ӘОЖ 639.6
ҒТАХР 87.26.25
DOI 10.52578/2305-9397-2025-2-5-191-198

Тулеуов А.М., ветеринария ғылымдарының магистрі, **негізгі автор**, https://orcid.org/0000-0003-3313-5203
«Балық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС Батыс Қазақстан филиалы, Орал қ., Жәңгір хан көш., 45, 090009, Қазақстан Республикасы, tuleuov@fishrpc
Шукуров М.Ж., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, Ветеринария және агротехнология институтының доцент м.а, https://orcid.org/0000-0002-9665-1814
«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан Республикасы, Орал қаласы, Жәңгір хан көш., 51, shukurov.marklen@mail.ru

Tuleuov A.M., Master of Veterinary Sciences, **the main author**, https://orcid.org/0000-0003-3313-5203
West Kazakhstan Branch of "Fishery Scientific and Production Center" LLP, Uralsk, 45 Zhangir Khan St., 090009, Republic of Kazakhstan, tuleuov@fishrpc.kz
Shukurov M.Zh., Candidat of Agricultural Sciences, Acting Associate Professor at the Institute of Veterinary and agrotechnology, https://orcid.org/0000-0002-9665-1814
NJCS «West Kazakhstan Agrarian Technical University named after Zhangir Khan», 51 Zhangir Khan St., Uralsk, Republic of Kazakhstan, shukurov.marklen@mail.ru

БАТЫС ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫНЫҢ НЕГІЗГІ КӘСІПШІЛІК СУ АЙДЫНДАРЫНДАҒЫ ӨЗЕН ШАЯНДАРЫ ЕТІНДЕГІ УЫТТЫ ЭЛЕМЕНТТЕР МЕН РАДИОНУКЛИДТЕРДІҢ МӨЛШЕРІН ЗЕРТТЕУ

STUDY OF THE CONTENT OF TOXIC ELEMENTS AND RADIONUCLIDES IN THE MEAT OF CRAYFISH OF THE MAIN COMMERCIAL WATER BODIES OF THE WESTERN KAZAKHSTAN REGION

АННОТАЦИЯ

Бұл мақалада Батыс Қазақстан облысындағы ірі кәсіпшілік су айдындарынан: Көшім өзені бойындағы суқоймалардан, Үлкен және Кіші өзен және Сарышығанақ көлінен алынған өзен шаяндарының (*Pontastacus leptodactylus*) бұлшықет тініндегі ауыр металдар мен радионуклидтердің мөлшері зерттелді. Жұмыс шеңберінде шаяндардан, балықтардан, су және топырақ орталарынан сынамалар алынып, аккредиттелген зертханаларда спектрометриялық әдістермен талдау жүргізілді. Анықталған токсиканттарға қорғасын, кадмий, цезий-137 және стронций-90 жатты. Уытты элементтердің ішінен кадмий мөлшері бойынша экологиялық тұрғыдан ең таза болып Кіші өзен шаяны болса, ал керісінше жоғары мөлшері Сарышығанақ көлінен алынған шаяндардан табылды. Қорғасынның ең жоғары мөлшері Көшім өзенінен алынған шаянда болса, ең төменгі мөлшері Сарышығанақ көлінен алынған шаян етінен анықталды. Зерттеу нәтижелері өзен шаяндарының бұлшықет тінінде ауыр металдар мен радионуклидтер шоғырлануы тіршілік ететін су ортасына қарағанда жоғары екенін көрсетті. Дегенмен, барлық анықталған көрсеткіштер қолданыстағы техникалық регламенттер мен СанПиН талаптарына сай келеді және шекті жол берілетін деңгейден аспайды. Осыған байланысты зерттелген шаяндарды экологиялық тұрғыдан таза өнім ретінде қарастыруға болады. Сонымен қатар, өзен шаяндары су айдынының экологиялық жай-күйін бағалауда биоиндикатор ретінде қолдануға лайықты нысан екені дәлелденді. Мақала нәтижелері тағам қауіпсіздігі, экология және су биоресурстарын тиімді пайдалану салаларында маңызды ғылыми-тәжірибелік мәнге ие.

