

А.Р. Абушаева¹, ✉
М.К. Садыгова¹,
А.Б. Абуова²

¹Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова, Саратов, Россия

²Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности, Алматы, Казахстан

✉ asiyatugush@mail.ru

Поступила в редакцию:
16.12.2022

Одобрена после рецензирования:
01.06.2023

Принята к публикации:
21.06.2023

Asiya R. Abushaeva¹, ✉
Madina K. Sadygova¹,
Altynai B. Abuova²

¹Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

²Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry, Almaty, Kazakhstan

✉ asiyatugush@mail.ru

Received by the editorial office:
16.12.2022

Accepted in revised:
01.06.2023

Accepted for publication:
21.06.2023

Влияние мучных кондитерских изделий на основе муки из зерна светлозерной ржи и продуктов переработки моркови и свеклы столовой на поведенческие реакции лабораторных крыс

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В современных условиях в связи с возрастающей популярностью здорового питания все больше внимания уделяется функциональным пищевым продуктам, позволяющим эффективно решать проблему профилактики и лечения различных заболеваний, связанных с дефицитом тех или иных веществ. В производстве функциональных продуктов питания используют природные биологически активные вещества растительного происхождения, оказывающие влияние не только на здоровье, но и на поведенческие реакции лабораторных животных.

Методы. Животных контрольной группы содержали на стандартном рационе, состоявшем из смеси зерновых, в соответствии с рекомендациями. В экспериментальных группах осуществляли замену кормов основного рациона на экспериментальные мучные кондитерские изделия функционального назначения, разработанные авторами, и на изделия, реализуемые в торговых сетях. Поведенческие особенности лабораторных крыс оценивали в тесте «Открытое поле». Достоверность отличий определяли методами непараметрической статистики (при $p < 0,05$).

Результаты. Результаты указывают на положительное влияние рациона с содержанием мучных кондитерских изделий на основе муки из зерна светлозерной ржи с продуктами переработки овощей на поведенческие реакции лабораторных крыс. Регулярное потребление мучных кондитерских изделий на основе муки из зерна светлозерной ржи и продуктов переработки корнеплодов моркови и свеклы столовой повышает активно-поисковую и снижает пассивно-оборонительную компоненты поведения лабораторных животных.

Ключевые слова: лабораторные крысы, динамика изменения массы тела лабораторных животных, поведенческие реакции, тест «открытое поле»

Для цитирования: Абушаева А.Р., Садыгова М.К., Абуова А.Б. Влияние мучных кондитерских изделий на основе муки из зерна светлозерной ржи и продуктов переработки моркови и свеклы столовой на поведенческие реакции лабораторных крыс. *Аграрная наука*. 2023; 372(7): 138–143. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-372-7-138-143>

© Абушаева А.Р., Садыгова М.К., Абуова А.Б.

The influence of flour confectionery products based on flour from light-grain rye and processed products of carrots and beets on the behavioral reactions of laboratory rats

ABSTRACT

Relevance. In modern conditions, due to the increasing popularity of healthy nutrition, more and more attention is being paid to functional foods that can effectively solve the problem of prevention and treatment of various diseases associated with a deficiency of certain substances. In the production of functional food products, natural biologically active substances of plant origin are used, which have an impact not only on health, but also on the behavioral reactions of laboratory animals.

Methods. The animals of the control group were kept on a standard diet, consisting of a mixture of cereals in accordance with the recommendations. In the experimental groups, the feed of the main diet was replaced with experimental functional flour confectionery products developed by the authors of the work, and with products sold in retail stores. Behavioral features of laboratory rats were evaluated in the «Open Field». The reliability of the differences was determined by nonparametric statistics (at $p < 0.05$).

Results. The results indicate a positive effect of a diet containing flour confectionery products based on flour from light rye grain with vegetable processing products on the behavioral reactions of laboratory rats. Regular consumption of flour confectionery products based on flour from light-grain rye and processed products of carrot and beet root vegetables in the dining room increases the active-search and reduces the passive-defensive components of the behavior of laboratory animals.

Key words: laboratory rats, dynamics of changes in body weight of laboratory animals, behavioral reactions, «Open Field» test

For citation: Abushaeva A.R., Sadygova M.K., Abuova A.B. The influence of flour confectionery products based on flour from grain of light-grain rye and processed products of carrots and beets on the behavioral reactions of laboratory rats. *Agrarian science*. 2023; 372(7): 138–143 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-372-7-138-143>

© Abushaeva A.R., Sadygova M.K., Abuova A.B.

