

УДК 634.737:581. 5: 581. 522.4(476)

Поступила в редакцию 30.03.2026

Received 30.03.2026

¹Ж. А. Рупасова, ¹С. Н. Авраменко, ¹А. С. Саян, ²Т. А. Мадзиевская,
²Т. М. Шункевич, ²С. В. Далидович, ²П. М. Бычковский, ³Ю. М. Пинчукова

¹Государственное научное учреждение «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь

²Учебно-научно-производственное унитарное предприятие «УНИТЕХПРОМ БГУ»,
г. Минск, Республика Беларусь

³Белорусский государственный экономический университет, г. Минск, Республика Беларусь

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПИЩЕВЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СОУСОВ, МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ И ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ С АНТИСТРЕССОРНОЙ НАПРАВЛЕННОСТЬЮ

Аннотация. Приведены результаты сравнительного исследования биохимического состава разработанных в УП «БЕЛУНИТЕХПРОМ БГУ» функциональных пищевых продуктов, представленных тремя образцами сухой приправы для приготовления соусов – ОПС – №№ 5, 8 и 10, а также двух пищевых добавок седативного действия для хлебопекарного производства – сухой композитной смеси ОСК «Кекс» и пищевой добавки «Улучшитель комплексный хлебопекарный» ОКПД «УКХ» по 19 показателям – содержанию свободных органических и фенолкарбоновых кислот, дубильных веществ (танинов), растворимых сахаров, биофлавоноидов (Р-витаминов), иридоидов, общего белка и аминокислот – пролина, триптофана, фенилаланина и глицина, макро- и микроэлементов – кальция, магния, марганца, меди, цинка и селена, а также по величине сахарокислотного индекса и уровню антиоксидантной активности.

Установлено, что среди образцов сухой приправы для приготовления соусов наиболее высоким уровнем нутриентной ценности по совокупности 19 биохимических показателей характеризовался образец ОПС № 8, превышавший эталонный объект ОПС № 5 по данному признаку в 1,15 раза, а образец ОПС №10 – в 1,9 раза. Из функциональных продуктов седативного действия для хлебопекарного производства лидирующее положение по качественным характеристикам принадлежало сухой композитной смеси ОСК «Кекс», превосходившей по данному признаку образец сухой зеленой массы пустырника, принятый за эталон сравнения, в 3,45 раза, а пищевую добавку «Улучшитель комплексный хлебопекарный» ОКПД «УКХ» в 7,2 раза.

Ключевые слова: функциональные пищевые продукты, нутриентная ценность, органические кислоты, углеводы, фенольные соединения, аминокислоты, макро- и микроэлементы, антиоксидантная активность.

¹J. A. Rupasova, ¹S. N. Avramenko, ¹A. S. Sayan, ²T. A. Madzievskaya,
²T.M. Shinkevich, ²S. V. Dalidovich, ²P. M. Bychkovsky, ³Yu. M. Pinchukova

¹State Scientific Institution “Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences
of Belarus”, Minsk, Republic of Belarus;

² Educational, Scientific, and Production Unitary Enterprise “UNITECHPROM BSU”,
Minsk, Republic of Belarus

³Belarusian State University of Economic, Minsk, Republic of Belarus

BIOCHEMICAL COMPOSITION OF FUNCTIONAL FOOD INGREDIENTS FOR THE PREPARATION OF SAUCES, FLOUR CONFECTIONERY AND BAKERY PRODUCTS WITH ANTISTRESS ORIENTATION

Abstract. The article presents the results of a comparative study of the biochemical composition of functional food products developed at BELUNITECHPROM BSU, represented by three samples of dry seasoning for sauce preparation – OPS – No. 5, 8 and 10, as well as two food additives with a sedative effect for bakery production – the dry composite mixture OSK “Keks” and the food additive “Complex bakery improver” “OKPD “UKH” for 19 indicators – the content of free or-

ganic and phenolic carboxylic acids, tannins, soluble sugars, bioflavonoids (P-vitamins), iridoids, total protein and amino acids – proline, tryptophan, phenylalanine and glycine, macro- and microelements – calcium, magnesium, manganese, copper, zinc and selenium, as well as the value of the sugar-acid index and the level of antioxidant activity.

It was established that among the dry seasoning samples for sauce preparation, sample OPS No. 8 had the highest nutrient value across a set of 19 biochemical parameters, exceeding the reference sample OPS No. 5 by 1.15 times, while sample OPS No. 10 had the highest nutrient value by 1.9 times. Among the functional products with a sedative effect for bakery production, the leading position in terms of quality characteristics belonged to the dry composite mixture OSK “Keks”, exceeding the dry green mass of motherwort, adopted as the reference standard, by 3.45 times, and the food additive “Complex Bakery Improver” OKPD “UKH” by 7.2 times.

Keywords: functional foods, nutritional value, organic acids, carbohydrates, phenolic compounds, amino acids, macro- and microelements, antioxidant activity.

Введение. В настоящее время в Беларуси особую популярность обретают пищевые продукты, обогащенные биологически активными соединениями разной химической природы, способствующие нормализации многих жизненных процессов в организме человека [1, 2]. Особую актуальность обрели исследования, направленные на создание медицинских препаратов и функциональных пищевых продуктов для нормализации работы нервной системы человеческого организма. В связи с этим в УП «УНИТЕХПРОМ БГУ» для производства хлебобулочных изделий разработаны рецептуры биологически активных добавок подтвержденного седативного действия, что может явиться вкладом в решение этой проблемы. Наряду с этим учеными данного исследовательского центра разработан ряд экологически безопасных сухих приправ для приготовления пищевых соусов, обладающих положительным влиянием на метаболизм человека. С целью выявления образцов обозначенных функциональных продуктов с наиболее высоким уровнем нутриентной ценности, в лаборатории биохимии и биотехнологии растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси осуществлено сравнительное исследование их качественного состава по широкому спектру биохимических характеристик, соответствующему функциональному назначению данных продуктов.

