



Научная статья

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

УДК 613.29

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.019

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВОГО ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО ИНГРЕДИЕНТА С АДАПТОГЕННЫМИ СВОЙСТВАМИ

Ксения Романовна Пискуненко ¹, Владимир Григорьевич Попов ²

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

¹ kpiskunenکو@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9610-2655>

² popovvg@tyuiu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5902-1768>

Аннотация. Для обеспечения полноценного питания, профилактики заболеваний, увеличения продолжительности и повышения качества жизни населения необходим серийный и массовый выпуск пищевой продукции для здорового питания. К данной продукции относят продукты функционального и специализированного назначения, которые имеют в своём составе полифункциональный ингредиент, обладающий физиологическими свойствами, способный оказывать благоприятное воздействие на определённые системы человеческого организма. В проекте «Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года» поставлены основополагающие задачи по возрождению производства пищевых ингредиентов и продвижение принципов здорового питания, а также разработка современных технологий по выпуску пищевой продукции с использованием нетрадиционного растительного сырья на основе биотехнологии. В другом постановлении правительства РФ от 31 декабря 2020 г. № 3684-р поставлена задача по разработке инновационных технологий получения пищевых ингредиентов: пищевых органических кислот, пищевых ферментов, биологически активных веществ и др. Среди различных факторов, оказывающих влияние на здоровье человека, значительную роль оказывает наличие собственных защитных свойств, регулирующих деятельность иммунной системы, отвечающей за адаптацию индивида к внешним факторам, вызванным природно-климатическими условиями, наличием стрессов, качеством и полноценностью рационов. На основании проведённого научно-информационного поиска установили, что разработка рецептур и технологий изготовления полифункциональных ингредиентов с наличием адаптогенных свойств является актуальной задачей. В работе приведены расчёты по нахождению оптимальной массы сконструированного полифункционального ингредиента, которая составила $(12,5 \pm 0,5)$ г. Представлены физико-химические и микробиологические исследования, доказывающие безопасность полифункционального ингредиента на соответствие требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», а также СанПиН 2.3.2.1078-01].

Ключевые слова: полифункциональный пищевой ингредиент, листья земляники, плоды черной смородины, плоды шиповника, соевый лецитин, иммунная система, иммунитет.

Для цитирования: Пискуненко К. Р., Попов В. Г. Разработка рецептуры и технологии производства полифункционального ингредиента с адаптогенными свойствами // Ползуновский вестник. 2021. № 3. С.141–146. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.019.

Original article

DEVELOPMENT OF FORMULATION AND PRODUCTION TECHNOLOGY FOR POLYFUNCTIONAL FOOD INGREDIENT WITH ADAPTOGENIC PROPERTIES

Ksenia R. Piskunenko ¹, Vladimir G. Popov ²

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

¹ kpiskunenko@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9610-2655>

² popovvg@tyuiu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5902-1768>

Abstract. To ensure proper nutrition, prevent diseases, increase the duration and improve the quality of life of the population, serial and mass production of food products for healthy nutrition is necessary. These products include functional and specialized products that contain a multifunctional ingredient with physiological properties that can have a beneficial effect on certain systems of the human body. The project «Strategy for Improving the Quality of Food Products in the Russian Federation until 2030 sets» the fundamental tasks of reviving the production of food ingredients and promoting the principles of healthy nutrition, as well as developing modern technologies for the production of food products using non-traditional plant raw materials based on biotechnology [1]. In another decree of the Government of the Russian Federation of December 31, 2020 No 3684-p the task is to develop innovative technologies for the production of food ingredients: food organic acids, food enzymes, biologically active substances, etc. [2]. Among the various factors that affect human health, a significant role is played by the presence of its own protective properties that regulate the activity of the immune system, which is responsible for the individual's adaptation to external factors caused by natural and climatic conditions, the presence of stress, the quality and usefulness of diets. Based on the conducted scientific and information search, it was established that the development of formulations and manufacturing technologies for multifunctional ingredients with adaptogenic properties is an urgent task. The paper presents calculations for finding the optimal mass of the combined polyfunctional ingredient, which was 12.5 ± 0.5 g. Physicochemical and microbiological studies proving the safety of a functional ingredient for compliance with the requirements of TR CU 021/2011 "On the safety of food products", as well as the SanPiN are presented 2.3/2.4.3590-20.