Введение / Introduction

В связи с развитием науки о питании и стремлением населения поддерживать физическое и умственное здоровье потребление и производство функциональных пищевых продуктов становится всё более востребованным. Согласно концепции национальной технологической инициативы перед индустрией питания до 2035 г. ставятся задачи по созданию, производству и реализации персонализированных и общих (на основе традиционного сырья и его заменителей) продуктов питания с применением здоровьесберегающих технологий (с учетом заболеваний, пищевых аллергий, видов профессиональной деятельности, национальных традиций и т. д.) [1].

В соответствии со стратегией формирования здорового образа жизни населения, профилактики и контроля неинфекционных заболеваний на период до 2025 года основой профилактики и контроля неинфекционных заболеваний является здоровый образ жизни, направленный на предупреждение возникновения и развития неинфекционных заболеваний и характеризующийся исключением или сокращением действия поведенческих факторов риска, к числу которых относится нерациональное питание, а также неадаптивное преодоление стрессов. Министерство здравоохранения Российской Федерации¹.

Расширение ассортимента мучных кондитерских изделий функционального назначения возможно за счет более широкого использования растительного сырья, содержащего ценные для функционирования организма человека биологически активные вещества [2]. В состав мучных кондитерских изделий вводятся специальные растительные добавки с высоким содержанием биологически активных веществ, которые активизируют функцию отдельных систем организма, нормализуют метаболизм, восполняют дефицит микро- и макроэлементов, пищевых волокон и витаминов, а также снижают риск развития заболеваний, связанных с увеличением веса [3].

Воздействие на организм человека и животных такого фактора, как питание, оказывает существенное влияние на функциональные изменения в органах и системах [4]. Мучные кондитерские изделия на основе муки из зерна светлосерой ржи с продуктами переработки овощей богаты антиоксидантами природного происхождения, к которым относятся витамины C, A, K, PP, бета-каротин, витамин E и его производные, эфирные масла, фенольные соединения, а также минеральные вещества селен, цинк и сера [5]. Фенольные соединения, содержащиеся в муке из зерна светлосерой ржи и продуктах переработки овощей из корнеплодов моркови и свеклы столовой, обладают обширными биологическими функциями и оказывают благоприятное воздействие на живой организм, в том числе и на поведенческие реакции [6, 7].

При регулярном питании содержание глюкозы в кровотоке удерживается на стабильном уровне, а организм обогащается витаминами, макро- и микроэлементами, что в свою очередь оказывает положительное влияние на самочувствие и эмоциональное состояние человека. Например, в последнее время всё чаще подтверждается, что продукты питания, содержащие в своем составе полиненасыщенные жирные кислоты омега-3, помогают преодолевать депрессию. Недостаток селена в ор-

ганизме вызывает ухудшение настроения и склонность к депрессиям. Рекомендованная доза данного микроэлемента, необходимого для поддержания психоэмоционального состояния человека, составляет 55 мкг в сутки, а магний благотворно воздействует на нервную систему (при употреблении по 150 мг магния в сутки проходит состояние стресса и нервозности) [8].

Цель исследования — изучение влияния мучных кондитерских изделий на основе муки из зерна светлосерой ржи и продуктов переработки овощей на поведенческие реакции использованных в эксперименте лабораторных крыс.

Материал и методы исследования / Material and methods

Испытания проведены в условиях ветеринарной клиники Саратовского государственного университета генетики, биотехнологии и инженерии им Н.И. Вавилова в 2022 году.

Исследования включали оценку таких показателей, как летальность, динамика массы тела, поведенческая реакция крыс.

Влияние продуктов на массу крыс изучали в эксперименте *in vivo*, для этого были сформированы четыре экспериментальные и одна контрольная группы по пять лабораторных крыс массой 300–350 г в каждой. Животных контрольной группы содержали на рационе из смеси зерновых согласно ГОСТ 34566-2019². В экспериментальных группах в соответствии с матрицей исследования (табл. 1) осуществляли замену кормов основного рациона на экспериментальные мучные кондитерские изделия функционального назначения, разработанные авторами: 1-й образец — песочное печенье «Кишер» (СТО, РЦ, ТИ 00493497-002-2016 Песочное печенье с добавлением продуктов переработки овощей «Кишер») [7], 2-й образец — песочное печенье «Кишер» на основе муки из светлосерой ржи сорта «Солнышко» (СТО, РЦ, ТИ 00493497-004-2018 Песочное печенье «Кишер» на основе муки из светлосерой ржи с применением продуктов переработки овощей), 3-й образец — заварные пряники «Бал» (СТО, ТИ, РЦ 10.71-006-00493497-2020 Пряничное изделие с морковным джемом «Бал») [9, 10].

Пищевая ценность мучных кондитерских изделий определена актуальными стандартизированными методами. Средства измерений, измерительное оборудование и реактивы соответствовали требованиям для проведения эксперимента.

