

DOI: <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-1-14-22>

Поступила 11.11.2021

Поступила после рецензирования 15.02.2022

Принята в печать 25.02.2022

© Гумеров Т. Ю., Усманова А. Р., Мингалеева З. Ш., Тарасова Е. Ю., 2022

<https://www.fsjour.com/jour>

Научная статья

Open access

ИЗУЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗЕРНОВОГО ПРОДУКТА «ЗЛАКОВЫЙ БАТОНЧИК»

Гумеров Т. Ю.^{1,2*}, Усманова А. Р.¹, Мингалеева З. Ш.¹, Тарасова Е. Ю.³¹ Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия² Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева, Казань, Россия³ Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, Казань, Россия

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

безвредность, токсичность,
белые крысы, гематология,
биохимия, морфология,
патологоанатомическое
вскрытие

АННОТАЦИЯ

Исследование пищевых продуктов является важнейшим инструментом построения доказательной базы их безопасности исходя из общепринятых научных представлений и действующих международных и национальных правовых норм. На этапе лабораторных исследований можно объективно доказать эффективность и безопасность новых видов пищевой продукции при применении по определенным показаниям у соответствующего контингента лиц, в том числе работающих во вредных производственных условиях. В Российской Федерации порядок оценки безвредности и проведение лабораторных исследований продуктов питания регламентируются Федеральными законами о качестве и безопасности пищевых продуктов, постановлениями об оказании услуг общественного питания, методическими рекомендациями по оценке риска здоровью населения при воздействии факторов микробной природы, содержащихся в пищевых продуктах, а также техническим регламентом Таможенного союза о безопасности пищевой продукции. Авторами разработана нормативно-техническая документация на зерновой продукт «Злаковый батончик» и представлены данные о его безвредности при употреблении в пищу. Выводы о продукте сделаны на основе изучения его хронической токсичности. Установлено, что ингредиентный состав злакового батончика, включенного в рацион питания лабораторных животных, положительно влияет на прирост массы их тела и не вызывает аномального изменения объема внутренних органов и развития патологий, которые могли бы свидетельствовать о побочном действии продукта. В процессе изучения гематологических и биохимических показателей не найдено достоверных отличий между данными контрольной и опытных групп животных. Проведенные исследования зернового продукта «Злаковый батончик» подтверждают отсутствие потенциальной опасности развития хронической токсичности при добавлении его в рационы питания и употреблении в течение длительного периода времени.

ФИНАНСИРОВАНИЕ: Научные исследования по изучению хронической токсичности зернового продукта «Злаковый батончик» финансировались Федеральным центром токсикологической, радиационной и биологической безопасности, г. Казань.

БЛАГОДАРНОСТИ: Авторы выражают благодарность генеральному директору АО «Булочно-кондитерский комбинат» г. Казани Б. Ф. Кутдусову, главному технологу — Г. Я. Халиковой, а также врио директора Федерального центра токсикологической, радиационной и биологической безопасности Ж. Р. Насыбуллиной.

Received 11.11.2021

Accepted in revised 15.02. 2022

Accepted for publication 25.02.2022

© Gumerov T. Yu., Usmanova, A. R. Mingaleeva, Z. Sh., Tarasova, E. Yu., 2022

Available online at <https://www.fsjour.com/jour>

Original scientific article

Open access

STUDY OF SAFETY INDICATORS OF THE CEREAL PRODUCT “CEREAL BAR”

Timofey Yu. Gumerov^{1,2*}, Adelya R. Usmanova¹, Zamira Sh. Mingaleeva¹, Evgeniya Yu. Tarasova³¹ Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia,² Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI³ Federal Center of Toxicological, Radiation and Biological Safety, Kazan, Russia

KEY WORDS:

harmlessness, safety, toxicity,
white rats, hematology,
biochemistry, morphology,
autopsy

ABSTRACT

The study of food products is the most important method for creating proves of their food safety based on generally accepted scientific ideas and current international and national legal norms of food safety. At the stage of laboratory research it is possible to objectively prove the efficiency and safety of new types of food products while their consumption according to certain health indications among the relevant group of people, including staff working in hazardous industrial environment. In the Russian Federation the procedure for assessing the safety and running the laboratory tests of food products are regulated by the Federal Laws on the Quality and Safety of Food Products, regulations on provision of public catering services, methodological recommendations for assessing the risk to public health in case of exposure to microbial factors contained in food products, as well as technical regulations of the Customs Union on food safety. The authors have developed regulatory and technical documentation for the cereal product “Cereal bar” and presented data on its safety when consumed. Conclusions about the product are made on the basis of a study of its chronic toxicity. It has been established that the ingredients composition of the cereal bar, included in the diet of laboratory animals, provided a positive effect on their body

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Гумеров, Т. Ю., Усманова, А. Р., Мингалеева, З. Ш., Тарасова, Е. Ю. (2022). Изучение показателей безопасности зернового продукта «Злаковый батончик». *Пищевые системы*, 5(1), 14-22. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-1-14-22>

FOR CITATION: Gumerov T. Yu., Usmanova, A. R. Mingaleeva, Z. Sh., Tarasova, E. Yu. (2022). Study of safety indicators of the cereal product “cereal bar”. *Food systems*, 5(1), 14-22. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-1-14-22>

condition, weight gain and did not cause abnormal changes in the volume of internal organs and the development of pathologies that could indicate a side effect of the product. During study of the hematological and biochemical parameters, no significant differences were found between the data of the control group and experimental group of the animals. The conducted studies of the cereal product "Cereal bar" confirm the absence of a potential risk of developing chronic toxicity in case of introduction of the cereal bar to the animals' diets and its consumption over a long period of time.

FUNDING: The scientific research on the chronic toxicity of the cereal product "Cereal Bar" was funded by the Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Kazan.

ACKNOWLEDGEMENTS: Herewith the authors express their gratitude to B. F. Kutdusov, General Director of JSC "Bakery and Confectionery Plant", Kazan city, chief production engineer G. Ya. Khalikova, and Zh. R. Nasybullina acting as ad interim CEO of the Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety.

1. Введение

В настоящее время особое значение уделяется безопасности продуктов питания, содержащих ингредиенты растительного происхождения. Подобные ингредиенты позволяют обогатить готовый продукт необходимыми микро- и макроэлементами, витаминами и пищевыми волокнами. Продукты питания с заданными свойствами позволяют уменьшить негативное влияние вредных факторов окружающей среды, в том числе при работе во вредных производственных условиях [1,2].

Россия, как и многие другие государства мира, в начале XXI в. столкнулась с рядом глобальных вызовов, связанных с увеличением разнообразия технологий, сырья и материалов, которые используются при производстве пищевых продуктов. Изменения связаны и с существенным расширением слабо контролируемых форм торговли (прежде всего электронной), с демократизацией государственных надзорных функций и т. п.) Профилактика заболеваний, обусловленных неполноценным питанием и потреблением небезопасной пищевой продукции, является одной из важнейших задач, поставленных перед органами государственной власти Российской Федерации и в частности перед органами санитарно-эпидемиологического надзора [3-5].

