Видовой состав пауков-кругопрядов кедрово-елово-широколиственных и чозениевых долинных лесов характеризуется максимальным сходством, здесь отмечается их наибольшее видовое сходство при относительно низком видовом разнообразии (отловлено не более 50,0% видов пауков от всех встреченных). Самыми богатыми по числу видов среди лесных местообитаний являются кедрово-широколиственные и долинные широколиственные полидоминантные леса.

В лугово-полевых биотопах преобладают *Alenatea wangi*, *Cyclosa okumae* и *Araneus pinguis*. В лесных ценозах преобладают *Plebs sachalinensis*, *Cyclosa kumadai* и пауки рода *Araneus*. *Plebs sachalinensis* является многочисленным широко распространённым видом.

1. Олигер Т.И. Материалы по паукам Лазовского государственного заповедника (Приморье). Фауна и экология паукообразных: Межвузовский сборник научных трудов. Пермь: Пермский гос. ун-т, 1984. С. 120–127.
2. Marusik Y.M. A check-list of spiders (Aranei) from the Lazo Reserve, Maritime Province, Russia. *Arthropoda Selecta*. 2009. Vol. 18, No 1-2. P. 95–109.
3. Marusik Y.M., Tanasevitch A.V., Kurenschikov D.K., Logunov D.V. A check-list of the spiders (Araneae) of the Bolshehekhtsyrski Nature Reserve, Khabarovsk Province, the Russian Far East. *Acta Arachnologica Sinica*. 2007. Vol. 16. P. 37–64.
4. Омелько М.М. Биотопическое и высотное-поясное распределение бродячих пауков-герпетобионотов (Arachnida, Aranei) в южном Приморье на примере горы Сестра. Чтения памяти А.И. Куренцова. Вып. 21. Владивосток: Дальнаука, 2010. С. 82–90.
5. Омелько М. М. Высокогорная фауна пауков-волков (Aranei: Lycosidae) юга Дальнего Востока России. Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. Вып. 24. Владивосток: Дальнаука, 2013. С. 101–106.
6. Марусик Ю.М., Ковблюк Н.М. Пауки (Arachnida, Aranei) Сибири и Дальнего Востока России. М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2011. 344 с.
7. Hammer O., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 2001. Vol. 4. No. 1. 9 pp.
8. World Spider Catalog. Natural History Museum Bern, online at <http://wsc.nmbe.ch>, version 20, accessed 22 March 2019.

Суюнова А.Б., Заболотных М.В.

Изучение изменений химического состава и пищевой ценности мышечной ткани рыб при действии различных поллютантов Казахстанского сектора Каспийской акватории

ТОО «ЭкоЛюкс-Ас»
(Казахстан, Степногорск)

doi: 10.18411/lj-04-2019-216

idsp: ljjournal-04-2019-216

Аннотация

В статье представлены результаты весеннего и осеннего периодов 2014-2015 гг исследований мышечной ткани рыб, отловленных в северной и центральной части казахстанского сектора Каспийского моря на содержание углеводов нефтяного ряда методом ГЖХ. С осени 2014 по весну 2015 года на научно-исследовательском судне совместно с Научно-производственным центром Рыбного хозяйства АО «КазАгроИнновация» производился отлов промысловых рыб семейств Сельдевых (Clupeidae), Карповых (Cyprinidae), Осетровых (Acipenser), Окуневых (Percidae). Во всех отловленных особях были обнаружены углеводороды нефтяного ряда.

Данные исследований показывают, что при воздействии токсичных поллютантов в мышечной ткани рыб происходит снижение содержания белка. В ткани воблы уровень белка уменьшен на 23,3% (pU=0,02), в ткани леща на 9,1% (pU=0,043), в ткани сельди на 11,4% (pU=0,03) по сравнению с контролем.

Содержание жира снижено в 1,23 раза в ткани рыб семейств Карповые (pU=0,02) и Осетровые (pU=0,03) при сравнении с группой контроля.