Исследования выполнены по 19 показателям, в том числе содержанию свободных органических и фенолкарбоновых кислот, дубильных веществ (танинов), растворимых сахаров, биофлавоноидов (Р-витаминов), иридоидов, белковых веществ и ряда аминокислот – пролина, триптофана, фенилаланина и глицина, макро- и микроэлементов, в том числе кальция, магния, марганца, меди, цинка и селена, а также по показателю сахарокислотного индекса и уровню антиоксидантной активности. Выбор перечисленных биологически активных соединений при биохимических исследованиях обусловлен их важной физиологической ролью в метаболизме человека, в том числе их участием в нормализации работы центральной нервной системы (ЦНС), что особенно важно для оценки качества хлебных продуктов, представленных второй группой образцов.

В связи с этим приоритетное внимание в данных исследованиях было уделено определению содержания иридоидов – монотерпенов вторичной природы, производных изопрена, и являющихся промежуточными продуктами в биосинтезе алкалоидов. Известно, что они оказывают выраженное седативное, анксиолитическое (противотревожное) и нейропротекторное влияние, действуя подобно малым транквилизаторам, снижая возбудимость и помогая при нарушениях ЦНС, чем улучшают адаптацию организма к стрессу [3]. В мировой практике фармакогнозии на основе использования природных сырьевых источников данных соединений уже давно осуществляется разработка новых препаратов для лечения неврологических заболеваний разной этиологии [4, 5].

Наряду с этим значительное место в работе с функциональными пищевыми продуктами уделено определению содержания ряда аминокислот, являющихся основными строительными блоками нейромедиаторов и обеспечивающих передачу сигналов между нервными клетками [6, 7]. Важную роль в нормализации функций ЦНС играют триптофан и фенилаланин, относящиеся к незаменимым аминокислотам, причем первый необходим для синтеза серотонина и мелатонина, а второй является предшественником гормонов щитовидной железы и нейромедиаторов. Значительную роль в обеспечении энергетической основы нервных клеток и поддержания их метаболического баланса, обеспечивающего устойчивость нервной системы в целом, играют также аминокислоты пролин и глицин, дефицит или дисбаланс которых приводят к нарушениям когнитивных функций, настроения и другим неврологическим проблемам [8–12].

Общеизвестно также разностороннее положительное действие на метаболизм человека, в том числе на функционирование ЦНС, биофлавоноидов, обладающих высокой Р-витаминной активностью [13, 14], в связи с чем обогащение продуктов питания данными соединениями находит все большее применение в пищевой промышленности [15].

Значительное позитивное влияние на здоровье нервной системы оказывают также макроэлементы. В частности, магний участвует в регуляции нервной возбудимости, передаче нервных импульсов и синаптической передаче. Он способствует снижению избыточной активности нервных клеток, чем предотвращает такие состояния, как судороги и гиперреактивность, а также обеспечивает расслабление нервных тканей. Дефицит данного элемента вызывает повышенную тревожность, мигрень и нарушения сна, тогда как его оптимальный уровень ингибирует накопление стрессовых гормонов, улучшает настроение и обеспечивает нейропротекторную защиту [14, 16, 17]. Кальций обеспечивает передачу нервных импульсов и работу нейронов. Он необходим для высвобождения нейротрансмиттеров – веществ, передающих сигналы между нервными клетками через синапсы. Наряду с этим кальций участвует в регуляции мышечных сокращений сердца, а дефицит элемента негативно влияет на активность нервных клеток, что приводит к различным неврологическим патологиям в виде судорог, онемения или мышечной слабости [16].

Наряду с макроэлементами особо важную роль в нормализации функций нервной системы играют микроэлементы [18, 19]. В частности, марганец участвует в синтезе нейромедиаторов и метаболизме аминокислот, а также способствует защите нервных тканей от окислительного стресса. Цинк необходим для функционирования синапсов, передачи нервных импульсов и регуляции активности нейромедиаторов, а также способствует восстановлению нервных клеток и их защитных функций. Медь участвует в синтезе нейромедиаторов, в том числе, дофамина и в антиокислительных процессах, предотвращая повреждение нервных тканей, а селен обладает еще более значительным антиоксидантным действием, защищая нейроны от окислительного повреждения и участвуя в регуляции ряда иммунных и метаболических процессов, связанных с работой нервной системы. В целом же обозначенный комплекс микроэлементов поддерживает структурную целостность нейронов, обеспечивает передачу нервных импульсов и защищает нервную систему от повреждений, вызванных стрессом и окислительными процессами. Их недостаток или избыток приводят к нарушениям когнитивных функций человека и развитию неврологических заболеваний [20, 21].

Поскольку все обозначенные выше компоненты биохимического состава представленных образцов обладают высокой физиологической активностью, то представлялось целесообразным определение общего уровня антиоксидантной активности выделенных из них этанольных экстрактов, являющегося своеобразным интегральным показателем антирадикальных свойств исследуемых продуктов.

Целью настоящей работы являлась комплексная сравнительная оценка биохимического состава нескольких видов функциональных продуктов направленного действия для использования при производстве пищевых соков и хлебобулочных изделий. Данные исследования выполнены при активном участии сотрудников УП «УНИТЕХПРОМ БГУ», за что авторы выражают им искреннюю благодарность.

Материалы и методы исследований. Объектами исследований являлись две группы функциональных пищевых продуктов, различающиеся набором слагающих их компонентов. Первая представлена тремя образцами сухой приправы для приготовления соусов – ОПС – №№ 5, 8 и 10, первый из которых принят за эталон сравнения и в его состав входят зеленая масса пажитника, имбирь, красный перец, чеснок, куркума, пшеничная мука, лимонная кислота, сахар и соль. В составе второго образца ОПС № 8 присутствуют майоран и аппетитная смесь № 7, состоящая из кориандра, сушеных моркови, чеснока и зелени базилика, а также пшеничная мука, лимонная кислота, сахар и соль. В наиболее обедненный по компонентному составу образец ОПС № 10 входят лишь сушеные лук и чеснок, соль и пшеничная мука.

Вторая группа пищевых добавок предназначена для использования в хлебопекарном производстве для создания продуктов, обогащенных физиологически активными соединениями, улучшающими работу центральной нервной системы, и представлена образцом сухой композиционной смеси ОСК «Кекс» и образцом пищевой добавки «Улучшитель комплексный хлебопекарный» ОКПД «УКХ». В состав первого образца входят пшеничная мука, молоко сухое, дрожжи, цедра апельсина, улучшитель вкуса, соль, сахар и витамин РР. В состав второго образца входят пшеничная мука, гуаровая камедь, фунгамил, аскорбиновая кислота, сушеный лук и окись магния. При этом за эталон сравнения принят образец сухой зеленой массы пустырника обыкновенного.

