

Микниене Зоя – ассоциированный профессор, доктор PhD, Литовский университет наук здоровья, Литва, 44001, г. Каунас, ул. Тилзеса 18, тел.: +37061029223, e-mail: zoja.mikniene@ismuni.lt, <https://orcid.org/0000-0001-5165-837X>.

Хасанова Мадина Асылхановна – доктор PhD, ассоциированный профессор кафедры ветеринарной медицины, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110005, г. Костанай, ул. Юбилейная 28, кв. 37, тел.: +7-708-296-88-02, e-mail: khassanova.madina@yandex.kz, <https://orcid.org/0000-0003-3213-6458>.

Жабыкпаева Айгуль Габызхановна – PhD, старший преподаватель кафедры ветеринарной медицины, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110005, г. Костанай, ул. Юбилейная 7, кв. 27, тел.: +7-702-797-12-12, e-mail: aja_777@mail.ru, <https://orcid.org/https://orcid.org/0009-0007-7650-3527>.

Абилова Зулкыя Бахытбековна* – PhD докторы, ветеринариялық медицина кафедрасы қауымдастырылған профессорының м.а., «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Чкалов көш, 10, 67 пәтер Қазақстан Республикасы, 110005, тел.: +7-778-337-21-52, e-mail: dgip2005@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0333-0780>.

Микниене Зоя – қауымдастырылған профессор, PhD докторы, «Литва денсаулық ғылымдары университеті», Каунас Тильзес көш, 18, тел.: +37061029223, e-mail: zoja.mikniene@ismuni.lt, <https://orcid.org/0000-0001-5165-837X>.

Хасанова Мадина Асылхановна – PhD докторы, ветеринариялық медицина кафедрасының қауымдастырылған профессоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110005, Қостанай қ., Юбилейный көш, 28, 37 пәтер, тел.: +7-708-296-88-02, e-mail: khassanova.madina@yandex.kz, <https://orcid.org/0000-0003-3213-6458>.

Жабыкпаева Айгуль Габызхановна – PhD докторы, Ветеринариялық медицина кафедрасының аға оқытушысы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110005, Қостанай қ., Юбилейный көш 7, 27 пәтер, тел.: +7-702-797-12-12, e-mail: aja_777@mail.ru, <https://orcid.org/https://orcid.org/0009-0007-7650-3527>.

Abilova Zulkyya Bakhytbekovna* – PhD, acting Associate Professor of the Department of veterinary medicine, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110005, Kostanay, 10 Chkalov Str., 10, apt. 67, tel.: +7-778-337-21-52, e-mail: dgip2005@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0333-0780>.

Mikniene Zoya – Associate Professor, PhD, Lithuanian University of Health Sciences, Lithuania, 44001, Kaunas, 18 Tilzet Str., tel.: +37061029223, e-mail: zoja.mikniene@ismuni.lt, <https://orcid.org/0000-0001-5165-837X>.

Khassanova Madina Assylkhanovna – PhD, Associate Professor of the Department of veterinary medicine, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110005, Kostanay, 28 Yubileynaya Str., apt. 37, tel.: +7-708-296-88-02, e-mail: khassanova.madina@yandex.kz, <https://orcid.org/0000-0003-3213-6458>.

Zhabykpayeva Aigul Gabyzkhanovna – PhD, Senior Lecturer of the Department of veterinary medicine, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110005, Kostanay, 7 Yubileynaya Str., apt. 27, tel.: +7-702-797-12-12, e-mail: aja_777@mail.ru, <https://orcid.org/https://orcid.org/0009-0007-7650-3527>.

МРНТИ 69.09.41

УДК 619:616.98.578.824

https://doi.org/10.52269/22266070_2025_1_13

САНИТАРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ РЫБЫ ИЗ ВОДОЕМОВ СЕВЕРНОГО И ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА

Адильбеков Ж.Ш. – кандидат ветеринарных наук, доцент, заведующий кафедрой ветеринарной санитарии, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

Балджи Ю.А. – кандидат ветеринарных наук, и.о. ассоциированного профессора кафедры ветеринарной санитарии, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

Мустафина Р.Х. – PhD, старший преподаватель кафедры ветеринарной санитарии, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

Жужасарова Г.Е.* – докторант образовательной программы «8D09102 – Санитарно-экологическая безопасность продуктов животноводства», кафедра ветеринарной санитарии, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

В статье приведены результаты исследований по изучению степени контаминации рыбы солями тяжелых металлов (Cd, Pb, Hg, As) и радионуклидами (цезий 137, стронций 90) отдельных водоемов Северного и Центрального Казахстана (Акмолинской и Карагандинской области). Установлено, что в Акмолинской области свинец и мышьяк присутствовали в рыбе из всех исследованных водоемов, кадмий и ртуть только в рыбе четырех водоемов (40% случаев). При этом наибольшее накопление кадмия до $0,085 \pm 0,0001$ мг/кг отмечено в рыбах из озера Айдабул (Зерендинский район), ртути до $0,22 \pm 0,001$ мг/кг из озера Балыктыколь (Шортандинский район), свинца до $0,075 \pm 0,0018$ мг/кг из озера Баратай (Зерендинский район) и мышьяка до $0,043 \pm 0,002$ мг/кг из озера Айдабул (Зерендинского района).

В рыбе из водоемов Карагандинской области содержание свинца, мышьяка и кадмия отмечено во всех исследуемых образцах, ртуть не была обнаружена только в двух водоемах. Содержание кадмия в наибольшей концентрации до $0,113 \pm 0,001$ мг/кг обнаружено в рыбе озера Бата, свинца до $0,081 \pm 0,0012$ мг/кг в рыбе из

канала Иртыш-Қарағанда, мышьяк до $0,0488 \pm 0,0012$ мг/кг в рыбе из Интумакского водохранилища (все водоемы из Бухар-Жырауского района), ртуть в наибольшем количестве определялась в рыбе из озера Балхаш $0,009 \pm 0,001$ мг/кг.

Накопление остаточных количеств радионуклидов в Акмолинской области отмечено в рыбе из всех исследованных водоемов, в Карагандинской области рыба в большинстве случаев была свободна от радионуклидов.

Ключевые слова: рыба, безопасность, контаминация, токсичные элементы, радионуклиды.

СОЛТҮСТІК ЖӘНЕ ОРТАЛЫҚ ҚАЗАҚСТАН СУ ҚОЙМАЛАРЫНДАҒЫ БАЛЫҚТАРДЫҢ ҚАУІПСІЗДІГІН САНИТАРЛЫҚ-ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ

Адильбеков Ж.Ш. – ветеринария ғылымдарының кандидаты, доцент, ветеринариялық санитария кафедрасының меңгерушісі, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Балджи Ю.А. – ветеринария ғылымдарының кандидаты, ветеринариялық санитария кафедрасының қауымдастырылған профессоры м.а., «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Мустафина Р.К. – PhD, ветеринариялық санитария кафедрасының аға оқытушысы, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Жузжасарова Г.Е.* – «8D09102-Мал шаруашылығы өнімдерінің санитарлық-экологиялық қауіпсіздігі» білім беру бағдарламасының докторанты, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Мақалада ластану дәрежесін зерттеу бойынша Солтүстік және Орталық Қазақстанның (Ақмола және Қарағанды облысы) жекелеген су қоймаларындағы балықтардың ауыр металл тұздарымен (Cd, Pb, Hg, As) және радионуклидтермен (цезий 137, стронций 90) зерттеу нәтижелері келтірілген. Ақмола облысындағы су қоймаларының балықтарында зерттегенде қорғасын мен мышьяк кездесетіні, кадмий мен сынап тек төрт су қоймасының балықтарында (40% жағдайда) болатыны анықталды. Бұл ретте кадмийдің $0,085 \pm 0,0001$ мг/кг дейін, ең көп жинақталуы Айдабул көлінен (Зеренді ауданы), Балықтыкөл көлінен (Шортанды ауданы) сынаптан $0,22 \pm 0,001$ мг/кг дейін, Баратай көлінен (Зеренді ауданы) қорғасынның $0,075 \pm 0,0018$ мг/кг дейін және мышьяктан $0,043 \pm$ дейін Айдабул көлінен (Зеренді ауданы) $0,002$ мг/кг анықталды.