В результате снижения показателей, влияющих на энергообразование в клетках организма, выявляется соответствующее изменение калорийности. Калорийность рыб

семейства Карповые уменьшена на 19,9% ($pU=0,021$) и 13,5% ($pU=0,02$) в ткани воблы и леща, соответственно. У рыб семейства Осетровые калорийность снижена на 14,6% ($pU=0,018$), а у Сельдевых – на 9,4% ($pU=0,043$).

В целом, представленные данные свидетельствуют об изменениях в химическом составе мяса рыб, носящих компенсаторную, приспособительную направленность.

Ключевые слова: пищевая ценность, нефтяные углеводороды, тяжелые металлы, мышечные ткани рыб, поллютанты, токсические вещества.

Absrtact

The article presents the results of the spring and autumn periods of 2014-2015, research of the muscle tissue of fish caught in the northern and central part of the Kazakh sector of the Caspian Sea for the hydrocarbon content of the petroleum series with the help of GLC. Since the autumn of 2014 until the spring of 2016 there was a research vessel, the team of which worked together with the Scientific and Production Centre for Fisheries of JSC "KazAgroInnovation" catching commercial fish of the following families: clupeidae (Clupeidae), the family cyprinidae (Cyprinidae), Sturgeon (Acipenser), Perch (Percidae).

Research data show that when exposed to toxic pollutants in the muscle tissue of fish there is a decrease in protein content. In vobla tissue, the protein level was reduced by 23.3% ($pU = 0.02$), in bream tissue by 9.1% ($pU = 0.043$), in herring tissue by 11.4% ($pU = 0.03$) compared to with control.

The fat content is reduced 1.23 times in the tissue of fish of the carp families ($pU = 0.02$) and sturgeon ($pU = 0.03$) when compared with the control group.

As a result of a decrease in indicators affecting energy production in the cells of the body, a corresponding change in caloric content is detected. The caloric content of fish of the carp family is reduced by 19.9% ($pU = 0.021$) and 13.5% ($pU = 0.02$) in the roach and bream tissue, respectively. In the fish of the sturgeon family, the caloric content was reduced by 14.6% ($pU = 0.018$), and in the Seldeva it was reduced by 9.4% ($pU = 0.043$).

In general, the data presented indicate changes in the chemical composition of fish meat that are compensatory, adaptive.

Keywords: the nutritional value, petroleum hydrocarbons, heavy metals, the muscle tissue of fish, pollutants, toxic substances.

Введение

Рыба является одним из важнейших компонентов сбалансированного, здорового питания человека, что обусловлено существенной пищевой значимостью. Высокое содержание полноценных по качественному и количественному аминокислотному составу белковых молекул, а также наличие эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот делает рыбу и рыбную продукцию необходимой для употребления в пищу [1-2].

К сожалению, воздействие различных факторов биологической природы, физических факторов, а также химических соединений, растворенных в водах обитания рыб во-первых, может оказывать влияние на химический состав рыбы и рыбной продукции в виде уменьшения содержания как пищевых компонентов, указанных выше, так и незаменимых жирорастворимых витаминов, а также минеральных веществ, микро- и макроэлементов, во-вторых, это определяет необходимость проведения ветеринарно-санитарных мероприятий по оценке возможности использования мяса рыб для целей питания человека и сельскохозяйственных животных, что связано с потерей важных внешних характеристик рыбных продуктов, значительным снижением продолжительности хранения рыб и с тем, что, этом случае рыбные продукты рассматриваются в качестве этиологически потенциально опасного фактора риска возникновения отравлений и поражения внутренних органов человека и животных [3-6].

Уменьшение биологической ценности может быть сопряжено с влиянием токсичных поллютантов как на структуру уже синтезированных биомолекул, так и с действием на генетический аппарат клеток, что подразумевает возникновение

нерепарируемых повреждений ДНК и, соответственно, воспроизведения потомства с заболеваниями [7-8].

В связи с этим, оценка содержания химических соединений в мясе рыб остается ключевой составляющей ветеринарно-санитарной экспертизы.

Подготовка рыб к анализу была проведена в соответствии с ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» и с учетом требований технического регламента Евразийского экономического союза "О безопасности рыбы и рыбной продукции" (ТР ЕАЭС 040/2016).

Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью компьютерных программ StatPlus и Microsoft Excel. В качестве основных характеристик описательной статистики применяли медиану (Me), нижний 25-й (L) и верхний 75-й (H) квантили. Оценку статистической значимости различий проводили с использованием непараметрического критерия Манна-Уитни (pU) для двух независимых выборок, применимого для любых распределений.

Условия окружающей среды в значительной степени сказываются на качественных и количественных показателях биоты. Поступающие в море промышленные стоки, содержащие нефтепродукты, хлорорганические пестициды, соли тяжелых металлов, являются в настоящее время основными источниками накопления токсикантов в бентосе, планктоне и рыбе. Попадая в природную среду, органические и токсичные вещества накапливаются и по пищевым путям поступают в организм животных и человека, оказывая негативное влияние на все компоненты экосистемы и здоровье населения данного региона [9].

Нефть и нефтепродукты действуют на водную фауну в нескольких направлениях: поверхностная пленка нефти задерживает диффузию газов из атмосферы в воду и нарушает газовый обмен водоема, создавая дефицит кислорода; маслянистые вещества, покрывая поверхность жабр тонкой пленкой, нарушают газообмен и приводят к асфиксии рыб. В рыбохозяйственных водоёмах загрязнение нефтью и нефтепродуктами приводит к ухудшению качества рыбы, гибели, отклонениям от нормального развития, нарушению миграции рыб, молоди, личинок и икры, сокращению кормовых запасов (бентоса, планктона), мест обитания рыб [10].

В связи с этим, оценка содержания химических соединений в мясе рыб остается ключевой составляющей ветеринарно-санитарной экспертиз.

Таким образом, биота служит индикатором экологического состояния моря. Необходим контроль и мониторинг загрязнения окружающей среды, компонентов гидроценозов, в том числе и осетровых рыб, которые особенно подвержены воздействию поллютантов в условиях Каспия.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являлись образцы мышечной ткани рыб семейств: Карповые (*Cyprinidae*), Осетровые (*Acipenser*), Сельдевые (*Clupeidae*), Окуновые (*Percidae*). Отлов рыб проводился в Северном и Среднем Каспии, точки отлова представлены на (рис. 1).

Рис. 1. Точки отлова рыб

После отлова рыбу замораживали до температуры -22°C и хранили в полиэтиленовых пакетах. Для определения содержания нефтепродуктов у рыбы удаляли чешую и внутренние органы, отбрасывали голову, кости и плавники, мышечную ткань рыб массой 250-300 г пропускали через мясорубку и тщательно перемешивали.

Подготовка рыб к анализу была проведена в соответствии с ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа».

Измельченную навеску тщательно растирали в фарфоровой ступке с добавлением безводного сульфата натрия, количественно переносили в колбу вместимостью 250 мл, смывали смесью гексан-ацетон в соотношении 1:1, помещали на встряхиватель для проведения экстракции в течение 90 мин. Полученные экстракты объединяли, отгоняли растворитель на ротационном испарителе до объема 0,5 мл, растворяли в гексане и очищали на колонке, упакованной силикагелем, смывая последовательно гексаном и метилен хлоридом. Полученный экстракт упаривали до объема 1 мл и определяли содержание нефтепродуктов методом ГЖХ на газовом хроматографе «Hewlett Packard 6890» (США) с пламенно-ионизационным детектором (ПИД), капиллярная колонка DB-608, 30м×0,53мм с толщиной пленки 0,83 мкм; температура колонки от 40 до 300°C (скорость градиента температуры 10°C/мин); температура детектора – 340°C; газ-носитель – водород (расход 10 мл/мин).

Количественное определение суммарного содержания нефтяных углеводородов в исследуемых пробах проводили, используя калибровку ПИД раствором стандартного образца C₁₀-C₄₀ фирмы Fluka Lot 0001452805.

Определение концентрации токсичных металлов (медь, цинк, кадмий, свинец, железо, хром, мышьяк и ртуть) проводили методом атомной абсорбции с атомизацией в пламени, графитовой печи и методом «холодного пара» с применением ртуть-гидридной приставки FIAS 100 на атомно-абсорбционном спектрометре AAnalyst 300 фирмы Perkin Elmer.