ANNOTATION

This article presents the results of a study on the content of heavy metals and radionuclides in the muscle tissue of the long-clawed crayfish (*Pontastacus leptodactylus*) collected from major commercial water bodies of the West Kazakhstan region: reservoirs along the Koshym River, the Bolshoy and Maly Uzen rivers, and Lake Saryshyghanak. Within the scope of the study, samples of crayfish, fish, water, and bottom sediments were analyzed using spectrometric methods in accredited laboratories. The main toxic elements identified were lead, cadmium, cesium-137, and strontium-90. Among the heavy metals, the lowest cadmium concentration was found in crayfish from the Maly Uzen River, while the highest was observed in samples from Lake Saryshyghanak. The highest lead levels were detected in crayfish from the Koshym River and the lowest in samples from the lake. The concentration of toxicants in crayfish tissue

exceeded that of the surrounding environment, yet remained well below the maximum permissible levels established by sanitary and technical regulations. Therefore, the meat of these crayfish can be considered ecologically safe. Additionally, crayfish have proven effective as bioindicators of the ecological status of aquatic ecosystems. The results hold scientific and practical value in the areas of food safety, ecology, and sustainable use of aquatic biological resources.

Кілт сөздер: *өзен шаяны, ауыр металдар, радионуклидтер, санитарлық бағалау, ветеринариялық-санитариялық қауіпсіздік, экологиялық таза өнім, гидробионттар, биоиндикатор, Көшім өзені, тағамдық қауіпсіздік.*

Key words: *crayfish, heavy metals, radionuclides, sanitary assessment, veterinary-sanitary safety, ecologically safe product, hydrobionts, bioindicator, Koshym River, food safety.*

Кіріспе. Ұзынша ашалы өзен шаянының (*Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823)) еті - құрамында 14 % құрғақ заттағы жануар тектес ақуызы бар диеталық өнім, сондықтан ол еуропалық тағамдарда кеңінен қолданылады [1]. Қазақстан бұл шаянтәріздінің табиғи қоры бойынша Еуразия құрлығында Ресей мен Украинадан кейінгі жетекші орындардың бірін алады [2].

Батыс Қазақстанда шаян аулау кәсіпшілігі Көшім өзенінің бойындағы ірі суқоймаларда, Үлкен және Кіші Өзен өзендерінің бөліктері мен Сарышығанақ көлінде жүргізіледі. Сонымен қатар, өңірдегі көл-тауарлы балық шаруашылығына арналған шағын су айдындарында да бұл құнды биоресурс белгілі бір мөлшерде кездеседі. Алайда, балық шаруашылығы аудандарын аймақтарға бөлуге сәйкес, негізгі өсірілетін нысан - карп балығы болып табылады [3]. Бекітілген балық шаруашылығын дамыту бағдарламасында балық өсіру басымдық ретінде белгіленгендіктен, өзен шаянының қорларын игеру және көбейту мәселелері көтерілмеген [4]. Дегенмен, шаяндар сыртқы нарықта жоғары сұранысқа ие және аквакультураның басқа нысандарына қарағанда табыстылығы жоғары. Алайда, оның баяу өсуі себебінен шаянды негізгі өсіру нысаны ретінде пайдалану кейбір өңірлерде кездескенімен, көбінде күмән тудырады [5, 6].

Су ортасында үнемі тіршілік ететін өзен шаяндары өз ағзасында ауыр металдарды сіңіріп, жинақтайды. Ауыр металдардың көпшілігі тірі ағзалардың тіршілігі үшін қажет және микроэлементтер рөлін атқарады (ферменттер, витаминдер, гормондар құрамына енеді). Алайда кейбір металдар биота үшін қажетсіз, себебі олар, әсіресе жоғары концентрацияда, уытты әсер етеді [7, 8]. Өзен шаяндары деликатес өнім ретінде саналатындықтан, олардың әртүрлі мүшелері мен тіндеріндегі, ең алдымен бұлшықет тініндегі ауыр металдар мөлшері туралы ақпарат өзекті болып табылады [9, 10, 11].

Жұмыстың мақсаты – өзен шаяндары таралған Батыс Қазақстан облысының ірі балықшаруашылық маңызы бар су айдындарынан алынған жыныстық жағынан жетілген дарақтардың ағзасындағы ауыр металдардың мөлшерін анықтау. Сонымен қатар Көшім өзені мысалында, суда мекендейтін басқа да гидробионттар, су құрамы мен топырақ жамылғысының құрамындағы радионуклидтер құрамын салыстыру.