Создание пищевых продуктов из сырья растительного происхождения актуально в связи с ухудшением экологической обстановки, популяризацией рафинированных продуктов и специализированных добавок (стероиды, антибиотики и т. д.), накапливающихся в организме человека. Исследование безвредности и общей биологической ценности растительных пищевых продуктов связано с изучением химического состава и полифенольных соединений, содержащихся в экстрактах в процессе хранения. Особо важным является определение микробиологических показателей безопасности пищевых продуктов, в том числе на тест-культуре *Tetrahymena pyriformis* [6].

Проблема доброкачественности продуктов представлена с точки зрения современного рядового покупателя, который задумывается о безопасности приобретаемых товаров. В работе [7] на примере зерномучных товаров рассмотрены возможные пути приобретения продуктами ядовитых или токсических веществ. Показано, что в условиях современного традиционного сельского хозяйства всегда имеется риск превышения в продуктах предельно допустимого уровня содержания солей тяжелых металлов, микотоксинов, нитратов, пестицидов, радионуклидов, а также вредной примеси [8-10].

Необходимо также отметить, что рацион питания населения, работающего в условиях Крайнего Севера, характеризуется недостаточным количеством полноценного белка, витаминов, минеральных веществ, молочных продуктов, свежих фруктов, овощей, кондитерских изделий, что отрицательно влияет на здоровье населения и приводит к развитию наиболее распространенных алиментарно-зависимых хронических неинфекционных заболеваний. В связи с чем,

возникает необходимость в специализированных продуктах высокого качества с длительными сроками хранения во всех административных территориях Арктической зоны [11].

Евразийской экономической комиссией рекомендованы методические подходы к оценке риска для здоровья при обосновании гигиенических нормативов содержания загрязнителей в пищевой продукции, гармонизированных с международно-признанными принципами и дополнениями. Например, при обосновании максимально допустимого содержания нитратов в растительной продукции принимаются во внимание как канцерогенный риск, обусловленный трансформацией нитратов в нитрозамины, так и риск для здоровья, связанный с образованием метгемоглобина [12,13].

Методология определения экспозиции и оценки риска воздействия химических загрязнителей в пищевых продуктах применяется в социально-гигиеническом мониторинге. Наиболее приоритетными загрязнителями пищевых продуктов для жителей Приморского края являются свинец, мышьяк, кадмий и ртуть. Высокое значение коэффициента опасности неканцерогенного риска связано с пищевой экспозицией мышьяка в рыбопродуктах и напитках, употребляемых как взрослым, так и детским населением [14].

В связи с увеличивающимся объемом производства и потребления населением широкого ассортимента пищевых добавок существенно возрастает риск их токсического воздействия. Часто подобные добавки встречаются в продуктах питания в различных сочетаниях друг с другом и могут стать причиной проявления особо опасных мутагенных и канцерогенных эффектов. Поэтому оценка комбинированного действия пищевых добавок остается важнейшей проблемой их безопасности [15-17].

В исследовании *in vitro* с использованием клеток печени человека было обнаружено, что некоторые пищевые ингредиенты реагирует с восстановленной формой витамина B12 и влияют на уровень обменных реакций этого витамина [18]. Согласно литературным данным, еще более серьезные последствия для здоровья могут быть связаны с употреблением искусственных пищевых добавок в продуктах питания. Исследования токсического воздействия, как правило, проводятся на лабораторных животных, и основным показателем возникновения патологий у подопытных является нарушение микробиоты кишечника, вследствие чего возможны дисбактериозы и воспалительные реакции в печени мышей [19].

Включение в рацион питания лабораторных крыс искусственных пищевых добавок, как правило, приводит к повреждению печени за счет индукции гипергликемии и накопления различных видов липидов на фоне окислительного стресса [20]. Проводимые гистологические и иммуногистохимические исследования генеративных тканей крыс, в диете которых присутствовали искусственные добавки, позволяют выявить значительные нарушения в тканях плаценты и плода, изменения нервной системы, астроглио-

за, снижение жизнеспособности нейронов префронтальной коры, миндалины, гиппокампа и гипоталамуса у крыс [21, 22].

Кроме того, система детоксикации и метаболизма химических соединений на тест-системах остается актуальной и малоизученной. Мало внимания уделяется изучению механизмов воздействия негативных факторов при оценке токсичности пищевых матриц на тест-организмы [23].

Широкий ассортимент пищевых добавок и их сочетание друг с другом в различных продуктах питания определенно могут оказывать как аддитивный, так и синергетический негативные эффекты на организм человека. Поэтому для оценки безопасности пищевых продуктов (в том числе искусственных) особенно актуален в настоящее время принцип комплексного подхода с помощью экспресс-биотестов [24].

Таким образом, анализ исследований безопасности новых видов пищевых продуктов показал актуальность изучения их токсичности для решения задач гигиенического регламентирования [25].

Разработанный зерновой продукт «злаковый батончик» позволяет решить проблему нехватки необходимых нутриентов и пищевых волокон в питании различной категории лиц, в том числе подвергающихся вредным производственным воздействиям [26,27]. Для обоснования внедрения в рацион питания предлагаемого продукта необходимо было подтвердить его безопасность [28–32].

Как известно, одним из критериев оценки безопасности продукции, попадающей в организм человека и животных, в том числе перорально, является изучение его воздействия при однократном и многократном поступлении на лабораторных животных. Эти данные затем экстраполируются на организм человека. Любое новое средство или новое сочетание известных средств, как для исключения нежелательных последствий, так и с целью выявления особенностей его действия, предполагает обязательное тестирование на лабораторных животных при многократном поступлении продукта в организм. Это и послужило основной задачей данной работы.

Целью работы являлось изучение показателей хронической токсичности зернового продукта «Злаковый батончик» и исключение вероятности возникновения нежелательных последствий при добавлении в рацион питания широкой категории лиц, особенно работающих во вредных условиях труда.

2. Материалы и методы

Зерновой продукт «Злаковый батончик» вырабатывался на АО «Булочно-кондитерский комбинат» (г. Казань). Рецепт изделия представлен в Таблице 1, сведения о пищевой ценности — в Таблице 2.

Таблица 1. Рецептурное соотношение ингредиентов

Table 1. Recipe ratio of ingredients

№	Сырьё	Расход, кг	№	Сырьё	Расход, кг
1	Отруби овсяные	100	10	Артишоки	70
2	Клетчатка пшеничная	70	11	Лук репчатый	60
3	Кукурузная мука	50	12	Сассапариль	100
4	Полбяная мука	40	13	Сельдерей корневой	70
5	Люцерна молотая	30	14	Голубика	50
6	Плоды кориандра	20	15	Крыжовник	40
7	Укроп измельченный	50	16	Ежевика	50
8	Морковь свежая	60	17	Арахисовое масло	60
9	Брокколи	80			
Итого сырья				1000	
Выход				905,7	

Таблица 2. Пищевая ценность зернового продукта «Злаковый батончик» в 100 г продукта (расчетные значения)

Table 2. Nutritional value of the cereal product "Cereal bar" per 100 g of the product (calculated values)

Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Калорийность, ккал	Энергетическая ценность, кДж
5,0	7,0	16,0	150,0	630,0

Эксперимент по изучению хронической токсичности проводился в Федеральном центре токсикологической, радиационной и биологической безопасности, г. Казань. Злаковый батончик представляет собой готовый к употреблению пищевой продукт, состоящий из смеси злаковых культур, овощного и ягодного пюре, а также из другого сырья, предназначенного для непосредственного употребления в пищу, массой 0,03 кг и более. Злаковый батончик вырабатывается в виде отдельного изделия в упакованном виде.