Для сравнения динамики влияния мучных кондитерских изделий на организм лабораторных животных в рацион дополнительной группы ввели сахарное молочное печенье «Семейный амбар» для детского питания, реализуемое в торговых сетях, — 4-й образец. Выбор данного печенья связан с тем, что оно относится к той же группе мучных кондитерских изделий, как и другие опытные образцы.

Масса корма в расчете на одну голову включала следующие компоненты: 24 г — зерновые, 10 г — овощные, 5 г — белок (мясо, рыба, яйцо, сваренное один раз в два дня). Для 2-й, 3-й и 4-й опытных групп рацион частично заменили на 25 г мучных кондитерских изделий на основе муки из светлосерой ржи и продуктов переработки корнеплодов моркови и свеклы столовой, а для 5-й

¹ Приказ от 15 января 2020 года № 8 «Об утверждении Стратегии формирования здорового образа жизни населения, профилактики и контроля неинфекционных заболеваний на период до 2025 года» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/564215449> (дата обращения: 20.02.2023).

² ГОСТ 34566-2019 Комбикорма полнорационные для лабораторных животных. Технические условия.

Таблица 1. Матрица исследований
Table 1. Research matrix

Группа	Рацион согласно ГОСТ 34566-2019, %	Мучные кондитерские изделия, %			
		1-й образец	2-й образец	3-й образец	4-й образец
Контроль	100,0	–	–	–	–
Группа 1-я	35,9	64,1	–	–	–
Группа 2-я	35,9	–	64,1	–	–
Группа 3-я	35,9	–	–	64,1	–
Группа 4-я	35,9	–	–	–	64,1

группы — на 25 г сахарного печенья, приобретенного в торговой сети. Вода была предоставлена без ограничений, продолжительность эксперимента — 45 дней. В течение эксперимента массу тела лабораторных крыс определяли через каждые 15 дней (в г) в каждой группе, на основании полученных результатов определяли величину прироста относительно первичных данных.

Прирост (%) вычисляли по формуле:

$$P = 100 \times \frac{(A_2 - A_1)}{A_1},$$

где P — прирост, A_1 — исходное значение, A_2 — конечное значение.

Поведенческие особенности лабораторных крыс оценивали в тесте «Открытое поле» [11]. Тест был проведен на взрослых крысах (самцах). Все животные находились в стандартных лабораторных условиях, содержались при естественном режиме освещения со свободным доступом к воде и пище. Лабораторных животных не подвергали физической нагрузке.

Установка для проведения эксперимента представляет собой белую прямоугольную камеру размером 100 x 100 см с пластмассовыми стенками, высота которых 40 см. Пол установки представлен в виде листа белого пластика, на который черной краской нанесена решетка, по полу равномерно расположены 16 отверстий диаметром 6 см. Освещение производится лампой 50 Вт, которая расположена на высоте 150 см над центром поля.

В процессе проведения теста лабораторную крысу помещали в угол камеры. Наблюдение за поведением животного

длилось в течение 3 минут, в процессе которого регистрировали следующие показатели:

- 1) горизонтальная двигательная активность или локомоция — количество пересеченных секторов-квадратов;
- 2) вертикальная двигательная активность или ориентировочная реакция — количество стоек с упором и без упора;
- 3) исследовательская активность — количество заглядываний в «норки» и «норковый рефлекс» или заглядывание в «норку» с погружением головы до линии ушей или глубже;
- 4) количество дефекаций или эмоциональная реакция;
- 5) общая двигательная активность или сумма количества локомоций, стоек и заглядываний в «норки» [12].

Таблица 2. Пищевая ценность мучных кондитерских изделий
Table 2. Nutritional value of flour confectionery products

