

DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-4-65-70
УДК 615.03:636.084.3

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ.
ВЛИЯНИЕ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ С ДОБАВЛЕНИЕМ РАСТВОРА БЕНЗОАТА НАТРИЯ И СОЛЯНОЙ КИСЛОТЫ
НА ЗДОРОВЬЕ ЛАБОРАТОРНЫХ КРЫС**

**Акимова М.А. ORCID ID 0000-0001-8643-3613, Акимов Д.Ю. ORCID ID 0000-0003-3141-492X,
Бармина Т.Г. ORCID ID 0000-0002-7807-0768, Веснина Е.В. ORCID ID 0000-0003-4876-1397,
Макарова М.Н. ORCID ID 0000-0002-6905-1485, Петлицкая С.С. ORCID ID 0000-0002-4735-3079,
Бондарева Е.Д. ORCID ID 0000-0002-7170-9717**

АО «НПО «ДОМ ФАРМАЦИИ», Ленинградская обл., Всеволожский район,
г.п. Кузьмоловский, Российская Федерация

*В работе представлена оценка микробиологической чистоты воды в поилках крыс в течение 7 дней с использованием в качестве консерванта 0,01 и 0,005% раствора бензоата натрия и соляной кислоты и без него, а также изучено их влияние на репродуктивные показатели самок, потребление корма и воды, развитие потомства до возраста 6 месяцев, показатели крови и мочи, сердечно-сосудистой системы и результаты вскрытия. Влияния исследуемых растворов на здоровье животных обнаружено не было, что позволяет рекомендовать к применению концентрацию раствора бензоата натрия 0,005% в качестве консерванта для воды. **Ключевые слова:** поение, бензоат натрия, соляная кислота, консервант.*

**ENSURING SAFETY OF WATERING FOR LABORATORY ANIMALS.
THE IMPACT OF POTABLE WATER WITH ADDED SODIUM BENZOATE AND HYDROCHLORIC ACID SOLUTION
ON THE HEALTH OF LABORATORY RATS**

Akimova M.A., Akimov D.Y., Barmina T. G., Vesnina E.V., Makarova M.N., Petlitskaya S.S., Bondareva E.D.
Research and manufacturing company "Home of Pharmacy", Leningrad region, Vsevolozhsky district,
Kuzmolovsky settlement, Russian Federation

*The study presents an assessment of the microbiological purity of water in rat waterers over 7 days, using as preservatives 0.01% and 0.005% solutions of sodium benzoate and hydrochloric acid, and also without any preservatives. It also examines their effects on the reproductive parameters of females, feed and water intake, offspring development up to 6 months of age, blood and urine parameters, cardiovascular system, and necropsy results. No adverse effects of the tested solutions on animal health were found, this allows us to recommend the concentration of 0.005% sodium benzoate solution as a water preservative. **Keywords:** watering, sodium benzoate, hydrochloric acid, preservative.*

Введение. В нормативных документах и современной литературе не приводятся требования к качеству воды для лабораторных животных [1]. Стоит отметить, что в ротовой полости обнаруживается до 774 видов бактерий [2], кроме этого, большинство грызунов являются автокопрофагами, и микроорганизмы с высокой вероятностью будут попадать в ротовую полость животных и оттуда на элементы поилки, откуда они попадут в питьевую воду [3-5].

С целью недопущения ухудшения микробиологических качеств воды используется ее консервирование, которое чаще всего достигается за счет добавления бензоата натрия, $MgCl_2$ или этанола, которые предотвращают рост микроорганизмов [6-8]. Бензоат натрия представляет собой соль бензойной кислоты, хорошо растворимой в воде, не имеющей вкуса и запаха и обладающей противогрибковым и антибактериальным свойствами. Для него характерны отсутствие мутагенности и канцерогенности, низкая острая пероральная токсичность, при этом значения LD_{50} составляет более 2000 мг/кг массы тела. Однако имеются сообщения и о негативном влиянии бензоата натрия. В группах беременных крыс, получавших бензоат натрия в дозе 5600 мг/кг/сут ежедневно, у потомства наблюдалось отставание в росте и развитии [9].