Материалдар мен зерттеу әдістері. Зерттеу жүргізілген аудандарда судың токсикологиялық талдауларына арналған сынамалар беткі қабаттан батометрдің көмегімен СТ РК ГОСТ Р 51592-2003 [12] стандартына сәйкес алынды. Токсикологиялық талдауға арналған сынамаларды жинау және дайындау сынаманың қасиеттерін сақтау шартын ескере отырып, сынақ зертханаларының талаптарына сәйкес жүргізілді. Зерттелетін су айдындарының су ортасында және түптік шөгінділерінде келесі токсиканттар анықталды: ауыр металдар (қорғасын және кадмий) және радиоактивті элементтер (стронций-90, цезий-137). Омыртқасыздар (моллюскалар) мен балықтардың (бұлшықет тіні) токсикологиялық зерттеулері ауыр металдар мен радионуклидтерді анықтауды қамтыды. Алынған сынамалар спектрометриялық әдістермен аккредиттелген ҚР АШМ Ветеринарлық бақылау және қадағалау комитетінің «Республикалық ветеринарлық зертхана» ШЖҚ РМК Батыс Қазақстан облыстық филиалы және "Ұлттық сараптау және сертификаттау орталығы" АҚ Батыс Қазақстан филиалының сынақ зертханаларында талданды.

Су ортасын талдау нәтижелерінің балық шаруашылығы нормативтеріне сәйкестігі «Су объектілеріндегі судың сапасын бірыңғай жіктеу» және «ПДК-ның жинақталған тізімі» [13, 14] құжаттарына сәйкес бағаланды. Түптік шөгінділерге токсикологиялық баға Гигиеналық талаптар мен нормативтік құжаттарға [15,16] сәйкес жүргізілді. Биологиялық объектілердегі токсиканттардың рұқсат етілген шекті деңгейлері қолданыстағы техникалық регламенттерге [17,18] сәйкес бағаланды.

Нәтижелер және оларды талқылау. Антропогендік әсердің биосфераның түрлі нысандарына үдей түсуіне байланысты тұтынушылар үшін тамақтық шикізат пен азық-түлік

өнімдерінің қауіпсіздігі ең маңызды мәселелердің бірі болып табылады. Гидробионттардың кейбір ксенобиотиктерді жинақтау қабілеті бар болғандықтан, СанПиН 2.3.2.560-96 талаптарына сәйкес біз өзен шаяндары етінің санитарлық-токсикологиялық және радиациялық-гигиеналық бағасын жүргізу қажеттілігі туындады.

Батыс Қазақстан облысының ірі балық шаруашылығы су айдындарындағы өзен шаяндарының бұлшықет тініндегі уытты элементтер мөлшерін зерттеу нәтижелері 1 кестеде келтірілген.

Кесте 1 – БҚО ірі су айдындарындағы шаян етіндегі уытты элементтердің орташа мөлшері

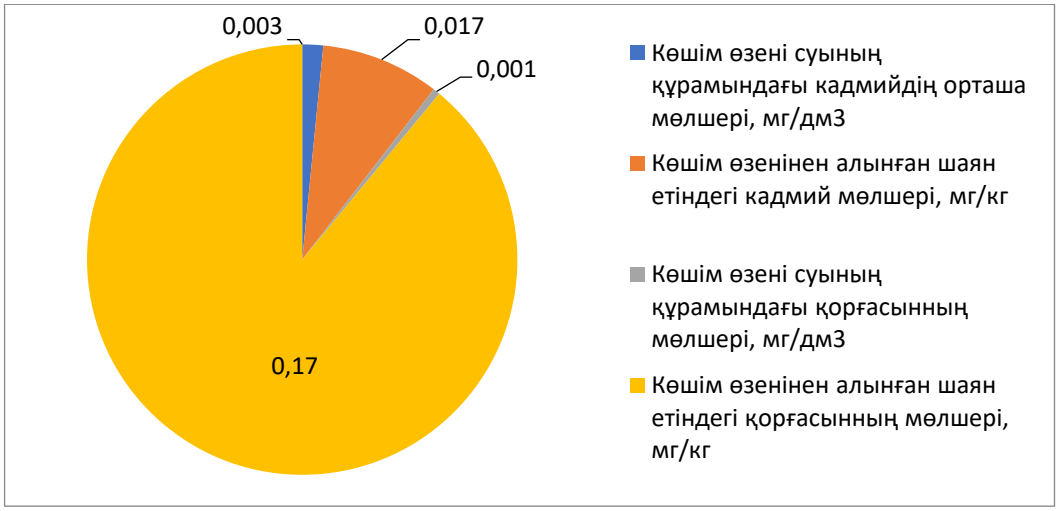
Сынамалар алынған су айдындар	Зерттеу әдістемелеріне нормативтік құжат	Шаян етінің құрамындағы ксенобиотиктер, мк/кг	
		Көрсеткіштердің нормадағы мәні	
		10,0	2,0
		Pb (қорғасын)	Cd (кадмий)
Көшім өзені	ГОСТ 33824-2016	0,17	0,017
Үлкен өзен		0,074	0,0031
Кіші өзен		0,060	0,0028
Сарышығанақ көлі		0,035	0,024

Келтірілген мәліметтерден байқағанымыздай, Cd концентрациясы 0,0028-ден 0,24 мг/кг-ға дейін, Pb – 0,060-тан 0,17 мг/кг-ға дейін ауытқыған, яғни бұл мәндер белгіленген рұқсат етілген шекті деңгейден едәуір төмен болды.