При выполнении биохимических исследований использовали общепринятые и частично модифицированные методы получения аналитической информации, в том числе, для определения содержания:

- ♦ свободных (титруемых) органических кислот – общей кислотности – объемным методом [22];
- ♦ фенолкарбоновых кислот – спектрофотометрическим методом [23];

- ♦ растворимых сахаров — ускоренным фенол-сернокислотным полумикрометодом [24];
- ♦ дубильных веществ (танинов) — титриметрическим методом Левентала [25];
- ♦ биофлавоноидов (Р-витаминов) — спектрофотометрически, с применением реактива Фолина-Чакальтеу в щелочной буферной среде. Общее содержание биофлавоноидов выражали в пересчете на галловую кислоту, определенную с помощью калибровочного графика [26];
- ♦ иридоидов — спектрофотометрическим методом, принятым в Госфармакопее Республики Беларусь для фармакопейных видов рода *Leonurus* при определении суммарного содержания данных соединений при длине волны 512 нм в пересчете на гарпагид ацетат [27];
- ♦ общего белка — по содержанию азота, определенного фотометрическим индофенольным методом, согласно ГОСТ 13496.4–2019, с использованием переводного коэффициента 6,25 [28];
- ♦ аминокислот — методом высокоэффективной тонкослойной двумерной хроматографии на пластинах марки «*Sorbfil*» ПТСХ-АФ-В-УФ, с использованием стандартных водных 1 % растворов аминокислот. Параметры хроматографии: температура 21 °С; восходящий ток в системе: гептан — дихлорэтан — уксусная кислота (1:2:2); перпендикулярное направление — в системе: бутанол — уксусная кислота — вода (4:1:1) с последующей обработкой пластин 0,5%-ным раствором нингидрина в ацетоне и высушиванием в сушильном шкафу при 70 °С [29];
- ♦ макро- и микроэлементов, в том числе:
- ♦ кальция и магния — комплексометрическим методом [30];
- ♦ меди и цинка — спектрофотометрическим методом с использованием дитизонного реактива [31];
- ♦ марганца — персульфатным методом [32];
- ♦ селена — [20, 21];
- ♦ уровня антиоксидантной активности — спектрофотометрическим методом с использованием 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила [24];

Все аналитические определения выполнены в 2-кратной биологической и 3-кратной аналитической повторностях. Данные статистически обработаны с использованием программы Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. Данные о количественном содержании определявшихся соединений в исследуемых образцах обеих групп пищевых продуктов, приведенные в табл. 1–4, свидетельствовали о весьма высоком содержании в них биологически активных соединений разной химической природы. При этом в рядах исследуемых объектов выявлены весьма широкие диапазоны варьирования 19 биохимических характеристик, свидетельствовавшие о наличии существенных различий между ними, представление о которых можно составить на основании табл. 5.

На основании данной информации определены образцы с максимальными и минимальными значениями биохимических показателей (табл. 6). Как видим, среди вариантов сухой приправы для приготовления соусов наибольшим количеством их максимальных величин (9) характеризовался эталонный образец ОПС № 5, отмеченный самым высоким содержанием танинов, титруемых кислот, иридоидов, пролина и фенилаланина, кальция и магния, селена и цинка, но при этом обладавший минимальным содержанием триптофана при наименьшем показателе сахарокислотного индекса. Несколько уступавшим этому образцу по количеству максимальных значений анализируемых признаков (7) оказался образец ОПС № 8, занимавший в данном ряду лидирующее положение по содержанию фенолкарбоновых кислот, растворимых сахаров, биофлавоноидов, триптофана, глицина и марганца при наиболее высоком уровне АОА, но вместе с тем отмеченный минимальным содержанием белка, пролина, фенилаланина, а также меди, селена и цинка.). Наиболее же обедненным по биохимическому составу следовало признать образец № 10, что, на наш взгляд, обусловлено весьма ограниченным количеством слагающих его компонентов. При этом наибольшие значения исследуемых показателей получены только для 4 характеристик — сахарокислотного индекса, общего количества белка, триптофана и меди при максимальном отставании от сравниваемых с ним образцов практически по всем остальным признакам.

Во второй группе функциональных продуктов для использования в хлебопекарном производстве наибольшее количество максимальных значений исследуемых показателей (10) выявлено у сухой композитной смеси ОСК «Кекс», отличавшейся наиболее высоким содержанием растворимых сахаров, белка, триптофана, фенилаланина и глицина, а также марганца, селена и цинка при наибольшем показателе сахарокислотного индекса и максимальном уровне АОА (см. табл. 6). При этом наименьшим содержанием характеризовались танины, фенолкарбоновые кислоты, биофлавоноиды, а также соединения магния и меди.

Т а б л и ц а 1. Содержание органических кислот и дубильных веществ в сухой массе образцов функциональных пищевых продуктов
T a b l e 1. Content of organic acids and tannins in dry mass of functional food samples

Образец	Дубильные вещества, %		Органические кислоты			
			титруемые, %		фенолкарбоновые, мг/100 г	
	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t
Первая группа пищевых продуктов						
ОПС № 5 - эталон	3,02 ± 0,14		4,48 ± 0,10		126,2 ± 7,9	
ОПС № 8	0,67 ± 0,02	-16,8*	3,03 ± 0,01	-13,9*	177,5 ± 6,8	4,9*
ОПС № 10	0,08 ± 0,01	-21,1*	0,69 ± 0,01	-36,3*	98,6 ± 3,9	-3,1*
Вторая группа пищевых продуктов						
Пустырн. обыкн. - эталон	1,41 ± 0,03		1,59 ± 0,01		252,6 ± 13,7	
ОСК «Кекс»	0,07 ± 0,01	-36,4*	0,32 ± 0,06	-21,7*	0	-18,4*
ОКПД «УКХ»	0,08 ± 0,01	-38,2*	0	-159,0*	0	-18,4*

* Здесь и в табл. 1.2 – 1.4 статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с эталонным образцом при $p < 0,05$

