DOI 10.21603/2074-9414-2017-4-84-91
УДК 664.665:619:615.03(571.6)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ДОБАВЛЕНИЕМ ЭКСТРАКТОВ ВОДНЫХ И РАСТИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Л. Н. Федянина[1], Е. С. Смертина[1], В. А. Лях[1, *], Е. В. Соболева[2]

[1]ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», 690091, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8

[2]ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», 197101, Россия, г. Санкт-Петербург, Кронверкский пр-т, 49

**e-mail: lyah.va@dvfu.ru*

Дата поступления в редакцию: 05.10.2017
Дата принятия в печать: 11.12.2017

© Л. Н. Федянина, Е. С. Смертина, В. А. Лях, Е. В. Соболева, 2017

Аннотация. В настоящей статье представлены результаты оценки противоязвенного и стресспрофилактического действия разработанных видов хлебобулочных изделий из пшеничной муки высшего сорта с добавлением экстрактов водных и растительных объектов Дальнего Востока в экспериментальных исследованиях на животных. Исследования проведены в лабораториях Школы биомедицины и Школы экономики и менеджмента Дальневосточного федерального университета (г. Владивосток). Экспериментальные исследования проводили совместно с сотрудниками кафедры фармации Тихоокеанского государственного медицинского университета (ТГМУ), на работу получено разрешение Этического комитета ТГМУ (г. Владивосток). В качестве новых ингредиентов в рецептуру хлебобулочных изделий из пшеничной муки высшего сорта добавляли водно-этанольные экстракты бурых водорослей в виде биологически активной добавки к пище Фуколам® (водные ресурсы) и водно-этанольные экстракты калины, лимонника, винограда (растительные ресурсы Дальнего Востока). Выбор добавляемых в хлебобулочные изделия ингредиентов был обусловлен их химическим составом с доказанным авторами общим стресспрофилактическим действием в составе хлебобулочных изделий. Общее стресспрофилактическое и в том числе противоязвенное действие разработанных видов хлебобулочных изделий изучали в экспериментах на животных, используя стандартную экспериментальную модель нейрогенного повреждения слизистой оболочки желудка, так называемой стресс-язвы, в соответствии с методом Ю. И. Добрякова (1996), с учетом показателей общей стрессированности организма и противоязвенного действия. Полученные результаты показали, что введение в рацион питания экспериментальных животных хлебобулочных изделий с добавлением изучаемых экстрактов оказывало стресспрофилактическим и противоязвенное действие, повышало устойчивость опытных групп животных к экспериментально вызванным стрессам в большей степени, чем у контрольных групп, получающих такой же хлеб, но без добавок. При этом лучшие результаты зарегистрированы у животных, получающих хлебобулочные изделия с добавлением экстракта калины *Vibrurnum L.*, косточек винограда *Vitis Amurensis* и бурых водорослей *Fucus evanescens*. Результаты проведенной работы позволяют позиционировать разработанные виды хлебобулочных изделий из пшеничной муки высшего сорта в качестве продуктов питания, оказывающих стресспрофилактическое и противоязвенное действие. Работа поддержана Российским научным фондом (проект №14-50-00034).

Ключевые слова. Хлебобулочные изделия, противоязвенное действие, стресспрофилактическое действие, эксперименты на животных, Фуколам®, Фуколам-Э, Диприм®, Калифен®, Экликит®

Для цитирования: Экспериментальное обоснование эффективности действия функциональных хлебобулочных изделий с добавлением экстрактов водных и растительных объектов Дальнего Востока / Л. Н. Федянина [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 47, № 4. – С. 84–91. DOI: 10.21603/2074-9414-2017-4-84-91.

EXPERIMENTAL CONFIRMATION OF THE EFFICIENCY OF FUNCTIONAL BAKERY PRODUCTS CONTAINING EXTRACTS FROM FAR EAST PLANT AND AQUATIC SPECIES

L. N. Fedyanina[1], E. S. Smertina[1], V. A. Lyakh[1, *], E. V. Soboleva[2]

[1]Far Eastern Federal University 8, Sukhanova Str., Vladivostok, 690090, Russia

[2]ITMO University, 49, Kronverksky Pr., St. Petersburg, 197101, Russia

**e-mail: lyah.va@dvfu.ru*

Received: 05.10.2017
Accepted: 11.12.2017

©L. N. Fedyanina, E. S. Smertina, V. A. Lyakh, E. V. Soboleva, 2017

Abstract. The article presents the results of evaluation of antiulcer and stress prevention activity of the developed types of bakery products made using top-grade wheat flour with extracts from aquatic and plant species of the Far East in the experimental animal testing. The research was carried out in the laboratories of School of Biomedicine and School of Economics and Management of Far Eastern Federal University (Vladivostok city). The experimental research was carried out in collaboration with the members of the department of pharmacy (Pacific State Medical University). The research was approved by the Ethnics Committee of Pacific State Medical University (Vladivostok city). The authors added new ingredients to the recipes of the baked goods produced from top-grade wheat flour. In particular, they added aqueous and ethanolic extracts from brown seaweeds as a biologically active supplement Fukolam® (aquatic resources) and aqueous and ethanolic extracts from arrowwood, magnolia-vine, grape (Far East plant resources). Such a choice of the additives was due to their chemical composition. The authors proved their general stress prevention activity as a compound of the baked goods. General stress prevention activity and antiulcer activity (as its part) of the developed types of bakery products were studied in the process of animal testing using standard experimental model of the neurogenic damage to stomach lining, so called stress ulcers, in accordance with the method developed by Yu. I. Dobryakov (1996) considering the parameters of organism general stress level and antiulcer activity. The obtained results showed general stress prevention activity and antiulcer activity when testing animals were fed with bakery products which consisted of the extracts mentioned above. They became more resistant to experimental stress compared to the control groups which got the same bread but without any additives. Besides, animals which got bakery products with *Vibrurnum L.* (arrowwood extract), *Vitis Amurensis* (grape seeds extract) and *Fucus evanescens* (brown seaweed) showed the best results. The obtained results make it possible to determine the developed types of the bakery goods produced from top-grade wheat flour as food having general stress prevention activity and antiulcer activity. The research was funded by Russian Scientific Foundation (project #14-50-00034).