Уытты элементтердің ішінен кадмий мөлшері бойынша экологиялық тұрғыдан ең таза болып Кіші өзен шаяны (0,0028 мк/кг), жоғары мөлшері (0,024 мк/кг) Сарышығанақ көлінен алынған шаяндардан табылды. Қорғасынның ең жоғары мөлшері (0,17 мк/кг) Көшім өзенінен алынған шаянда болса, ең төменгі мөлшері (0,035 мк/кг) Сарышығанақ көлінен алынған шаян етінен анықталды.

Шаян етіндегі және олардың тіршілік ететін су ортасындағы уытты элементтер мөлшерінің салыстырмалы талдауы бұл элементтердің өзен шаяндарының бұлшықет тінінде жинақталатынын көрсетеді.

Көшім өзенінің мысалында су мен шаян етіндегі қорғасын және кадмий мөлшерінің үлесі 1 суретте көрсетілген. Осындай заңдылық Көшім өзені бойындағы су қоймалардағы шаян етінде зерттелген барлық ауыр металдар үшін тән.



Сурет 1 – Көшім өзенінен алынған су құрамы мен шаян етіндегі қорғасын және кадмийдің жинақталуы.

Осылайша, өзен шаяндары ауыр металдарды денесінің бұлшықет тіндерінде жинақтай алатындығы анықталды.

Батыс Қазақстан облысының ірі су айдындарындағы өзен шаяндарының бұлшықет тініне жүргізілген санитарлық-токсикологиялық бағалау нәтижесінде зерттелген шаян етіндегі реттелетін уытты элементтердің концентрациясы СанПиН 2.3.2.560-96 талаптарына сәйкес шаянтәрізділер

үшін белгіленген шекті деңгейден едәуір төмен екені анықталды. Бұл зерттелген гидробионттарды экологиялық таза шикізатқа жатқызуға мүмкіндік береді.

Адамның шаруашылық қызметінің нәтижесінде көптеген ластаушы заттармен қатар қоршаған ортаға табиғи және техногендік радионуклидтердің түсуі артып келеді. Қалыптасқан жағдай халықтың денсаулығының тұрақты түрде нашарлауымен сипатталады. Адам денсаулығын сақтау және нығайту мәселелерін шешуде әртүрлі биологиялық нысандарда, соның ішінде гидробионттарда, радионуклидтердің мөлшері мен таралуы туралы деректер үлкен қызығушылық тудырады.

Өзен шаяндары етінің радиациялық қауіпсіздігінің негізгі қағидасы – СанПиН 2.3.2.560-96 талаптарына сәйкес нормаланатын радионуклидтер ^{137}Cs және ^{90}Sr мөлшерінің шекті деңгейден аспауы болып табылады. Осыған байланысты біз Батыс Қазақстан облысының су айдындарындағы табиғи популяцияларынан алынған өзен шаяндарының бұлшықет тініне радиациялық-гигиеналық бағалау жүргіздік. Бұл зерттеудің нәтижелері 2 кестеде келтірілген.

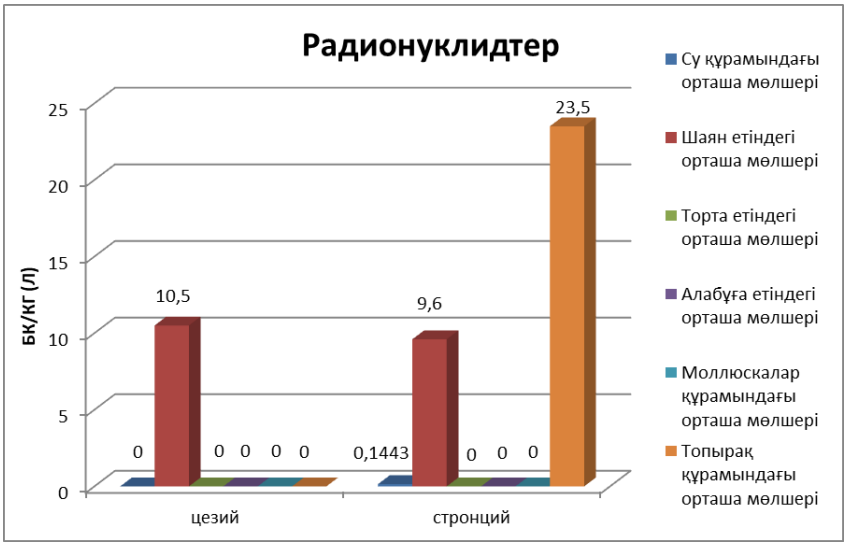
Кесте 2 – БҚО ірі су айдындарындағы шаян етіндегі радионуклидтердің орташа мөлшері