Химический состав исследуемого продукта представлен в Таблице 3. Витаминно-минеральный состав ингредиентов приведен в Таблице 4.

Таблица 3. Химический состав базовых компонентов

Table 3. Chemical composition of the basic components

Ингредиенты	Содержание в 100 г /% от РСН						Доля в калорийности %			Соотношение Белок: Жир: Углеводы
	белки	жиры	углеводы	вода	клетчатка	ЭЦ, ккал	Белок	Жир	Углеводы	
Кукурузная мука	7,2/ 7,06	1,5/2	72,1/ 46,22	14/ 0,42	4,4/ 22	331/ 19,38	9	4	87	1: 0,2: 10
Полбяная мука	13,1/ 12,84	1,7/ 2,27	56,9/ 36,4	0	0	295/ 17,27	18	5	77	1: 0,1: 4,3
Люцерна молотая	4/3,92	0,5/ 0,67	4/ 2,56	0	0	31/1,81	44	12	44	1: 0,1: 1
Кориандр	12,4/ 12,16	17,8/ 23,73	13,1/ 8,4	9/ 0,27	41,9/ 209,5	298/ 17,45	19	61	20	1: 1,4: 1,1
Укроп	2,5/ 2,78	0,5/ 0,76	6,3/ 4,6	86/ 2,94	2,8/ 14	40/2,66	25	11	64	1: 0,2: 2,5
Морковь	1,3/ 1,44	0,1/ 0,15	6,9/ 5,04	88/ 3,2	2,4/ 12	35/2,33	15	3	82	1: 0,1: 5,3
Брокколи	2,8/ 2,75	0,4/ 0,53	4/ 2,56	89/ 2,68	2,6/ 13	34/1,99	36	12	52	1: 0,1: 1,4
Артишоки	1,5/ 1,47	0	6,9/ 4,42	0	0	28/2,22	18	0	82	1: 0: 4,6
Лук репчатый	1,4/ 1,37	0	10,4/ 6,67	0	0	47/2,75	12	0	88	1: 0: 7,4
Сельдерей корневой яблочный	1,3/ 1,27	0,3/ 0,4	6,5/ 4,17	88/ 2,65	3,1/ 15,5	34/1,99	15	8	77	1: 0,2: 5
Голубика	1,0/ 0,98	0,5/ 0,67	6,6/ 4,23	88/ 2,65	2,5/ 12,5	39/2,28	12	13	76	1: 0,5: 6,6
Крыжовник	0,7/ 0,69	0,2/ 0,27	9,1/ 5,83	85/ 2,56	3,4/ 17	45/2,63	7	4	89	1: 0,3: 13
Ежевика	1,5/ 1,47	0,5/ 0,67	4,4/ 2,82	88/ 2,65	2,9/ 14,5	34/1,99	21	16	63	1: 0,3: 2,9
Арахисовое масло	17,3/ 16,96	57,1/ 76,13	16,9/ 10,83	0	0	660/ 38,64	11	79	10	1: 3,3: 1

Таблица 4. Витаминно-минеральный состав растительных ингредиентов
Table 4. Vitamin and mineral composition of plant ingredients

Наименование	мука		люцерна молотая	кориандр	укроп	морковь	брокколи	артишоки	лук репчатый	сельдерей	голубика	крыжовник	ежевика	арахисовое масло	
	кукурузная	пшеничная													
Витамины, %															
A	3,7	—	0,9	—	83	222	3,4	0,9	—	0,3	—	3,7	1,9	—	
b-car	4	0,1	1,7	—	90	240	7,2	—	—	0,2	—	4	2	—	
B1	23	24	5,1	16	2	4	4,7	3,9	3,3	2	0,7	0,7	0,7	7,7	
B2	7,2	6,3	7	16	5,6	3,9	6,5	7,8	1,1	3,3	1,1	1,1	2,8	6,8	
Холин	1,7	—	2,9	—	2,6	1,8	3,7	—	1,2	18	—	8,4	1,7	14	
B5	4,8	21	11	—	5	5,2	12	3,8	2	8	—	5,7	5,5	25	
B6	9,1	12	1,7	—	7,5	6,5	8,8	4,1	6	7,5	—	1,5	1,5	24	
B9	7,5	11	9	—	6,8	2,3	16	32	2,3	1,8	—	1,3	6,3	36	
C	—	—	9,1	23	111	5,6	99	5,9	11	8,9	22	33	17	—	
D	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
E	4	5,3	0,1	—	11	2,7	5,2	—	1,3	3,3	9,3	3,3	8	54	
H	—	—	—	—	0,8	1,2	1	—	18	0,2	—	—	—	—	
K	—	3	25	—	52	11	85	—	0,3	34	—	6,5	17	0,5	
PP	15	34	2,4	11	7	5,5	3,2	4,3	2,5	6	2	2	3	82	
Минералы, мг (мкг)															
Макроэлементы	K	147	388	79	1267	335	200	316	248	175	393	51	260	208	818
	Ca	20	27	32	709	223	27	47	19	31	63	16	22	30	72
	Si	—	—	—	—	1,6	25	78	—	5	29	—	12	—	—
	Mg	30	136	27	330	70	38	21	27	14	33	7	9	29	164
	Na	7	8	6	35	43	21	33	47	4	77	6	23	21	292
	P	109	401	70	409	93	55	66	58	58	27	8	28	32	350
	Cl	—	—	—	—	49,6	63	—	—	25	13	—	1	—	—
Микроэлементы	Fe	2,7	4,44	0,96	16,32	1,6	0,7	0,73	0,5	0,8	0,5	0,8	0,8	1	2,84
	I	—	—	—	—	2,3	5	15	—	3	0,4	—	1	—	—
	Co	—	—	—	—	3,4	2	—	—	5	1,8	—	0,9	—	—
	Mn	0,174	2,98	0,188	1,9	1,3	0,2	0,21	0,243	0,23	0,158	—	0,45	—	1,979
	Cu	76	511	157	975	146	80	49	54	85	70	—	130	0,646	760
	Mo	0	—	—	—	1,8	20	—	—	—	4	—	12	—	—
	Se	10,5	11,7	0,6	26,2	2,7	0,1	2,5	0,2	0,5	0,7	—	0,6	0,4	9,1
	F	—	—	—	—	17,8	55	—	—	31	4	—	12	—	—
	Cr	—	—	—	—	20,3	3	0,5	—	2	2,4	—	1	—	—
	Zn	0,66	3,28	0,92	4,7	0,91	0,4	0,41	0,32	0,85	0,33	—	0,09	0,53	3,51
Зола, г	0,8	—	—	6,02	2,3	1	0,87	0,6	1	1	—	—	—	4,15	
OK, г	—	—	—	—	0,1	0,3	—	—	0,2	0,1	—	—	—	—	
НЖК	0,2	0,4	0,1	1	0,1	—	0,1	—	—	0,1	—	—	—	10,2	
МНЖК	0	0,445	0,056	13,58	—	—	0,031	0,005	—	—	—	—	—	26,99	
ПНЖК	0	1,258	0,409	1,75	—	—	0,112	0,064	—	—	—	—	—	16,27	
Омега-3	0,02	0,1	0,2	0	—	—	0,1	—	—	—	—	—	0,1	0,1	
Омега-6	0,808	1,2	0,2	1,8	0,1	0,1	0	—	—	0,1	—	—	0,2	16,2	
Трансжиры	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,16	
Отношение омега-3 к омега-6:	—	1:12	1:1	—	—	—	1:0	—	—	—	—	—	1:2	1:162	

На промежуточном этапе исследований были определены санитарно-химические и микробиологические показатели зернового продукта «злаковый батончик», свидетельствующие о безвредности готового изделия. Данные представлены в Таблице 5.