Keywords: polyfunctional food ingredient, strawberry leaves, blackcurrant fruit, rosehip fruit, soy lecithin, immune system, immunity.

For citation: Piskunenko, K. R. & Popov, V. G. (2021). Development of formulation and production technology for polyfunctional food ingredient with adaptogenic properties. *Polzunovskiy vestnik*, (3), 141-146. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.019.

ВВЕДЕНИЕ

В Программе фундаментальных научных исследований в РФ на долгосрочный период представлен перечень приоритетных направлений по развитию профилактической медицины, в частности, разработка инновационных технологий, специализированных и функциональных пищевых продуктов, пищевых ингредиентов, направленных на сохранение и укрепление здоровья населения.

Для реализации данных задач необходимы фундаментальные и прикладные исследования по поиску наиболее полноценного сырья, а также конструированию рецептур и технологий получения пищевых полифунк-

циональных ингредиентов, способных при добавлении в пищевые продукты оказывать профилактический эффект для снижения риска развития алиментарно-зависимых заболеваний [2].

Одной из важнейших задач, поставленных перед специалистами, является разработка рецептур и технологий пищевых продуктов, способных при систематическом употреблении повышать адаптационные возможности организма человека, особенно в экстремальных природно-климатических условиях.

Основой адаптационных возможностей является укрепление иммунной системы человека, которая защищает его от любого ге-

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВОГО ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО ИНГРЕДИЕНТА С АДАПТОГЕННЫМИ СВОЙСТВАМИ

нетически чужеродного вторжения: микробов, вирусов, простейших или клеток собственного организма.

Главным условием укрепления иммунной системы является своевременное, рациональное и сбалансированное питание [3].

В современных условиях население испытывает повышенные интеллектуальные, физические и стрессовые нагрузки, для купирования которых необходимы полноценные витаминно-минеральные комплексы, способные восстанавливать энергетические, белково-жировые и углеводные затраты.

Цель исследования заключается в научном обосновании рецептуры и технологии производства пищевого полифункционального ингредиента с адаптогенными свойствами на основе сибирского растительного сырья.

Задача исследования обусловлена поиском нетрадиционного пищевого сырья, способного обеспечить синергизм при конструировании полифункционального ингредиента, способного при добавлении в пищевую продукцию усилить адаптационные возможности потребителей продукции при систематическом употреблении, снижать риски алиментарно-зависимых заболеваний. Научно доказать безопасность продукции и медико-биологическими исследованиями доказать благоприятное физиологическое воздействие.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Исследования в области профилактики и укрепления адаптационных возможностей человека проводились и продолжают вестись учеными всего мира.

Многие исследования, проведенные в этой области, показали, что адаптогены способны повысить физическую и умственную выносливость, защитить от воздействия радиации, снизить частоту инфекций.

Состав растительных адаптогенов включает в себя следующие нутриенты: витамины С, Е, β-каротин и минеральные вещества (магний, железо, селен и цинк).

Для конструирования полифункционального пищевого ингредиента использовали данные о химическом составе и пищевой ценности пищевого растительного сырья Западной Сибири. В результате сделали выбор в пользу листьев земляники, плодов шиповника и черной смородины.

Листья земляники содержат в себе 15 компонентов, которые обладают повышенным антиоксидантным действием: галловая кислота, рутин, аскорбиновая кислота,

кверцетин, катехин и др. В основном, антиоксидантную активность проявляют катехин, эллаговая кислота, эпикатехин [4, 5].

Плоды шиповника широко применяются в качестве лекарственного и пищевого компонента. Терапевтический потенциал основан на его антиоксидантном действии, связанном с его фитохимическим составом, который включает аскорбиновую кислоту, фенольные соединения и полезные жирные кислоты. Наличие целого комплекса БАВ позволяет рекомендовать плоды шиповника в качестве общеукрепляющего средства [6, 7]

Плоды черной смородины содержат сахара, кислоты и витамины, особенно много аскорбиновой кислоты. Плоды смородины черной обладают противовоспалительным действием [8], повышают иммунитет и сопротивляемость организма различным заболеваниям [9]. При выборе растительного сырья учитывали место и время сбора.