Сынамалар алынған су айдындар	Зерттеу әдістемелеріне нормативтік құжат	Шаянның шикі салмағына шаққанда радионуклидтердің белсенділігі, Бк/кг	
		Көрсеткіштердің нормадағы мәні	
		130	100
		^{137}Cs, Бк/кг (цезий)	^{90}Sr, Бк/кг (стронций)
Көшім өзені	ГОСТ 32161-2013	10,5 (±16,5)	9,6 (±32,9)
Үлкен өзен		21,4 (±18,3)	8,0 (±40,4)
Кіші өзен		12,2 (±19,7)	14,4 (±36,9)
Сарышығанақ көлі		28,4 (±17,9)	0,5 (±25,5)

Сарышығанақ көлінен алынған шаян популяциясы басқа су айдындарынан алынған дарақтармен салыстырғанда санитарлық тұрғыдан маңызды радионуклидтердің ең жоғары концентрациясымен ерекшеленді. Мәселен, шаян етіндегі ^{137}Cs мөлшері 28,4 Бк/кг болса, ал ^{90}Sr керісінше зерттелген су айдындардың ішінде ең төменгі көрсеткішпен – 0,5 Бк/кг құрады. ^{137}Cs мөлшері бойынша екінші орынды Үлкен өзеннен алынған өзен шаяндары иеленді – 21,4 Бк/кг. Ал Көшім өзені мен Кіші өзеннен алынған шаяндарда ^{137}Cs мөлшері бойынша шамалас болса (10,5 және 12,2 Бк/кг сәйкесінше), ^{90}Sr мөлшері Кіші өзеннен алынған шаянда ең жоғарғы көрсеткішпен ерекшеленеді.

Осылайша, барлық сынамаларда бақыланатын радионуклидтердің мөлшері осы түрдегі шикізат үшін белгіленген шекті деңгейден едәуір төмен болды, бұл зерттелген су айдындарының және оларда тіршілік ететін гидробионттардың экологиялық қауіпсіздігін көрсетеді.

Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде өзен шаяндары бұлшық етіндегі радионуклидтердің мөлшері су ортасындағы концентрациядан бірнеше есе жоғары екені анықталды, бұл 2 суретте көрсетілген.



Сурет 2 – Көшім өзені мысалында әр түрлі гидробионттар мен су және топырақ құрамындағы радионуклидтердің салыстырмалы құрамындағы

Диаграммадан байқағанымыздай, Көшім өзенінің су құрамы мен су түбіндегі топырақ жамылғысында ғана стронций сәйкесінше 0,1443-тен 23,5 Бк/кг дейін кездеседі. Шаян етіндегі цезий - 10,5 (±16,5) Бк/кг құраса, ал стронций - 9,6 (±32,9) Бк/кг шамасында болды. Қалған сынамаларда цезий және стронций табылған жоқ. Осылайша, шаяндар ауыр металдарды ғана емес, сонымен қатар радионуклидтерді де жинақтай алатындығы анықталды. Сондықтан өзен шаяндарының белгілі бір су айдынында болуы оның экологиялық тазалығын білдіреді. Сонымен бірге, шаяндардың өзін су айдындарының радиоэкологиялық және санитарлық-токсикологиялық жағдайының биологиялық индикаторы ретінде қарастыруға болады.