Т а б л и ц а 2. Биохимические характеристики сухой массы образцов функциональных пищевых продуктов
T a b l e 2. Biochemical characteristics of dry matter of functional food samples

Образец	Растворимые сахара, %		Сахарокислотн. индекс		Сумма биофлавоноидов, мг/100 г		Сумма иридонов, мг/100 г		Уровень АОА, мкмоль тролокса /100 г	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
Первая группа пищевых продуктов										
ОПС № 5 - эталон	7,07 ± 0,01		1,58 ± 0,04		147,3 ± 0,9		32,17 ± 1,59		260,3 ± 1,4	
ОПС № 8	8,18 ± 0,11	10,3*	2,70 ± 0,04	21,4*	418,0 ± 9,2	29,4*	17,67 ± 0,67	-8,4*	596,3 ± 7,3	45,0*
ОПС № 10	3,38 ± 0,17	-21,1*	4,91 ± 0,32	10,2*	86,0 ± 1,5	-35,1*	3,01 ± 0,06	-18,3*	215,0 ± 0,6	-29,6*
Вторая группа пищевых продуктов										
Пустырн. обыкн.- эталон	7,90 ± 0,06		4,97 ± 0,07		4341,7 ± 87,0		1113,5 ± 63,45		192,7 ± 4,0	
ОСК «Кекс»	14,35 ± 0,20	31,1*	48,0 ± 8,79	4,9*	10,0 ± 1,2	-49,8*	8,27 ± 0,09	-17,4*	227,5 ± 0,8	8,5*
ОКПД «УКХ»	2,65 ± 0,03	-81,3*	Не опр.		10,0 ± 1,2	-49,8*	2,17 ± 0,17	-17,5*	28,8 ± 1,2	-39,2*

Т а б л и ц а 3. Содержание белка и аминокислот в сухой массе образцов функциональных пищевых продуктов
T a b l e 3. Protein and amino acid content in dry mass of functional food samples

Образец	Общий белок, %		Пролин		Триптофан		Фенилаланин		Глицин	
					г/100 г белка					
	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t
Первая группа пищевых продуктов										
ОПС № 5 - эталон	11,04 ± 0,02		2,25 ± 0,01		0,16 ± 0,01		1,45 ± 0,01		1,56 ± 0,02	
ОПС № 8	8,90 ± 0,07	-29,3*	1,39 ± 0,05	-16,4*	0,34 ± 0,02	7,4*	0,91 ± 0,03	-19,9*	1,78 ± 0,01	10,6*
ОПС № 10	13,13 ± 0,13	15,5*	1,63 ± 0,02	-24,6*	0,34 ± 0,02	8,4*	0,94 ± 0,02	-22,4*	1,33 ± 0,01	-10,6*
Вторая группа пищевых продуктов										
Пустьырн. обыкн. – эталон	5,55 ± 0,03		0,41 ± 0,01		0,25 ± 0,01		0,21 ± 0,01		0,21 ± 0,01	
ОСК «Кекс»	6,83 ± 0,03	29,1*	0,23 ± 0,01	-12,1*	0,46 ± 0,03	7,8*	0,98 ± 0,04	17,4*	1,45 ± 0,08	15,2*
ОКПД «УКХ»	6,11 ± 0,06	8,0*	0,15 ± 0,02	-12,2*	0,07 ± 0,01	-15,7*	0,37 ± 0,01	13,9*	0,62 ± 0,02	16,5*

Т а б л и ц а 4. Содержание макро- и микроэлементов в сухой массе образцов функциональных пищевых продуктов
T a b l e 4. Content of macro- and microelements in the dry mass of functional food samples

Образец	Кальций		Магний		Марганец		Медь		Селен		Цинк	
	мг/100 г						мкг/100 г					
	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t
Первая группа пищевых продуктов												
ОПС № 5 – эталон	490,3 ± 7,3		190,2 ± 1,6		1593,3 ± 26,0		546,7 ± 17,6		1,47 ± 0,03		2050,0 ± 86,6	
ОПС № 8	98,0 ± 5,7	-42,4*	156,2 ± 3,1	-9,7*	2053,3 ± 29,1	11,8*	286,7 ± 6,7	-13,8*	1,01 ± 0,01	-14,0*	163,3 ± 6,7	-21,7*
ОПС № 10	41,8 ± 2,5	-58,0*	141,7 ± 1,7	-21,1*	1173,3 ± 17,6	-13,4*	986,7 ± 6,7	23,3*	1,17 ± 0,03	-6,4*	790,0 ± 5,8	-14,5*
Вторая группа пищевых продуктов												
Пустьырн. обыкн. – эталон	406,7 ± 16,7		158,0 ± 4,2		2403,3 ± 20,3		3000,0 ± 115,5		0,52 ± 0,02		1080,0 ± 11,5	
ОСК «Кекс»	205,1 ± 3,0	-11,9*	40,7 ± 0,7	-27,8*	3116,7 ± 60,1	11,2*	806,7 ± 6,7	-19,0*	2,17 ± 0,06	26,5*	2016,7 ± 44,1	20,5*
ОКПД «УКХ»	52,3 ± 1,5	-21,2*	> 1000		2986,7 ± 59,3	9,3*	1026,7 ± 17,6	-16,9*	0,57 ± 0,03	1,3	2100,0 ± 57,7	17,3*

Т а б л и ц а 5. Диапазоны варьирования биохимических характеристик в сухой массе образцов функциональных пищевых продуктов
 Table 5. Variation ranges of biochemical characteristics in dry mass of functional food samples

Биохимические показатели	Диапазоны варьирования показателей	
	1 группа пищ. продуктов	2 группа пищ. продуктов
Дубильные вещества, %	0,08–3,02	0,07–1,41
Свободные органические кислоты, %	0,69–4,48	0–1,59
Фенолкарбоновые кислоты, мг/100 г	98,6–177,5	0–252,6
Растворимые сахара, %	3,38–8,18	2,65–14,35
Сахарокислотный индекс	1,58–4,91	4,97–48,0
Сумма биофлавоноидов, мг/100 г	86,0–418,0	10,0–4341,7
Сумма иридоидов, мг/100 г	3,01–32,17	2,17–1113,5
АОА, мкмоль тролокса /100 г	215,0–596,3	28,8–227,5
Общий белок, %	8,90–13,13	5,55–6,83
Пролин, г/100 г белка	1,39–2,25	0,15–0,41
Триптофан, г/100 г белка	0,16–0,34	0,07–0,46
Фенилаланин, г/100 г белка	0,91–1,45	0,21–0,98
Глицин, г/100 г белка	1,33–1,78	0,21–1,45
Кальций, мг/100 г	41,8–490,3	52,3–406,7
Магний, мг/100 г	141,7–190,2	40,7–1000
Марганец, мкг/100 г	1173,3–2053,3	2403,3–3116,7
Медь, мкг/100 г	286,7–986,7	806,7–3000,0
Селен, мкг/100 г	1,01–1,47	0,52–2,17
Цинк, мкг/100 г	163,3–2050,0	1080,0–2100,0