Қарағанды облысының су қоймаларындағы балықтарда қорғасын, мышьяк және кадмий мөлшері барлық зерттелетін үлгілерде байқалды, сынап тек екі су қоймаларында табылған жоқ. Ең жоғары концентрациядағы кадмий мөлшері $0,113 \pm 0,001$ мг/кг-ға дейін Бата көлінің балықтарында, Ертіс-Қарағанды каналынан балықтарда қорғасын $0,081 \pm 0,0012$ мг/кг-ға дейін, Интумак су қоймасынан балықтарда мышьяк $0,0488 \pm 0,0012$ мг/кг-ға дейін (Бұқар Жырау ауданынан барлық су айдындары), сынапта ең жоғары мөлшері Балқаш көлінен шыққан балықтарда $0,009 \pm 0,001$ мг / кг анықталды.

Ақмола облысында радионуклидтердің қалдық мөлшерінің жинақталуы зерттелген барлық су қоймаларының балықтарында байқалды, Қарағанды облысында балық көп жағдайда радионуклидтерден бос болды.

Түйінді сөздер: балық, қауіпсіздік, ластану, улы элементтер, радионуклидтер.

SANITARY AND ENVIRONMENTAL SAFETY ASSESSMENT OF FISH FROM RESERVOIRS OF THE NORTHERN AND CENTRAL KAZAKHSTAN

Adilbekov Zh.Sh. – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Head of the Department of veterinary sanitation, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Astana, Republic of Kazakhstan.

Baldzhi Yu.A. – Candidate of Veterinary Sciences, acting Associate Professor of the Department of veterinary sanitation, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Astana, Republic of Kazakhstan.

Mustafina R.Kh. – PhD, Senior Lecturer of the Department of veterinary sanitation, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Astana, Republic of Kazakhstan.

Zhuzhassarova G.Y.* – Doctoral student, "8D09102 – Sanitary and environmental safety of livestock products" educational program, Department of veterinary sanitation, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Astana, Republic of Kazakhstan.

The article presents the results of research on the degree of fish contamination with heavy metal salts (Cd, Pb, Hg, As) and radionuclides (cesium-137, strontium-90) in selected water bodies of the Northern and Central Kazakhstan (Akmola and Karaganda regions). It was found that in the Akmola region, lead and arsenic were present in fish from all the studied reservoirs, cadmium and mercury only in fish from four reservoirs (40% of cases). The greatest accumulation of cadmium up to 0.085 ± 0.0001 mg/kg was observed in fish from Lake Aidabul (Zerendy district), mercury up to 0.22 ± 0.001 mg/kg from Lake Balyktykol (Shortandy district), lead up to 0.075 ± 0.0018 mg/kg from Lake Baratay (Zerendy district), and arsenic up to 0.043 ± 0.002 mg/kg from Lake Aidabul (Zerendy district).

In fish from reservoirs of the Karaganda region, the content of lead, arsenic and cadmium was noted in all the samples studied, mercury was not detected in only two reservoirs. Cadmium content in the highest concentration up to 0.113 ± 0.001 mg/kg was found in fish from Lake Bata, lead up to 0.081 ± 0.0012 mg/kg in fish from the Irtysh-Karaganda canal, arsenic up to 0.0488 ± 0.0012 mg/kg in fish from the Intumak reservoir (all reservoirs from the Bukhar-Zhyrau district), mercury was detected in the highest amount in fish from Lake Balkhash, at 0.009 ± 0.001 mg/kg.

Accumulation of residual amounts of radionuclides in the Akmola region was noted in fish from all the studied reservoirs, in the Karaganda region, fish in most cases were free of radionuclides.

Keywords: fish, safety, contamination, toxic elements, radionuclides.

Введение

Высокое качество и безопасность продуктов питания является одной из существенных предпосылок сохранения продовольственной независимости и важнейшей задачей государственной политики в области здорового питания Республики Казахстан. Проблема безопасности продуктов питания с каждым годом возрастает, поэтому именно обеспечение безопасности продовольственного сырья и продуктов питания является одним из основных факторов, определяющих здоровье людей и сохранение генофонда [1, с. 1, 2, с.1, 3, с. 193].

В настоящее время в результате антропогенного воздействия на окружающую среду в водоемы попадает большое количество загрязнителей разной степени токсичности, которые в свою очередь отрицательно влияют на водные организмы. К факторам антропогенного воздействия относятся: широкое применение разнообразных средств защиты в сельском хозяйстве, недостаточная очистка сточных вод промышленных и коммунально-бытовых предприятий, вынос радиоизотопов в окружающую среду с уранодобывающих предприятий. Все это приводит к возрастающему загрязнению водоемов рыбохозяйственного назначения токсичными для гидробионтов соединениями [4, с. 43670, 5, с. 126665, 6, с.18911, 7, с. 210].

Среди загрязнителей водных экосистем наиболее опасными являются соединения тяжелых металлов, которые не подвержены радиоактивному распаду как радионуклиды, не разлагаются и не разрушаются как токсические органические вещества. Они не исчезают из водных экосистем, а постоянно перераспределяются по отдельным компонентам, накапливаясь в гидробионтах. Многие из этих веществ проявляют мутагенные, канцерогенные свойства, нарушают структурно-функциональные системы клетки, оказывая влияние на мембранные образования, ферментный и генетический аппараты. Попадая в озеро тяжёлые металлы в основном депонируются в донных отложениях, часть их поступает в пищевые цепи и по ним переходит в другие компоненты природной среды, а при определённых условиях – в воду [8, с. 323, 9, с. 1, 10, с. 12043, 11, с. 238, 12, с.27]. Особый интерес вызывает влияние на объекты окружающей среды радиационного загрязнения от уранодобывающих предприятий. В процессе добычи, переработки и транспортировки урана на объектах уранодобывающих предприятий происходит вынос природных радионуклидов в окружающую среду, за территорию промышленных площадок, при этом происходит повышение радиационного фона, приводящее к эффективной дозе облучения населения, животных и накоплению радиоизотопов в окружающей среде. Установлено, что радиоактивность планктонных обитателей водоемов в тысячи раз выше, чем воды, в которой они живут [13, с. 469, 14, с. 106294]. Рыба на ранних этапах развития наиболее чувствительна к воздействию токсических факторов среды, они становятся более подвержены массовой гибели от инфекций и инвазий при воздействии на них загрязняющих веществ [15, с.48, 16, с.261]. Кроме того, рыбы являясь основными обитателями водоемов и конечным звеном в трофических связях водных систем, способны концентрировать токсические вещества, представляя угрозу здоровью человека [17, с.110447, 18, с.23, 19, с.157884].

Проблема загрязнения экосистем приобретает особую остроту в индустриально развитых регионах Казахстана. Загрязнение промышленными и сточными водами наблюдается в некоторых водоемах Центрального Казахстана – в реках Нура, Кенгир, Ишим, Тобол, а также в озере Балхаш, в которые сбрасываются воды с большим содержанием вредных для рыб примесей. Так, в реку Нура и Карагандинское водохранилище промышленными предприятиями городов Караганды и Темиртау ежегодно сбрасываются сточные воды с золой и пушонкой – отходами заводов синтетического каучука и других, ртутью загрязнен и поток реки Нуры. Еще один «бич» Балхаша – это комбинат «Балхашцветмет», точнее его отходы. Главный «убийственный» компонент – диоксид серы, не считая девяти других компонентов тяжелых металлов, содержащихся в выбросах [20, с.1, 21, с. 16, 22, с. 109].

Одним из крупных источников загрязнения окружающей среды в северных регионах является АО «Васильковский ГОК», находящийся в Акмолинской области, где добыча и переработка золотосодержащей руды сопровождается применением цианидов и других токсичных реагентов. На территории области в Енбекшильдерском районе работает опытно-промышленная обогатительная фабрика по переработке золото-барит-полиметаллических руд ТОО «Жаналык GOLD», золотодобывающее предприятие ТОО «Сага Крик Голд Компани», уранодобывающее ТОО «Семизбай У». Промышленный район вокруг г. Степногорска имеет ряд предприятий, которые могут быть источниками загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами, в непосредственной близости от города находится горнообогатительный комбинат по добыче урановых руд, где добыча ранее велась открытым способом, были нередки случаи появления смога и пыли, не исключая радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды. Нередки случаи когда сточные воды предприятий сбрасываются в близлежащие водоемы, в подземных водах населенных пунктов отмечается превышение хлорида и гидрокарбоната натрия, сульфатов [23, 24, с. 22, 25, с.311, 26, с. 40].