Исходя из вышеизложенного, **целью исследования** стала оценка микробиологической чистоты воды в поилках крыс на протяжении семи дней с использованием раствора бензоата натрия и соляной кислотой и без него, а также определения влияния данных растворов на здоровье животных при поении с момента спаривания до достижения полученным потомством возраста 6 месяцев.

Материалы и методы исследований. Исследование проводилось на базе АО «НПО «ДОМ ФАРМАЦИИ» и одобрено локальной комиссией по биоэтике.

Тестируемый объект: 0,01% и 0,005% раствор бензоата натрия (БН) с добавлением 1М раствора соляной кислоты для доведения pH до 4.

Подготовительный этап (микробиологическое исследование воды)

Было использовано 4 группы самцов крыс Wistar по 5 голов в каждой. Животные содержались индивидуально в стандартных клетках. Группы различались по типу поения, животным предоставлялась: а) питьевая вода; б) питьевая вода и 1М соляная кислота; в) питьевая вода с БН в дозе 100 мг/ли 1М соляной кислотой; г) питьевая вода с БН в дозе 50 мг/ли 1М соляной кислотой.

От каждой группы образцы воды на 1, 3, 5 и 7-е сутки использования поилки были подвергнуты анализу по показателям: общие колиформные бактерии (ОКБ); общее микробное число (ОМЧ); термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ); *Escherichia coli*, согласно стандартным методикам.

Основной этап

Было сформировано 3 группы: группа контроля – предоставлялась чистая питьевая вода; группа 1 – 0,01% раствор БН и соляной кислоты; группа 2 – 0,005% раствор БН и соляной кислоты.

Первоначально в каждой группе были сформированы самцы (n=7) и самки (n=7) в количественном соотношении 1:1 с целью получения приплода. Полученный приплод содержали совместно с самкой до достижения возраста 21-24 дня, после чего из них было сформировано 3 группы потомства по 16 самцов и 16 самок в каждой.

Оценка потребления корма и воды проводилась на основании разницы массы корма / поилки до потребления и спустя 24 часа. В период спаривания и после формирования групп потомства замеры проводились в течение 4 дней.

Оценка развития потомства включала следующие типы исследований: 1) общие наблюдения за физическим развитием потомства; 2) изучение скорости созревания сенсорно-двигательных рефлексов в период вскармливания самкой; 3) изучение двигательного и эмоционального поведения и способности к тонкой координации движений у потомства. Оценка 1-го и 2-го типа исследований проводилась согласно методике, представленной в работе Чернышовой А.В. и др. (2023) [10]. Оценка 3-го типа исследований включала тестирование в установке «Открытое поле»: для детенышей – на 21-24-й день жизни, для половозрелых животных – на 90-й и 180-й дни жизни. Продолжительность теста для каждого животного составляла 3 минуты.

Для оценки репродуктивных показателей самок рассчитывали индекс плодовитости (ИП) и процент смертности (ПС) потомства для каждой группы экспериментальных животных согласно формулам (1) и (2):

$$\text{ИП} = \frac{\text{Число (родивших самок)}}{\text{Общее число самок}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{ПС} = \frac{\text{Число (мертвых детенышей)}}{\text{Число (полученных детенышей)}} \times 100\% \quad (2)$$

На 90 и 180 дни жизни проводили электрокардиографию (ЭКГ), измеряли артериальное давление (АД), регистрировали частоту дыхательных движений (ЧДД). Также в этом же возрасте проводилась оценка суточной мочи, общего и биохимического анализа крови. Процедуру взвешивания животных осуществляли у сформированных групп животных после отсадки их от матерей на 21-24-й день жизни и далее 1 раз в неделю.

Потомство эвтаназировали при помощи диоксида углерода с последующим обескровливанием полостей сердца в возрасте 3 и 6 месяцев. Органы, извлеченные при некропии, взвешивали, парные органы взвешивали вместе. Данные по массам внутренних органов использовали для расчета массовых коэффициентов – процентного отношения массы органов к массе тела, по формуле (3):

$$\text{мо/мт} \times 100, \quad (3)$$

где мо – масса органа; мт – масса тела животного.