В рецептуру также были добавлены вспомогательные ингредиенты в виде концентрата соевого лецитина, хлорида кальция, янтарную кислоту и БАД «Селен + Цинк».

Используя программу Excel, разработали рецептуру с оптимальным соотношением ингредиентов и их максимальным выходом, энергетической ценностью, массой 12,5 г (таблица 1).

Таблица 1 – Оптимальная рецептура полифункционального ингредиента

Table 1 – Optimal formulation for a polyfunctional ingredient

Ингредиенты	%
Концентрат соевого лецитина	16,0
Сухой экстракт листьев земляники	16,0
Сухой экстракт плодов черной смородины	11,2
Сухой экстракт плодов шиповника	52,0
БАД «Селен + цинк»	2,4
Янтарная кислота	1,6
Хлорид кальция	0,8
Итого	100,0

Технология приготовления полифункционального ингредиента начиналась с диспергирования концентрата соевого лецитина и воды в течение 5–7 минут при интенсивном перемешивании 2500 оборотов в минуту при температуре 65 °С.

В полученную водно-жировую эмульсию добавляли 10 % хлорид кальция, янтарную кислоту, БАД «Селен + Цинк», а также концентраты плодов черной смородины и ши-

повника и листьев земляники, измельчённых до размера 10–3 мкм.

Полученную массу перемешивали на биореакторе марки «Unic-150-2» в течение 1,5 часов при температуре (110,0±2,0) °С.

Смесь охлаждали до температуры (24,0±1,5) °С, измельчали на мельнице марки «ИР-840» и высушивали в распылительной сушилке марки «Buchi Spray Dryer B-290».

При сушке использовали пищевую до-

бавку Е459 мальтодекстрин для стабилизации и предотвращения слипания готового концентрата в процессе хранения.

Полученные порошкообразные концентраты упаковывали во влагонепроницаемую индивидуальную упаковку.

На основании технологии приготовления полифункционального ингредиента был рассчитан и проанализирован его химический состав (таблица 2) [10].

Таблица 2 – Химический состав полифункционального ингредиента

Table 2 – Chemical composition of a polyfunctional ingredient

Наименование сырья	Концентрат соевого лецитина	Сухой экстракт листьев земляники	Сухой экстракт плодов черной смородины	Сухой экстракт плодов шиповника	БАД «Селен+цинк»	Янтарная кислота	10 % хлорид кальция (CaCl ₂)	Итого	Норма потребления	% от нормы потребления
Масса нетто, г	2,0	2,0	1,4	6,5	0,3	0,2	0,1	12,5		
Пищевая ценность, г										
Белки	0,0	0,014	0,012	0,092	0,0	0,0	0,0	0,12	82,0	0,14
Жиры	2,0	0,007	0,0049	0,04	0,0	0,0	0,0	2,05	97,0	2,12
Углеводы	0,26	0,13	0,089	1,26	0,0	1,5	0,0	2,99	422,0	0,71
ЭЦ, ккал	11,21	0,664	0,498	5,74	0,0	6,5	0,0	24,61	2788	0,88
Витамины, мг										
Е	1,063	0,006	0,0057	0,065	0,0	0,0	0,0	1,14	15,0	7,6
С	0,0	0,54	1,26	19,01	12,0	0,0	0,0	32,81	90,0	36,5
β-каротин	0,0	0,00008	0,0008	0,099	0,0	0,0	0,0	0,099	5,0	2,0
Минеральные вещества, мг										
Mg	0,0	0,311	0,375	0,45	0,0	0,0	0,0	1,135	400,0	0,28
Fe	0,0	0,021	0,0157	0,073	0,0	0,0	0,0	0,11	14,0	0,78
Se	0,0	0,0002	0,00001	0,0	0,027	0,0	0,0	0,027	0,055	49,1
Zn	0,0	0,016	0,0073	0,014	5,76	0,0	0,0	5,79	12,0	48,3
Фосфолипиды, мг										
Фосфолипиды, мг	1620	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1620	6000	27,0

Из таблицы 2 видно, что теоретически полифункциональный ингредиент является функциональным, так как содержит более 15 % суточной нормы витамина С, селена, цинка и фосфолипидов [11].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Полифункциональный ингредиент соответствует требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов».