Казахстан располагает значительным фондом различных по типу внутренних водоемов, большинство из них являются благоприятными для жизни рыб и кормовых организмов. Так, в Акмолинской области для рыбного промысла используется 337 водоема, в Карагандинской области 63 водоема, что составляет более 50% от общего количества водоемов, среди них крупные рыбопромысловые водоемы озера Зеренда, Шалкар, Щучье, Майбалык, Балхаш и др., рыбная продукция из которых поступает в близлежащие крупные населенные пункты города Кокшетау, Караганда, Щучинск, Темиртау и др. При этом, неблагоприятная экологическая обстановка, в частности загрязнение водоемов в регионах Северного и Центрального Казахстана промышленными предприятиями создают предпосылки для изучения пищевой безопасности рыбы в целом [27, с. 311, 28, с.157, 29, с.167, 30, с.29927].

Целью настоящей работы явилось проведение санитарно-экологического мониторинга безопасности рыбы, вылавливаемой в отдельных водоемах Северного и Центрального Казахстана.

Задачи

Изучение степени санитарно-экологической безопасности рыбы из водоемов Северного и Центрального Казахстана по степени контаминации рыбной продукции токсичными элементами и радионуклидами.

Методы проведения исследований

Для определения остаточных количеств токсичных элементов и радионуклидов проводили отбор образцов рыбы из отдельных водоемов различных районов Акмолинской и Карагандинской области, находящихся вблизи

крупных населенных пунктов. В Акмолинской области образцы рыб были отобраны из водоемов четырех районов: Борабайского района (озера Урумкай, Майбалык, Щучье), Коргалжинского района (озеро Уялы-Шалкар), Зерендинского района (озера Айдабул, Зеренда, Баратай) и Шортандинского района (озеро Балыктыколь), в Карагандинской области: Бухар-Жырауский район (озера Балхаш, Бота, канал Иртыш-Караганда), Абайский район (Сасыкколь), Осакаровский район (водохранилище Молодежное), Нуринский район (река Нура).

Отбор проб рыбы осуществляли в местах лова на водоемах и на продовольственных рынках населенных пунктов городов Астана, Кокшетау, Караганда, Темиртау, Щучинск и др. Всего было отобрано 90 проб рыбы, из них в Акмолинской области 48 образцов различных видов рыбы (карась, пелядь, плотва, окунь, рипус) и Карагандинской области 42 образца различных видов рыбы (сазан, судак, карась, окунь).

Установление степени контаминации рыбы токсичными элементами и радионуклидами проводили на базе РГП на ПХВ «Республиканская ветеринарная лаборатория» КВКИН МСХ РК в аккредитованной лаборатории «Анализ пищевой безопасности» (международный стандарт ISO/IEC 17025). Определение содержания токсичных элементов (свинца, ртути, кадмия и мышьяка) проводили на вольтамперометрическом анализаторе TA-Lab («ТОМЬ-АНАЛИТ», г. Томск, РФ). Радиоактивное загрязнение устанавливали по количеству радионуклидов цезия-137 и стронция-90 на бета-гамма спектрометрическом комплексе «Прогресс БГ» («ТОМЬ-АНАЛИТ», г. Томск, РФ).

Результаты исследований

В результате проведенных исследований установлено, что остаточные количества токсичных элементов обнаруживаются в образцах рыб из всех водоемов (таблица 1). Но следует отметить, что в Акмолинской области такие токсичные элементы как кадмий и ртуть в рыбе отдельных водоемов были определены только в следовых количествах или отсутствовали.

Таблица 1 – Контаминация рыбы токсичными элементами водоемов Акмолинской области, мг/кг

Водоем	Вид рыб	Токсичные элементы			
		Кадмий (Cd)	Свинец (Pb)	Мышьяк (As)	Ртуть (Hg)
Борабайский район					
Озеро Урумкай	лινь (<i>Tinca tinca</i>), n=6	0,0046±0,0012	0,0083±0,0001	0,035±0,0012	0,0206±0,0002
Майбалык	карась (<i>Carassius gibelio</i>), n=6	0,037±0,009	0,030±0,008	0,024±0,006	Не обнаружено
Щучье	Пелядь (<i>Coregonus peled</i>), n=6	Не обнаружено	0,025±0,00013	0,0347±0,0012	0,022±0,0012
	Рипус (<i>Coregonus albula ladogensis</i>), n=6	0,025±0,006	0,022±0,006	0,036±0,01	Не обнаружено
Коргалжинский район					
Уялы Шалкар	карась (<i>Carassius gibelio</i>), n=6	0,012±0,004	0,052±0,0002	0,034±0,01	Не обнаружено
Зерендинский район					
Айдабул	плотва, n=3	0,085±0,002	0,033±0,006	0,043±0,002	Не обнаружено
Зеренда	окунь (<i>Perca fluviatilis</i>), n=3	0,013±0,002	0,023±0,021	0,032±0,02	Не обнаружено
Баратай	карась (<i>Carassius gibelio</i>), n=3	Не обнаружено	0,075±0,018	0,020±0,007	Не обнаружено
Басурман	карась (<i>Carassius gibelio</i>), n=3	0,0007±0,00	0,0058±0,0002	0,014 ±0,0012	0,0225±0,0002
Шортандинский район					
Балыктыколь	карась (<i>Carassius gibelio</i>), линь n=3	Не обнаружено	0,0272±0,028	0,032±0,0012	0,22±0,0021
Целиноградский район					
Озеро Майбалык	карась (<i>Carassius gibelio</i>), n=3	Не обнаружено	0,010±0,00012	0,0063±0,0002	0,0317±0,0012
ПДК		0,2мг/кг не более	1,0 мг/кг не более	1,0 мг/кг не более	0,3мг/кг не более

Так, остаточные количества кадмия не были обнаружены в образцах рыб четырех водоемов (из десяти исследованных) озер Щучье (Борабайского района), Баратай (Зерендинского района), Балыктыколь (Шортандинского района), озера Майбалык (Целиноградского района), но в рыбе из озера Айдабул (Зерендинский район) они установлены в наибольшем количестве до 0,085±0,0001 мг/кг, при норме не более 0,2 мг/кг. Содержание ртути не определено в образцах рыбы пяти водоемов озер Майбалык и Щучье (Борабайского района), озер Айдабул, Зеренда, Баратай (Зерендинского района), но в озере Балыктыколь (Шортандинский район) концентрация ртути составила 0,22±0,001 мг/кг, при норме не более 0,3 мг/кг. Контаминация рыбы свинцом отмечена во всех исследуемых образцах рыбы, в пределах от 0,0083±0,00012 мг/кг – озеро Урумкай (Борабайский район), до 0,075±0,0018 мг/кг – озеро Баратай (Зерендинский район), содержание мышьяка колебалось в пределах от 0,020±0,007 мг/кг – озеро Баратай, до 0,043±0,002 мг/кг – озеро Айдабул (Зерендинского района), при предельно допустимой концентрации в обоих случаях не более 1,0 мг/кг.

При исследовании контаминации остаточными количествами токсичных элементов рыбы из водоемов Карагандинской области были получены следующие результаты (таблица 2).

Таблица 2 – Контаминация рыбы токсичными элементами водоемов Карагандинской области, мг/кг

Водоем	Вид рыб	Токсичные элементы			
		Кадмий (Cd)	Свинец (Pb)	Мышьяк (As)	Кадмий (Cd)
Осакаровский район					
Озеро Караколь	карась (<i>Carassius gibelio</i>), n=3	0,010±0,00012	0,042±0,0012	0,0323±0,001	0,005±0,0001
Молодежное	плотва, n=3	0,0267±0,0020	0,0542±0,0002	0,0199±0,0012	0,021±0,0021
	карась (<i>Carassius gibelio</i>), n=3	0,0014±0,002	0,0246±0,0002	0,023±0,0012	0,0189±0,0001
Бухар-Жырауский район					
Озеро Бата	карась (<i>Carassius gibelio</i>), n=3	0,113±0,001	0,074±0,0016	0,013±0,001	0,0021±0,000
	окунь (<i>Perca fluviatilis</i>), n=3	0,0073±0,000	0,0344±0,0012	0,026±0,002	Не обнаружено
Канал Иртыш-Караганда	плотва, n=6	0,008±0,00011	0,0354±0,0013	0,014±0,0001	0,0052±0,000
	карась (<i>Carassius gibelio</i>), n=3	0,0035±0,0003	0,081±0,0012	0,029±0,001	Не обнаружено
Озеро Балхаш	окунь (<i>Perca fluviatilis</i>), n=3	0,016±0,00012	0,051±0,001	0,0423±0,002	0,009±0,0001
	судак (<i>Sander lucioperca</i>) n=3	0,0011±0,000	0,0014±0,000	0,017±0,000	0,035±0,0021
Интумакское в/х	линь (<i>Tinca tinca</i>), n=6	0,03402±0,0001	0,0794±0,002	0,0488±0,0012	0,0056±0,0001
Нуринский район					
Река Нура	карась (<i>Carassius gibelio</i>), n=3	0,0230±0,00012	0,059±0,0012	0,009±0,001	0,0135±0,0012
Абайский район					
Озеро Сасыкколь	карась (<i>Carassius gibelio</i>), n=6	0,0123±0,00012	0,0506±0,003	0,0049±0,000	0,0322±0,0012
ПДК		0,2 мг/кг не более	1,0 мг/кг не более	1,0 мг/кг не более	0,3 мг/кг не более