Анализ данных. Данные были проверены на соответствие закону нормального распределения с помощью критерия Шапиро-Уилка. В случае нормального распределения были рассчитаны среднее значение (M), стандартное отклонение (SD), которые вместе со значением n (количество значений в выборке) представлены в итоговых таблицах. Межгрупповые различия были проанализированы параметрическими или непараметрическими методами в зависимости от типа распределения:

- Для оценки данных с признаками нормального распределения использовали однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) и ANOVA с повторными измерениями.

- Зависимые данные предварительно были проверены на сферичность дисперсий с помощью теста Моучли. В случае невыполнения предположения о сферичности дисперсий применяли дисперсионный анализ с эпсилон-корректировкой методом Гейссер-Гринхаус. Последующее межгрупповое сравнение осуществляли с использованием критерия Тьюки.

• Независимые данные были проверены на гомогенность дисперсий с помощью критерия Левене. В случае невыполнения предположения о гомогенности дисперсий был применен дисперсионный анализ с поправкой Велч. Последующее межгрупповое сравнение осуществляли с использованием критерия Тьюки. При необходимости использовали поправку на неодинаковый объем выборок.

• Для данных, не подчиняющихся закону нормального распределения, применяли критерий Краскела-Уоллиса, с последующим множественным сравнением средних рангов (критерий Дана).

Частоту встречаемости показателя оценивали с помощью точного критерия Фишера.

Различия были определены при 0,05 уровне значимости. Статистический анализ выполняли с помощью лицензированного программного обеспечения Statistica 10.0 (StatSoft, США).

Результаты исследований.

Подготовительный этап

Было установлено изменение микробиологических показателей чистоты при эксплуатации поилки на протяжении 7 дней (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели микробиологической чистоты воды в поилках

Группа	Показатель	День использования поилки			
		1	3	5	7
Питьевая вода	ОМЧ (КОЕ/см ³)	191±22	зарост		
	ОКБ в 100 см ³	+			
	ТКБ в 100 см ³	+			
	<i>E. coli</i> в 100 см ³	-			
Питьевая вода и 1М соляная кислота	ОМЧ (КОЕ/см ³)	188±20			
	ОКБ в 100 см ³	+			
	ТКБ в 100 см ³	+			
	<i>E. coli</i> в 100 см ³	-			
Питьевая вода с 0,01% бензоатом натрия и 1М соляной кислоты	ОМЧ (КОЕ/см ³)	0 ^A	1,2±0,6	2,4±1	5,2±2,3
	ОКБ в 100 см ³	-	-	-	-
	ТКБ в 100 см ³	-	-	-	-
	<i>E. coli</i> в 100 см ³	-	-	-	-
Питьевая вода с 0,005% бензоатом натрия и 1М соляной кислоты	ОМЧ (КОЕ/см ³)	0 ^A	1,2±0,6	3±1,3	5,2±2,2
	ОКБ в 100 см ³	-	-	-	-
	ТКБ в 100 см ³	-	-	-	-
	<i>E. coli</i> в 100 см ³	-	-	-	-

Примечания: «+» – обнаружено; «-» – не обнаружено; А – наличие статистической значимости, $p < 0.0001$.

Из таблицы 1 видно, что применение 0,01 и 0,005% раствора БН и 1М соляной кислоты снижало ОМЧ, ОКБ, ТКБ и *Escherichia coli* на протяжении 7 дней, вода отвечала санитарным требованиям, в отличие от других групп.

Основной этап

Оценка потребления корма и воды

Оценку проводили с первого дня спаривания. На протяжении всего периода наблюдения не было отмечено статистически значимых изменений между группами. Только на второй день наблюдалась тенденция к снижению потребления корма в 1 и 2 экспериментальных группах, что может быть вызвано стрессом вследствие привыкания к изменению вкуса воды или установления зоосоциальных связей. Двухфакторный дисперсионный анализ с повторными измерениями показал отсутствие статистически значимого влияния фактора «группа». Также не было отмечено изменений потребления корма и воды у всех групп потомства.