Key words. bakery products, stress prevention activity and antiulcer, experimental animal testing, Fukolam®, Fukolam-E, Diprim®, Kalifen®, Eklikit®

For citation: Fedyanina L. N., Smertina E. S., Lyakh V. A., Soboleva E. V. Experimental confirmation of the efficiency of functional bakery products containing extracts from far east plant and aquatic species. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 47, no. 4, pp. 84–91 (In Russ.). DOI: 10.21603/2074-9414-2017-4-84-91.

Введение

Результаты регулярных массовых обследований различных групп населения Российской Федерации (РФ) показывают широкое распространение дефицита микронутриентов у большей части населения, который приводит к нарушениям сбалансированности питания и снижению адаптационного потенциала человека (Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 14 июня 2013 г. № 31).

В Указе Президента РФ № 642 определены приоритетные направления научно-технического развития РФ, среди которых – создание безопасных и качественных продуктов питания, в том числе функциональных.

Весьма актуально создание продуктов массового потребления, в частности хлебобулочных изделий (ХБИ), особенно хлеба адаптогенного действия с добавлением биологически активных веществ (БАВ) адаптогенов – веществ, способных повышать неспецифическую сопротивляемость организма человека к широкому спектру вредных стрессорных воздействий физической, химической и биологической природы, то есть обладающих общим стресспрофилактическим действием.

Авторами разработана линейка хлебобулочных изделий с добавлением ингредиентов – БАВ на основе водных биологических и растительных ресурсов Дальнего Востока, обладающих доказанным общим стресспрофилактическим действием [1]. В проведенных доклинических исследованиях авторами показано, что созданные хлебобулочные изделия обладают общими стресспрофилактическими свойствами [2].

Стресспрофилактическое действие БАВ и продуктов на их основе является комплексным, часть которого обусловлена противоязвенной активностью компонентов. В литературе представлено большое количество сообщений, демонстрирующих связь между стрессом и развитием различных заболеваний, в том числе язвы желудочно-кишечного тракта [3–5].

Объекты и методы исследования

Целью представленной работы является изучение стресспрофилактического, в том числе противоязвенного, действия разработанных видов хлеба из пшеничной муки высшего сорта с добавлением новых ингредиентов на основе сырья Дальнего Востока в экспериментах на животных.

Объектами исследования явились ХБИ, разработанные по рецептуре авторов, с добавлением водно-этанольных экстрактов (далее по тексту – экстрактов) на основе водных биологических (БАД Фуколам®, водно-этанольного экстракта Фуколам-Э) и растительных ресурсов (водно-этанольных экстрактов калины, лимонника, винограда) Дальнего Востока. Выбор добавляемых в хлеб ингредиентов был обусловлен их химическим составом, доказанным общим стресспрофилактическим действием в составе хлеба и других продуктов питания, ожидаемым позитивным гастропротекторным действием [6].

БАД к пище Фуколам® и водно-этанольный экстракт Фуколам-Э разработаны учеными Тихоокеанского института биоорганической химии (ТИБОХ) ДВО РАН на основе водных биологических ресурсов. Фуколам® является источником полисахаридов (фукоидана) и растворимых пищевых волокон, полученных из морских бурых водорослей *Fucus evanescens* [7]. Разрешены к применению, включены в Федеральный реестр биологически активных добавок к пище.

Фукоидан – сульфатированный полисахарид, обладающий выраженной разносторонней биологической активностью, аргументированной с позиций доказательной медицины. В состав побочного продукта производства Фуколам® – водно-этанольного экстракта Фуколам-Э [8] входят

вещества белковой природы, тирозин, фенилаланин, полифенольные соединения; минеральные и липофильные вещества, обладающие полезными для организма человека свойствами [9–10].

БАД к пище Калифен®, Экликит® и Диприм® разработаны учеными Тихоокеанского океанологического института (ТОИ) ДВО РАН и представляют собой водно-этанольные экстракты, полученные из отходов переработки калины, лимонника китайского и винограда амурского. Разрешены к применению, включены в Федеральный реестр биологически активных добавок к пище.

Экликит® – водно-этанольный экстракт лимонника китайского (*Schizandra chinensis*), темно-малинового цвета со специфическим запахом и сладковато-кисловатым вкусом, выделен из гребней (осевая часть соцветия, освобожденная от ягод) (свидетельство на товарный знак № 217230 и № 222515) [11]. Калифен® – водно-этанольный экстракт калины, темно-коричневого цвета с приятным специфическим запахом и сладковато-кисловато-терпким вкусом. Выделен из побочных продуктов, полученных в процессе производства сока калины (*Vibrurnum L.*) (свидетельство на товарный знак № 228327 и № 225516) [12]. Диприм® – водно-этанольный экстракт, получен из гребней дикорастущего амурского винограда (*Vitis Amurensis*) (свидетельство на товарный знак № 1907216) [13].