Содержание кадмия в исследуемых образцах рыбы варьировало от 0,0011±0,0001 мг/кг на озере Балхаш, до 0,113±0,001 мг/кг на озере Бата, оба водоема находятся в Бухар-Жырауском районе. Максимальное количество свинца отмечено в рыбе из канала Иртыш-Караганда и Интумакского водохранилища (Бухар-Жырауский район) и составляло соответственно в карасе 0,081±0,0012 мг/кг и 0,0794±0,002 мг/кг, минимальное количество в рыбе из озера Балхаш 0,0014±0,0001 мг/кг, предельно допустимая концентрация не более 1,0 мг/кг. Мышьяк в наибольшем количестве обнаруживался в рыбе из Интумакского водохранилища (Бухар-Жырауского района) в количестве 0,0488±0,0012 мг/кг и в наименьшем в рыбе из реки Нура 0,009±0,001 мг/кг, при норме не более 1,0 мг/кг. Ртуть в наибольшем количестве определялась в судаке озера Балхаш 0,009±0,001 мг/кг, и в наименьшем в озере Караколь (Осакаровский район) в количестве 0,005±0,0001 мг/кг, при норме 0,3 мг/кг. Содержание ртути отсутствовало в рыбе из озера Бата и канала Иртыш-Караганда Бухар-Жырауского района.

Таким образом, накопление токсичных элементов в рыбе наблюдается во всех исследованных водоемах, при этом в Акмолинской области свинец и мышьяк присутствовали в рыбе из всех исследованных водоемов, а такие элементы как кадмий и ртуть только в пяти водоемах (50% случаев), в рыбе из водоемов Карагандинской области содержание свинца, мышьяка и кадмия отмечено во всех исследуемых образцах, ртуть не была обнаружена только в двух водоемах (25% случаев).

При исследовании рыбы на остаточные количества радионуклидов нами получены следующие результаты (таблица 3). Так, в отобранных образцах рыбы из водоемов Акмолинской области присутствие радионуклидов отмечено во всех водоемах, за исключением озера Уялы-Шалкар (Коргалжинского района).

Таблица 3 – Контаминация рыбы радионуклидами водоемов Акмолинской области, Бк/кг

Водоем	Вид рыб	Радионуклиды	
		цезий 137	стронций 90
Борабайский район			
Озеро Урумкай	линь (<i>Tinca tinca</i>), n=6	9,52±0,6	11,8±0,002
Озеро Майбалық	карась (<i>Carassius gibelio</i>), n=6	15,30±0,12 (в двух не обнаружено)	4,8±0,06
Озеро Щучье	пелядь (<i>Coregonus peled</i>), n=6	8,76±0,64 (в 3-х не обнаружено)	11,33±0,02
	Рипус (<i>Coregonus albula ladogensis</i>), n=6	9,03±1,12	13,3±0,6
Коргалжинский район			
Озеро Ұялы Шалқар	карась (<i>Carassius gibelio</i>), n=5	не обнаружено	9,2±0,8
Зерендинский район			
Озеро Айдабул	Плотва (<i>Rutilus rutilus</i>), n=3	11,4±0,6	6,50±0,2
Озеро Зеренда	окунь (<i>Perca fluviatilis</i>), n=3	15,3±0,02	12,7±0,006

Продолжение таблицы 3

Озеро Баратай	карась (<i>Carassius gibelio</i>), n=3	16,6±0,26	10,6±0,00
Озеро Басурман	карась (<i>Carassius gibelio</i>), n=3	11,83±0,64	17,37±0,21
Шортандинский район			
Озеро Балықтыколь	карась (<i>Carassius gibelio</i>), n=3	26,13±0,02	10,96±0,26
Целиноградский район			
Озеро Майбалык	карась (<i>Carassius gibelio</i>), n=3	16,55±0,2	13,71±0,12
ПДК		130 Бк/кг не более	100 Бк/кг не более

Остаточные количества цезия 137 в рыбе озер Урумкай, Майбалык и Щучье (Бурабайского района) колебались от 9,03±0,12 до 15,30±0,12 Бк/кг, в рыбе из озера Уялы-Шалкар (Коргалжинского района) данный радионуклид не был обнаружен. Содержание цезия 137 в рыбе озер Айдабул, Зеренда, Баратай и Басурман (Зерендинский район) находилось в пределах от 11,4±0,6 до 15,30±0,12 Бк/кг, а в образцах рыб из озера Балықтыколь (Шортандинского района) доходило до 26,13±0,02 Бк/кг, при максимально допустимой норме не более 130 Бк/кг. Содержание стронция 90 в наибольшем количестве отмечено в рипусе из озера Щучье – 13,3±0,6 Бк/кг, а в наименьшем – в рыбе из озера Майбалык 4,8±0,06 Бк/кг, при максимально допустимой норме не более 100 Бк/кг.

При определении остаточных количеств радионуклидов в рыбе водоемов Карагандинской области были получены следующие результаты, представленные в таблице 4.

Таблица 4 – Контаминация рыбы радионуклидами водоемов Карагандинской области, Бк/кг

Водоем	Вид рыб	Радионуклиды	
		цезий 137	стронций 90
Осакаровский район			
Озеро Караколь	карась (<i>Carassius gibelio</i>), n=3	7,9±0,23	7,8±0,43
в/х Молодежное	плотва (<i>Rutilus rutilus</i>), n=3	14,5±0,16	7,8±0,61
	карась (<i>Carassius gibelio</i>), n=4	10,0±0,024	10,15±0,27
Бухар-Жырауский район			
Озеро Бата	карась (<i>Carassius gibelio</i>), n=3	2,08±0,002	5,9±0,026
	окунь (<i>Perca fluviatilis</i>), n=3	11,0±0,02	0,6±0,0021
Канал Иртыш-Караганда	плотва (<i>Rutilus rutilus</i>), n=8	23,64±0,016	10,24±0,41
	карась (<i>Carassius gibelio</i>), n=3	2,36±0,012	0,027±0,0001
Озеро Балхаш	окунь (<i>Perca fluviatilis</i>), n=3	2,3±0,001	не обнаружено
	судак (<i>Sander lucioperca</i>), n=3	10,3±0,06	не обнаружено
Интуманское в/х	линь (<i>Tinca tinca</i>), n=6	2,07±0,021	1,012±0,0012
Нуринский район			
Река Нура	карась (<i>Carassius gibelio</i>), n=3	не обнаружено	8,02±0,02
Абайский район			
Озеро Сасыколь	карась (<i>Carassius gibelio</i>), n=6	не обнаружено	1,076±0,012
ПДК		130 Бк/кг не более	100 Бк/кг не более

В исследованной рыбе накопление цезия 137 варьировало от 2,07±0,021 Интуманское водохранилище до 23,64±0,016 Бк/кг канал Иртыш-Караганда (Бухар-Жырауский район), при норме не более 130 Бк/кг, за исключением озера Сасыколь (Абайского района) и реки Нура (Нуринском районе), где данный радионуклид не обнаруживался. Содержание стронция 90 обнаружено в рыбе во всех водоемах, и варьировало в пределах от 1,012±0,01 Интуманское водохранилище до 10,24±0,41 Бк/кг, канал Иртыш-Караганда (Бухар-Жырауский район), при норме не более 100 Бк/кг, в рыбе озера Балхаш присутствие стронция не установлено.

Таким образом, накопление остаточных количеств радионуклидов в рыбе отмечено во всех водоемах Акмолинской области, что говорит о возможном техногенном влиянии уранодобывающих предприятий данного региона, в Карагандинской области рыба из озера Сасыколь и реки Нура была свободна от цезия-137, и озера Балхаш от стронция-90, в остальных водоемах накопление радионуклидов определено в незначительных количествах. В целом превышений радионуклидов предельно допустимых концентраций не обнаружено.