Результаты исследований и их обсуждение

Во время летне-осенней экспедиции с 20 августа по 5 сентября 2014 года совместно с сотрудниками Научно-производственного центра Рыбного хозяйства АО «КазАгроИнновация» на научно-исследовательском судне были отловлены особи морских рыб из 8 точек. В таблице 1 представлены точки отбора и результаты химических анализов первой экспедиции.

Таблица 1.

Содержание нефтяных углеводородов в мышечной ткани рыб

Точка отбора	Название рыб	Углеводороды нефтяного ряда, мг/кг
4	Сельдь (<i>Clupea caspia</i>)	64,40
7	Лещ (<i>Abramis brama</i>)	107,4
7	Сазан (<i>Cyprinus carpio</i>)	2,400
7	Лещ (<i>Abramis brama</i>)	68,00
8	Жерех (<i>Aspius aspius</i>)	101,7
11	Сазан (<i>Cyprinus carpio</i>)	11,50
13	Севрюга (<i>Acipenser stellatus</i> Pall)	75,70
13	Лещ (<i>Abramis brama</i>)	50,40
13	Лещ (<i>Abramis brama</i>)	216,0
15	Осетр (<i>Acipenser guldenstadti</i> Brandt)	19,40
15	Севрюга (<i>Acipenser stellatus</i> Pall)	110,1
16	Осетр (<i>Acipenser guldenstadti</i> Brandt)	56,10
20	Лещ (<i>Abramis brama</i>)	7,700
20	Судак (<i>Lucioperca</i>)	2,600
20	Лещ (<i>Abramis brama</i>)	91,30
МДУ	Не нормируется	-

Как видно из (табл. 1), содержание нефтепродуктов в мышечной ткани рыб варьирует от 2,4 до 216,0 мг/кг. Наибольшее содержание нефтепродуктов отмечено в мышечной ткани Леща, выловленного в точках 7 (107,4 мг/кг) и 13 (216,0 мг/кг), Севрюги в точке 15 (110,1 мг/кг) и Жереха в точке 8 (101,7 мг/кг). Точки 7, 13 и 15 наиболее приближены к береговой линии. Содержание углеводов нефтяного ряда в рыбе не регламентируется, однако их наличие в морской рыбе свидетельствует о нефтяном загрязнении водоема. Повышение концентрации углеводов отмечено в мышечной ткани рыб, относящихся к карповым породам, в частности, у леща и жереха. Вероятнее всего, это объясняется тем, что данный вид рыбы обитает преимущественно в пресноводных водах и питается Лещ в основном водяными растениями, водорослями, а жерех в свою очередь мальками, которые адсорбируют в себя нефтепродукты.

В 2015 году в период с 23 апреля по 15 мая была проведена вторая экспедиция. Результаты определения содержания углеводов нефтяного ряда в мышцах рыб, отобранных в северной и центральной части Казахстанского сектора Каспийского моря представлены в (табл. 2).

Таблица 2.

Содержание углеводов нефтяного ряда в мышечной ткани рыб

Точка отбора	Наименование рыб	Углеводороды нефтяного ряда, мг/кг
4	Сельдь (<i>Clupea caspia</i>)	161,9
7	Вобла (<i>Rutilus rutilus caspicus</i>)	327,9
	Сельдь (<i>Clupea caspia</i>)	85,70
	Осетр (<i>Acipenser guldenstadti Brandt</i>)	95,10
10	Вобла (<i>Rutilus rutilus caspicus</i>)	512,7
	Сельдь (<i>Clupea caspia</i>)	67,60
11	Сельдь (<i>Clupea caspia</i>)	92,40
13	Осетр (<i>Acipenser guldenstadti Brandt</i>)	363,2
	Сельдь (<i>Clupea caspia</i>)	108,2
	Вобла (<i>Rutilus rutilus caspicus</i>)	95,40
15	Стерлядь (<i>Acipenser ruthenus</i>)	57,00
	Вобла (<i>Rutilus rutilus caspicus</i>)	119,4
	Сельдь (<i>Clupea caspia</i>)	263,6
16	Сельдь (<i>Clupea caspia</i>)	212,0
	Осетр (<i>Acipenser guldenstadti Brandt</i>)	12,10
18	Осетр (<i>Acipenser guldenstadti Brandt</i>)	134,5
	Вобла (<i>Rutilus rutilus caspicus</i>)	21,40
20	Стерлядь (<i>Acipenser ruthenus</i>)	39,40
	Сельдь (<i>Clupea caspia</i>)	118,9
	Сазан (<i>Cyprinus carpio</i>)	10,90
МДУ	Не нормируется	-