Қорытынды. Уытты элементтердің ішінен кадмий мөлшері бойынша экологиялық тұрғыдан ең таза болып Кіші өзен шаяны (0,0028 мк/кг), ал керісінше жоғары мөлшері (0,024 мк/кг) Сарышығанақ көлінен алынған шаяндардан табылды. Қорғасынның ең жоғары мөлшері (0,17 мк/кг) Көшім өзенінен алынған шаянда болса, ең төменгі мөлшері (0,035 мк/кг) Сарышығанақ көлінен алынған шаян етінен анықталды. Сонымен қатар, Сарышығанақ көлінен алынған шаян етіндегі ^{137}Cs мөлшері 28,4 Бк/кг болса, ал ^{90}Sr керісінше зерттелген су айдындардың ішінде ең төменгі көрсеткішпен – 0,5 Бк/кг құрады. ^{137}Cs мөлшері бойынша екінші орынды Үлкен өзеннен алынған өзен шаяндары иеленді – 21,4 Бк/кг. Ал Көшім өзені мен Кіші өзеннен алынған шаяндарда ^{137}Cs мөлшері бойынша шамалас болса (10,5 және 12,2 Бк/кг сәйкесінше), ^{90}Sr мөлшері Кіші өзеннен алынған шаянда ең жоғарғы көрсеткішпен ерекшеленеді.

Батыс Қазақстан облысының ірі су айдындарындағы өзен шаяндарына жүргізілген радиологиялық зерттеу бұл шикізатта радиациялық ластанудың қауіпті деңгейін анықтамады. Қазіргі уақытта зерттелген омыртқасыздардағы радионуклидтердің мөлшері санитарлық-гигиеналық тұрғыдан алғанда тағам өнімдеріне рұқсат етілген деңгейден едәуір төмен[19,20].

Өзен шаяндарының құрамындағы токсиндік элементтер мен радионуклидтерге жүргізілген кешенді ветеринариялық-санитариялық бағалау олардың мөлшері шекті деңгейден аспайтынын көрсетті, бұл өнімнің тұтынушы денсаулығы үшін қауіпсіздігін қамтамасыз етеді.

Алғыс. Зерттеу барысында қажетті материалдарды жинауға көмегін тигізген ЖШС «Балық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» Батыс Қазақстан филиалының ғылыми қызметкерлеріне алғысымызды білдіреміз. Зерттеуді «Су биологиялық ресурстарын сақтау және ұтымды пайдалану үшін олардың әлеуетін бағалау мен қорлардың динамикасын модельдеу негізінде су айдындарын кешенді зерттеу» бағдарламасы аясында Қазақстан Республикасының Ауыл шаруашылығы министрлігі қаржыландырды (Грант №BR23591095)

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Фомичев Н.И. Речной рак: Методы исследования [Текст] / – Л.: Наука, 1986. – 96 с.

2 Малиновская А.С. Речные раки в Казахстане [Текст] / Труды института зоологии. – 1984. – Т. 41. – С.101–107

3 Асылбекова С.Ж., Исбеков К.Б., Куликов Е.В., Куликова Е.В. Рекомендации для природопользователей и фермеров по организации и технологическому циклу ОТРХ (озёрно-товарного рыбоводного хозяйства) [Текст] / – Алматы, 2014. – 129 с.

4 Постановление Правительства Республики Казахстан от 5 апреля 2021 года № 208 «О вопросах развития рыбного хозяйства»

5 Технология выращивания прудовых раков [Электронный ресурс] http:// www.kaicc.ru /sites/default/files/raki.pdf (дата обращения 05.09.2022 г.)

6 Abramchuk A., Moskul G., Pashinova N., Abrosimova K., Kozub M. Current state of the fishing industry in the Krasnodar region and its contribution to the country's food security [Текст] / E3S Web of Conferences 210, – 2020 – 07002 DOI 10.1051/e3sconf/202021007002

7 Мур Дж., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах: Контроль и оценка влияния / Пер. с англ. — М.: Мир, 1987. — С. 115–250.

8 Никаноров Н.А., Жулидов А.В. Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах. — Л.: Гидрометеоиздат, 1991. — 312 с.

9 Черкашина Н.Я. Динамика популяций раков родов *Astacus* и *Caspiastacus* (*Crustacea, Decapoda, Astacidae*) и пути их увеличения. — М.: ФГУП “АзНИИРХ”, 2002. — 257 с.

10 Effects of historical lead-zinc mining on riffle-dwelling benthic fish and crayfish in the Big River of southeastern Missouri, USA [Text] / A.L. Allert, R. J. Distefano, J. F. Fairchild, C. J. Schmitt, M. J. Mckee // Ecotoxicology. – 2013. – Vol. 22. – P. 506 – 521. – DOI: 10.1007/s10646-013-1043-3.