Обсуждение результатов исследования

При определении остаточных количеств токсичных элементов и радионуклидов в мясе рыбы превышения предельно допустимых концентраций не установлено. Однако, их присутствие отмечено в рыбе практически всех водоемов. Как и большинство исследователей, мы связываем это с тем, что данные водоемы находятся вблизи крупных населенных пунктов – города Астана, Кокшетау, Караганда, Темиртау и др., то есть в регионах с большими промышленными комплексами, металлургическими предприятиями, ТЭЦ [31, с.110-145, 32, с. 27-32, 33, с.121-123]. Помимо загрязнения водоемов сточными водами предприятий, как утверждают Фисенко О. Ф., Хоботьев В. Г., через заводские трубы с промышленными дымами в атмосферу уходит много продуктов горения и летучих загрязнителей, которые затем выпадают в виде кислых и загрязненных осадков [31, с.110].

Из обнаруженных нами токсичных элементов реже присутствовали в мясе рыб кадмий и ртуть. Согласно данным исследователей Улахович Н.А. и др., кадмий встречается в сельскохозяйственных землях как контаминант, попадающий с удобрениями и сточными водами. Ртуть и ее неорганические соединения, которые широко

используются на многих производствах, так же со сточными водами попадают на дно водоемов [32, с.27]. Возможно, отсутствие и редкая встречаемость кадмия и ртути в мясе рыб, связана с незначительным попаданием сточных вод в обследуемые водоемы.

Свинец и мышьяк присутствовали во всех пробах мяса рыб. Водные растения хорошо аккумулируют свинец, но по-разному. По данным Светашевой Е.С., иногда фитопланктон удерживает его с коэффициентом концентрирования до 105, как и ртуть. В рыбе свинец накапливается незначительно, поэтому для человека в этом звене трофической цепи он относительно мало опасен [33, с.121]. В воду он попадает так же со стоками свинцово-цинковых рудников, предприятий цветной металлургии, машиностроительной, лакокрасочной, алюминиевой, химической промышленности, а так же, как утверждают Васильков Г.В. и др., один из источников загрязнения воды свинцом – выхлопные газы бензиновых двигателей [34, с.283].

Наиболее частое обнаружение соединений мышьяка в мясе рыб можно объяснить тем, что мышьяковистые ядохимикаты, по данным Василькова Г.В., Грищенко Л.И., Енгашева В.Г., часто используются в сельском и лесном хозяйстве для борьбы с вредителями растений, и они могут поступить в водоемы с поверхностным стоком. В воде мышьяк обнаруживается в форме арсената или арсенита, а также встречается в виде метилированных соединений. Так же на частоту контаминации может влиять то, что осаждаемые формы соединений мышьяка при повышении температуры могут растворяться и вызывать вторичное загрязнение [34, с.283]. Кроме того, в Акмолинской области находится ряд горно-обогатительных комбинатов по переработке золотосодержащих руд, в которых мышьяк, в основном, представлен в виде арсенопирита и частично арсенатов кальция и железа и накапливается в хвостохранилищах и отвалах горно-обогатительных комбинатов. Как показала многолетняя практика, арсенопирит, скородит и другие малорастворимые в воде соединения мышьяка, находясь в хвостохранилищах и отвалах в тонкодисперсной форме в смеси с солями, реагентами обогатительных комбинатов и в условиях подвижности кислотно-щелочного и кислородного баланса среды, претерпевают окисление, растворяются в фильтрующихся водах и загрязняют окружающую среду. Так, например, наличие в отвалах карбонатов, гидроксида кальция способствует раскислению арсенопирита и вымыванию мышьяка фильтрующимися водами [35, с.196].

Тяжелые металлы довольно устойчивы. Поступая в водоемы, они включаются в круговорот веществ и подвергаются различным превращениям. Вследствие этого тяжелые металлы могут накапливаться в водных организмах и передаваться по трофическим цепям, в том числе к человеку, приводя к различным заболеваниям [36, с.47].

При определении радионуклидов в мясе рыбы превышения предельно допустимых концентраций установлено не было, однако, их присутствие отмечено в рыбе всех водоемов Акмолинской области за исключением озера Уялы-Шалкар (Коргалжинского района), в Карагандинской области рыба из озера Сасыкколь и реки Нура была свободна от цезия-137, и озера Балхаш от стронция-90. Наличие радионуклидов указывает на радиационное загрязнение водоемов. Следовательно, наши данные подтверждают, что совершенно неразрешенной остается проблема рекультивации радиоактивных отвалов горных выработок. Сложившаяся радиозэкологическая ситуация в местах размещения этих отвалов представляет потенциальную опасность для здоровья населения, так как отвалы в большинстве случаев безнадзорны, используются местным населением для жилищного и дорожного строительства (Акмолинская, Алматинская, Северо-Казахстанская и др. области). Зафиксированы случаи выщелачивания из них радиоактивных веществ под действием атмосферных осадков в грунты и грунтовые воды [37, с. 23], которые в свою очередь с поверхностными стоками попадают в водоемы, а затем и в водные организмы.

Заключение

При определении остаточных количеств токсичных элементов и радионуклидов в мясе рыбы превышения предельно-допустимых концентраций не было установлено, однако их присутствие отмечено в рыбе всех водоемов. Реже обнаруживались кадмий и ртуть, тогда как свинец и мышьяк присутствовали во всех исследованных пробах. Вероятность накопления токсичных элементов, в частности свинца и мышьяка, а также радионуклидов в рыбе, возможно объясняется техногенной нагрузкой в данных регионах, где водоемы находятся вблизи крупных населенных пунктов – городов Астана, Кокшетау, Караганда, Темиртау и др., в которых расположены крупные промышленные центры. Вследствие этого, соли тяжелых металлов и радионуклиды могут накапливаться в водных организмах и передаваться по трофическим цепям, в том числе к человеку, тем самым представляя угрозу для здоровья.

Информация о финансировании

Научная работа выполнялась в рамках бюджетной программы 267 Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан «Повышение доступности знаний и научных исследований», по приоритету 101 «Программно-целевое финансирование научных исследований и мероприятий, по научно-технической программе БР10764944: «Разработка методов аналитического контроля и мониторинга безопасности пищевой продукции» на 2021-2023 годы.

ЛИТЕРАТУРА:

1. **Zemichael Gizaw. Public health risks related to food safety issues in the food market: a systematic literature review** [Text] / // Environ Health Prev Med. – 2019. – Nov 30. – Vol. 24(1):68 – P. 1-21. – DOI: 10.1186/s12199-019-0825-5.
2. **Yanzheng Gao, Hui Li. Agro-environmental contamination, food safety and human health: An introduction to the special issue** [Text] / Yanzheng G., Hui Li. // Environ Int. – 2021. – Dec. – Vol. 157. – P. 1-3. – DOI: 10.1016/j.envint.2021.106812.
3. **Akhmetova, V. Self-reported consumption frequency of meat and fish products among young adults in Kazakhstan** [Text] / V. Akhmetova // Nutrition and Health. – 2024. – June 30. – Vol. 30(2). – P. 193-194. – DOI: 10.1177/02601060221114230.
4. **Heba H Abdel-Kader, Mohamed H Mourad. Trace elements exposure influences proximate body**

composition and antioxidant enzyme activities of the species tilapia and catfish in Burullus Lake-Egypt: human risk assessment for the consumers [Text] / Heba H Abdel-Kader, Mohamed H Mourad // Environ Sci Pollut Res Int. – 2020. – Dec. – Vol. 27(35). – P. 43670–43681. – DOI: 10.1007/s11356-020-10207-2.

5. Talita Carneiro Brandão Pereira Acid mine drainage (AMD) treatment by neutralization: Evaluation of physical-chemical performance and ecotoxicological effects on zebrafish (*Danio rerio*) development [Text] / Talita Carneiro Brandão Pereira // Chemosphere. – 2020. – Aug. – Vol. 253. – P. 126665. – DOI: 10.1016/j.chemosphere.2020.126665.

6. Galhardi, J. A. Hydrogeochemical features of surface water and groundwater contaminated with acid mine drainage (AMD) in coal mining areas: a case study in southern Brazil [Text] / J. A. Galhardi, D. M. Bonotto // Environ Sci Pollut Res Int. – 2016. – Vol. 23, № 18. – P. 18911–18927. – DOI: 10.1007/s11356-016-7077-3.

7. Culotta, V. C. Disorders of copper transport [Text] / V. C. Culotta, J. D. Gitlin // The molecular and metabolic basis of inherited disease / Ed. A. L. Scriver et al. – Wash. (D.C.) : McGraw-Hill, 1999. – P. 210–221.