Показатель	Содержание в 100 г мучных кондитерских изделий, мг				Степень удовлет. суточной потребности (пищевая ценность), %				Суточная потреб-ность взрослого человека
	1-й образец	2-й образец	3-й образец	4-й образец	1-й образец	2-й образец	3-й образец	4-й образец	
Основные вещества									
Белки	4,45	3,03	6,0	7,7	5,93	4,04	0,67	10,27	75
Жиры	25.69	0,66	13,28	16,1	30,95	0,79	8,0	19,40	83
Углеводы	54,98	17,22	67,46	68,7	15,15	4,7	16,0	18,87	364
ПВ	2,15	47,56	94,07	1,3	7,17	158,53	313,57	4,33	30
Макроэлементы									
Са	48,69	17,38	42,96	29,0	5,27	8,67	4,3	2,90	1000
Na	71,48	1,21	31,98	330,0	1,19	0,02	0,53	5,50	6000
K	141,97	124,79	285,49	110,0	3,55	3,11	7,14	2,75	4000
P	68,90	107,14	221,38	90,0	6,89	10,7	22,14	9,00	1000
Mg	19,775	61,99	75,63	20,0	4,94	15,498	18,91	5,00	400
S	33,08	32,0	39,89	–	3,31	3,2	3,99	–	1000
Микроэлементы									
Fe	0,805	2,456	3,29	2,1	5,75	17,54	23,5	15,00	14
Cu	0,052	0,103	0,1525	–	5,2	10,3	15,25	–	1
Zn	0,37	0,58	0,761	–	3,08	4,83	6,34	–	12
Se	0,002	0,006	8,29	–	3,64	10,91	15072,73	–	0,055
Co	0,0007	–	0,00003	–	7,0	–	0,3	–	0,010
Mn	0,261	0,551	131,33	–	13,03	27,55	6566,5	–	2
Витамины									
A (ретинол)	0,327	0,427	0,24	0,01	36,34	47,44	26,67	1,11	0,9
Бета-каротин	2,060	2,593	1,499	0,008	41,20	51,86	29,98	0,16	5
C (аскорбиновая кислота)	0,89	0,9	1,635	–	0,98	1,0	1,82	–	90
E (токоферол)	6,852	7,175	4,065	3,5	45,6	47,83	27,1	23,33	15
K (филлохинон)	0,031	0,033	16,792	–	25,58	27,5	13,99	–	0,12
B ₁ (тиамин)	0,079	0,13	0,26	0,08	5,27	8,67	17,33	5,33	1,5
B ₂ (рибофлавин)	0,060	0,123	0,12	0,05	3,33	6,83	6,67	2,78	1,8
B ₅ (пантотеновая кислота)	0,195	0,276	0,325	–	3,9	5,52	6,5	–	5
B ₆ (пиридоксаль-5-фосфат)	0,095	0,128	0,175	–	4,75	6,4	8,75	–	2
PP или B ₃ (ниацин или никотиновая кислота)	0,990	1,067	0,93	1,9	4,95	5,34	4,65	9,5	20
Полиненасыщенные жирные кислоты									
Омега-3	13,766	44,336	58,04	–	0,37–1,53	1,2–4,93	1,57–6,45	–	900–3700
Омега-6	3617,956	3843,46	2077,42	–	21,54–76,98	22,88–81,78	12,37–44,20	–	4700–16 800
Энергетическая ценность, кКал	468,93	82,94	413,36	451,0	99,99	3,32	16,53	18,04	2500

Таблица 3. Динамика изменения массы тела лабораторных крыс ($n = 5$)Table 3. Dynamics of changes in body weight of laboratory rats ($n = 5$)

Показатель	День	Группа				
		Контроль	Группа 2-я	Группа 3-я	Группа 4-я	Группа 5-я
Масса, г	0	302,2 ± 0,5	305,4 ± 0,4	303,2 ± 0,5	301,0 ± 0,5	302,2 ± 0,6
	15	309,4 ± 1,1	324,2 ± 0,8	323,2 ± 0,8	322,4 ± 0,9	326,1 ± 1,0
	30	312,1 ± 1,1	337,3 ± 1,0	334,4 ± 0,9	335,4 ± 0,9	338,3 ± 0,9
	45	316,1 ± 1,3	351,3 ± 1,1*	349,1 ± 0,9*	349,3 ± 1,0*	352,1 ± 1,1
Прирост, %	0	–	–	–	–	–
	15	2,3 ± 0,2	6,25 ± 0,1*5	6,6 ± 0,1*	7,0 ± 0,1*	7,95 ± 0,15*
	30	3,3 ± 0,2	10,5 ± 0,2*	10,2 ± 0,2*	11,3 ± 0,1*	11,9 ± 0,1*
	45	4,65 ± 0,25*	15,1 ± 0,2*	15,2 ± 0,1*	15,95 ± 0,15*	16,55 ± 0,15*

Примечание: * $p < 0,05$.

Статистическую обработку по результатам эксперимента осуществляли в среде Microsoft Excel 2010 (Microsoft Corporation, США). Оценка аналитической надежности методов исследования осуществлялась путем статистического контроля правильности и воспроизводимости. Достоверность отличий определяли методами непараметрической статистики (при $p < 0,05$).

Результаты и обсуждение /

Results and discussion

Введение в рецептуру мучных кондитерских изделий муки из светлосерной ржи, тонкодисперсных порошков из корнеплодов моркови и свеклы столовой, цуката и джема из моркови с уменьшением доли вводимого сахара белого влияет на пищевую ценность готовых изделий (табл. 2).