Таблица 5. Санитарно-химические и микробиологические показатели
Table 5. Sanitary-chemical and microbiological indicators

Наименование показателя, НД на продукцию и на метод испытаний	Нормы по НД (не более)	«Злаковый батончик»
Токсичные элементы:		
Свинец, мг/кг, ГОСТ 33824	0,5	0,054
Кадмий, мг/кг, ГОСТ 33824	0,1	0,004
Мышьяк, мг/кг, ГОСТ 31628	0,2	0,024
Ртуть, мг/кг, МУ 5178–90	0,03	0,006
Микотоксины:		
Афлатоксин В1, мг/кг, ГОСТ 30711 п. 3	0,005	менее 0,003
T-2 токсин, мг/кг, ГОСТ 31653	0,1	менее 0,02
Охратоксин А, мг/кг, ГОСТ 31653	0,005	менее 0,004
Пестициды:		
ГХЦГ, мг/кг, МУ 2142–80	0,5	менее 0,005
ДДТ и его метаболиты, мг/кг, МУ 2142–80	0,02	менее 0,02
2,4-Д кислота, ее соли, мг/кг, МУ 1541–76	не допускается	не обнаружено
Радионуклиды:		
Активность ¹³⁷ Cs, Бк/кг, МУК 2.6.1.1194–2003	60	менее 3,6
Активность ⁹⁰ Sr, Бк/кг, МУК 2.6.1.1194–2003	20	менее 2,3
Значения показателя соответствия В		менее 0,16
Микробиологические показатели:		
КМАФАнМ, КОЕ/г, ГОСТ 33536–2015	1x10 ³	1,5x10 ¹
Наличие БГКП, в г, ГОСТ 31747–2012	не допускается в 1,0	не обнаружено в 1,0
Наличие плесени, КОЕ/г, ГОСТ 10444.12–2013	Не более 100	Менее 10
Наличие патогенных микроорганизмов, в том числе сальмонелл, г, ГОСТ 31659–2012	не допускается в 25	не обнаружено в 25

Показатели хронической токсичности зернового продукта «Злаковый батончик» изучали на 18 белых нелинейных крысах живой массой 110–130 г, обоего пола, разделенных по принципу аналогов на 3 группы по 6 голов в каждой. Эксперимент на животных, включая их содержание и все манипуляции, осуществлялся с соблюдением требований Приказа МЗ РФ № 267 от 19.06.2003 «Об утверждении правил лабораторной практики», а также Директив Европейского сообщества 86/609ЕЕС.

Первая группа животных являлась контрольной, то есть в их рацион питания не добавлялся исследуемый зерновой продукт «Злаковый батончик». Второй группе животных ежедневный рацион питания заменяли исследуемым образцом на 1%, а третьей группе — соответственно на 3%. Продолжительность эксперимента составила 30 суток.

Рацион крыс был представлен сухим полнорационным гранулированным экструдированным комбикормом ПК-120 для лабораторных грызунов. Рецепт ПК-120 для содержания лабораторных животных (мышей, крыс, хомяков) ГОСТ 34566–2019. Оценку потребления корма и воды проводили ежедневно путем взвешивания остатков в течение 30 суток эксперимента.

Состав: сырой жир 4,7%, сырой протеин 21%, сырая клетчатка 3,94%, сырая зола 5,41%; также в состав корма входят

витамины, минеральные вещества, лизин, метионин и др. Доля протеина животного происхождения — 17,99% от общего содержания. Обменной энергии в 1 кг комбикорма: ккал, не менее 3100; кДж, не менее 13000. Батончик крысам задавался перорально с кормом в измельченном виде.

В течение срока эксперимента за животными всех групп велись клинические наблюдения. Взвешивание крыс осуществлялось в начале опыта, далее каждые 10 суток в течение эксперимента и по его окончании.

На момент завершения исследования на фоне действия эфирного наркоза была проведена декапитация и осуществлена эвтаназия животных с целью проведения гематологических и биохимических исследований, патологоанатомического вскрытия, определения массы внутренних органов.

Морфологические показатели определяли в цельной крови на автоматическом гематологическом анализаторе Mythic 18 Vet (Orphee Geneva, Швейцария) в соответствии с Руководством пользователя к прибору. В основе работы прибора для определения состава клеток используется импедансометрический метод (также известный как метод Культера) или волюметрический метод. Определение концентрации гемоглобина осуществлялось фотометрическим методом.

Биохимические показатели определяли в сыворотках крови на автоматическом биохимическом анализаторе АРД-200 (ООО «ВИТАКО», Россия) в соответствии с Руководством пользователя к прибору и инструкциями к готовым наборам реагентов. До начала выполнения анализов образцов сывороток осуществляли контроль качества по каждому исследованному показателю, определяя показатели в контрольной сыворотке. При необходимости настраивали прибор по контрольной сыворотке.

Массу внутренних органов измеряли с помощью лабораторных электронных весов ВМ-512 (точность 0,01 г, класс точности лабораторных весов — высокий (II) по ГОСТ 24104–01).

Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась в соответствии с требованиями, приведенными в ГОСТ 34100.1–2017/ ISO/IEC Guide 98–1:2009.

Статистическую обработку результатов осуществляли посредством расчета значений средних (M) и стандартных ошибок средних (\pm SEM). Достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента. Статистически значимыми считали различия при $p \leq 0,05$; $p \leq 0,01$ и $p \leq 0,001$.

3. Результаты и обсуждение

В результате научного исследования было установлено, что в течение всего периода наблюдения после добавления продукта зернового «Злаковый батончик» в корм у животных опытных групп не наблюдалось каких-либо признаков интоксикации. Количество потребления корма и воды крысами опытных групп не отличалось от показателей контрольной группы.

Животные всех групп были активны, имели гладкий и чистый шерстный покров, поведение опытных крыс не отличалось от крыс контрольной группы и соответствовало данному виду животных, физиологические отправления были нормальными. На протяжении эксперимента гибели животных как в опытных, так и в контрольной группах не наблюдалось.

Изучение динамики живой массы крыс (Таблица 6) в ходе опыта показало, что испытываемый злаковый батончик положительно влиял на прирост массы тела. Так, во второй и третьей группах прирост массы тела превышал показатели первых суток на 28,57 и 30,61% к концу эксперимента, что выше значений контрольной группы на 2,18 и 4,22% соответственно.