11 Accumulation of toxic elements in an invasive crayfish species (*Procambarus clarkii*) and its health risk assessment to humans [Text] / A. Anandkumar, J. Li, K. Prabakaran, X.J. Zhang, Z. Leng, R. Nagarajan, D. Du // Journal of Food Composition and Analysis. – 2020. – Vol. 88. – P. 443 – 449. – DOI:10.1016/j.jfca.2020.103449.

12 СТ РК ГОСТ Р 51592-2003. Вода. Общие требования к отбору проб. – Астана. 2003. – 59 с.

13 Приказ Председателя Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан от 9 ноября 2016 года № 151 «Об утверждении единой системы классификации качества воды в водных объектах» (с изменениями от 20.03.2024 г.) – https://adilet.zan.kz/docs/V1600014513.

14 Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов: утв. Нач. Главрыбвода Минрыбхоза СССР В. А. Измайловым 09.08.90. – М., 1990. – 46 с.

15 Гигиенические нормативы к безопасности окружающей среды (почве), утв. приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 25 июня 2015 года № 452. – Астана. 2015. – 5 с.

16 Совместный приказ Министерства здравоохранения РК от 30.01.2004 г. № 99 и Министерства охраны окружающей среды РК от 27.01.2004 г. №21-п «Об утверждении Нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ, вредных микроорганизмов и других биологических веществ». https://bestprofi.com/document/517465229 .

17 ТР ЕАЭС 040/2016 Технический регламент Евразийского экономического союза "О безопасности рыбы и рыбной продукции", принят решением Совета Евразийской экономической комиссии от 18 октября 2016 года № 162 (с изменениями от 23.06.2023 № 70) . https://adilet.zan.kz/docs/H16EV000162

18 ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза "О безопасности пищевой продукции", утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года № 880 – 242 с.

19 Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах: СанПиН 42-123-4089-86. — М.: Минздрав СССР, 1986. — 15 с.

20 Human health risk assessment of selected metal(oid)s via crayfish (Faxonius virilis; Procambarus acutus) [Text] / A. Ikem, O. Jamea Ayodeji, James Wetzel // Heliyon. – 2021. – Vol. 7. – Issue 6. – P. 156 – 165. – DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e07194.

REFERENCES

1 Fomichev N.I. Rechnoj rak: Metody issledovanija [Tekst] / – L.: Nauka, 1986. – 96 s.

2 Malinovskaja A.S. Rechnye raki v Kazahstane [Tekst] / Trudy instituta zoologii. – 1984. – T. 41. – S.101–107

3 Asylbekova S.Zh., Isbekov K.B., Kulikov E.V., Kulikova E.V. Rekomendacii dlja prirodopol'zovatelej i fermerov po organizacii i tehnologicheskomu ciklu OTRH (ozjorno-tovarnogo rybovodnogo hozjajstva) [Tekst] / – Almaty, 2014. – 129 s.

4 Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 5 aprelja 2021 goda № 208 «O voprosah razvitija rybnogo hozjajstva»

5 Tehnologija vyrashhivanija prudovyh rakov [Jelektronnyj resurs] http://www.kaicc.ru/sites/default/files/raki.pdf (data obrashhenija 05.09.2022 g.)

6 Abramchuk A., Moskul G., Pashinova N., Abrosimova K., Kozub M. Current state of the fishing industry in the Krasnodar region and its contribution to the country's food security [Tekst] / E3S Web of Conferences 210, – 2020 – 07002 DOI 10.1051/e3sconf/202021007002

7 Mur Dzh., Ramamurti S. Tjazhelye metally v prirodnyh vodah: Kontrol' i ocenka vlijanija / Per. s angl. — M.: Mir, 1987. — S. 115–250.

8 Nikanorov N.A., Zhulidov A.V. Biomonitoring metallov v presnovodnyh jekosistemah. — L.: Gidrometeoizdat, 1991. — 312 s.

9 Cherkashina N.Ja. Dinamika populjacij rakov rodov Astacus i Caspiastacus (Crustacea, Decapoda, Astacidae) i puti ih uvelichenija. — M.: FGUP “AzNIIRH”, 2002. — 257 s.

10 Effects of historical lead-zinc mining on riffle-dwelling benthic fish and crayfish in the Big

River of southeastern Missouri, USA [Text] / A.L. Allert, R. J. Distefano, J. F. Fairchild, C. J. Schmitt, M. J. Mckee // Ecotoxicology. – 2013. – Vol. 22. – P. 506 – 521. – DOI: 10.1007/s10646-013-1043-3.

11 Accumulation of toxic elements in an invasive crayfish species (*Procambarus clarkii*) and its health risk assessment to humans [Text] / A. Anandkumar, J. Li, K. Prabakaran, X.J. Zhang, Z. Leng, R.