Основным компонентом экстрактов являются БАВ, среди которых растительные полифенолы, составляющие в них свыше 60 % сухого остатка. Кроме полифенольных соединений в экстрактах представлены: катехины, лейкоантоцианы, флавоноиды, процианидины, олигомерные танины и лигнин; органические кислоты, свободные аминокислоты, сахара и ряд других органических соединений. В трудах авторов БАД к пище и других ученых показано, что разработанные продукты питания (напитки, кондитерские изделия и т. п.) с добавлением вышеперечисленных экстрактов обладают многофакторным положительным действием на организм человека, в том числе общим стресспрофилактическим и адаптогенным [14–16].

В условиях производства инновационно-технологического центра ДВФУ были выработаны опытные образцы хлеба из пшеничной муки с добавлением экстрактов, которые вносили в тесто в определенных количествах по рецептуре разработанных ранее хлебобулочных изделий. Все применяемые в ходе работ объекты и сырье соответствовали действующей в РФ и Евразийском экономическом союзе нормативной документации. Исследования проводили в лабораториях Школы биомедицины и Школы экономики и менеджмента Дальневосточного федерального университета.

Экспериментальные работы или доклинические исследования проводили совместно с сотрудниками кафедры фармации Тихоокеанского государственного медицинского университета (ТГМУ), на работу получено разрешение Этического комитета ТГМУ.

Стресспрофилактическое и противоязвенное действие разработанных видов хлеба изучали на модели нейрогенного повреждения слизистой оболочки желудка (так называемой стресс-язвы) у экспериментальных животных.

Стресс – общий адаптационный синдром, при котором уже на ранних стадиях стрессовой реакции возникают изменения массы иммунокомпетентных органов-мишеней (надпочечник, тимус, селезенка), свидетельствующие о нарушении метаболических процессов. Показателем стрессированности при экстремальном воздействии является также появление язвенных поражений слизистых оболочек желудка.

Нормализация такой постстрессовой морфологической картины в организме животных при длительном воздействии разработанных продуктов питания (препятствие изменению массы иммунокомпетентных органов-мишеней, снижение количества язв в желудке) является показателем эффективности их действия.

Для выражения интегральной степени стрессированности организма и ее коррекции одним показателем в работе использовали шестибалльную шкалу, предложенную Ю. И. Добряковым (от 0 до 5) (табл. 1). Препарат считается активным и стресспрофилактическим, если разница балльной оценки в контрольной и подопытной группах превышает 2 балла.

Исследования выполнены на беспородных мышах и крысах линии Август, полученных из питомника Российской академии наук (РАН) «Столбовая», содержащихся на стандартном пищевом рационе в условиях вивария. Работа выполнена с соблюдением всех правил и международных рекомендаций Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых в экспериментальных работах (European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and Other Scientific Purposes Strasbourg, 18.03.1986) и «Правил проведения работ с использованием экспериментальных животных (Приложение к приказу МЗ СССР от 12.08.1977 г. № 755).

Таблица 1 – Балльная оценка стрессированности организма [17]

Table 1 – Organism stress level score [17]

Показатель	Балл					
Масса органа, % к норме	0	1	2	3	4	5
Надпочечник	≤ 100	101–112	113–125	126–137	138–149	≥ 150
Тимус	≥ 100	99–87	86–74	73–61	60–51	≤ 50
Селезенка	≥ 100	99–87	86–74	73–61	60–51	≤ 50
Количество изъязвлений	0	0–0,9	1,0–1,9	2,0–2,9	3,0–4,0	> 4

Таблица 2 – Показатели стрессированности мышей («вынужденное плавание») по Ю. И. Добрякову после приема хлеба с добавлением Фуколама-Э на протяжении 25 дней до стресса (M ± m)

Table 2 – Mice stress level indicators (induced swimming) according to Yu. I. Dobryakov after the intake of bread containing Fukolam-E for 25 days before exposure to stress (M ± m)

Группы животных	Надпочечник			Тимус			Селезенка			Язвы желудка		сумма баллов
	масса, мг/г массы тела	%	балл	масса, мг/г массы тела	%	балл	масса, мг/г массы тела	%	балл	шт.	балл	
Интактные	0,08 ± 0,006	100	0	1,3 ± 0,2	100	0	3,6 ± 0,5	100	0	0	0	0
Контрольные	0,18 ± 0,01	225	5	0,69 ± 0,0	53	4	3,0 ± 0,5	83	2	6	5	16
Опытные	0,13 ± 0,01	162	5	1,2 ± 0,1	92	1	3,3 ± 0,4	92	1	4	5	12
			0			3			1		0	4

В ходе исследования были выделены следующие группы животных (по семь особей в каждой группе):

– группа интактных животных, не получавших стресс и находившихся на стандартной диете;

– пять групп опытных животных, получавших стресс по выбранной экспериментальной модели, в рацион которых на протяжении 25 дней входил хлеб с добавлением экстрактов;

– пять групп контрольных животных, получавших стресс по выбранной экспериментальной модели, в рацион которых на протяжении 25 дней входил хлеб из той же партии выпечки, которую получали опытные животные, но без экстрактов.