Таблица 6. Влияние злакового батончика на динамику живой массы крыс (n = 6)

Table 6. Effect of the cereal bar on the dynamics of the live weight in rats (n = 6)

Срок исследования, сут	Группа животных		
	Первая	Вторая	Третья
1	121,30 ± 1,69	122,07 ± 2,65	120,73 ± 1,87
10	129,67 ± 1,37	131,51 ± 2,19	131,09 ± 1,85
20	144,0 ± 1,07	146,87 ± 2,29	147,31 ± 1,77
30	153,32 ± 0,91	156,94 ± 2,20	157,68 ± 1,67*

Примечание: * p < 0,05

Результаты исследований, представленные в Таблице 7, свидетельствуют о том, что абсолютная масса внутренних органов животных, получавших длительное время продукт зерновой «Злаковый батончик», достоверно не отличалась от аналогичных показателей животных контрольной группы.

Таблица 7. Влияние злакового батончика на массу внутренних органов белых крыс

Table 7. Effect of the cereal bar on the weight of the internal organs of white rats

Масса органа, г	Группа животных		
	Первая	Вторая	Третья
Селезенка	0,71 ± 0,06	0,72 ± 0,06	0,75 ± 0,05
Почки	0,90 ± 0,05	0,97 ± 0,26	1,10 ± 0,13
Легкие	1,55 ± 0,17	1,46 ± 0,18	1,51 ± 0,26
Печень	4,75 ± 0,27	4,87 ± 0,37	5,06 ± 0,35
Сердце	0,46 ± 0,02	0,49 ± 0,03	0,49 ± 0,05
Желудок	0,81 ± 0,06	0,83 ± 0,04	0,86 ± 0,04
Кишечник	5,66 ± 0,23	5,77 ± 0,17	5,98 ± 0,32
Семенники	2,45 ± 0,11	2,28 ± 0,15	2,56 ± 0,12

При макроскопическом исследовании сердца, печени, почек, селезенки, легких, желудочно-кишечного тракта вынужденно убитых животных не выявлено патологических изменений, которые могли бы свидетельствовать о побочном действии продукта зернового «Злаковый батончик».

В Таблице 8 представлены результаты изучения картины периферической крови в течение хронического эксперимента по определению токсичности исследуемого продукта для крыс.

Таблица 8. Влияние злакового батончика на гематологические показатели крови у белых крыс

Table 8. Effect of the cereal bar on the hematological indicators of blood in white rats

Показатель	Группа животных		
	Первая	Вторая	Третья
Эритроциты, × 10 ¹² /л	6,63 ± 0,19	7,04 ± 0,19	7,19 ± 0,22
Гемоглобин, г/л	131,67 ± 4,39	147,50 ± 3,59*	150,00 ± 2,14*
Лейкоциты, × 10 ⁹ /л	14,48 ± 0,59	14,10 ± 0,47	13,82 ± 0,53
СОЭ, мм/ч	1,50 ± 0,37	1,33 ± 0,23	1,17 ± 0,18

Примечание: * p < 0,05

При исследовании крови на содержание эритроцитов, лейкоцитов, гемоглобина, определении СОЭ статистически достоверные изменения наблюдались в отношении гемоглобина. Во второй группе повышение составило 12,02% (p < 0,05), в третьей группе — 13,90% (p < 0,05) относительно контрольной группы.

Проведенные исследования сыворотки крови показали, что статистически достоверных отличий между показателями у крыс контрольной и опытных групп не обнаружено (Таблица 9).

У крыс второй и третьей групп имеется тенденция к увеличению содержания общего белка в сыворотке крови. Полученные результаты статистически не достоверны (p > 0,05) относительно показателей первой группы. Они вписываются в ошибку опыта, и в данном случае эти колебания являются скорее физиологичными. В то же время нельзя игнорировать выявленную тенденцию, которую мы бы не смогли выявить, если бы не проводили исследования хронической токсичности. Это подтверждает правильность выбранной цели исследования воздействия продукта при многократном поступлении в организм.

Таблица 9. Влияние продукта зернового «Злаковый батончик» на биохимические показатели крови у белых крыс

Table 9. Effect of the cereal product "Cereal bar" on the biochemical indicators of blood in white rats

Показатель	Группа животных		
	Первая	Вторая	Третья
Общий белок, г/л	64,63 ± 2,73	66,53 ± 3,41	69,35 ± 1,93
Щелочная фосфатаза, Е/л	116,17 ± 2,99	117,33 ± 4,38	112,67 ± 4,50
Аланинаминотрансфераза, Е/л	60,5 ± 3,21	58,17 ± 3,50	63,17 ± 4,05
Аспартатаминотрансфераза, Е/л	129,83 ± 3,50	127,33 ± 5,79	131,17 ± 8,15
Гамма-глутамилтрансфераза, Е/л	21,00 ± 2,45	20,33 ± 2,38	20,50 ± 2,36
Лактатдегидрогеназа, Е/л	609,17 ± 12,64	590,67 ± 17,53	603,50 ± 14,02
Креатинкиназа, Е/л	401,33 ± 12,76	418,33 ± 25,56	415,83 ± 15,94
Глюкоза, ммоль/л	5,13 ± 0,26	5,27 ± 0,58	4,95 ± 0,42
Кальций, ммоль/л	2,38 ± 0,05	2,52 ± 0,11	2,49 ± 0,10
Фосфор, ммоль/л	1,43 ± 0,05	1,50 ± 0,12	1,45 ± 0,09

Примечание: Е/л — единиц на литр.

Общий белок — показатель нарушений обмена веществ и неправильного питания, биомаркер онкологических процессов, острых и хронических воспалительных заболеваний.

Щелочная фосфатаза — фермент-биомаркер гепатита и системных заболеваний скелета.

Аланинаминотрансфераза — внутриклеточный фермент, задействованный в белковом обмене, является маркером патологий печени.

Аспартатаминотрансфераза — клеточный фермент, участвующий в обмене аминокислот, показатель травмирования сердечной и скелетных мышц.

Гамма-глутамилтрансфераза — фермент, участвующий в обмене аминокислот, показатель обструктивного поражения печени и желчных протоков.

Лактатдегидрогеназа — фермент, принимающий участие в реакциях гликолиза, используются при диагностике инфарктов, ишемий, повреждения почек.

Креатинкиназа — внутриклеточный фермент АТФ и АДФ, показатель повреждения или разрушения клеток.

Глюкоза — показатель выработки гормона-инсулина в функционировании которого участвует печень и внепеченочные ткани.

Фосфор и кальций — показатель функционирования почек, паращитовидных / щитовидной желез и состояния костей.

4. Заключение

В результате полученных данных необходимо отметить, что увеличение общего белка в сыворотке крови коррелирует с повышением массы тела животных (p < 0,05). В данном контексте увеличение количества белка следует рассматривать как позитивные колебания, т. к. белки являются

строительным материалом для организма. Учитывая, что масса тела и содержание белка являются универсальными неспецифическими показателями токсичности, то здесь, наоборот, применение батончика положительно сказывается на защитных и адаптационных возможностях организма. Если гепатоспецифические ферменты АЛТ и АСТ, отражающие состояние печени и сердечной ткани, не увеличивают своей активности, колебания физиологически ничтожны и находятся в пределах ошибки опыта, а соотношение данных показателей (коэффициент Ритиса) также не меняется, то это можно считать критериями подтверждения положительного влияния изучаемого средства.