Nagarajan, D. Du // Journal of Food Composition and Analysis. – 2020. – Vol. 88. – P. 443 – 449. – DOI:10.1016/j.jfca.2020.103449.

12 ST RK GOST R 51592-2003. Voda. Obshhie trebovanija k otboru prob. – Astana. 2003. – 59 s.

13 Prikaz Predsedatelja Komiteta po vodnym resursam Ministerstva sel'skogo hozjajstva Respubliki Kazahstan ot 9 nojabrja 2016 goda № 151 «Ob utverzhdenii edinoj sistemy klassifikacii kachestva vody v vodnyh ob#ektah» (s izmenenijami ot 20.03.2024 g.) – https://adilet.zan.kz/docs/V1600014513.

14 Obobshhennyj perechen' predel'no dopustimyh koncentracij (PDK) i orientirovochno bezopasnyh urovnej vozdejstvija (OBUV) vrednyh veshhestv dlja vody rybohozjajstvennyh vodoemov: utv. Nach. Glavrybvoda Minrybhoza SSSR V. A. Izmajlovym 09.08.90. – M., 1990. – 46 s.

15 Gigienicheskie normativy k bezopasnosti okruzhajushhej sredy (pochve), utv. prikazom Ministra nacional'noj jekonomiki Respubliki Kazahstan ot 25 ijunja 2015 goda № 452. – Astana. 2015. – 5 s.

16 Sovmestnyj prikaz Ministerstva zdravoohranenija RK ot 30.01.2004 g. № 99 i Ministerstva ohrany okruzhajushhej sredy RK ot 27.01.2004 g. №21-p «Ob utverzhdenii Normativov predel'no dopustimyh koncentracij vrednyh veshhestv, vrednyh mikroorganizmov i drugih biologicheskih veshhestv». https://bestprofi.com/document/517465229 .

17 TR EAJeS 040/2016 Tehnicheskij reglament Evrazijskogo jekonomicheskogo sojuza "O bezopasnosti ryby i rybnoj produkcii", prinjat resheniem Soveta Evrazijskoj jekonomicheskoj komissii ot 18 oktjabrja 2016 goda № 162 (s izmenenijami ot 23.06.2023 № 70) . https://adilet.zan.kz/docs/H16EV000162

18 TR TS 021/2011 Tehnicheskij reglament Tamozhennogo sojuza "O bezopasnosti pishhevoj produkcii", utv. Resheniem Komissii Tamozhennogo sojuza ot 9 dekabrja 2011 goda № 880 – 242 s.

19 Predel'no dopustimye koncentracii tjazhelyh metallov i mysh'jaka v prodovol'stvennom syr'e i pishhevyh produktah: SanPiN 42-123-4089-86. — M.: Minzdrav SSSR, 1986. — 15 s.

20 Human health risk assessment of selected metal(oid)s via crayfish (Faxonius virilis; Procambarus acutus) [Text] / A. Ikem, O. Jamea Ayodeji, James Wetzel // Heliyon. – 2021. – Vol. 7. – Issue 6. – P. 156 – 165. – DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e07194.

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты исследования содержания тяжёлых металлов и радионуклидов в мышечной ткани длиннопалого речного рака (*Pontastacus leptodactylus*), обитающего в крупных промысловых водоёмах Западно-Казахстанской области: водохранилищах на реке Кушум, реках Большой и Малый Узень, а также озере Сарышығанақ. В рамках работы были отобраны и проанализированы пробы раков, рыб, воды и донных отложений с применением спектрометрических методов в аккредитованных лабораториях. К основным выявленным токсикантам отнесены свинец, кадмий, цезий-137 и стронций-90. Среди тяжёлых металлов минимальная концентрация кадмия обнаружена в раках из Малого Узеня, а максимальная — в особях из озера Сарышығанақ. Наибольшее количество свинца зафиксировано в пробах из р. Кушум, а наименьшее — в раках из озера Сарышығанақ. Установлено, что концентрация токсикантов в тканях раков выше, чем в окружающей среде, однако все значения соответствуют санитарным нормативам и техническим регламентам. Это позволяет отнести данный вид продукции к категории экологически безопасной. Кроме того, раки могут быть использованы в качестве биоиндикаторов для оценки радиоэкологического и токсикологического состояния водоёмов. Полученные результаты имеют научно-практическую значимость в сфере пищевой безопасности, экологии и рационального использования водных биоресурсов.