8. Daverat, F. Accumulation of Mn, Co, Zn, Rb, Cd, Sn, Ba, Sr, and Pb in the otoliths and tissues of eel (*Anguilla anguilla*) following long-term exposure in an estuarine environment [Text] / F. Daverat [et al.] // Sci Total Environ. – 2012. – Vol. 437. – P. 323–330. – DOI: 10.1016/j.scitotenv.2012.06.110.

9. Tian, H. Interactive effects of strontium and barium water concentration on otolith incorporation in juvenile flounder *Paralichthys olivaceus* [Text] / H. Tian, J. Liu, L. Cao, S. Dou // PLoS One. – 2019. – Vol. 14, № 6. – e0218446. – P. 1–16. – DOI: 10.1371/journal.pone.0218446. 10.

10. Al-Sid-Cheikh, M. Tissue Distribution of Radiolabeled 110mAg Nanoparticles in Fish: Arctic Charr (*Salvelinus alpinus*) [Text] / M. Al-Sid-Cheikh [et al.] // Environ Sci Technol. – 2019. – Vol. 53, № 20. – P. 12043–12053. – DOI: 10.1021/acs.est.9b04010.

11. Tejada-Benitez, L. Pollution by metals and toxicity assessment using *Caenorhabditis elegans* in sediments from the Magdalena River, Colombia [Text] / L. Tejada-Benitez, R. Flegal, K. Odigie, J. Olivero-Verbel // Environ Pollut. – 2016. – Vol. 212. – P. 238–250. – DOI: 10.1016/j.envpol.2016.01.057.

12. Aubakirova, G. Assessment of the hydrochemical regime and safety of fish in water bodies of Karaganda region, Kazakhstan [Text] / G. Aubakirova, Z. Adilbekov, A. Inirbayev, A. Zhamanova, A. Akhmetov // Pakistan Journal of Zoology. – 2020. – Vol. 53, № 1. – P. 27–31. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/20191209041227>

13. Kamiya, K. Long-term effects of radiation exposure on health [Text] / K. Kamiya, K. Ozasa, S. Akiba [et al.] // Lancet. – 2015. – Vol. 386, № 9992. – P. 469–478. – DOI: 10.1016/S0140-6736(15)61167-9.

14. Maître, M. Living conditions and health status of populations living in territories impacted by nuclear accidents – Some lessons for developing health surveillance programme [Text] / M. Maître [et al.] // Environ Int. – 2021. – Vol. 147. – P. 106294. – DOI: 10.1016/j.envint.2020.106294. – Epub 2020 Dec 24.

15. Вирбицкас, Ю. Б. Комплексное исследование воздействия смесей ТМ на рыб [Текст] / Ю. Б. Вирбицкас, М. З. Восилене, Н. П. Казлаускене // 1X Всерос. конф. Эколог, физиол. и биохимии рыб. – 2000. – Т. 2. – С. 48–50.

16. Моисеенко, Т. И. Рассеянные элементы в поверхностных водах суши: технофильность, биоаккумуляция и экотоксикология [Текст] / Т. И. Моисеенко, Л. П. Кудрявцева, Н. А. Гашкина. – М. : Наука, 2006. – 261 с.

17. Hinojosa-Garro, D. Banded tetra (*Astyanax aeneus*) as bioindicator of trace metals in aquatic ecosystems of the Yucatan Peninsula, Mexico: Experimental biomarkers validation and wild populations biomonitoring [Text] / D. Hinojosa-Garro, J. Rendón von Osten, R. Dzul-Caamal // Ecotoxicol Environ Saf. – 2020. – Vol. 195. – 110477. – DOI: 10.1016/j.ecoenv.2020.110477.

18. Le Pabic, C. Trace metal concentrations in post-hatching cuttlefish *Sepia officinalis* and consequences of dissolved zinc exposure [Text] / C. Le Pabic, C. Caplat, J.-P. Lehodey [et al.] // Aquat Toxicol. – 2015. – Vol. 159. – P. 23–35. – DOI: 10.1016/j.aquatox.2014.11.012.

19. Wang, X. Recent advances on the effects of microplastics on elements cycling in the environment [Text] / X. Wang, Y. Xing, M. Lv, T. Zhang, H. Ya, B. Jiang // Sci Total Environ. – 2022. – Vol. 849. – 157884. – DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.157884.

20. Иванов, И. К. Влияние загрязнения водоемов Казахстана промышленными сточными водами на рыбное хозяйство [Текст] / И. К. Иванов, Н. А. Амиргалиев. – КазНИИРХ, Балхаш. – URL: <http://ribvodstvo.com> (дата обращения: 22.09.2024).

21. Химически опасные воды. – URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31200551. – Источник: Газеты «Око» (www.oko.kz) (дата обращения: 15.09.2024).

22. Шкала загрязнения рек и озер Казахстана становится критической. АСТАНА, 26 мая, КАЗИНФОРМ, – URL: https://www.inform.kz/ru/iz-69-rek-kazahstana-tol-ko-devyat-priznany-chistymi-obzor-respublikanskoj-pressy-za-26-maya_a2467056 (дата обращения: 25.09.2024).

23. Ежемесячный информационный бюллетень о состоянии окружающей среды. – Казгидромет. – URL: www.kazhydromet.kz.

24. Аубакирова, Г. А. Биоресурсы средних озер Акмолинской и Костанайской областей Северного Казахстана [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.14 – Биологические ресурсы; 03.02.10 – Гидробиология / Г. А. Аубакирова. – Новосибирск, 2010. – 22 с.

25. Софронова, Л. И. Улучшение экологической обстановки северного региона путём утилизации отходов промышленности [Текст] / Л. И. Софронова, С. М. Шарипов, Д. С. Дюсембинов // Глобализация и развитие современного общества: Материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Кокшетау; Астана, 2009. – С. 311–314.

26. Бектурсынов, С. М. Динамика показателей онкологической заболеваемости области [Текст] / С. М. Бектурсынов, Г. А. Голованев // Онкология и радиология Казахстана. – 2011. – Т. 20, № 3. – С. 40.

27. Майканов, Б. С. Мониторинг безопасности рыбы водоемов Акмолинской области [Текст] / Б. С. Майканов, Ж. Ш. Адильбеков, Л. А. Лидер // Вестник Казахского агротехнического университета имени С. Сейфуллина. – 2022. – № 1 (112). – С. 311–323.

28. **Rehman, K. Prevalence of exposure of heavy metals and their impact on health consequences** [Text] / K. Rehman, F. Fatima, I. Waheed, M. S. H. Akash // *Cell Biochem.* – 2018. – Vol. 119, № 1. – P. 157–184. – DOI: 10.1002/jcb.26234.
29. **Fu, Z. The effects of heavy metals on human metabolism** [Text] / Z. Fu, S. Xi // *Toxicol Mech. Methods.* – 2020. – Vol. 30, № 3. – P. 167–176. – DOI: 10.1080/15376516.2019.1701594.
30. **Sall, M. L. Toxic heavy metals: impact on the environment and human health, and treatment with conducting organic polymers, a review** [Text] / M. L. Sall, A. K. D. Diaw, D. Gningue-Sall [et al.] // *Environ Sci Pollut Res Int.* – 2020. – Vol. 27, № 24. – P. 29927–29942. – DOI: 10.1007/s11356-020-09354-3.
31. **Фисенко, О. Ф. Загрязнение металлами** [Текст] / О. Ф. Фисенко, В. Г. Хоботьев // *Общая экология, биоценология, гидробиология.* – 1986. – Вып. 3. – С. 110–145.
32. **Улахович, Н. А. Комплексы металлов в живых организмах** [Текст] / Н. А. Улахович // *Соросовский образовательный журнал.* – 1997. – № 8. – С. 27–32.
33. **Светашева, Е. С. Накопление тяжелых металлов и нормирование их содержания в водных экосистемах** [Текст] / Е. С. Светашева // *Материалы 3 Всерос. конф. по вод. токсикологии «Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы».* – Борок, 2008. – Ч. 3. – С. 121–123.
34. **Васильков, Г. В. Тяжелые металлы. Справочник болезней рыб** [Текст] / Г. В. Васильков, Л. И. Грищенко, В. Г. Енгашев. – 1989. – 288 с.
35. **Новин, А. П. Пути повышения извлечения золота из руд и песков** [Текст] / А. П. Новин, Ю. В. Румянцев, О. Г. Перфильев // *Сб. науч. трудов ин-та Иргиредмет.* – Иркутск, 1981. – 196 с.
36. **Галимова, А.Р. Степанова С.Н. Тяжелых металлов в природных водах** / А.Р. Галимова, С.Н. Степанова/ Библиофонд, Казань, 2012. – URL: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=703018> (дата обращения: 12.02.2024).
37. **Радиационное загрязнение биомов Казахстана.** – URL: https://studwood.net/1177868/ekologiya/radiatsionnoe_zagryaznenie_biomov_kazahstana (дата обращения: 24.01.2024).