На время приема хлеба с экстрактом каждое животное отсаживали в отдельную клетку, где они потребляли хлеб с добавкой, рассчитанный на конкретную массу мыши или крысы. После поедания хлеба с добавкой животные возвращались в клетки, где они получали обычный суточный рацион. Расчет потребляемого животными хлеба проводили с учетом их веса. В основу расчета была положена суточная потребность в хлебе взрослого человека со средним весом 70 кг – 300 г в сутки.

Стресс у животных моделировали стандартным экспериментальным методом «вынужденное плавание», с учетом методических указаний «Пищевые продукты и пищевые добавки. Определение безопасности и эффективности биологически активных добавок к пище» [18].

После экспериментального стресс-воздействия животных выводили из опыта, подсчитывали относительную массу органов-мишеней (надпочечник, тимус, селезенка) в процентах к норме и количество язв на слизистой оболочке желудка с использованием бинокулярной лупы.

Результаты и их обсуждение

Результаты оценки стрессированности мышей, получающих хлеб с БАД на основе гидробионтов, представлены в табл. 2 и 3.

В табл. 2 показаны результаты оценки стрессированности мышей после введения им в рацион хлеба с водно-этанольным экстрактом бурых водорослей Фуколам-Э на протяжении 25 дней до стресса, в сравнении с другими группами.

Изменение массы органов мишеней представлено в виде суммы баллов. Язвенные деформации представлены в виде количества язв и в виде суммы баллов.

Как показывают полученные данные, разница в баллах, оценивающих общую или интегральную степень стрессированности животных, между контрольной и опытной группами составила 4 балла, что говорит о защитном действии хлеба с добавлением водно-этанольного экстракта Фуколам-Э. Уровень стрессированности органов-мишеней животных, получавших хлеб с Фуколамом-Э, был в 1,5 раза меньше, чем у таковых контрольной группы. Несмотря на одинаковое количество баллов по язвам желудка, число язв в желудке мышей опытной группы было также меньше в 1,5 раза или на 2 язвы меньше, чем в желудке животных контрольной группы.

В табл. 3 показаны результаты оценки стрессированности мышей после введения им в рацион хлеба с Фуколамом® на протяжении 25 дней до стресса, в сравнении с другими группами.

Таблица 3 – Показатели стрессированности мышей («вынужденное плавание») по Ю. И. Добрякову после приема хлеба с добавлением Фуколама® на протяжении 25 дней до стресса (M ± m)

Table 3 – Mice stress level indicators (induced swimming) according to Yu.I. Dobryakov after the intake of bread containing Fukolam® for 25 days before exposure to stress (M ± m)

Группы животных	Надпочечник			Тимус			Селезенка			Язвы желудка		Сумма баллов
	масса	%	балл	масса	%	балл	масса	%	балл	шт.	балл	
Интактные	0,07 ± 0,006	100	0	2,4 ± 0,2	100	0	5,2 ± 0,5	100	0	0	0	0
Контроль	0,14 ± 0,01	200	5	1,2 ± 0,0	50	5	4,6 ± 0,5	88	1	10	5	16
Опытные	0,11 ± 0,01	157	5	1,9 ± 0,1	79	2	4,2 ± 0,4	81	2	4	4	13

Таблица 4 – Показатели стрессированности крыс («вынужденное плавание») по Ю. И. Добрякову после приема хлеба с добавлением водно-этанольных экстрактов на основе растительного сырья Дальнего Востока (M ± m)

Table 4 – Rats stress level indicators (induced swimming) according to Yu. I. Dobryakov after the intake of bread containing aqueous and ethanolic extracts from Far East plant sources (M ± m)

Группы животных	Надпочечник			Тимус			Селезенка			Язвы желудка		Сумма баллов
	масса, мг/г массы тела	%	балл	масса, мг/г массы тела	%	балл	масса мг/г массы тела	%	балл	шт.	балл	
Интактные	0,11 ± 0,006	100	0	2,3 ± 0,2	100	0	4,6 ± 0,5	100	0	0	0	0
Контроль	0,21 ± 0,01	90	5	0,8 ± 0,06	35	5	3,0 ± 0,5	65	3	7	5	18
Опытные, получавшие хлеб с Диприм®м	0,15 ± 0,01	36	3	1,5 ± 0,1	65	3	3,3 ± 0,4	72	3	4	5	14
Опытные, получавшие хлеб с Экликитом®	0,18 ± 0,02	64	5	1,2 ± 0,1	52	4	3,2 ± 0,3	70	3	3	4	16
Опытные, получавшие хлеб с Калифеном®	0,16 ± 0,02	45	4	1,7 ± 0,2	74	2	3,9 ± 0,4	85	2	5	5	13

Как показывают полученные данные, разница в баллах, оценивающих общую степень стрессированности животных, между контрольной и опытной группами составила 3 балла, что говорит об общем стресспрофилактическом действии хлеба с добавлением водно-этанольного экстракта Фуколам-Э, но несколько менее выраженном (на 1 балл), чем у хлеба с Фуколамом®. Однако противоязвенное действие Фуколама-Э было более действенным в группе мышей, получавших Фуколам-Э и подвергшихся стрессу – язв в желудке было в 2,5 раза или на 6 язв меньше, чем у мышей в контрольной группе.

Данные по стресспрофилактическому действию хлеба с водно-этанольными экстрактами на основе растительного сырья представлены в табл. 4.