Результат органолептической оценки рецептуры полифункционального ингредиента представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Органолептические показатели полифункционального ингредиента

Table 3 – Organoleptic parameter of a polyfunctional ingredient

Наименование показателя	Значение показателя
Консистенция	Однородная, гомогенизированная
Цвет	Соответствует входящим компонентам
Вкус и запах	Соответствует входящим компонентам

По содержанию токсичных элементов, пестицидов полифункциональный ингредиент

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВОГО ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО ИНГРЕДИЕНТА С АДАПТОГЕННЫМИ СВОЙСТВАМИ

соответствует ТР ТС 021/2011. Содержание токсичных элементов в полифункциональном ингредиенте представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание токсичных элементов в полифункциональном ингредиенте

Table 4 – The content of toxic elements in a polyfunctional ingredient

Наименование вещества (элемента)		КПФФС
Токсичные элементы	Свинец	Не обнаружено
	Мышьяк	0,03±0,01
	Кадмий	0,04±0,01
	Ртуть	Не обнаружено
Пестициды	Гексахлорциклогексан (α, β, γ-изомеры)	0,001±0,002
	ДДТ и его метаболиты	0,02±0,0015
	Гептахлор	Не обнаружено
	Алдрин	Не обнаружено

Таблица 5 – Микробиологические показатели полифункционального ингредиента

Table 5 – Microbiological indicators of a polyfunctional ingredient

Наименование показателя		НД на методы исследования	КПФФС
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более		ГОСТ 10444.15-94	1,0×10 ²
Масса продукта (г), в которой не допускаются	БГКП (колиформы)	ГОСТ 31747-2012	Не обнаружено
	E.coli	ГОСТ 30726-2001	
	S.aureus	ГОСТ 31746-2012	
	Патогенные, в том числе сальмонеллы	ГОСТ 31659-2012	
Дрожжи, КОЕ/г, не более		ГОСТ 10444.12-2013	Не обнаружено
Плесени, КОЕ/г, не более		ГОСТ 10444.12-2013	
V.cereus, КОЕ/г, не более		ГОСТ 10444.8-2013	Не обнаружено

Из таблицы 4 видно, что полученный полифункциональный ингредиент безопасен и не выражает риск отравления токсичными тяжёлыми металлами и пестицидами для организма человека. Это указывает на то, что данный полифункциональный ингредиент можно употреблять в пищу.

Микробиологические показатели полифункционального ингредиента представлены в таблице 5.

По результатам микробиологических исследований можно сделать вывод, что полифункциональный ингредиент возможно использовать в пищевой промышленности при изготовлении функциональных продуктов питания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный полифункциональный ингредиент с адаптогенными свойствами, представляет многокомпонентную систему, состоящую из сухих экстрактов листьев земляники, плодов черной смородины и шиповника, янтарной кислоты, 10 % хлорида кальция и биологически активная добавки «Селен + цинк». Введение в ингредиент концентрата соевого лецитина позволяет увеличить срок хранения продукции, а также повысить биодоступность минеральных и биологически активных веществ растительного сырья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года : утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 июня 2016 года № 1364-р. АО «Кодекс», 2016. 18 с.
2. Распоряжение Правительства РФ «Об утверждении Программы фундаментальных научных исследований в РФ на долгосрочный период (2021-2030 гг.)» : утв. от 31 декабря 2020 г. № 3684-р. Москва, 2020. 149 с.
3. Как укрепить иммунитет при помощи питания : сайт. URL : <http://cgon.rospotrebnadzor.ru/content/ostalnoe/kak-ukrepit-immunitet-pri-pomoshipitaniya> (дата обращения: 05.01.2021).
4. Hannum, S.M. Potential impact of strawberries on human health: a review of the science // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2004. Vol. 44. № 1. P. 1–17. <https://doi.org/10.1080/10408690490263756>.
5. The Healthy Effects of Strawberry Polyphenols: Which Strategy behind Antioxidant Capacity? / Tamara Y. Forbes-Hernandez [et al.] // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2016. Vol. 56. № 1. P. 46–59.
6. Marmol, I. Therapeutic applications of rose hips from different Rosa Species // Int. J. Mol. Sci. – 2017. Vol. 18. № 6. P. 1137–1174.