Т а б л и ц а 6. Образцы функциональных пищевых продуктов с наибольшими (max) и наименьшими (min) значениями биохимических характеристик
 Table 6. Samples of functional foods with the highest (max) and lowest (min) values of biochemical characteristics

Биохимические показатели	1 группа пищ. продуктов			2 группа пищ. продуктов		
	ОПС № 5	ОПС № 8	ОПС № 10	Пустырник	ОСК «Кекс»	ОКПД «УКХ»
Дубильные вещества, %	max		min	max	min	min
Своб. органич. кислоты, %	max		min	max		min
Фенолкарб. кислоты, мг/100 г		max	min	max	min	min
Растворимые сахара, %		max	min		max	min
Сахарокислотный индекс	min		max	min	max	
Биофлавоноиды, мг/100 г		max	min	max	min	min
Иридоиды, мг/100 г	max		min	max		min
АОА, мкмоль тролокса /100 г		max	min		max	min
Общий белок, %		min	max	min	max	
Пролин, г/100 г белка	max	min		max		min
Триптофан, г/100 г белка	min	max	max		max	min
Фенилаланин, г/100 г белка	max	min	min	min	max	
Глицин, г/100 г белка		max	min	min	max	
Кальций, мг/100 г	max		min	max		min
Магний, мг/100 г	max		min		min	max
Марганец, мкг/100 г		max	min	min	max	
Медь, мкг/100 г		min	max	max	min	
Селен, мкг/100 г	max	min		min	max	min
Цинк, мкг/100 г	max	min		min	max	max

Заметим, что образец сухой массы пустырника обыкновенного, принятый в данной группе пищевых продуктов за эталон сравнения, несколько уступал предыдущему объекту по количеству максимальных значений биохимических характеристик (8), которые отражали

содержание танинов, свободных органических и фенолкарбоновых кислот, биофлавоноидов и иридоидов, пролина, кальция и меди, тогда как наименьшие значения установлены для содержания белка, фенилаланина, глицина, марганца, селена и цинка. Наименьшим же количеством максимальных значений биохимических показателей характеризовался образец пищевой добавки ОКПД «УКХ», у которого они выявлены лишь для содержания магния и цинка на фоне наибольшего отставания от предыдущих образцов по большинству анализируемых признаков (см. табл. 6).

Поскольку основной задачей настоящих исследований являлось выявление в обеих группах функциональных продуктов объектов с наиболее высоким интегральным уровнем нутриентной ценности по совокупности всех определявшихся биохимических характеристик, это потребовало определения степени статистически значимых различий тестируемых образцов с соответствующими эталонными объектами по каждому анализируемому показателю. Как следует из табл. 7, в первой группе пищевых продуктов, представленной тремя образцами сухой приправы для приготовления соусов, из которых в качестве эталона сравнения использовали ОПС № 5, два тестируемых образца ОПС № 8 и ОПС № 10 характеризовались достоверными различиями с ним по всем исследуемым показателям.

Т а б л и ц а 7. Относительные различия тестируемых образцов функциональных пищевых продуктов с эталонными объектами по характеристикам биохимического состава, %

Table 7. Relative differences between the tested samples of functional food products and reference objects in terms of biochemical composition characteristics, %

Биохимические показатели	1 группа пищ. продуктов		2 группа пищ. продуктов	
	ОПС № 8	ОПС № 10	ОСК «Кекс»	ОКПД «УКХ»
Дубильные вещества, %	-77,8	-97,4	-95,0	-94,3
Своб. органич. кислоты, %	-32,4	-84,6	-79,9	-100,0
Фенолкарб. кислоты, мг/100 г	+40,7	-21,9	-100,0	-100,0
Растворимые сахара, %	+15,7	-52,2	+81,6	-66,5
Сахарокислотный индекс	+70,9	+210,8	+865,8	-100,0
Биофлавоноиды, мг/100 г	+183,8	-41,6	-99,8	-99,8
Иридоиды, мг/100 г	-45,1	-90,6	-99,3	-99,8
АОА, мкмоль тролокса /100 г	+129,1	-17,4	+18,1	-85,1
Общий белок, %	-19,4	+18,9	+23,1	+10,1
Пролин, г/100 г белка	-38,2	-27,6	-43,9	-63,4
Триптофан, г/100 г белка	+112,5	+112,5	+84,0	-72,0
Фенилаланин, г/100 г белка	-37,2	-35,2	+366,7	+76,2
Глицин, г/100 г белка	+14,1	-14,7	+590,5	+195,2
Кальций, мг/100 г	-80,0	-91,5	-49,6	-87,1
Магний, мг/100 г	-17,9	-25,5	-74,2	+100,0
Марганец, мкг/100 г	+28,9	-26,4	+29,7	+24,3
Медь, мкг/100 г	-47,6	+80,5	-73,1	-65,8
Селен, мкг/100 г	-31,3	-20,4	+317,3	—
Цинк, мкг/100 г	-92,0	-61,5	+86,7	+94,4

Примечание. Прочерк означает отсутствие статистически значимых по t-критерию Стьюдента различий с эталонным образцом при $p < 0,05$

Вместе с тем у них примерно в половине случаев выявлена сходная направленность данных расхождений, но при разной степени проявления. Так, оба тестируемые варианта приправы отмечены отставанием от эталонного образца в содержании танинов, титруемых кислот, иридоидов, пролина, фенилаланина, кальция, магния, селена и цинка, но в то же время превосходили его по величине сахарокислотного индекса и содержанию триптофана. При этом для остальных показателей биохимического состава у тестируемых объектов выявлены противоположные по знаку различия с ОПС № 5, свидетельствовавшие о более значительном, чем у него, содержании у образца ОПС № 8 фенолкарбоновых кислот, растворимых сахаров, биофлавоноидов, глицина, марганца и более высоком уровне АОА, сочетавшимся с отставанием от него по количеству белка и меди при противоположных по знаку различиях с эталонным объектом образца ОПС № 10.