Наилучшие результаты общей стрессоустойчивости показали животные, получавшие хлеб (в порядке убывания активности) с Калифеном®, Диприм®м, Экликитом®. У крыс, получающих хлеб с экстрактом калины, разница в интегральном показателе – баллах между этой группой и контрольной, получающей хлеб без экстракта, равна 5. Немного меньше (4 балла) была разница между животными с рационом, включающим хлеб с Диприм®м, и контрольной группой. Уровень стрессоустойчивости у животных, получающих Экликит®, практически не отличался от такового у крыс контрольной группы (18 и 16 баллов соответственно), разница составила только 2 балла.

Однако общая стресспрофилактическая активность у всех видов животных, получающих хлеб с растительными экстрактами, не была сопряженной с их противоязвенной активностью. Лучшие результаты противоязвенной активности показали животные, получавшие хлеб (в порядке убывания активности) с Калифеном®, Диприм®м, Экликитом®. У крыс, получающих Экликит® (лимонник) и показавших минимальную общую стрессоустойчивость по сравнению с контрольной группой животных – 2 балла, (16 и 18 баллов соответственно), язв было в 2,3 раза меньше, чем в контрольной группе (3 и 7 соответственно). Крысы, получавшие хлеб с калиной и показавшие максимальную стрессоустойчивость (5 баллов), имели в желудке 5 язв, что только на две меньше, чем у животных контрольных групп. Промежуточное положение занимали животные, употребляющие хлеб с Диприм®м (4 и 7 язв соответственно).

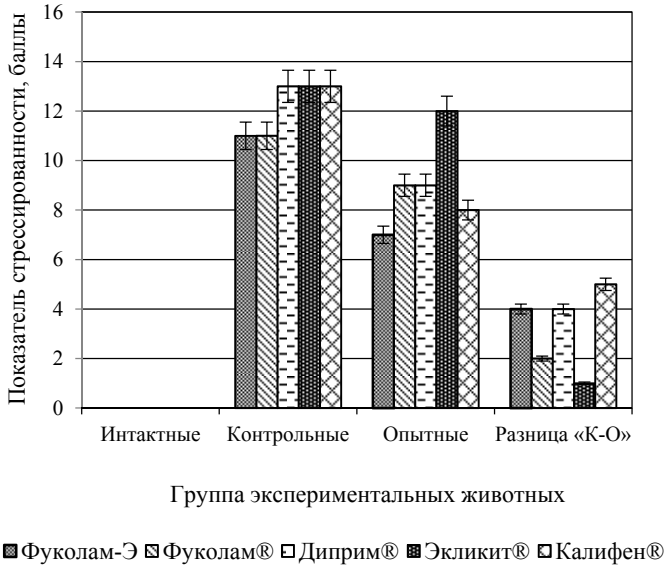

Рисунок 1 – Показатели стрессированности в баллах органов-мишеней животных, получающих в стандартном пищевом рационе хлеб с добавками экстрактов растительного сырья, БАД к пище и экстрактов растительных гидробионтов. «К – О» (К – 0, контроль – опыт соответственно) – разница баллов, характеризующих стрессоустойчивость

Figure 1 – Stress level indicators scores for target organs of the animals that got bread with additives containing plant extracts as a part of standard dietary intake, biologically active food supplements and extracts from the plant aquatic organisms. “К – О” (К-0, control – experiment, respectively), difference in scores characterizing resisrance to stress

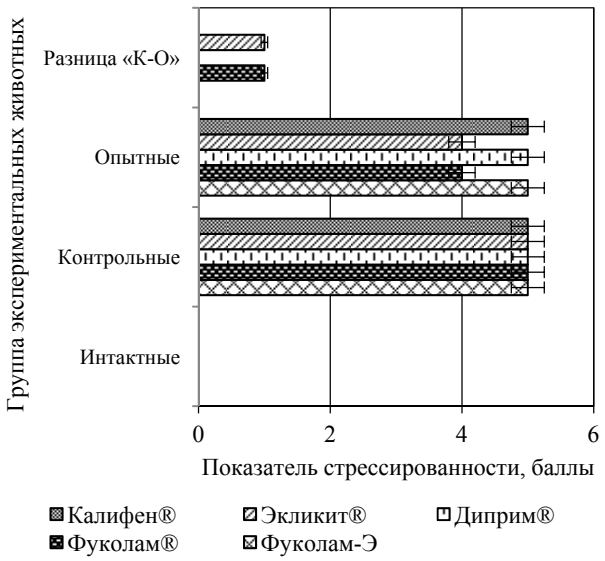

Рисунок 2 – Показатели стрессированности в баллах (противоязвенное действие) у животных, получающих в стандартном пищевом рационе хлеб с добавками экстрактов растительного сырья, БАД к пище и экстрактов морских водорослей. «К – О» (К – 0, контроль – опыт соответственно) – разница баллов, характеризующих стрессоустойчивость

Figure 2 – Stress level indicators scores (antiulcer activity) of the animals that got bread with additives containing plant extracts as a part of standard dietary intake, biologically active food supplements and extracts from the seaweed. “К – О” (К-0, control – experiment, respectively), difference in scores characterizing resisrance to stress

На рис. 1 и 2 представлены обобщенные данные, показывающие, что введение в рацион животных хлеба с добавлением водно-этанольных экстрактов на основе растений, БАД к пище и водно-этанольных экстрактов морских водорослей Дальнего Востока повышает их устойчивость перед экспериментально вызванным стрессом. При сравнении стресспрофилактического действия хлеба с тремя экстрактами растительного происхождения и двумя водными экстрактами по общему количеству интегрального показателя – разницы баллов, характеризующих стрессоустойчивость (К – 0, контроль – опыт соответственно) – зафиксированы следующие данные: лучшие показатели были у хлеба с Калифеном® – 5 баллов; с Диприм®м и Фуколамом-Э – 4 балла; действие хлеба с Фуколамом® было оценено на 3 балла; хлеб с Экликитом® не показал хороших результатов по стрессоустойчивости у экспериментальных животных, разница составила только 2 балла.