Следует отметить, что в мышечной ткани рыб, отобранных во время проведения второй экспедиции, содержание углеводов нефтяного ряда варьирует в диапазоне 12,1-512,7 мг/кг. Наибольшее содержание углеводов нефтяного ряда отмечается в Вобле (*Rutilus rutilus caspicus*), отловленной в точках №10, №7 и №15; в Осетре (*Acipenser guldenstadti Brandt*) в точках №13 и №18; в Каспийской сельди (*Clupea caspia*) в точках №16, №4, №20.

Таблица 3.

Содержание токсичных металлов в пробах рыбы, отобранных весной 2015 г.

Точка отбора	Координаты точки отбора	Содержание тяжелых металлов, мкг/л							
		Cu	Zn	Cr	Fe	Cd	Pb	As	Hg
4	N 44°56'034 E 49°58'187	н/о	н/о	54,0	91,0	н/о	14,9	1,38	0,49

7	N 46°09'548 E 49°53'477	н/о	5,0	76,0	418,0	н/о	18,6	2,15	0,51
8	N 46°20'865 E 50°53'164	н/о	2,0	48,0	64,0	н/о	22,7	3,00	0,45
10	N 46°42'391 E 50°39'899	н/о	н/о	69,0	144,0	н/о	20,4	2,86	0,26
11	N 46°43'086 E 51°25'374	н/о	2,0	51,0	136,0	н/о	16,0	2,73	0,55
13	N 46°32'838 E 52°00'003	н/о	н/о	54,0	66,0	н/о	20,8	2,15	0,88
15	N 45°59'789 E 52°24'836	н/о	н/о	42,0	82,0	н/о	26,4	3,33	1,19
16	N 46°00'076 E 50°46'933	н/о	34,0	55,0	68,0	н/о	23,2	1,48	1,77
18	N 45°36'847 E 51°16'565	н/о	3,0	52,0	60,0	н/о	27,0	0,80	1,08
20	N 45°39'059 E 52°19'035	н/о	11,0	49,0	119,0	н/о	22,9	1,12	0,26
ПДК, мкг/л		5,0	40,0	1,0	50,0	0,2	1,0	5,0	0,1-0,5

Во всех пробах рыб, отобранных в центральной и северной части Каспийского моря, содержание хрома превышает уровень ПДК в 42-76 раз, свинца – в 13,1-28,6 раз, ртути – в 2,6-17,7 раз, железа – в 1,1-8,4 раза. Медь и кадмий в представленных пробах не обнаружены, содержание мышьяка не превышает уровень ПДК.

С 15 августа по 4 сентября 2015 года проведена третья экспедиция. В (табл. 4) представлены результаты анализов по установлению содержания углеводов нефтяного ряда.

Таблица 4.