Во второй группе функциональных продуктов, представленных сухой композитной смесью ОСК «Кекс» и образцом пищевой добавки «Улучшитель комплексный хлебопекарный»

ОКПД «УКХ» и предназначенных для выпечки хлебобулочных изделий, способствующих нормализации работы нервной системы, в которой в качестве эталона сравнения был принят образец сухой зеленой массы пустырника, в направленности различий с ним у обоих тестируемых объектов в большинстве случаев выявлены сходные закономерности. Так, оба продукта существенно уступали ему в содержании танинов, титруемых и фенол-карбоновых кислот, биофлавоноидов, иридоидов, пролина, кальция и меди, но превосходили его по количеству белка, фенилаланина, глицина, марганца и цинка. Вместе с тем для ряда показателей у них обнаружены противоположные по знаку различия с сухой массой пустырника, свидетельствовавшие о более значительном, чем в ней, содержании у ОСК «Кекс» растворимых сахаров, триптофана и селена и более высоком показателе сахарокислотного индекса и уровне АОА, сочетавшимся с отставанием от эталонного образца только по содержанию магния при противоположных по знаку различиях с ним ОКПД «УКХ».

Заметим, что при столь разноплановой картине различий тестируемых функциональных продуктов с соответствующими эталонными объектами по исследуемым характеристикам биохимического состава представлялось затруднительным выявление образцов с наиболее высоким интегральным уровнем нутриентной ценности. С этой целью нами использован защищенный патентом методический прием, основанный на сопоставлении у тестируемых продуктов относительных размеров, амплитуд и соотношений статистически достоверных положительных и отрицательных отклонений анализируемых показателей от эталонных значений [33].

По величине суммарной амплитуды выявленных отклонений, независимо от их знака, можно судить о выразительности различий каждого тестируемого объекта с соответствующим эталонным образцом по совокупности 19 анализируемых признаков. Соотношение же относительных размеров совокупностей положительных и отрицательных различий с эталонными значениями являлось оценочным критерием различий каждого тестируемого объекта с эталонным образцом по нутриентной ценности, если исходить из посыла, что все анализируемые признаки одинаково важны для оценки качественного состава.

Представленные в табл. 8 данные, полученные на основании табл. 7 и характеризовавшие направленность и степень выразительности сдвигов в биохимическом составе тестируемых объектов относительно эталонных образцов, показали наличие заметных различий в направленности и величине вышеуказанных сдвигов.

Т а б л и ц а 8. Относительные размеры, амплитуды и соотношения разноориентированных различий в биохимическом составе тестируемых объектов с эталонными образцами
Table 8. Relative sizes, amplitudes and ratios of differently oriented differences in the biochemical composition of test objects with reference samples

Образец	Относительные различия, %			
	положит.	отрицат.	амплитуда	полож./отриц.
1 группа пищевых продуктов				
ОПС № 8	595,7	518,9	1114,6	1,15
ОПС № 10	422,7	708,5	1131,2	0,60
2 группа пищевых продуктов				
ОСК «Кекс»	2463,5	714,8	3178,3	3,45
ОКПД «УКХ»	500,2	1033,8	1534,0	0,48

Как видим, в первой группе пищевых продуктов амплитуда разноориентированных сдвигов в биохимическом составе тестируемых сухих приправ была практически одинаковой, что указывало на сходство степени их различий с эталонным объектом по совокупности исследуемых показателей, независимо от их ориентации. Вместе с тем у них выявлены существенные различия по величине кратного размера превышения совокупности положительных сдвигов в биохимическом составе относительно эталонного образца, условно принятого за 1, по сравнению с таковыми отрицательных и дающие представление о степени различий между ними по интегральному уровню нутриентной ценности. Нетрудно убедиться, что среди функциональных продуктов 1 группы наиболее высоким уровнем последней характеризовался образец ОПС № 8, превышавший эталонный объект ОПС № 5 по данному признаку в 1,15 раза, а образец ОПС № 10 в 1,9 раза.

Во второй группе пищевых продуктов очевидным лидером по интегральному уровню нутриентной ценности следовало признать сухую композитную смесь ОСК «Кекс»,

превосходившую сухую массу пустырника по данному признаку в 3,45 раза, а пищевую добавку «Улучшитель комплексный хлебопекарный» ОКПД «УКХ» в 7,2 раза.

Заключение. В результате сравнительного исследования биохимического состава функциональных пищевых продуктов, представленных тремя образцами сухой приправы для приготовления соусов – ОПС – №№ 5, 8 и 10 и также двух пищевых добавок седативного действия для использования в хлебопекарном производстве – сухой композитной смеси ОСК «Кекс» и пищевой добавки «Улучшитель комплексный хлебопекарный» ОКПД «УКХ» по 19 показателям, в том числе, содержанию свободных органических и фенолкарбоновых кислот, дубильных веществ (танинов), растворимых сахаров, биофлавоноидов (Р-витаминов), иридоидов, белковых веществ и аминокислот – пролина, триптофана, фенилаланина и глицина, макро- и микроэлементов, в том числе кальция, магния, марганца, меди, цинка и селена, а также по показателю сахарокислотного индекса и уровню антиоксидантной активности установлено следующее.

Среди вариантов сухой приправы для приготовления соусов образец ОПС № 5, принятый за эталон сравнения, характеризовался самым высоким содержанием танинов, титруемых кислот, иридоидов, пролина и фенилаланина, кальция и магния, селена и цинка, но при этом обладал минимальным содержанием триптофана при наименьшем показателе сахарокислотного индекса. Образец ОПС № 8 занимал лидирующее положение по содержанию фенолкарбоновых кислот, растворимых сахаров, биофлавоноидов, триптофана, глицина и марганца при наиболее высоком уровне АОА, но вместе с тем был отмечен минимальным содержанием белка, пролина, фенилаланина, а также меди, селена и цинка. Образец № 10 характеризовался наиболее высоким показателем сахарокислотного индекса, общим количеством белка, содержанием триптофана и меди при максимальном отставании от обозначенных выше образцов практически по всем остальным признакам.