Репродуктивные показатели самок

Оценка репродуктивных показателей самок представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Репродуктивные показатели самок

Показатель	Контроль	Группа 1	Группа 2
Средний выход потомства на самку (M±SD), голов	7±3	9±7	10±7
Индекс плодовитости, %	57	86	100
Процент смертности потомства, %	6	14	10

Анализ показал отсутствие статистически значимого влияния фактора «группа» на репродуктивные показатели. При анализе данных количества рожденных животных критерием Краскелла-Уоллиса не было найдено статистически значимого влияния фактора «группа».

Оценка развития потомства

Полученные результаты физического развития потомства представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Физическое развитие потомства, $M \pm m$

Показатель, дни жизни	День формирования признака		
	Контроль (n = 37)	Группа 1 (n = 54)	Группа 2 (n = 61)
Отлипание ушной раковины	4,4±0,92	4,3±0,83	3,0±0,07 ^A
Появление шерстного покрова	5,3±0,54	4,8±0,39 ^A	4,7±0,48 ^A
Прорезывание резцов	6,0±0,03	5,5±0,56 ^A	5,9±0,72
Открытие глаз	19,0±0,02	17,9±1,44	18,5±0,90
Опускание семенников	20,0±4,48	20,3±2,58	20,9±1,73
Открытие влагалища	36,8±4,79	39,1±3,82	39,3±2,88

Примечания: использовали однофакторный дисперсионный анализ с указанием критерия Фишера. «А» – наличие статистической значимости экспериментальных групп в сравнении с контролем, $p < 0,05$.

Отлипание ушей у животных 2 группы происходит статистически значимо быстрее, чем в контрольной и 1 группах. Появление шерстного покрова у животных 1 и 2 групп наступало статистически значимо быстрее, чем у животных контрольной группы. Прорезывание резцов у животных группы 1 происходило быстрее, чем у детенышей других групп. Развитие сенсорно-двигательных рефлексов в группах происходило примерно в равные сроки, что говорит о том, что применение БН не влияет на показатели развития потомства в период грудного вскармливания.

Изучение двигательного и эмоционального поведения и способности к тонкой координации движений у потомства

Результаты теста «Открытое поле» представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Открытое поле, $M \pm m$

Возраст, дней	Группа	n	Пол	Центровых посещений	Посещений квадратов	Пристеночных стоек	Свободных стоек	Случаев аутогуминга	Болюсов урикации	Болюсов дефекации
21	Контроль	32	♂	0,8±0,12	18±1,6	3,3±0,39	0	0,6±0,26	0,7±0,23	0,5±0,24
			♀	1,6±0,47	19±2,6	3,9±0,88	0,3±0,22	0,6±0,18	0,3±0,33	0,3±0,16
	1	32	♂	0,4±0,32	19±1,1	2,4±0,54	0,3±0,12	0,3±0,09	0,1±0,11	0,4±0,15
			♀	0,3±0,11 ^A	16±1,8	4,1±0,59	0	0,4±0,15	0,7±0,34	0,3±0,13
	2	32	♂	0,2±0,13	13±1,6	2,8±0,55	0	0,4±0,21	0,8±0,38	0,3±0,10
			♀	0 ^A	16±2,2	3,6±0,42	0	0,4±0,20	0,7±0,19	0,7±0,31
90	Контроль	16	♂	1±0,62	30±5,4	8,8±1,22	2,8±0,71	2,5±0,53	1,6±0,37	3,9±0,55
			♀	1,4±0,48	33±3,6	8,8±0,74	1,6±1,24	2,8±0,37	1,4±0,15	2,4±0,34
	1	16	♂	3±1,1	30±3,9	7,6±1,50	1,3±0,84	4,6±0,54	1,5±0,43	3,8±1,07
			♀	1,8±0,54	37±5,6	8,9±1,78	1,5±0,8	3,5±1,2	1,3±0,52	1,8±0,46
	2	16	♂	0,3±0,19	25 ±4	10,5±1,33	1,1±0,63	4±1,28	1,5±0,28	2,8±0,72
			♀	2,4±0,88	33±5	10,9±0,43	1,8±0,76	2,8±0,50	1,1±0,72	3,8±0,61
180	Контроль	16	♂	0,8±0,33	19±3,7	9,8±2,08	2,3±0,45	0,5±0,22	0,5±0,16	1,1±0,20
			♀	0,5±0,31	37±1,7	13,9±1,06	1,3±0,49	0,6±0,24	0,8±0,24	1,3±0,34
	1	16	♂	1,1±0,40	25±4,3	7,3±1,09	2,8±0,64	1,1±0,65	0,1±0,14	0,9±0,06
			♀	1,3±0,44	43±1,5	14,1±1,12	1,3±0,48	0,1±0,12	0,5±0,17	1,4±0,21
	2	16	♂	0,5±0,17	18±3,1	5,5±1,31	1,3±0,72	1±0,47	0	0,9±0,07
			♀	0,5±0,18	43±3,3	14±1,05	1,4±0,51	0,9±0,55	0,5±0,23	1,4±0,23