Содержание углеводов нефтяного ряда в мышечной ткани рыб

Точка отбора	Наименование рыб	Углеводы нефтяного ряда, мг/кг
4	Лещ (<i>Abramis brama</i>)	2,300
	Вобла (<i>Rutilus rutilus caspicus</i>)	20,30
7	Вобла (<i>Rutilus rutilus caspicus</i>)	41,90
10	Вобла (<i>Rutilus rutilus caspicus</i>)	4,000
11	Лещ (<i>Abramis brama</i>)	128,0
	Белоглазка (<i>Abramis sapa</i>)	59,90
	Берш (<i>Lucioperca volgensis</i>)	61,40
13	Лещ (<i>Abramis brama</i>)	29,20
	Вобла (<i>Rutilus rutilus caspicus</i>)	29,30
15	Вобла (<i>Rutilus rutilus caspicus</i>)	332,4
16	Вобла (<i>Rutilus rutilus caspicus</i>)	30,40
18	Вобла (<i>Rutilus rutilus caspicus</i>)	33,30
20	Севрюга (<i>Acipenser stellatus</i> Pall)	71,70
	Лещ (<i>Abramis brama</i>)	15,00
МДУ	Не нормируется	-

По результатам исследований проб третьей экспедиции установлено, что содержание углеводов нефтяного ряда в образцах рыб находится в пределах 1,500-332,4 мг/кг. Наибольшее содержание углеводов отмечается в образцах, отловленных в точке 15 (*Rutilus rutilus caspicus*), расположенной в районе нефтяных месторождений и в точке 11 (*Abramis brama*) - в районе заброшенных скважин.

Таблица 5.

Содержание токсичных металлов в пробах рыбы, отобранных осенью 2015 г.

Точка отбора	Координаты точки отбора	Содержание тяжелых металлов, мкг/л							
		Cu	Zn	Cr	Fe	Cd	Pb	As	Hg
4	N 44°56'034 E 49°58'187	437,0	11,0	23,0	5,0	н/о	178,0	2,37	0,002
7	N 46°09'548 E 49°53'477	24,0	16,0	11,0	299,0	0,09	6,0	3,40	0,31
8	N 46°20'865 E 50°53'164	н/о	3,0	4,0	80,0	0,01	250,0	2,87	0,17
10	N 46°42'391 E 50°39'899	н/о	18,0	3,0	267,0	н/о	64,0	0,61	0,36
11	N 46°43'086 E 51°25'374	н/о	5,0	н/о	131,0	н/о	88,0	1,13	0,008
13	N 46°32'838 E 52°00'003	н/о	5,0	н/о	74,0	н/о	7,0	5,26	0,39
15	N 45°59'789 E 52°24'836	13,0	47,0	н/о	157,0	н/о	23,0	2,67	0,15
16	N 46°00'076 E 50°46'933	8,0	47,0	н/о	118,0	н/о	111,0	н/о	1,91
18	N 45°36'847 E 51°16'565	н/о	35,0	н/о	251,0	н/о	46,0	1,75	0,40
20	N 45°39'059 E 52°19'035	н/о	23,0	24,0	529,0	н/о	12,0	2,95	0,84
ПДК, мкг/л		5,0	40,0	1,0	50,0	0,2	1,0	5,0	0,1-0,5

Содержание цинка не превышает уровень ПДК, в четырех пробах содержание меди превышает уровень ПДК в 1,6-87,4 раз (точки 4, 7, 15, 16), хрома – в 3-24 раза (точки 4-9, 20), свинца – в 1,2-25 раз, ртути – в 1,2-19,1 раз (все точки кроме 4, 11), железа – в 1,5-10,6 раз (все точки кроме 4). Кадмий и мышьяк в представленных пробах не обнаружены или находятся в концентрации ниже уровня ПДК. Химический состав и пищевая ценность рыб при действии различных поллютантов представлен в (табл. 6-7).

Таблица 6.

Содержание влаги в мышечной ткани рыб, подвергшихся действию токсичных поллютантов

наименование рыбы/показатель	Влага	
	Опыт, n=5	Контроль, n=5
Вобла (<i>Rutilus rutilus caspicus</i>)		
Me	76,4*	70,2
L	75,1	68,4
H	77,3	70,5
pU	0,009	
Лещ (<i>Abramis brama</i>)		
Me	79,3*	72,5
L	77,1	68,4
H	80,5	78,3
pU	0,080	
Сазан (<i>Cyprinus carpio</i>)		
Me	75,6	69,4
L	72,4	68,8
H	78,5	70,2
pU	0,118	
Осетр (<i>Acipenser guldenstadti Brandt</i>)		