Из расчетов видно, что у мучных кондитерских изделий на основе муки из светлосерной ржи с продуктами переработки овощей пищевая ценность преобладает (по сравнению с сахарным молочным печеньем «Семейный амбар» для детского питания — 4-й образец) в 6,04, 6,34 и 4,67 раза для 1-го, 2-го и 3-го образца соответственно. В основном изделия богаты антиоксидантами природного происхождения, такими как: *Mg* больше, чем в 1-м и 4-м образцах, для 2-го образца — в 3,14 и 3,0 раза, а для 3-го образца — в 3,83 и в 3,78 раза соответственно; *Fe* больше, чем в 1-м и 4-м образцах, для 2-го образца — в 3,05 и в 1,17 раза, для 3-го образца — в 4,09 и в 1,57 раза соответственно; *B₁* больше, чем в 1-м и 4-м образцах, для 2-го образца — в 2,05 и в 2,46 раза, для 3-го образца — в 2,0 и в 2,4 раза соответственно; в 1-м, 2-м, 3-м образцах (по сравнению с 4-м) преобладает содержание витамина *A* — в 32,74, 42,74 и 24,03 раза, бета-каротина — на 41,04%, 51,7% и 29,82%, витамин *E* — на 22,27%, 24,5% и 3,77% соответственно. С внесением муки из светлосерной ржи сорта «Солнышко» и продуктов переработки овощей изделия обогащаются: микроэлементами (*Cu*, *Zn*, *Se*, *Co*, *Mn*), витаминами (*C*, *K*, *B₅*, *B₆*), а также полиненасыщенными жирными кислотами омега-3 и омега-6, являющимися антиоксидантами, которые придают изделиям функциональные

свойства. Энергетическая ценность ниже в изделиях на основе муки из светлосерной ржи (2-й и 3-й образцы) на 96,67% и 83,46% (по сравнению с 1-м образцом), а также на 14,72% и 1,51%, в отличие от 4-го образца. В 1-м образце энергетическая ценность выше, чем в 4-м, на 81,95% в связи с большим содержанием жира (на 11,55% больше), что предусмотрено технологией изготовления песочного печенья. Содержание пищевых волокон в 1-м, 2-м и 3-м образцах больше в 1,66, 36,61 и 72,42 раза, чем в 4-м образце, что указывает на диетические свойства продукта.

Мониторинг потребления корма экспериментальными животными всех групп показал, что его показатель поедаемости корма животными экспериментальных групп не имел достоверной разницы, следовательно, исследуемый продукт для животных в плане предпочтения не отличался от привычного рациона.

Развитие животных проходило практически с равной интенсивностью без видимых отклонений (табл. 3). Сохранность за период наблюдений во всех группах составила 100%. В течение первых 15 дней эксперимента наибольший прирост массы тела (7,0% и 7,95%) был отмечен в 4-й и 5-й экспериментальных группах, где корм заменяли на заварные пряники «Бал» и сахарное молочное печенье «Семейный амбар» для детского питания, а наименьший (6,25% и 6,6%) — во 2-й и 3-й группах, тогда как в контрольной группе прирост был равен 2,3%. В результате к 45-му дню эксперимента в контрольной группе прирост был равен 4,65%, самое высокое увеличение массы тела лабораторных крыс зафиксировано в 5-й группе (16,55%), что доказывает перенасыщение сахарного молочного печенья «Семейный амбар» для детского питания жирами и легкоусвояемыми углеводами, способствующими увеличению массы лабораторных животных. В опытных группах прирост меньше и составил: во 2-й — 15,1%, в 3-й — 15,2%, в 4-й — 15,95%. Данный показатель и наличие сложных углеводов в опытных мучных кондитерских изделиях, продлевающих чувство сытости и способствующих выведению токсинов и шлаков из организма, указывают на то, что мучные кондитерские изделия на основе муки из

Таблица 4. Влияние на показатели поведенческих реакций крыс в тесте «Открытое поле» на фоне питания мучными кондитерскими изделиями

Table 4. Influence on the indicators of behavioral reactions of rats in the «Open field» test against the background of eating flour confectionery

Показатель	Экспериментальные группы				
	Контроль	Группа 2-я	Группа 3-я	Группа 4-я	Группа 5-я
Горизонтальная двигательная активность (количество пересеченных секторов)	8	7	8	8	6
Вертикальная двигательная активность (количество стоек)	2	3	4	4	2
Исследовательская активность (количество обследованных «норок»)	2	3	3	3	1
Эмоциональные реакции (количество дефекаций)	2	3	3	3	2
Общая двигательная активность	16	17	19	20*	14

светлозерной ржи и продуктов переработки корнеплодов моркови и свеклы столовой можно рекомендовать для профилактики множества заболеваний.