Примечание. А – статистически значимые отличия от контрольной группы (критерий Краскела-Уоллиса, $p < 0,01$).

Из таблицы видно, что на 21 день жизни число центровых посещений у самок 1 и 2 группы статистически значимо снижалось, что могло бы косвенно свидетельствовать о повышенной тревожности животных, однако ни по одному из других показателей статистически значимых отличий выявлено не было, следовательно, можно сделать вывод, что исследуемые растворы не влияли на эмоциональное поведение животных. В возрасте 90 и 180 дней при проведении двухфакторного дисперсионного анализа полученные данные статистически не различались.

Исследования крови

При анализе данных показателей системы гемостаза нами не было обнаружено статистически значимых различий между контрольной и экспериментальными группами, результаты укладывались в референсные интервалы (РИ).

В гематологическом анализе крови наблюдалось статистически значимое снижение уровня эритроцитов и ширины распределения эритроцитов по объему у самцов 2 группы, при этом данное отклонение укладывается во внутрилабораторные нормы, поэтому данными показателями можно пренебречь за отсутствием клинической значимости. При анализе биохимического анализа крови все показатели укладывались в РИ.

Исследования мочи

Показатели общего анализа мочи находились в пределах РИ. Отмечалось статистически значимое повышение уровня мочевины и креатинина в моче только у самок крыс 1 группы по сравнению с остальными группами, при этом данные показатели при анализе крови были в норме, что не подтверждает влияние БН на органы мочевыделительной системы.

Сердечно-сосудистая система

Измерение АД, ЧСС и показателей ЭКГ проводилось под наркозом (ксила 4 мг/кг и золетил 20 мг/кг вводили в/м). В результате анализа полученных данных не было установлено клинически значимого влияния БН на сердечно-сосудистую систему.

Масса тела

У самцов 2 группы масса тела на 3-й, 4-й, 7-й и 10-й неделе жизни статистически значимо превышала показатели контрольной группы (критерий Тьюки, $p < 0,05$). У самцов 1 группы масса тела статистически значимо превышала значения контрольной группы на 7-й и 10-й неделе жизни (критерий Тьюки, $p < 0,05$). У самок таковых особенностей не наблюдалось. С 11 недели жизни и далее динамика роста массы тела во всех группах равномерна. Для крыс характерен большой разброс по массе тела, поскольку данный показатель зависит от множества факторов, например, количество потомства в помете; физиологические параметры самки и др. Поэтому можно сделать вывод, что применение раствора БН и соляной кислоты не влияет на набор массы тела крыс.

Патологоанатомическое исследование

При плановых эвтаназиях значимых изменений установлено не было. Обнаруженные изменения находились в пределах фоновых патологий. Местно-раздражающего действия раствора БН и соляной кислоты на желудочно-кишечный тракт также не установлено. Статистически значимых различий в массовых коэффициентах органов между группами не наблюдалось.

Заключение. Было установлено:

- Уже через сутки использования поилки крысами вода не отвечает требованиям СанПиН 2.1.3684-21, а добавление 0,01% или 0,005% раствора бензоата натрия и 1М соляной кислоты продлевает срок службы воды до 7 дней, а также подавляет рост *Escherichia coli*.

- Раствор бензоата натрия и соляной кислоты не влияет на вкусовые качества воды, потребление корма, общее клиническое состояние, физиологические показатели и фертильность половозрелых крыс, а также на рост и развитие потомства до 6 месяцев.