Представленные результаты безопасности пищевого продукта являются научно обоснованными при оценке

риска для здоровья потребителей и могут быть полезными в обмене опытом и обсуждении практики на основе международных критериев и гигиенических нормативов.

Установлено, что продукт зерновой «Злаковый батончик», приготовленный по разработанной и утвержденной рецептуре, не содержит опасных и токсичных элементов. Экспериментом подтверждена безвредность продукта и отсутствие потенциальной опасности развития хронической токсичности при употреблении его в течение длительного периода в указанных дозах. Данный продукт может быть рекомендован в качестве дополнения к рационам питания различных категорий граждан, особенно в условиях неблагоприятной экологической обстановки и вредных производственных факторов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Валеева, Э. Т., Галимова, Р. Р., Бакиров, А. Б., Терегулова, З. С., Ди-станова, А. А., Урманцева, Ф. А. (2019). Лечебно-профилактическое питание в комплексной терапии профессиональных заболеваний в условиях санаторно-курортного лечения. *Медицина труда и экология человека*, 1(17), 55–62. <https://doi.org/10.24411/2411-3794-2019-10009>
2. Popova, A. Yu. (2018). Risk analysis as a strategic sphere in providing food products safety Health Risk Analysis. *Health Risk Analysis*, 4, 4–12. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.4.01>
3. Zaitseva, N. V. (2018). Analysis of population health risks in the Russian Federation caused by food products contamination. *Health Risk Analysis*, 4, 13–23. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.4.02>
4. Юферова, А. А., Сахарова, О. В., Смольяников, В. А., Живчикова, Р. И. (2018). Исследование токсичности и относительной биологической ценности леспедецы двуцветной и продукта с ее использованием. *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*, 8(3(26)), 147–152. <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2018-8-3-147-152>
5. Titov, E. I., Krasnova, I. S., Ganina, V. I., Semenova, E. G. (2021). Freeze-dried food in the diet of temporary residents of the Far North. *Food Processing: Techniques and Technology*, 51(1), 170–178. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-1-170-178>
6. Kitaevskaya, S. V., Ponomarev, V. Y., Yunusov, E. Sh., Kamartdinova, D. R. (18–20 November 2020). *Assessment of lactic acid bacteria new consortia proteolytic activity*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, IV International Scientific Conference: AGRITECH-IV-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Krasnoyarsk, Russian Federation, 677, Article 52073. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/5/052073>
7. Агапкин, А. М. (2016). Доброкачественность, или пищевая безвредность, продуктов. *Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова*, 6(90), 183–189.
8. Shur, P.Z., Zaitseva, N.V. (2018). Health risk assessment when giving grounds for hygienic criteria of food products safety. *Health Risk Analysis*, 4, 43–56. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.4.05.eng>
9. Кику, П. Ф., Ананьев, В. Ю., Кислицына, Л. В., Морева, В. Г., Кондратьев, К. В., Сабирова, К. М. и др. (2017). Риск воздействия на здоровье населения Приморского края химических контаминантов в продуктах питания. *Экология человека*, 11, 18–22. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2017-11-18-22>
10. Samoilov, A.V., Suraeva, N.M., Zaitseva, M.V., Kurbanova, M.N., Stolbova, V.V. (2019). Comparative assessment of artificial sweeteners toxicity via express biotest. *Health Risk Analysis*, 2, 83–90. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.2.09.eng>
11. Кунакова, Р. В., Зайнуллин, Р. А., Хуснутдинова, Э. К., Ялаев, Б. И. (2016). Здоровое питание XXI века: функциональные продукты питания и нутригеномика. *Вестник Академии наук Республики Башкортостан*, 21(3(85)), 5–14.
12. Liu, C.-W., Chi, L., Tu, P., Xue, J., Ru, H., Lu, K. (2019). Quantitative proteomics reveals systematic dysregulations of liver protein metabolism in sucralose-treated mice. *Journal of Proteomics*, 196, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2019.01.011>
13. Saghizadeh, M., Gharaati, M.R., Mohammadi, Sh., Ghiassi-Nejad, M. (2018). Evaluation of DNA damage in the root cells of *Allium cepa* seeds growing in soil of high background radiation areas of Ramsar-Iran. *Journal of Environmental Radioactivity*, 99(10), 1698–1702. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2008.03.013>
14. Shalaby, A. M., Ibrahim, M.A.A.H., Aboregela, A. M. (2019). Effect of aspartame on the placenta of adult albino rat. A Histological and Immunohistochemical Study. *Annals of Anatomy — Anatomischer Anzeiger*, 224, 133–141. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2019.04.007>
15. Xue, Y., Yu, X., Zhang, X., Yu P., Li Y., Fu W. et al. (2021). Protective effects of ginsenoside Rc against acute cold exposure-induced myocardial injury in rats. *Journal of Food Science*, 86(7), 3252–3264. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15757>
16. Ражапова, Н. Р., Саидахмедова, З. О., Курбанов, С. Р. (2017). Токсикологическая оценка медико-биологической безопасности сырья для производства нового вида продукции. *Актуальные научные исследования в современном мире*, 5–3(25), 93–97.
17. Roman, B., Brennan, R. A., Lambert, J. D. (2021). Duckweed protein supports the growth and organ development of mice: A feeding study comparison to conventional casein protein. *Journal of Food Science*, 86(3), 1097–1104. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15635>
18. Guo, F., Han, M., Lin, S., Ye H., Chen J., Zhu H. et al. (2021). Enteromorphia prolifera polysaccharide prevents high-fat diet-induced obesity in hamsters: A NMR-based metabolomic evaluation. *Journal of Food Science*, 86(8), 3672–3685. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15818>
19. Батура, Н. Г., Типсина, Н. Н. (2019). Изучение влияния злаковых хлопьев на качество хлебобулочных изделий. *Вестник КрасГАУ*, 12(153), 169–175. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2019-12-169-175>
20. Savelyeva, E.V., Zinurova, E.E., Mingaleeva, Z.S., Maslov, A.V., Starovoitova, O.V., Borisova, S.V. et al. (2019). The study of the possibility of using the additive of plant origin for improvement of the quality of yeast and wheat bread. *Journal of Environmental Treatment Techniques*, 7(Special Issue), 1036–1040.
21. Zinurova, E.E., Bagaeva, T.V., Mingaleeva, Z.S., Starovoitova, O.V., Reshetnik, O.A. (2015). Influence of *S. cerevisiae* yeast as a part of the recipe component of flour confectionery on the quality of deep-fat frying. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 6(6), 1751–1755.
22. Переверзева, Э. Р., Трещалин, М. И., Голибродо, В. А. (2018). Изучение токсичности оливамида в хроническом эксперименте на кроликах. *Российский биотерапевтический журнал*, 17(4), 91–97. <https://doi.org/10.17650/1726-9784-2018-17-4-91-97>
23. Кацнельсон, Б. А., Вараксин, А. Н., Панов, В. Г. (2015). Экспериментальное моделирование и математическое описание хронической комбинированной токсичности как основа анализа многофакторных химических рисков для здоровья. *Токсикологический вестник*, 5(134), 37–45.
24. Кузлякина, Ю. А., Юрчак, З. А., Крюченко Е. В. (2018). Анализ причин внедрения системы менеджмента безопасности пищевой продукции на предприятиях, производящих упаковку для пищевой продукции. *Все о мясе*, 6, 28–30. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2018-6-28-30>
25. Янковская, В. С., Дунченко Н. И. (2020). Научная концепция моделирования и прогнозирования показателей безопасности и качества пищевых продуктов. *Молочная промышленность*, 11, 38–39. <https://doi.org/10.31515/1019-8946-2020-11-38-39>
26. Амелин, В. Г., Лаврухина, О. И. (2017). Обеспечение безопасности пищевых продуктов средствами химического анализа. *Журнал аналитической химии*, 72(1), 3–49. <https://doi.org/10.7868/S0044450217010030>
27. Прищепова, Т. С., Патиева, С. В. (2015). Пищевая и биологическая ценность новых видов мясорастительных консервов для диетического профилактического питания людей. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*, 10(3(37)), 140–143. <https://doi.org/10.12737/14787>

