Rodionova EA. Fermented beverages with herbal ingredients. Food Industry. 2017;(2):47–49. (In Russ.).

7. Fedotova OB, Makarkin DV, Sokolova OV, Dunchenko NI. The development and investigation of nutritive and biological value and consumer properties of the fermented dairy product with flour free from glute. Problems of Nutrition. 2019;88(2):101–110. (In Russ.). https://doi.org/10.24411/0042-8833-2019-10023.

8. Lebedeva UM, Abramov AF, Stepanov KM, Vasilyeva VT, Efimova AA. Nutrition value of national milk products with the addition of wild berries and wild food plants of Yakutia. Problems of Nutrition. 2015;84(6):132–140. (In Russ.).

9. Bekbulatova EV, Hoshimov H, Mirzahmedov AM. Production of acid-milk drinks with large concentrates. Universum: tekhnicheskie nauki [Universum: Engineering Sciences]. 2019;59(2):32–36. (In Russ.).

10. Kuznetsova AA, Ismailova AI, Klyuchnikova DB, Tarasova AV. Functional dairy products, enriched with non-traditional botanicals. International Research Journal. 2016;48(6–2):72–74. (In Russ.). https://doi.org/10.18454/IRJ.2016.48.175.

11. Shvandar DV, Frolova EM, Burova TF. The prospects of stabilization of the Russian milk market. Financial Analytics: Science and Experience. 2017;10(12):1362–1379. (In Russ.). https://doi.org/10.24891/fa.10.12.1362.

12. Stolyarova YuV. The development of the milk and dairy product market in terms of import substitution. Regional Economics: Theory and Practice. 2017;15(4):717–728. (In Russ.). https://doi.org/10.24891/re.15.4.717.

13. Liu S, Zhang M, Feng F, Tian Z. Toward a "Green Revolution" for soybean. Molekular Plant. 2020;13(5):688–697. https://doi.org/10.1016/j.molp.2020.03.002.

14. Jedrusek-Golinska A, Piasecka-Kwiatkowska D, Zielinska P, Zielinska-Dawidziak M, Szymandera-Buszka K, Hes M. Soy preparations are potentially dangerous factors in the course of a food allergy. Foods. 2019;8(12). https://doi.org/10.3390/foods8120655.

15. Rizzo G, Baroni L. Soy, soy foods and their role in vegetarian diets. Nutrients. 2018;10(1). https://doi.org/10.3390/nu10010043.

16. Messina M. Impact of soy foods on the development of breast cancer and the prognosis of breast cancer patients. Forsch Komplementmed. 2016;23(2):75–80. https://doi.org/10.1159/000444735.

17. Messina M. Soy and health update: Evaluation of the clinical and epidemiologic literature. Nutrients. 2016;8(12). https://doi.org/10.3390/nu8120754.

18. Caponio GR, Wang DQ-H, Di Ciaula A, De Angelis M, Portincasa P. Regulation of cholesterol metabolism by bioactive components of soy proteins: Novel translational evidence. International Journal of Molecular Sciences. 2021;22(1). https://doi.org/10.3390/ijms22010227.

19. Hu C, Wong W-T, Wu R, Lai W-F. Biochemistry and use of soybean isoflavones in functional food development. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2020;60(12):2098–2112. https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1630598.

20. Nechaev AP, Traubenberg SE, Kochetkova AA. Pishchevaya khimiya [Food chemistry]. St. Petersburg: GIORD; 2003. 640 p. (In Russ.).

21. Gordeeva YuL, Borodkin AG, Gordeeva EL, Rudakovskaya EG. Mathematical modeling of continuous fermentation in lactic acid production. Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2019;53(4):402–409. (In Russ.). https://doi.org/10.1134/S0040357119040031.

22. Balsa-Canto E, Alonso AA, Arias-Méndez A, García MR, López-Núñez A, Mosquera-Fernández M, et al. Modeling and optimization techniques with applications in food processes, bio-processes and bio-systems. In: Higueras I, Roldán T, Torrens JJ, editors. Numerical simulation in physics and engineering. Lecture notes of the XVI 'Jacques-Louis Lions' Spanish-French School. Cham: Springer; 2016. pp. 187–216. https://doi.org/10.1007/978-3-319-32146-2_4.

23. Gómez-Salazar JA, Clemente-Polo G, Sanjuán-Pelliccer N. Review of mathematical models to describe the food salting process. DYNA. 2015;82(190):23–30. https://doi.org/10.15446/dyna.v82n190.42016.

24. Statsenko ES. Technology for a new food additive based on biotechnologically modified soybean raw materials. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(3):367–374. (In Russ.). https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-367-374.

25. Statsenko ES, Litvinenko OV, Korneva NYu. Development of technology for the production of an enriched bakery product. Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex. 2020;34(8):111–114. (In Russ.). https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10820.

26. Statsenko ES, Litvinenko OV, Korneva NYu, Pokotilo OV. Method for production of enriched bakery products. Russia patent RU 2725490C1. 2020.