Исходя из проведенного исследования, можно заключить, что использование раствора бензоата натрия и соляной кислоты в качестве консерванта для воды позволяет продлить срок ее службы без влияния на организм лабораторных крыс и может быть рекомендовано к применению. Поскольку разницы между концентрациями растворов бензоата натрия 0,01% и 0,005% отмечено не было, рекомендуемой дозой, используемой для поения животных, можно считать 0,005%.

Conclusion. It was established that:

- Even after one day of use, the water in the rat waterers does not meet the requirements of SanPiN 2.1.3684-21, while the addition of 0.01% or 0.005% sodium benzoate solution and 1M hydrochloric acid extends the shelf life of the water to 7 days and suppresses the growth of *Escherichia coli*;

- The sodium benzoate and hydrochloric acid solution does not affect the taste quality of the water, feed consumption, overall clinical condition, physiological indicators, and fertility of sexually mature rats, as well as the growth and development of offspring up to 6 months.

Based on the findings, it can be concluded that the use of sodium benzoate and hydrochloric acid solution as a preservative for water allows for an extended shelf life without affecting laboratory rats and can be recommended for use. Since no differences were noted between the concentrations of sodium benzoate solutions at 0.01% and 0.005%, the recommended dose for watering animals can be considered 0.005%.

Список литературы.

1. Kurtz, D. M. *The Influence of Feed and Drinking Water on Terrestrial Animal Research and Study Replicability* / D. M. Kurtz, W. P. Feeney // *ILAR Journal*. – 2020. – Vol. 60, № 2. – P. 175–196. – doi.org/10.1093/ilar/ilar012.
2. *Critters and contamination: Zoonotic protozoans in urban rodents and water quality* / S. Egan, A. D. Barbosa, Y. Feng [et al] // *Water research*. – 2024. – Vol. 251. – P. 121–165. – doi.org/10.1016/j.watres.2024.121165.

3. Proteomic and microbiota analyses of the oral cavity during psychological stress / D. Paudel, Y. Kuramitsu, O. Uehara [et al] // *PloS one*. – 2022. – Vol. 17, № 5. – e0268155. – doi.org/10.1371/journal.pone.0268155.
4. Assessing the oral microbiota of healthy and alcohol-treated rats using whole-genome DNA probes from human bacteria / Z. Jabbour, C. do Nascimento, B. G. Kotake [et al] // *Archives of oral biology*. – 2013. – Vol. 58 № 3. – P. 317–323. – doi.org/10.1016/j.archoralbio.2012.07.017.
5. Microbial Ecology along the Gastrointestinal Tract / E. T. Hillman, H. Lu, T. Yao, C. H. Nakatsu // *Microbes and environments*. – 2017. – Vol. 32, № 4. – P. 300–313. – doi.org/10.1264/jsme2.ME17017.
6. Innovative technologies for producing and preserving intermediate moisture foods: A review / L. Qiu, M. Zhang, J. Tang [et al] // *Food research international*. – 2019. – Vol. 116. – P. 90–102. – doi.org/10.1016/j.foodres.2018.12.055.
7. Concomitant osmotic and chaotropicity-induced stresses in *Aspergillus wentii*: compatible solutes determine the biotic window / F. de Lima Alves, A. Stevenson, E. Baxter [et al] // *Current genetics*. – 2015. – Vol. 61, № (3). – P. 457–477. – doi.org/10.1007/s00294-015-0496-8.
8. Hallsworth, J. E. Water is a preservative of microbes / J. E. Hallsworth // *Microbial biotechnology*. – 2022. – Vol. 15, № 1. – P. 191–214. – doi.org/10.1111/1751-7915.13980.
9. Taylor, T. M. Food antimicrobials—An introduction. *Antimicrobials in food* / T. M. Taylor, P. M. Davidson, J. R. D. David. – CRC Press, 2020. – P. 1–12.
10. Чернышова, А. В. Референтные интервалы в репродуктивной токсичности крыс Вистар / А. В. Чернышова, А. А. Матичин, А. Е. Капельников // *Лабораторные животные для научных исследований*. – 2023. – № 3. – С. 100–107. – doi.org/10.57034/2618723X-2023-03-09.