<https://doi.org/10.3390/ijms18061137>.

7. Баймуродов, Р.С., Кароматов, И.Д., Нурбобоев, А.У. угли. Шиповник – профилактическое и лечебное средство // Биология и интегративная медицина. 2017. № 10. С. 87–105.

8. Севостьянова, А.Д., Круглов, Д.С. Содержание биологически активных соединений в плодах смородины черной // Медицина и образование в Сибири. 2015. № 4. – 8 с.

9. Мясичева, Н.В., Артемова, Е.Н. Изучение биологически активных веществ ягод черной смородины в процессе хранения // Техника и технология пищевых производств. 2013. № 3. С. 36–40.

10. Скурихин, И.М., Тутельян, В.А. Химический состав российских продуктов питания : справочник. Москва : ДеЛипринт, 2002. 236 с.

11. ГОСТ Р 52349–2005. Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения : введ. 2006-07-01. Москва, 2005. 8 с.

Информация об авторах

К. Р. Пискуненко – ассистент кафедры товароведения и технологии продуктов питания Тюменского индустриального университета.

В. Г. Попов – доктор технических наук, профессор кафедры товароведения и технологии продуктов питания Тюменского индустриального университета.

REFERENCES

1. Strategies for improving the quality of food products in the Russian Federation until 2030: approved by Order of the Government of the Russian Federation. (2016). No. 1364-r of June 29. 2016. JSC «Codex». (In Russ.).

2. Decree of the Government of the Russian Federation «On Approval of the Program of Basic Scientific Research in the Russian Federation for the Long-term period (2021-2030)». (2020). No. 3684-R from December 31. 2020. Moscow. (In Russ.).

3. How to strengthen the immune system with

food. Retrieved from: <http://cgon.rospotrebnadzor.ru/content/ostalnoe/kak-ukrepit-immunitet-pri-pomoshipitaniya>. (In Russ.).

4. Hannum, S.M. Potential impact of strawberries on human health: a review of the science // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2004. Vol. 44. № 1. P. 1-17. <https://doi.org/10.1080/10408690490263756>.

5. The Healthy Effects of Strawberry Polyphenols: Which Strategy behind Antioxidant Capacity? / Tamara Y. Forbes-Hernandez [et al.] // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2016. Vol. 56. № 1. P. 46-59.

6. Marmol, I. Therapeutic applications of rose hips from different Rosa Species // Int. J. Mol. Sci. 2017. Vol. 18. No 6. P. 1137-1174. <https://doi.org/10.3390/ijms18061137>.

7. Baymurodov, R.S., Carromatov, I.D. & Nurboboev, A.U. (2017). Rosehip – a preventive and curative remedy. Biology and Integrative Medicine. (10), 87-105. (In Russ.).

8. Sevostyanova, A.D. & Kruglov, S.D. (2015). The content of biologically active compounds in the fruits of black currant. Medicine and education in Siberia. (4), 8. (In Russ.).

9. Myzishcheva, N.V. & Artemova, E.N. (2013). Study of biologically active substances of black currant berries during storage. Equipment and technology of food production. (3), 36-40. (In Russ.).

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

11. Food products. Functional food products. Terms and definitions. (2005). HOST R 52349-2005 from 1 July 2005. Moscow: Standards Publishing House. (In Russ.).

Information about the authors

K. P. Piskunenko – Assistant, 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 12.07.2021; одобрена после рецензирования 10.09.2021; принята к публикации 17.09.2021.

The article was received by the editorial board on 12 July 21; approved after reviewing on 10 Sep 21; accepted for publication on 17 Sep 21.