28. Молибога, Е. А. (2016). Расширение ассортиментной линейки продуктов пищевых функциональных за счет разработки технологии плавяных сырных продуктов для специализированного питания. *Азрарный вестник Урала*, 5(147), 74–77.
29. Arefyeva, E. V., Muravyeva, E. V., Maslennikova, N. N. (6–9 October 2020). *Environmental risks caused by floods in built-up areas*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Vladivostok, 666(5), Article 052032. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/666/5/052032>
30. Romanovsky, V. L., Alekseeva, E. I., Gorina, L. N. (6–12 September 2020). *Conducting a comparative analysis of the system state options under various external influences*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety, 962(4), Article 042035. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/962/4/042035>
31. Arefyeva, E., Gorina, L., Alekseeva, E. (2022). Assessment of the Vulnerability of Architectural Monuments to Dangerous Natural Processes. *Lecture Notes in Civil Engineering*, 180, 159–170. https://doi.org/10.1007/978-3-030-83917-8_15
32. Shanina, E.P., Klyukina, E.M., Stafeeva, M.A., Belyaeva, N.V. (2021). Potential of potatoes as a source of nutritional value: Amino acid composition of protein in stubbies of potatoes of the Ural region, Russia. *Research on Crops*, 22(Special Issue), 108–112. <https://doi.org/10.31830/2348-7542.2021.026>