References.

1. Kurtz, D. M. The Influence of Feed and Drinking Water on Terrestrial Animal Research and Study Replicability / D. M. Kurtz, W. P. Feeney // *ILAR journal*. – 2020. – Vol. 60, № 2. – P. 175–196. – doi.org/10.1093/ilar/ilaa012.
2. Critters and contamination: Zoonotic protozoans in urban rodents and water quality / S. Egan, A. D. Barbosa, Y. Feng [et al] // *Water research*. – 2024. – Vol. 251. – P. 121–165. – doi.org/10.1016/j.watres.2024.121165.
3. Proteomic and microbiota analyses of the oral cavity during psychological stress / D. Paudel, Y. Kuramitsu, O. Uehara [et al] // *PloS one*. – 2022. – Vol. 17, № 5. – e0268155. – doi.org/10.1371/journal.pone.0268155.
4. Assessing the oral microbiota of healthy and alcohol-treated rats using whole-genome DNA probes from human bacteria / Z. Jabbour, C. do Nascimento, B. G. Kotake [et al] // *Archives of oral biology*. – 2013. – Vol. 58 № 3. – P. 317–323. – doi.org/10.1016/j.archoralbio.2012.07.017.
5. Microbial Ecology along the Gastrointestinal Tract / E. T. Hillman, H. Lu, T. Yao, C. H. Nakatsu // *Microbes and environments*. – 2017. – Vol. 32, № 4. – P. 300–313. – doi.org/10.1264/jsme2.ME17017.
6. Innovative technologies for producing and preserving intermediate moisture foods: A review / L. Qiu, M. Zhang, J. Tang [et al] // *Food research international*. – 2019. – Vol. 116. – P. 90–102. – doi.org/10.1016/j.foodres.2018.12.055.
7. Concomitant osmotic and chaotropicity-induced stresses in *Aspergillus wentii*: compatible solutes determine the biotic window / F. de Lima Alves, A. Stevenson, E. Baxter [et al] // *Current genetics*. – 2015. – Vol. 61, № (3). – P. 457–477. – doi.org/10.1007/s00294-015-0496-8.
8. Hallsworth, J. E. Water is a preservative of microbes / J. E. Hallsworth // *Microbial biotechnology*. – 2022. – Vol. 15, № 1. – P. 191–214. – doi.org/10.1111/1751-7915.13980.
9. Taylor, T. M. Food antimicrobials—An introduction. *Antimicrobials in food* / T. M. Taylor, P. M. Davidson, J. R. D. David. – CRC Press, 2020. – P. 1–12.
10. Chernyshova, A. V. Referentnye intervaly v reproduktivnoy toksichnosti kryys Vistar / A. V. Chernyshova, A. A. Matichin, A. E. Kapelnikov // *Laboratornye zhivotnye dlya nauchnykh issledovaniy*. – 2023. – № 3. – С. 100–107. – doi.org/10.57034/2618723X-2023-03-09.

Поступила в редакцию 06.05.2025.

DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-4-70-77
УДК 619

РЕАКЦИЯ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ КРЫС НА ФАЛЬСИФИЦИРОВАННЫЕ ПРОДУКТЫ РЫБНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Кухаренко Н.С. ORCID ID 0009-0005-5161-8112, Сосновский И.Е. ORCID ID 0009-0007-6625-7625,

Миллер Т.В. ORCID ID 0000-0002-9900-3724, Литвинова З.А.

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»,
г. Благовещенск, Российская Федерация

В статье приводятся результаты анализа реакции пищеварительной системы лабораторных крыс на скормливание фальсифицированной икры лососевых рыб. Доминирующими признаками при поступлении патогенного фактора в организм крыс через желудочно-кишечный тракт является развитие глубоких дегенеративно-некротических процессов, приводящих к эрозиям и язвам слизистой оболочки желудка, а следом – и пищеварительной трубки, влекущих к нарушениям пищеварения и накоплению вместо необходимых питательных веществ токсических продуктов, вызывающих последовательное нарушение работы всех систем целостного организма. Это позволяет раскрыть причинно-следственную связь отравления и ги-