Таким образом, данные проведенного исследования показали, что введение в рацион питания экспериментальных животных хлеба с водно-этанольными экстрактами на основе растительного и водного сырья Дальнего Востока профилактически, на протяжении 25 дней до стресса, способствует повышению их стресспрофилактической, в том числе противоязвенной активности, в большей степени, чем у животных контрольных групп, получающих такой же хлеб, но без добавок.

При сравнении стресспрофилактического действия хлеба с тремя экстрактами растительного происхождения и двумя водными экстрактами по общему количеству интегрального показателя, лучшие показатели были у хлеба с растительными добавками калины – Калифен®; эффективность хлеба с Диприм®м (экстракт косточек винограда) и Фуколамом-Э (водно-этанольный экстракт бурых водорослей) была несколько ниже. Стресспрофилактическое действие хлеба с БАД Фуколам® было минимальным, хлеб с БАД Экликит® не показал хороших результатов по стрессоустойчивости у экспериментальных животных.

При этом общее положительное стресспрофилактическое и противоязвенное действие разработанных видов хлеба с экстрактами не всегда было однонаправленным, также как и морфологическая картина стрессовых органов-мишеней, что обусловлено различием химического состава экстрактов и разнообразием механизмов их действия.

Полученные результаты показывают целесообразность представления разработанных видов хлеба в качестве стресспрофилактических и противоязвенных продуктов питания, а также возможность рекомендовать их применение категориям лиц, находящимся в экстремальных ситуациях.

Работа поддержана Российским научным фондом (проект №14-50-00034).

Список литературы

1. Modern tendencies and prospects of using algae as an ingredient for bakery products / E. S. Smertina [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2016. – Vol. 7 (2). – P. 989–997.

2. Актопротекторное действие функционального продукта с водно-этанольным экстрактом бурых водорослей / Л. Н. Федянина [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2013. – № 7. – С. 15–18.

3. Chrousos, G. P. Stress and disorders of the stress system / G. P. Chrousos // Nature Reviews. Endocrinology. – 2009. – Vol. 5. – P. 374–381.

4. Перспективы использования биологически активных добавок в профилактике нарушений, связанных со стрессом / Н. Ф. Кушнерова [и др.] // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. – 2007. – № 25. – С. 43–46.

5. Момот, Т. В. Оси соцветий лимонника китайского в профилактике стрессовых нарушений антиоксидантной защиты и липидного обмена у крыс / Т. В. Момот, Н. Ф. Кушнерова // Известия Самарского научного центра РАН. – 2015. – Т. 17, № 5. – С. 164–168.

6. Экспериментальное обоснование применения водно-этанольного экстракта бурых водорослей для создания хлебобулочных изделий с профилактическим действием / В. А. Лях [и др.] // Санитарный врач. – 2015. – № 1. – С. 32–34.

7. Пат. 2315487 Российская Федерация, МПК A 23 L 1/30, 1/337, 2/38, 2/52, A 61 K 8/73. Биологически активный продукт из бурой водоросли, биологически активная добавка к пище, безалкогольный напиток, парфюмерно-косметическое средство / Н. М. Шевченко [и др.] ; заявитель и патентообладатель Тихоокеанский институт биоорганической химии Дальневосточного отделения российской Академии наук (ТИБОХ ДВО РАН). – № 2006115454/134 ; заявл. 04.05.2006 ; опубл. 27.01.2008, Бюл. № 3.

8. ТУ 9284-068-02698170-2007. Фуколам-Э. Экстракт бурой водоросли жидкий. – Владивосток : ТИБОХ ДВО РАН, 2007. – 7 с.

9. Comparative study of chemical composition and antitumor activity of aqueous-ethanol extracts of brown algae *Laminaria cichorioides*, *Costaria costata*, and *Fucus evanescens* / T. I. Imbs [et al.] // Russian Journal of Marine Biology. – 2009. – Vol. 35, № 2. – P. 164–170.

10. Имбс, Т. И. Оптимизация процесса экстракции фукоидана из бурой водоросли *Fucus evanescens* / Т. И. Имбс, В. И. Харламенко, Т. Н. Звягинцева // Химия растительного сырья. – 2012. – № 1. – С. 143–147.

11. Пат. № 2179031 Российская Федерация, МПК A 61 K 35/78. Средство, обладающее гепатопротекторным действием / Н. Ф. Кушнерова [и др.] ; заявитель и патентообладатель Государственное учреждение Тихоокеанский океанологический институт им. В. И. Ильичева Дальневосточного отделения РАН. – опубл. 10.02.2002.

12. Пат. № 2177330 Российская Федерация, МПК A 61 K 35/78. Средство, обладающее гепатопротекторным действием / В. Г. Спрыгин [и др.] ; заявитель и патентообладатель Государственное учреждение Тихоокеанский океанологический институт им. В. И. Ильичева Дальневосточного отделения РАН. – опубл. 27.12.2001.