REFERENCES:

1. **Z.Gizaw. Public health risks related to food safety issues in the food market: a systematic literature review.** *Environ Health Prev Med*, 2019, vol. 24. no.1, pp. 1-21. DOI: 10.1186/s12199-019-0825-5.
2. **Y.Gao, H. Li. Agro-environmental contamination, food safety and human health: An intro-duction to the special issue.** *Environ Int*, 2021, vol. 157, pp. 1-3. DOI: 10.1016/j.envint.2021.106812.
3. **V.Ahmetova et al. Self-reported consumption frequency of meat and fish products among young adults in Kazakhstan.** *Nutrition and Health*, 2024, vol. 30 no.2, pp. 193-194. DOI: 10.1177/02601060221114230.
4. **H.Heba, A.Kader et al. Trace elements exposure influences proximate body composition and antioxidant enzyme activities of the species tilapia and catfish in Burullus Lake-Egypt: human risk assessment for the consumers.** *Environ Sci Pollut Res Int*, 2020, vol. 27 no.35, pp. 43670-43681. DOI: 10.1007/s11356-020-10207-2.
5. **T.Carneiro, B.Pereira et al. Acid mine drainage (AMD) treatment by neutralization: Evaluation of physical-chemical performance and ecotoxicological effects on zebrafish (Danio rerio) development.** *Chemosphere*, 2020, vol. 253. pp. 126665. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2020.126665.
6. **J.Galhardi, D.Bonotto et al. Hydrogeochemical features of surface water and groundwater contaminated with ac-id mine drainage (AMD) in coal mining areas: a case study in southern Brazilю** *Environ Sci Pollut Res Int*, 2016, vol. 23, no.18. pp. 18911–18927. DOI: 10.1007/s11356-016-7077-3.
7. **V.C.Culotta, J.D.Gitlin et al. The molecular and metabolic basis of inherited disease.** *Disorders of copper transport*, Wash. (D.C.), McGraw-Hill, 1999, pp. 210–221.
8. **F.Daverat. Accumulation of Mn, Co, Zn, Rb, Cd, Sn, Ba, Sr, and Pb in the otoliths and tissues of eel (Anguilla anguilla) following long-term exposure in an estuarine environment.** *Sci Total Environ*, 2012, vol. 437, pp. 323–330. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2012.06.110.
9. **H.Tian, J.Liu et al. Interactive effects of strontium and barium water concentration on otolith incorporation in ju-venile flounder Paralichthys olivaceus.** *PLoS One*, 2019, vol.14, no. 6, e0218446, pp. 1–16. DOI: 10.1371/journal.pone.0218446.10.
10. **M.Al-Sid-Cheikh. Tissue Distribution of Radiolabeled 110mAg Nanoparticles in Fish: Arctic Charr (Salvelinus alpinus).** *Environ Sci Technol*, 2019, vol. 53. no. 20, pp. 12043–12053. DOI: 10.1021/acs.est.9b04010.
11. **L.Tejada-Benitez, R.Flegal et al. Pollution by metals and toxicity assessment using Caenorhabditis elegans in sediments from the Magdalena River, Colombia.** *Environ Pollut*, 2016, vol. 212. pp. 238–250. DOI: 10.1016/j.envpol.2016.01.057.
12. **G.Aubakirova, Z.Adilbekov et al. Assessment of the hydrochemical regime and safety of fish in water bodies of Karaganda region, Kazakhstan.** *Pakistan Journal of Zoology*, 2020, vol. 53, no. 1, pp. 27–31. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/20191209041227>.
13. **K.Kamiya, K.Ozasa K et al. Long-term effects of radiation exposure on health.** *Lancet*, 2015, vol. 386, no. 9992, pp. 469–478. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)61167-9.
14. **M.Maîtr. Living conditions and health status of populations living in territories impacted by nuclear accidents – Some lessons for developing health surveillance programme.** *Environ Int*, 2021, vol. 147, 106294 p. DOI: 10.1016/j.envint.2020.106294. Epub 2020 Dec 24.
15. **Virbickas Yu.B., Vosilene M.Z et al. Kompleksnoe issledovanie vozdeystviya smesej TM na ry'b [Comprehensive study of the impact of TM mixtures on fish].** *1X Vseros. konf. E'kolog, fiziol. i biohimii ry'b*, 2000, vol. 2. pp. 48–50. (In Russian).
16. **Moiseenko T.I. Rasseyanny'e e'lementy' v poverhnostny'h vodah sushi: tehno'fil'nost', bioakkumulaciya i e'kotoksikologiya** [Trace elements in terrestrial surface waters: technical profile, bioaccumulation and ecotoxicology]. *Nauka*, 2006, 261 p. (In Russian).

17. D.Hinojosa-Garro, J.R.Osten et al. **Banded tetra (*Astyanax aeneus*) as bioindicator of trace metals in aquatic eco-systems of the Yucatan Peninsula, Mexico: Experimental biomarkers validation and wild populations biomonitoring.** *Ecotoxicol Environ Saf*, 2020, vol. 195, 110477 p. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2020.110477.
18. C.Le.Pabic, C.Caplai et al. **Trace metal concentrations in post-hatching cuttlefish *Sepia officinalis* and consequences of dissolved zinc exposure.** *Aquat Toxicol*, 2015, vol. 159, pp. 23–35. DOI: 10.1016/j.aquatox.2014.11.012.
19. X.Wang, Y.Xing et al. **Recent advances on the effects of microplastics on elements cycling in the environment.** *Sci Total Environ*, 2022, vol. 849, 157884 p. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.157884.
20. Ivanov I.K. **Vliyanie zagryazneniya vodoemov Kazahstana promy'shlenny'mi stochny'mi vodami na ry'bnoe hozyajstvo** [The impact of pollution of Kazakhstan water bodies by industrial wastewater on the fish industry]. KazNIIRH, Balhash, available at: <http://ribovodstvo.com> (accessed 22 September 2024). (In Russian).
21. **Himicheski opasny'e vody'** [Chemically hazardous waters]. Gazeta «Oko», available at: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31200551 (accessed 15 September 2024). (In Russian).
22. **Shkala zagryazneniya rek i ozer Kazahstana stanovitsya kriticheskoy** [The scale of pollution of Kazakhstan rivers and lakes is becoming critical]. Astana, May 26, KAZINFORM, available at: https://www.inform.kz/ru/iz-69-rek-kazahstana-tol-ko-devyat-priznany-chistymi-obzor-respublikanskoj-pressy-za-26-maya_a2467056 (accessed 25 September 2024). (In Russian).
23. **Ezhemesyachny'j informacionny'j byulleten' o sostoyanii okruzhayushhej sredy'** [Monthly newsletter on the environmental health]. Kazgidromet, available at: www.kazhydromet.kz (accessed 25 September 2024). (In Russian)
24. **Aubakirova G.A. Bioresursy' srednih ozer Akmolinskoj i Kostanajskoj oblastej Severnogo Kazahstana** [Bioresources of the middle lakes of the Akmola and Kostanay regions of Northern Kazakhstan]. Abstract of Ph.D. thesis, 03.02.14 – Biologicheskie resursy', 03.02.10 – Gidrobiologija, Novosibirsk, 2010, 22 p. (In Russian).
25. **Sofronova L.I. Uluchshenie e'kologicheskoy obstanovki severnogo regiona putyom utilizacii othodov promy'shlennosti** [Improving environmental situation in the northern region by recycling industrial waste]. *Globalizaciya i razvitie sovremennogo obshhestva: Materialy' Mezhdunar. nauch.prakt. Konf, Kokshetau, Astana, 2009*, pp. 311–314. (In Russian).
26. **Bektursynov S.M., Golovanev G.A. Dinamika pokazatelej onkologicheskoy zaboлеваemosti oblasti** [Dynamics of cancer incidence rates in the region]. *Onkologiya i radiologiya Kazahstana*, 2011, vol. 20, no. 3, 40 p. (In Russian).
27. **Majkanov B.S., Adilbekov Zh.Sh et al. Monitoring bezopasnosti ry'by' vodoemov Akmolinskoj oblasti** [Monitoring the safety of fish in reservoirs of the Akmola region]. *Vestnik Kazahskogo agrotehnicheskogo universiteta imeni S.Sejfullina*, 2022, vol. 1, no. 112, pp. 311–323. (In Russian).
28. **K.Rehman, F.Fatima et al. Prevalence of exposure of heavy metals and their impact on health consequences.** *Cell Biochem*, 2018, vol. 119, no.1, pp. 157–184. DOI: 10.1002/jcb.26234.
29. **Z.Fu, S.Xi. The effects of heavy metals on human metabolism.** *Toxicol Mech. Methods*, 2020, vol. 30, no. 3, pp. 167–176. DOI: 10.1080/15376516.2019.1701594.
30. **M.L.Sall, A.Diaw et al. Toxic heavy metals: impact on the environment and human health, and treatment with conducting organic polymers, a review.** *Environ Sci Pollut Res Int*, 2020, vol. 27, no. 24, pp. 29927–29942. DOI: 10.1007/s11356-020-09354-3.
31. **Fisenko O.F, Hobotov V.G. Zagryaznenie metallami** [Metal pollution]. *Obshhaya e'kologiya, biocenologiya, gidrobiologiya*, 1986, iss. 3, pp. 110–145. (In Russian).
32. **Ulahovich N.A. Kompleksy' metallov v zhivy'h organizmah** [Metal complexes in living organisms]. *Sorosovskij obrazovatel'ny'j zhurnal*, 1997, no. 8, pp. 27–32. (In Russian).
33. **Svetasheva E.S. Nakoplenie tyazhely'h metallov i normirovanie ih sodержaniya v vodny'h e'kosistemah** [Accumulation of heavy metals and regulation of their content in aquatic ecosystems]. *Materialy' 3 Vseros. konf. po vod. toksikologii «Antropogennoe vliyanie na vodny'e organizmy' i e'kosistemy'»*, Borok, 2008, pp. 121–123. (In Russian).
34. **Vasilkov G.V., Grishhenko V.G et al. Tyazhely'e metally'** [Heavy metals]. *Spravochnik boleznej ry'b.*, 1989, 288 p. (In Russian).
35. **Novin A.P., Rumyanцев Yu.V et al. Puti povysheniya izvlecheniya zolota iz rud i peskov** [Ways to increase gold extraction from ores and sands]. *Sb. nauch. trudov in-ta Irgiredmet*, Irkutsk, 1981, 196 p. (In Russian).
36. **Galimova A.R., Stepanova S.N. Tyazhely'h metallov v prirodny'h vodah** [Heavy metals in natural waters]. *Bibliofond, Kazan'*, 2012. Available at: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=703018> (accessed 12 November 2024). (In Russian).
37. **Radiacionnoe zagryaznenie biomov Kazahstana** [Radiation pollution of biomes of Kazakhstan]. Available at: https://studwood.net/1177868/ekologiya/radiatsionnoe_zagryaznenie_biomov_kazahstana (accessed 1 September 2024). (In Russian).