Результаты исследования двигательных компонентов ориентировочной реакции и эмоциональной реактивности лабораторных крыс по методике «Открытое поле» представлены в таблице 4.

Поведение лабораторных крыс указывает на активность приспособления к факторам окружающей среды, воздействующим на животных. В начале эксперимента лабораторные животные испытывают некоторый стресс при помещении в экспериментальную установку «Открытое поле», что отражается на их поведении. На состояние активно-поисковой компоненты поведения животных указывают горизонтальная, вертикальная двигательная активность, «норковый рефлекс», пассивно-оборонительный — уровень дефекаций и умывание [13]. Регулярное потребление мучных кондитерских изделий оказывает влияние на потребность и формирование двигательной активности, эмоциональные реакции, регуляцию метаболических процессов [14, 15].

В результате эксперимента в контрольной группе лабораторных животных, находившихся на стандартном питании, было отмечено увеличение горизонтальной двигательной активности и исследовательской активности (табл. 4), тогда как по ориентировочной активности особых различий не выявлено.

В группах лабораторных животных, в рацион которых входили мучные кондитерские изделия, наблюдалось увеличение горизонтальной двигательной и исследовательской активности, за исключением 5-й группы лабораторных крыс (табл. 4). При этом более выраженное увеличение исследовательской активности (число обследуемых «норок»), а также общей двигательной активности было отмечено при употреблении животными мучных кондитерских изделий на основе муки из светлозерной ржи и продуктов переработки корнеплодов моркови и свеклы столовой. Достоверных различий по показателям ориентировочных реакций не было выявлено.

Исследование показало, что регулярное потребление мучных кондитерских изделий на основе муки из светлозерной ржи и продуктов переработки корнеплодов моркови и свеклы столовой способствует повышению уровня двигательной активности животных, а также отмечено более значимое увеличение показателей двигательных и исследовательских реакций лабораторных животных. В то же время отмечается, что исследовательская активность (количество обследованных «норок») и вертикальная двигательная активность (количество стоек) у 5-й группы лабораторных животных,

в рацион которых внесено сахарное молочное печенье «Семейный амбар» для детского питания, меньше, чем в контрольной и других опытных группах. Это указывает на снижение метаболических процессов в организме животных и уровня эмоциональных реакций. При потреблении мучных кондитерских изделий во 2-й, 3-й и 4-й группах общая двигательная активность животных возрастает на 6,25%, 18,75% и 25% соответственно, а в 5-й группе уменьшается на 12,5% (по сравнению с контролем), что указывает на положительное влияние мучных кондитерских изделий на основе муки из светлозерной ржи и продуктов переработки овощей на самочувствие и эмоциональное состояние лабораторных животных.

Выводы / Conclusion

Исследовано влияние мучных кондитерских изделий на основе муки из светлозерной ржи и продуктов переработки овощей на поведенческие реакции, использованных в эксперименте лабораторных крыс.

Изучена динамика изменения массы тела лабораторных крыс. Показатель поедаемости корма лабораторными животными экспериментальных групп не имел достоверной разницы, следовательно, исследуемый продукт для животных в плане предпочтения не отличался от привычного рациона. К 45-му дню эксперимента самое высокое увеличение массы тела лабораторных крыс было зафиксировано в 5-й группе, в рацион которой входит сахарное молочное печенье «Семейный амбар» для детского питания, реализуемое в торговых сетях. Во 2-й, 3-й и 4-й опытных группах данный показатель меньше на 0,6–1,45%, что указывает на диетические свойства мучных кондитерских изделий на основе муки из светлозерной ржи и продуктов переработки корнеплодов моркови и свеклы столовой.

Регулярное потребление мучных кондитерских изделий на основе муки из светлозерной ржи и продуктов переработки корнеплодов моркови и свеклы столовой повышает активно-поисковую компоненту поведения лабораторных животных на 8,3–25,0% и 44,4–66,7% (по сравнению с контрольной и 5-й группами) соответственно. В то же время наблюдается незначительное повышение пассивно-оборонительной компоненты на 33,3%, в отличие от контрольной и 5-й групп, за счет увеличения количества дефекаций. Данное явление объясняется тем, что мука из светлозерной ржи и продукты переработки моркови и свеклы столовой содержат в своем составе пищевые волокна, которые в свою очередь удерживают воду в кишечнике и повышают осмотическое давление в его просвете, тем самым увеличивая объем фекалий.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Авторы внесли вклад в эту научную работу (А.Р. Абушаева — 45%, М.К. Садыгова — 45%, А.Б. Абуова — 10%).

Все авторы участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

All authors bear responsibility for the work and presented data.