13. Пат. № 2220614 Российская Федерация, МПКA23L1/30, A61K35/78. Экстракт калины, обладающий антирадикальной активностью / В. Г. Спрыгин, Н. Ф. Кушнерова ; заявитель и патентообладатель Спрыгин Владимир Геннадьевич. – опубл. 10.01.2004.

14. Применение растительных полифенолов в составе функциональных продуктов питания / С. Е. Фоменко [и др.] // Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление. – 2009. – № 1. – С. 62–69.

15. Желейный мармелад с БАД из дикоросов / Т. В. Парфенова [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – № 3. – С. 70–72.

16. Возможность использования новых растительных добавок из дикоросов уссурийской тайги как антиоксидантов для эмульсионной пищевой продукции длительного хранения / А. Г. Вершинина [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2004. – № 1. – С. 62–64.

17. Добряков, Ю. И. О стимулирующем и антистрессовом действии растительных экстрактов и композиции из них / Ю. И. Добряков, И. Ф. Нестеренко, М. И. Положенцева. – Владивосток : Дальнаука, 1996. – Вып. 3. – С. 116–123.

18. МУК 2.3.2721-98. Определение безопасности и эффективности биологически активных добавок к пище. – М. : Минздрав России, 1999. – 89 с.

References

1. Smertina E. S., Fedyanina L. N., Lyakh V. A., Chadova T. V., Vershinina A. G. Modern Tendencies and Prospects of Using Algae as an Ingredient for Bakery Products. *Research Journal of Pharmaceutica, Biological and Chemical Sciences*, 2016, vol. 7, no. 2, pp. 989–997.

2. Fedyanina L. N., Smertina E. S., Lyakh V. A., Zinatullina K. F. Aktoprotektornoye deystviye funktsional'nogo produkta s vodno-etanol'nym ekstraktom burykh vodorosley [Actoprotective Effect Functional Product with an Aqueous Ethanol Extract of Brown Algae]. *Khraneniye i pererabotka sel'khozcyr'ya* [Storage and Processing of Farm Products], 2013, no. 7, pp. 15–18.

3. Chrousos G. P. Stress and Disorders of the Stress System. *Nature Reviews. Endocrinology*, 2009, vol. 5, pp. 374–381.

4. Kushnerova N. F., Fomenko S. E., Kushnerova Yu. V., Chizhova T. P., Kushnerova T. V., Merzlyakov V. Yu. Perspektivy ispol'zovaniya biologicheski aktivnykh dobavok v profilaktike narusheniy, svyazannykh so stressom [Perspectives of Applications of Biologically Active Food Supplements for Prophylactic of Disturbance Related to Stress]. *Byulleten' fiziologii i patologii dykhaniya* [Bulletin Physiology and Pathology of Respiration], 2007, no. 25, pp. 43–46.

5. Momot T. V., Kushnerova N. F. Osi sotsvetii limonnika kitayskogo v profilaktike stressovykh narusheniy antioksidantnoy zashchity i lipidnogo obmena u krys [Axes of Inflorescences of the Schizandra Chinensis in Prevention the Stressful Violations of Antioxidant Protection and Lipid Metabolism at Rats]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN* [Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2015, vol. 17, no. 5, pp. 164–168.

6. Lyakh V. A., Fedyanina L. N., Smertina E. S., Plaksen N. V., Shevchenko N. M. Eksperimental'noye obosnovaniye primeneniya vodno-etanal'nogo ekstrakta burykh vodorosley dlya sozdaniya khlebobulochnykh izdeliy s profilakticheskim deystviyem [Experimental Substantiation of Application of Brown Algae for Creation of Bakery Products with Prophylactic Action]. *Sanitarnyy vrach* [Sanitary Doctor], 2015, no. 1, pp. 32–34.

7. Shevchenko N. M., Imbs T. I., Zvyagintseva T. N., Kusaykin M. I., Kuznetsova T. A., Zaporozhets T. S., Besednova N. N., Gafurov Yu. M., Rasskazov V. A., Taran V. N. *Biologicheski aktivnyy product iz buroy vodorosli, biologicheski aktivnaya dobavka k pishchebezalkogol'nyy napitok, parfumerno-kosmeticheskoye sredstvo* [Biologically Active Substance Based on Brown Seaweed, Biologically Active Food Supplement, Soft Drink, Cosmetic Product]. Patent RF, no. 2315487, 2008.

8. *Tekhnicheskie usloviya TU 9284-068-02698170-2007. Fukolam-E. Ekstrakt buroy vodorosli zhidkiy* [Technical Requirements 9284-068-02698170-2007. Fukulam-E. Liquid Extract of Brown Seaweed]. Vladivostok: TIBOKh DVO RAN, 2007. 7 p.

9. Imbs T. I., Krasovskaya N. P., Ermakova S. P., Makarieva T. N., Shevchenko N. M., Zvyagintseva T. N. Comparative Study of Chemical Composition and Antitumor Activity of Aqueous-Ethanol Extracts of Brown Algae Laminaria cichorioides, Costaria costata, and Fucus evanescens. *Russian Journal of Marine Biology*, 2009, vol. 35, no. 2, pp. 164–170.

10. Imbs T. I., Kharlamenko V. I., Zvyagintseva T. N. Optimizatsiya protsessa ekstraktsii fukoidana iz buroy vodorosli *Fucus evanescens* [Optimization of Extraction Process from Brown Seaweed Fucus evanescens]. *Khimiia rastitel'nogo syr'ia* [Chemistry of plant raw material], 2012, no. 1, pp. 143–147.