В ряду функциональных продуктов для хлебопекарного производства у образца ОСК «Кекс» выявлено наиболее высокое содержание растворимых сахаров, белка, триптофана, фенилаланина и глицина, марганца, селена и цинка, а также наибольшее значение сахарокислотного индекса и уровня АОА при наименьшем содержании танинов, фенолкарбоновых кислот, биофлавоноидов, магния и меди, тогда как у образца ОКПД «УКХ» максимальные значения установлены лишь для содержания магния и цинка на фоне минимальных значений большинства анализируемых признаков. Образец сухой массы пустырника обыкновенного, принятый за эталон сравнения, характеризовался максимальным содержанием танинов, свободных органических и фенолкарбоновых кислот, биофлавоноидов и иридоидов, пролина, кальция и меди при минимальном количестве белка, фенилаланина, глицина, марганца, селена и цинка.

Установлено, что среди образцов сухой приправы для приготовления соусов наиболее высоким уровнем нутриентной ценности по совокупности 19 биохимических показателей характеризовался образец ОПС № 8, превышавший эталонный объект ОПС № 5 по данному признаку в 1,15 раза, а образец ОПС №10 в 1,9 раза. Из функциональных продуктов седативного действия для хлебопекарного производства лидирующее положение по совокупности качественных характеристик принадлежало сухой композитной смеси ОСК «Кекс», превосходившей по данному признаку образец сухой зеленой массы пустырника, принятый за эталон сравнения, в 3,45 раза, а пищевую добавку «Улучшитель комплексный хлебопекарный» ОКПД «УКХ» в 7,2 раза.

Список использованных источников

1. Ловкис, З. В. Инновационные функциональные продукты питания / З. В. Ловкис // Инновационные технологии в пищевой промышленности: материалы XIV Междунар. науч.- практ. конф. (Минск, 8–9 окт. 2015 г.) / Нац. Акад. Наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по продовольствию; редкол.: З. В. Ловкис [и др.]. – Минск, 2015. – С. 3–8.
2. Коляда, Е. В. Обогащенные хлебобулочные изделия с использованием продуктов переработки зерна / Е. В. Коляда, М. М. Петухов // Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость: материалы VII Международной научно-практической конференции, Минск, 25–26 сентября 2014 г. / [редкол.: В. Н. Шимов (отв. ред.) и др.]; М-во образования Респ. Беларусь, УО «Белорусский гос. экон. ун-т». — Минск: БГЭУ, 2014. – Т. 2. – С. 231–232.
3. Лекарственное сырьё растительного и животного происхождения. Фармакогнозия: учебное пособие. / под ред. Г. П. Яковлева. – СПб.: Спец. лит, 2006. – 845с.
4. Fortschritte der Chemie organischer Naturstoffe) / W. Herz [et al.] // Progress in the Chemistry of Organic Natural Products. -Wien, Austria, Springer-Verlag, 2000. – Vol. 79. – 106 p.

5. Biological and Pharmacological Activities of Iridoids: Recent Developments. Mini-Reviews in Medical Chemistry / R. Tundis [et al.]. – 2008. – 8. P.399–420.
6. Липатов, Н. Н. Некоторые аспекты моделирования аминокислотной сбалансированности пищевых продуктов / Н. Н. Липатов // Пищевая и перерабатывающая промышленность. – 1986. – № 4. – С. 48–52.
7. Лысиков, Ю. А. Аминокислоты в питании человека / Ю. А. Лысиков // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2012. – № 2. – С. 88–105.
8. Козлов, В. А. Протеиногенные аминокислоты: учебное пособие / В. А. Козлов. – Чебоксары: Чуваш. гос. пед. ун-т, 2012. – 139 с.
9. Майстер, А. Биохимия аминокислот / А. Майстер. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1961. – 530 с.
10. Новиков, Н. Н. Биохимия растений // М: Колос, – 2012 – 680 с.
11. Племенков, В. В. Введение в химию природных соединений. Казань: 2001. – 378 с.
12. Участие липидов в реализации специфических функций центральной нервной системы / О. В. Галкина [и др.] // Биоорганическая химия. – 2021. – Т. 47. – № 5. – С. 555–565.
13. Карабанов, И. А. Флавоноиды в мире растений. / И. А. Карабанов. – Минск: Ураджай, 1981. – 80 с.
14. Шмерко, Е. П. Лечение и профилактика растительными средствами / Е. П. Шмерко, И. Ф. Мазан. – Баку: Азербайджан, 1992. – 316 с.
15. Адсорбционное извлечение полифенолов и меланоидинов на углеродных сорбентах как фактор, формирующий качество напитков / Т. А. Краснова [и др.]. // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2018. – № 1(48). – С. 83–88.
16. Щетинина, С. Ю. Здоровое питание. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2023. – 97 с.
17. Пищевая химия: учебник для студентов вузов: учебное пособие, электронное издание сетевого распространения / В. С. Гамаюрова, Л. Э. Ржечицкая. — М.: «КДУ», «Добросвет», 2018. – 496 с.
18. Яйленко, А. А. Роль макро- и микронутриентов в профилактике и коррекции когнитивных расстройств у детей / А. А. Яйленко // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2020. – Т. 19. – № 1. – С. 216–226.
19. Донченко, Л. В. Безопасность пищевых продуктов [Текст]/ Л. В. Донченко, В. Д. Надыкта. – М.: Пищепромиздат. – 2001. – 528 с. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка: ГОСТ 10846-91. – Введ. 01.06.1993 (взамен ГОСТ 10846-74). – Москва: Издательство стандартов, 2009. – 20 с.
20. Selenium Biofortification: Roles, Mechanisms, Responses and Prospects / A. Hossain [et al.]// Molecules. – 2021. – Vol. 26 (4). – P. 881
21. Селен в питании. Растения, животные, человек / Н. А. Голубкина, Т. Т. Папазян— М.: Печатный город, – 2006. — 254 с.
22. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А.И. Ермакова. – 3-е изд., перераб. и доп. Ленинград, 1987. – 430 с.
23. Марсов, Н. Г. Фитохимическое изучение и биологическая активность брусники, клюквы и черники. – Дисс. канд. фармацевт. наук. – Пермь, 2006. – С. 99–101.
24. Большой практикум «Биохимия» Лабораторные работы: учеб. пособие. / сост. М. Г. Кусакина, В. И. Суворов, Л. А. Чудинова; Перм.гос.нац.исслед.ун-т-Пермь, – 2012. – 148 с.
25. Определение содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье // Государственная фармакопея СССР. – М.: Медицина, 1987. – Вып. 1: Общие методы анализа. С. 286–287.
26. Денисенко, Т. А. Особенности взаимодействия 18-молибдодифосфата и реактива Фолина-Чокальтеу с фенольными соединениями // Аналитика и контроль. – 2015. – Т. 19, № 3. С. – 242–251.
27. Денисенко, Т. А. Особенности взаимодействия 18-молибдодифосфата и реактива Фолина-Чокальтеу с фенольными соединениями // Аналитика и контроль. – 2015. – Т. 19, № 3. С. – 242–251.
28. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка: ГОСТ 10846-91. – Введ. 01.06.1993 (взамен ГОСТ 10846-74). – Москва: Издательство стандартов, 2009. – 20 с.
29. Малахова, И. И. Количественная высокоэффективная тонкослойная хроматография аминокислот: Автореф. дис. канд. хим. наук: 05.11.11 / МГУ им. М.В. Ломоносова, М., – 2003. – 24 с.
30. Основы аналитической химии / Под ред. академика Ю. А. Золотова. – М.: Высшая школа, 2001. – 384 с.
31. Сбалансированное питание растений макро- и микроэлементами / Г. Я. Ринькис, В. Ф. Ноллендорф. – Рига: Зинатне, 1982. – 301 с.
32. Ильин, В. Б. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области. Новосибирск: Изд-во СО РАН, – 2001. – 229 с.
33. Способ ранжирования таксонов растения / Ж. А. Рупасова [и др.] / Минск: Патент на изобретение №17648 от 08.07.2013.