The authors contributed to this scientific work (A.R. Abusheeva — 45%, M.K. Sadygova — 45%, A.B. Abuova — 10%).

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Корнен Н.Н., Лукьяненко М.В., Шахрай Т.А. Антиоксидантная активность пищевых добавок, полученных из вторичных растительных ресурсов. *Научный журнал КубГАУ*. 2017; 126(02): 109–118. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-126-007>
2. Цыбикова Г.Т., Разуваева Я.Г., Торопова А.А., Николаев С.М. Антимутагенные и антиоксидантные свойства кондитерских изделий, содержащих порошок из листьев *Hippophae rhamnoides* L. *Вопросы питания*. 2018; 87(1): 92–97. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10011>
3. Федянина Л.Н., Лях В.А., Смертина Е.С. Оценка эффективности профилактического действия хлеба с добавлением экстракта бурых водорослей. *Вестник КрасГАУ*. 2018; (5): 275–280. <https://elibrary.ru/migxnr>

REFERENCES

1. Kornen N.N., Lukyanenko M.V., Shahray T.A. Antioxidant activity of food additives derived from secondary plant resources. *Scientific Journal of KubSAU*. 2017; 126(02): 109–118 (In Russian). <https://doi.org/10.21515/1990-4665-126-007>
2. Tsybikova G.Ts., Razuvaeva Ya.G., Toropova A.A., Nikolaev S.M. Antimutagenic and antioxidant features of confectionery products containing the powder from the leaves of *Hippophae rhamnoides* L. *Problems of Nutrition*. 2018; 87(1): 92–97 (In Russian). <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10011>
3. Fedyanina L.N., Lyakh V.A., Smertina E.S. Evaluation of the effectiveness of preventive effect of bread with extract of brown seaweed. *Bulletin of KSAU*. 2018; (5): 275–280 (In Russian). <https://elibrary.ru/migxnr>