11. Kushnerova N. F., Saprygin V. G., Dobryakov Yu. I., Fomenko S. E., Gordeychuk T. N., Gorovoy P. G. *Sredstvo obladayushchee gepatoprotektornym deystviyem* [Hepatoprotective Action Substance]. Patent RF, no. 2179031, 2002.

12. Sprygin V. G., Kushnerova N. F., Dobryakov Yu. I., Fomenko S. E., Gordeychuk T. N., Gorovoy P. G. *Sredstvo obladayushchee gepatoprotektornym deystviyem* [Hepatoprotective Action Substance]. Patent RF, no. 2177330, 2001.

13. Saprygin V. G., Kushnerova N. F. *Ekstrakt kaliny obladayushchiy antiradikal'noy aktivnost'yu* [Arrowwood Extract with Antiradical Activity]. Patent RF, no. 2220614, 2004.

14. Fomenko S. E., Kushnerova N. F., Sprygin V. G., Parfenova, T. V., Kushnerova, T. V. Primeneniye rastitel'nykh polifenolov v sostave funktsional'nykh produktov pitaniya [Application of Plant Polyphenols in the Composition of Functional Foods]. *Izvestiya Dal'nevostochnogo federal'nogo universiteta. Ekonomika i upravlenie* [The bulletin of the Far Eastern Federal University. Economics and Management], 2009, no. 1, pp. 62–69.

15. Parfenova T. V., Kushnerova N. F., Korastyleva L. A., Bystrova A. N. Zheleynyy marmelad s BAD iz dikorosov [Jelly Fruit Candy with Biological Active Additives from Wild Plants]. *Khraneniye i pererabotka sel'khozsyr'ya* [Storage and Processing of Farm Products], 2007, no. 3, pp. 70–72.

16. Vershinina A. G., Kushnerova N. F., Lentsova L. V., Parfenova T. V., Kalenik T. K. *Vozmozhnost' ispol'zovaniya novykh rastitel'nykh dobavok iz dikorosov ussuriyskoy taygi kak antioksidantov dlya emulsionnoy pushchevoy produktsii dlitel'nogo khraneniya* [Possibility of Using New Plant Additives Made from Wild Plants Growing in Ussuri Taiga as Antioxidants for Emulsion Foodstuff with Long Shelf Life]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya* [News of Institutes of Higher Education. Food Technology], 2004, no. 1, pp. 62–64.

17. Dobryakov Yu. I., Nesterenko I. F., Polozhentseva M. I. O stimuliruyushchem i antistressovom deystvii rastitel'nykh ekstraktov i kompozitsiy iz nikh [Stimulating and Antistress Action of Plant Extracts and Their Combinations]. *Sbornik materialov* [Collection of materials]. Vladivostok, 1996, no. 3, pp. 116–123.

18. Guidelines 2.3.2721-98. *Opredeleniye bezopasnosti i effektivnosti biologicheski aktivnykh dobavok k pishche* [Safety and Efficiency of Biologically Active Food Supplements]. Moscow: Minzdrav Rossii Publ., 1999. 89 p.

Федянина Людмила Николаевна
д-р мед. наук, профессор, профессор департамента пищевых наук и технологий, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», 690091, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, тел.: +7 (423) 246-61-01, e-mail: fedyanina52@mail.ru

Смертина Елена Семеновна
канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры товароведения и экспертизы товаров, школа экономики и менеджмента, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», 690091, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, тел.: +7 (423)250-19-21, e-mail: smertina-lena@mail.ru

Лях Владимир Алексеевич
канд. техн. наук, главный специалист, доцент департамента пищевых наук и технологий, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», 690091, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, тел. раб.: +7 (423)265-24-24 (доб. 1007), тел. +7 (984)158-20-83, e -mail: lyah_v@bk.ru, lyah.va@dvfu.ru

Соболева Елена Викторовна
канд. техн. наук, доцент кафедры пищевой биотехнологии продуктов из растительного сырья, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», 197101, Россия, г. Санкт-Петербург, Кронверкский пр-т, 49, тел. раб.: +7(812) 314-28-03, тел.: 8(921) 923-88-43, e-mail: elenavsoboleva@mail.ru

Lyudmila N. Fedyanina
Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department of Food Sciences and Technologies, Far Eastern Federal University, 8, Sukhanova Str., Vladivostok, 690091, Russia, phone: +7 (423) 246-61-01, e-mail: fedyanina52@mail.ru

Elena S. Smertina
Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Commodity Research and Examination of Goods, School of Economics and Management, Far Eastern Federal University, 8, Sukhanova Str., Vladivostok, 690091, Russia, phone: +7 (423)250-19-21, e -mail: smertina-lena@mail.ru

Vladimir A. Lyakh
Cand. Sci. (Eng.), Head Specialist, Associate Professor of Department of Food Sciences and Technologies, Far Eastern Federal University, 8, Sukhanova Str., Vladivostok, 690090, Russia, phone: +7 (423)265-24-24 (Ext. 1007), phone: +7 (984)158-20-83, e-mail: lyah_v@bk.ru,

Elena V. Soboleva
Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor of the Department of Food Biotechnology Products from plant Raw Materials, ITMO University, 49, Kronverksky Pr., St. Petersburg, 197101, Russia, phone. +7 (812) 314-28-03, phone: 8 (921) 923-88-43, e-mail: elenavsoboleva@mail.ru