Сведения об авторах

Адильбеков Жанат Шабанбаевич – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры ветеринарной санитарии, НАО «Казакский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Республика Казахстан, 010000, г. Астана, проспект Жениса, 62, тел.: +7-707-852-04-31, e-mail: zhanat_a72@mail.ru.

Балджи Юрий Александрович – кандидат ветеринарных наук, и.о. ассоциированного профессора кафедры ветеринарной санитарии, НАО «Казакский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Республика Казахстан, 010000, г. Астана, проспект Жениса, 62, тел.: +7-701-979-67-98, e-mail: yu.balji@kazatu.edu.kz, Balji-Y@mail.ru.

Мустафина Райхан Кусайынова – PhD, старший преподаватель кафедры ветеринарной санитарии, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Республика Казахстан, 010000, г. Астана, проспект Жениса, 62, тел.: +7-702-804-34-27, e-mail: Raihan1984@mail.ru.

Жузжасарова Гульнур Еркингазиевна* – докторант образовательной программы «8D09102 – Санитарно-экологическая безопасность продуктов животноводства», кафедра ветеринарной санитарии, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Республика Казахстан, 010000, г. Астана, проспект Жениса, 62, тел.: +7-707-574-71-00, e-mail: gulnur900607@gmail.com.

Адильбеков Жанат Шабанбаевич – ветеринария ғылымдарының кандидаты, ветеринарлық санитария кафедрасының доценті, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ, Жеңіс даңғылы 62, тел.: +7-707-852-04-31, e-mail: zhanat_a72@mail.ru.

Балджи Юрий Александрович – ветеринария ғылымдарының кандидаты, ветеринариялық санитария кафедрасының қауымдастырылған профессоры м.а., «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ, Жеңіс даңғылы 62, тел.: +7-701-979-67-98 e-mail: yu.balji@kazatu.edu.kz Balji-Y@mail.ru.

Мустафина Райхан Кусайынова – PhD, ветеринариялық санитария кафедрасының аға оқытушысы, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ, Жеңіс даңғылы 62, тел.: +7-702-804-34-27, e-mail: Raihan1984@mail.ru.

Жузжасарова Гулнур Еркингазиевна* – «8D09102-Мал шаруашылығы өнімдерінің санитарлық-экологиялық қауіпсіздігі» білім беру бағдарламасының докторанты, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ, Жеңіс даңғылы 62, Қазақстан, тел.: +7-707-574-71-00, e-mail: gulnur9006070@gmail.com.

Adilbekov Zhanat Shabanbayevich – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of veterinary sanitation, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 62 Zhenis Ave., tel.: +7-707-852-04-31 e-mail: zhanat_a72@mail.ru.

Baldzhi Yuriy Aleksandrovich – Candidate of Veterinary Sciences, acting Associate Professor of the Department of veterinary sanitation, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 62 Zhenis Ave., tel.: +7-701-979-67-98 e-mails: yu.balji@kazatu.edu.kz Balji-Y@mail.ru.

Mustafina Raikhan Kusaiynova – PhD, Senior Lecturer of the Department of veterinary sanitation, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 62 Zhenis Ave., tel.: +7-702-804-34-27, e-mail: Raihan1984@mail.ru.

Zhuzhassarova Gulnur Yerkingaziyevna* – Doctoral student, "8D09102 – Sanitary and environmental safety of livestock products" educational program, Department of veterinary sanitation, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 62 Zhenis Ave., tel.: +7-707-574-71-00, e-mail: gulnur9006070@gmail.com.

МРНТИ 68.41.55

УДК 619:591.3:615.371

https://doi.org/10.52269/22266070_2025_1_23

ОЦЕНКА ЭМБРИОТОКСИЧЕСКОГО И ТЕРАТОГЕННОГО ЭФФЕКТА ВЕТЕРИНАРНОГО ПРЕПАРАТА «ИВЕРГЕЛЬ»

Борсынбаева А.М.* – PhD, старший научный сотрудник, ТОО «Научно-производственный центр «БиоВет», г. Алматы, Республика Казахстан.

Тургенбаев К.А. – доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник, ТОО «Научно-производственный центр «БиоВет», г. Алматы, Республика Казахстан.

Жантелиева Л.О. – PhD, старший научный сотрудник, РГП на ПХВ «Институт зоологии», г. Алматы, Республика Казахстан.

Борсынбаева Ж.М. – магистр технологических наук, младший научный сотрудник, ТОО «Научно-производственный центр «БиоВет», г. Алматы, Республика Казахстан.

В данной статье представлены результаты исследования эмбриотоксического и тератогенного эффекта противопаразитарного ветеринарного препарата «Ивергель», основным действующим веществом которого является ивермектин.

Цель исследования заключалась в оценке безопасности использования противопаразитарного ветеринарного препарата у беременных животных. Для этого препарат вводился в дозировке 0,2 мг/кг в разные периоды беременности, после чего проводилась оценка состояния эмбрионов и новорожденных. Результаты показали, что введение препарата «Ивергель» не приводит к увеличению эмбриональной смертности, частоте резорбций или возникновению врожденных аномалий у потомства. Вес плодов в экспериментальной группе был сопоставим с контрольной группой, что свидетельствует об отсутствии эмбриотоксического воздействия.

Полученные результаты имеют важное значение для ветеринарной практики, так как подтверждают безопасность использования противопаразитарного ветеринарного препарата «Ивергель» у беременных животных при соблюдении рекомендованных дозировок. Это позволяет эффективно применять данный препарат для борьбы с паразитами без риска негативного воздействия на развивающиеся эмбрионы. Тем не менее, исследование подчеркивает необходимость дальнейших исследований для оценки потенциальных рисков при превышении терапевтических доз или при хроническом применении препарата.