4. Хатуаев Р.О., Попов В.И., Клепиков О.В., Магомедов Г.О. Гигиеническая оценка использования сбитых хлебобучочных изделий без дрожжей как перспективного продукта профилактического питания. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(8): 767–771. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-8-767-771>
5. Abushaeva A., Sadygova M., Kondrashova A. Development of Pastry Formulas with High Antioxidant Content. *BIO Web of Conferences*. 2022; 43: 03024. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20224303024>
6. Ушакова Ю.В., Рысмухамбетова Г.Е., Зирук И.В., Козлов С.В., Копчечки М.Е. Изучение влияния безглютенового питания на организм крыс. *Ветеринарный врач*. 2021; (2): 55–63. <https://elibrary.ru/acmmmg>
7. Филонова Н.Н., Садыгова М.К., Белова М.В. Белозерная рожь в рецептуре зернового хлеба «Алатырь». *Инновационные технологии производства пищевых продуктов. Материалы Международной научно-практической конференции*. Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. 2016; 112–115. <https://elibrary.ru/xgqqyt>
8. Малеев Ю.В., Ульянова О.В. Основа профилактики всех заболеваний — рациональное питание. *Современная медицина: новые подходы и актуальные исследования. Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 30-летию юбилею Медицинского института*. Грозный: Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова. 2020; 480–488. <https://elibrary.ru/ioukdu>
9. Тугуш А.Р., Садыгова М.К., Белова М.В. Способ приготовления песочного печенья с добавлением продуктов переработки овощей. Патент РФ № 2688767. Дата начала отсчета срока действия патента: 22.05.2018. Опубликовано: 22.05.2019.
10. Сафиуллина А.Р., Садыгова М.К. Способ производства заварных пирожков повышенной пищевой ценности. Патент РФ № 2020126763. Дата начала отсчета срока действия патента: 10.08.2020. Опубликовано: 04.02.2021.
11. Tugush A.R., Sadygova M.K., Anikienko T.I., Kondrashova A.V., Ivanova Z.I. Choux gingerbread production technology based on light rye flour. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020; 640: 022071. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/640/2/022071>
12. Henry B.L., Minassian A., Yang D.U., Paulus M.P., Geyer M.A., Perry W. Cross-species assessments of motor and exploratory behavior related to bipolar disorder. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*; 2010; 34(8): 1296–1306. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2010.04.002>
13. Якимович И.Ю. и др. Поведенческие реакции белых крыс в тесте «Открытое поле» при воздействии регулярной физической нагрузки различного характера. *Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины*. 2019; 9(3): 48–51. <https://elibrary.ru/uaqvqf>
14. Нилова Л.П., Пилипенко Т.В. Оценка антиоксидантных свойств обогащенных хлебобучочных изделий в эксперименте на лабораторных животных. *Вопросы питания*. 2016; 85(6): 39–47. <https://elibrary.ru/xgsfnj>
15. Бабкин В.А. и др. Медико-биологические свойства хлеба и мучных кондитерских изделий с арабиногалактаном ливненицы. *Химия растительного сырья*. 2012; (2): 185–193. <https://elibrary.ru/pjtorf>
4. Khatuaev R.O., Popov V.I., Klepikov O.V., Magomedov G.O. Hygienic assessment of the use of aerated flour-based food without yeast as a promising product for the preventive nutrition. *Hygiene and sanitation*. 2018; 97(8): 767–771 (In Russian). <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-8-767-771>
5. Abushaeva A., Sadygova M., Kondrashova A. Development of Pastry Formulas with High Antioxidant Content. *BIO Web of Conferences*. 2022; 43: 03024. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20224303024>
6. Ushakova Yu.V., Rysmukhambetova G.E., Ziruk I.V., Kozlov S.V., Kopychekchi M.E. Study of the effect of gluten-free nutrition on the body of rats. *Veterinary Vrach*. 2021; (2): 55–63 (In Russian). <https://elibrary.ru/acmmmg>
7. Filonova N.N., Sadygova M.K., Belova M.V. White rye in the recipe of grain bread «Alatyr». *Innovation technologies of food production. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*. Saratov: Saratov State Vavilov Agrarian University. 2016; 112–115 (In Russian). <https://elibrary.ru/xgqqyt>
8. Maleev Y.V., Ulyanova O.V. The basis for prevention of all diseases — rational diet. *Modern Medicine new: approaches and current research. Proceedings of the international scientific and practical conference, dedicated to 30th anniversary of the Medical Institute*. Grozny: Kadyrov Chechen State University. 2020; 480–488 (In Russian). <https://elibrary.ru/ioukdu>
9. Tugush A.R., Sadygova M.K., Belova M.V. Method for preparation of shortbread cookie with addition of vegetables processing products. RF Patent No. 2688767. Starting date of the patent validity period: 22.05.2018. Published: 22.05.2019 (in Russian).
10. Safiullina A.R., Sadygova M.K. Method of production of custard cakes of increased nutritional value. RF Patent No. 2020126763. Starting date of the patent validity period: 10.08.2020. Published: 04.02.2021 (In Russian).
11. Tugush A.R., Sadygova M.K., Anikienko T.I., Kondrashova A.V., Ivanova Z.I. Choux gingerbread production technology based on light rye flour. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020; 640: 022071. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/640/2/022071>
12. Henry B.L., Minassian A., Yang D.U., Paulus M.P., Geyer M.A., Perry W. Cross-species assessments of motor and exploratory behavior related to bipolar disorder. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*; 2010; 34(8): 1296–1306. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2010.04.002>
13. Yakimovich I.Yu. et al. Behavioral reactions of white rats in the test «Open field» under influence of regular physical load of different character. *Crimean Journal of Experimental and Clinical Medicine*. 2019; 9(3): 48–51 (In Russian). <https://elibrary.ru/uaqvqf>
14. Nilova L.P., Pilipenko T.V. Evaluation of antioxidant properties of enriched bakery products in experiment on laboratory animals. *Problems of Nutrition*. 2016; 85(6): 39–47 (In Russian). <https://elibrary.ru/xgsfnj>
15. Babkin V.A. et al. Medical and biological properties of bakery and pastry products enriched with larch arabinogalactan. *Chemistry of plant raw material*. 2012; (2): 185–193 (In Russian). <https://elibrary.ru/pjtorf>

ОБ АВТОРАХ:

Асия Рафаильевна Абушаева, аспирант, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова, ул. Соколова, 335, Саратов, 410005, Россия asiyatugush@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-0228-0523>

Мадина Карипулловна Садыгова, доктор технических наук, профессор, доцент, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова, ул. Соколова, д. 335, Саратов, 410005, Россия sadigova.madina@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0002-9918-852X>

Алтынай Бурхатовна Абуова, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности, пр-т. Гагарина, д. 238, Алматы, 050060, Казахстан a_burkhatovna@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-1987-8417>

ABOUT THE AUTHORS:

Asiya Rafailyevna Abushayeva, Postgraduate Student, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, 335 Sokolova Str., Saratov, 410005, Russia asiyatugush@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-0228-0523>

Madina Karipullovna Sadygova, Doctor of Technical Sciences, Professor, Associate Professor, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, 335 Sokolova Str., Saratov, 410005, Russia sadigova.madina@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0002-9918-852X>

Altynai Burkhatovna Abuova, Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher, Kazakh research institute of processing and food industry, 238 Gagarin Ave., Almaty, 050060, Kazakhstan a_burkhatovna@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-1987-8417>