Информация об авторах

Рупасова Жанна Александровна, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, главный научный сотрудник лаборатории биохимии и биотехнологии растений ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» (ул. Сурганова, 2в, г. Минск, 220072, Республика Беларусь)

E-mail: j.rupasova@cbg.org.by

Авраменко Станислав Николаевич, магистр биологических наук, младший научный сотрудник лаборатории биохимии и биотехнологии растений ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» (ул. Сурганова, 2в, г. Минск, 220072, Республика Беларусь).

E-mail: avramenko@cbg.org.by

Саян Анастасия Сергеевна, младший научный сотрудник. Государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси» (ул. Сурганова, 2в, Минск, 220072, Республика Беларусь).

E-mail: sayananastasia75@gmail.com

Мадзиевская Татьяна Афанасьевна, кандидат химических наук, заведующий отделом центра пищевых технологий УП «Унитехпром БГУ», (ул. Академика Курчатова, 1, г. Минск, 220045, Республика Беларусь).

E-mail: matafa@mail.ru

Шункевич Тамара Мустафовна, кандидат химических наук, старший научный сотрудник отдела центра пищевых технологий. Учебно-научно производственное унитарное предприятие «Унитехпром БГУ» (ул. Академика Курчатова, 1, г. Минск, 220045, Республика Беларусь).

E-mail: foodcentre@mail.ru

Далидович Сергей Владимирович, кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник центра пищевых технологий УП «Унитехпром БГУ», (ул. Академика Курчатова, 1, г. Минск, 220045, Республика Беларусь).

E-mail: npcpt@unitehprombsu.by

Бычковский Павел Михайлович, кандидат химических наук, главный специалист по научной и научно-инновационной деятельности, УП «Унитехпром БГУ», (ул. Академика Курчатова, 1, г. Минск, 220045, Республика Беларусь).

E-mail: bychkovsky@bsu.by

Пинчукова Юлия Михайловна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры товароведения и экспертизы товаров Белорусского государственного экономического университета, (Партизанский проспект 26, г. Минск, 220030, Республика Беларусь).

E-mail: fkti@bseu.by

Information about authors

Rupasova Zhanna Aleksandrovna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, Chief Researcher at the Laboratory of Plant Biochemistry and Biotechnology at the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2v, Surganova str., Minsk, 220072, Republic of Belarus).

E-mail: j.rupasova@cbg.org.by

Avramenko Stanislav Nikolaevich, Master of Biological Sciences, Junior Researcher at the Laboratory of Plant Biochemistry and Biotechnology at the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2v, Surganova str., Minsk, 220072, Republic of Belarus).

E-mail: avramenko@cbg.org.by

Sayan Anastasia Sergeevna, Junior Researcher. State Scientific Institution “Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus” (2v, Surganova str., Minsk, 220072, Republic of Belarus).

E-mail: sayananastasia75@gmail.com

Madzievskaya Tatyana Afanasievna, PhD (Chemistry), Head of Department of the Food Technology Center. Educational, Scientific and Production Unitary Enterprise “Unitekhprom BSU” (1, Akademika Kurchatova str., 220045, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: matafa@mail.ru

Shunkevich Tamara Mustafovna, PhD (Chemistry), Senior Researcher, Department, Food Technology Center Educational, Scientific and Production Unitary Enterprise “Unitehprom BSU” (1, Akademika Kurchatova str., Minsk, 220045, Republic of Belarus).

E-mail: foodcentre@mail.ru

Dalidovich Sergey Vladimirovich, PhD (Chemistry), Leading Researcher of the Food Technology Center of the University of Technology and Management of BSU, (1, Akademika Kurchatova str., Minsk, 220045, Republic of Belarus).

E-mail: npcpt@unitehprombsu.by

Bychkovsky Pavel Mikhailovich, PhD (Chemistry), Chief Specialist for Scientific and Research and Innovation Activities, UP «Uniteh-prom BSU», (1, Akademika Kurchatova str., Minsk, 220045, Republic of Belarus).

E-mail: bychkovsky@bsu.by

Pinchukova Yulia Mikhailovna, PhD (Technica), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Commodity Science and Product Expertise at the Belarusian State Economic University (26, Partizansky ave, Minsk, 220030, Republic of Belarus).

E-mail: fkti@bseu.by