REFERENCES

1. Valeeva, E.T., Galimova, R.R., Bakirov, A.B., Teregulova, Z.S., Distanova, A.A., Urmantseva, F.A. (2019). Medical and prophylactic nutrition in complex therapy of occupational diseases in the health resort conditions. *Occupational health and human ecology*, 1(17), 55–62. <https://doi.org/10.24411/2411-3794-2019-10009> (In Russian)
2. Popova, A. Yu. (2018). Risk analysis as a strategic sphere in providing food products safety Health Risk Analysis. *Health Risk Analysis*, 4, 4–12. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.4.01>
3. Zaitseva, N. V. (2018). Analysis of population health risks in the Russian Federation caused by food products contamination. *Health Risk Analysis*, 4, 13–23. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.4.02>
4. Yuferova, A.A., Sakharova, O.V., Smol'yanikov, V.A., Zhivchikova, R.I. (2018). Investigation of the toxicity and relative nutrient bioavailability of lespedeza bicolor and products on its basis. *Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology*, 8(3(26)), 147–152. <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2018-8-3-147-152> (In Russian)
5. Titov, E. I., Krasnova, I. S., Ganina, V. I., Semenova, E. G. (2021). Freeze-dried food in the diet of temporary residents of the Far North. *Food Processing: Techniques and Technology*, 51(1), 170–178. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-1-170-178>
6. Kitaevskaya, S. V., Ponomarev, V. Y., Yunusov, E. Sh., Kamartdinova, D. R. (18–20 November 2020). *Assessment of lactic acid bacteria new consortia proteolytic activity*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, IV International Scientific Conference: AGRITECH-IV-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Krasnoyarsk, Russian Federation, 677, Article 52073. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/5/052073>
7. Agapkin, A.M. (2016). High quality or food safety of foodstuffs. *Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics*, 6(90), 183–189. (In Russian)
8. Shur, P.Z., Zaitseva, N.V. (2018). Health risk assessment when giving grounds for hygienic criteria of food products safety. *Health Risk Analysis*, 4, 43–56. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.4.05.eng>
9. Kiku, P.F., Anan'ev, V. Yu., Kislitsina, L.V., Moreva, V.G., Kondratyev, K.V., Sabirova, K.M. et al. (2017). The risk of impact on the health of the population of primorye territory contaminant chemical in food. *Human Ecology*, 11, 18–22. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2017-11-18-22> (In Russian)
10. Samoilov, A.V., Suraeva, N.M., Zaitseva, M.V., Kurbanova, M.N., Stolbova, V.V. (2019). Comparative assessment of artificial sweeteners toxicity via express biotest. *Health Risk Analysis*, 2, 83–90. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.2.09.eng>
11. Kunakova, R.V., Zaynullin, R.A., Khusnutdinova, E.K., Yalaev, B.I. (2016). Functional food and nutrigenomics as the basis of healthy food of the 21st century. *Herald of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan*, 3(83), 5–14. (In Russian)
12. Liu, C.-W., Chi, L., Tu, P., Xue, J., Ru, H., Lu, K. (2019). Quantitative proteomics reveals systematic dysregulations of liver protein metabolism in sucralose-treated mice. *Journal of Proteomics*, 196, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2019.01.011>
13. Saghirzadeh, M., Gharaati, M.R., Mohammadi, Sh., Ghiassi-Nejad, M. (2018). Evaluation of DNA damage in the root cells of *Allium cepa* seeds growing in soil of high background radiation areas of Ramsar-Iran. *Journal of Environmental Radioactivity*, 99(10), 1698–1702. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2008.03.013>
14. Shalaby, A. M., Ibrahim, M.A.A.H., Aboregela, A. M. (2019). Effect of aspartame on the placenta of adult albino rat. A Histological and Immunohistochemical Study. *Annals of Anatomy – Anatomischer Anzeiger*, 224, 133–141. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2019.04.007>
15. Xue, Y., Yu, X., Zhang, X., Yu P., Li Y., Fu W. et al. (2021). Protective effects of ginsenoside Rc against acute cold exposure-induced myocardial injury in rats. *Journal of Food Science*, 86(7), 3252–3264. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15757>
16. Razhapova, N.R., Saidakhmedova, Z., Kurbanov, S.R. (2017). Assessment of medico-biological nutritional safety of powder to produce a new kind of fast dissolved milk. *Current Scientific Research in the Modern World*, 5–3(25), 93–97. (In Russian)
17. Roman, B., Brennan, R. A., Lambert, J. D. (2021). Duckweed protein supports the growth and organ development of mice: A feeding study comparison to conventional casein protein. *Journal of Food Science*, 86(3), 1097–1104. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15635>
18. Guo, F., Han, M., Lin, S., Ye H., Chen J., Zhu H. et al. (2021). Enteromorpha prolifera polysaccharide prevents high-fat diet-induced obesity in hamsters: A NMR-based metabolomic evaluation. *Journal of Food Science*, 86(8), 3672–3685. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15818>
19. Batura N. G., Tipsina N. N. (2019). Study of the influence of cereal flakes on the quality of bakery products. *Bulletin OF KSAU*, 12(153), 169–175. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2019-12-169-175> (In Russian)
20. Savelyeva, E.V., Zinurova, E.E., Mingaleeva, Z.S., Maslov, A.V., Starovoitova, O.V., Borisova, S.V. et al. (2019). The study of the possibility of using the additive of plant origin for improvement the quality of yeast and wheat bread. *Journal of Environmental Treatment Techniques*, 7(Special Issue), 1036–1040.
21. Zinurova, E.E., Bagaeva, T.V., Mingaleeva, Z.S., Starovoitova, O.V., Reshetnik, O.A. (2015). Influence of *S. cerevisiae* yeast as a part of the recipe component of flour confectionery on the quality of deep-fat frying. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 6(6), 1751–1755.
22. Pereverzeva, E.R., Treschalina, M.I., Golibrodo, V.A., Tevyashova, A.N., Treschalina, I.D. (2018). Toxicological study of olivamide in chronic experiment on rabbits. *Russian Journal of Biotherapy*, 17(4), 91–97. <https://doi.org/10.17650/1726-9784-2018-17-4-91-97> (In Russian)
23. Katsnelson, B.A., Varaksin, A.N., Panov, V.G., Privalova, L.I., Minigalieva, I.A., Kireyeva, E.P. (2015). Experimental modeling and mathematical description of the chronic combined toxicity as a basis of multi-factor chemical health risks analysis. *Toxicological Review*, 5(134), 37–45. (In Russian)
24. Kuzlyakina, Yu.A., Yurchak, Z.A., Kryuchenko, E.V. (2018). Analysis of the reasons for the implementation of a food safety management system in enterprises producing packaging for food products. *Vsyo o myase*, 6, 28–30. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2018-6-28-30> (In Russian)
25. Yankovskaya, V.S., Dunchenko, N.I. (2020). Scientific concept of modeling and forecasting of food safety and quality indicators. *Milk Industry*, 11, 38–39. <https://doi.org/10.31515/1019-8946-2020-11-38-39> (In Russian)
26. Amelin, V.G., Lavrukina, O.I. (2017). Food safety assurance using methods of chemical analysis. *Journal of Analytical Chemistry*, 72(1), 3–49. <https://doi.org/10.7868/S0044450217010030> (In Russian)
27. Prishchepova, T.S., Patieva, S.V. (2015). Nutritional, biological value of new types of meat-and-cereal preserves for dietary preventive human nutrition. *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*, 10(3(37)), 140–143. <https://doi.org/10.12737/14787> (In Russian)
28. Moliboga E. A. (2016). Expansion of variety line of functional food products by developing technologies of processed cheese product for specialized nutrition. *Agrarian Bulletin OF THE Urals*, 5(147), 74–77. (In Russian)
29. Arefyeva, E. V., Muravyeva, E. V., Maslennikova, N. N. (6–9 October 2020). *Environmental risks caused by floods in built-up areas*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Vladivostok, 666(5), Article 052032. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/666/5/052032>
30. Romanovsky, V. L., Alekseeva, E. I., Gorina, L. N. (6–12 September 2020). *Conducting a comparative analysis of the system state options under various external influences*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety, 962(4), Article 042035. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/962/4/042035>
31. Arefyeva, E., Gorina, L., Alekseeva, E. (2022). Assessment of the Vulnerability of Architectural Monuments to Dangerous Natural Processes. *Lecture Notes in Civil Engineering*, 180, 159–170. https://doi.org/10.1007/978-3-030-83917-8_15
32. Shanina, E.P., Klyukina, E.M., Stafeeva, M.A., Belyaeva, N.V. (2021). Potential of potatoes as a source of nutritional value: Amino acid composition of protein in stubbies of potatoes of the Ural region, Russia. *Research on Crops*, 22(Special Issue), 108–112. <https://doi.org/10.31830/2348-7542.2021.026>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	AUTHOR INFORMATION
Принадлежность к организации	Affiliation
<p>Гумеров Тимофей Юрьевич — кандидат химических наук, доцент, кафедра Технологии пищевых производств, Казанский национальный исследовательский технологический университет 420015, г. Казань, ул. К. Маркса, 68 Тел.: +7-843-231-43-54 E-mail: tt-timofei@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2170-1039 * автор для контактов</p>	<p>Timofey Y. Gumerov, Candidate of Chemical Sciences, Docent, Department of Food Production Technology, Kazan National Research Technological University. 68, K. Marks str., 420015, Kazan, Russia Тел.: +7-843-231-43-54 E-mail: tt-timofei@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2170-1039 * corresponding author</p>
<p>Усманова Аделя Рафаэлевна — студент, Институт пищевых производств и биотехнологии, Факультет пищевых технологий, Казанский национальный исследовательский технологический университет 420015 г. Казань, ул. К. Маркса, 68 Тел.: +7-843-231-43-54 E-mail: adelya_rafal@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2082-9732</p>	<p>Adelya R. Usmanova, Student, Institute of Food Production and Biotechnology, Faculty of Food Technology, Kazan National Research Technological University 68, K. Marks str., 420015, Kazan, Russia Тел.: +7-843-231-43-54 E-mail: adelya_rafal@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2082-9732</p>
<p>Мингалеева Замира Шамиловна — доктор технических наук, доцент, профессор, Кафедра технологии пищевых производств, Казанский национальный исследовательский технологический университет 420015, г. Казань, ул. Карла Маркса, 68 Тел.: +7-843-231-95-83 E-mail: mingaleeva06@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3076-9104</p>	<p>Zamira Sh. Mingaleeva, Doctor of Technical Sciences, Docent, Professor, Department of Food Production Technology, Kazan National Research Technological University 68, K. Marks str., 420015, Kazan, Russia Тел.: +7-843-231-95-83 E-mail: mingaleeva06@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3076-9104</p>
<p>Тарасова Евгения Юрьевна — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатория микотоксинов, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности 420075, г. Казань, Научный городок-2 Тел.: +7-843-239-53-20 E-mail: Evgenechka1885@gmail.com ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9056-5798</p>	<p>Evgeniya Y. Tarasova, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Mycotoxin Laboratory, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety Scientific town-2, 420075 Kazan, Russia Тел.: +7-843-239-53-20 E-mail: Evgenechka1885@gmail.com ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9056-5798</p>
Критерии авторства	Contribution
Авторы в равных долях имеют отношение к написанию рукописи и одинаково несут ответственность за плагиат.	Authors equally relevant to the writing of the manuscript, and equally responsible for plagiarism.
Конфликт интересов	Conflict of interest
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.	The authors declare no conflict of interest.