Me	75,1*	66,8
L	73,4	64,1
H	75,4	67,4
pU	0,009	
Сельдь (<i>Clupea caspia</i>)		
Me	77,0*	66,0
L	75,2	65,7
H	78,4	67,7
pU	0,020	

Примечание:

Опыт – рыба, пораженная поллютантами

Контроль – особи рыб без признаков воздействия поллютантов

Результаты проведённых исследований свидетельствуют о статистически значимом увеличении уровня влаги в мышечной ткани воблы, леща (семейство Карповые) на 8,8% (pU=0,009) и 9,4% (pU=0,08) по сравнению с контролем, соответственно. Особи семейств Осетровые и Сельдевые также проявляют повышенное содержание воды в ткани мышц на 12,4% (pU=0,009) и 163,7% (pU=0,02) при сопоставлении с данными контрольной группы, соответственно.

Повышенное содержание воды в мышечной ткани рыб может быть связано с тем, что для обеспечения биотрансформации поступающих чужеродных соединений требуется повышенное количество энергии в форме аденозинтрифосфата, образование которого, непосредственным образом, сопряжено с формированием конечного продукта обмена веществ – воды. Поскольку в организме рыбы по массе превалирует мышечная ткань и для рыб ярко выражена биологическая функция локомоции, то образование воды и в физиологических условиях происходит в значительном количестве, а развитие патологических изменений внутренних органов вызывает дополнительное формирование воды.

Увеличенное содержание воды можно рассматривать и в качестве процесса компенсаторного характера. Это обусловлено тем, что при избыточном количестве воды в ткани возникает относительное (относительно объема меж- и внутриклеточной жидкости) уменьшение концентрации поллютантов. Кроме того, увеличение доли водного сектора организма в большей мере способствует элиминации ксенобиотиков из организма.

Таблица 7.

Химический состав и пищевая ценность рыб, подвергшихся действию токсичных поллютантов

наименование рыбы/показатель	Белки		Жиры		Калорийность, кДж	
	Опыт, n=5	Контроль, n=5	Опыт, n=5	Контроль, n=5	Опыт, n=5	Контроль, n=5
Вобла (<i>Rutilus rutilus caspicus</i>)						
Me	13,2*	17,2	2,3	2,7	311,8*	389,2
L	12,8	16,8	2,2	2,5	307,2	374,9
H	14,3	17,5	2,4	2,7	321,9	394,2
pU	0,020		0,112		0,021	
Лещ (<i>Abramis brama</i>)						
Me	15,0*	16,5	3,0*	3,7	359,0*	415,1
L	14,3	16,5	2,8	3,6	355,7	413,8
H	15,4	16,8	3,1	3,8	374,5	423,9
pU	0,043		0,020		0,020	
Сазан (<i>Cyprinus carpio</i>)						
Me	15,4	16,7	3,5	3,8	389,2	422,2
L	13,7	16,6	3,4	3,6	372,0	409,2
H	16,4	17,6	3,7	4,2	406,3	459,8
pU	0,248		0,312		0,149	

Осетр (<i>Acipenser guldenstadti</i> Brandt)						
Me	14,0	15,0	5,2*	6,4	426,3*	499,1
L	13,8	14,4	5,2	5,8	426,4	469,0
H	14,2	15	5,3	6,6	429,7	500,3
pU	0,312		0,021		0,018	
Сельдь (<i>Clupea caspia</i>)						
Me	11,7*	13,2	3,0	3,3	312,6*	344,9
L	11,5	13,0	2,8	3,2	301,8	337,7
H	12,0	13,3	3,2	3,5	316,0	354,0
pU	0,030		0,248		0,043	

Данные исследований показывают, что при воздействии токсичных поллютантов в мышечной ткани рыб происходит снижение содержания белка. В ткани воблы уровень белка уменьшен на 23,3% (pU=0,02), в ткани леща на 9,1% (pU=0,043), в ткани сельди на 11,4% (pU=0,03) по сравнению с контролем.

Содержание жира снижено в 1,23 раза в ткани рыб семейств Карповые (pU=0,02) и Осетровые (pU=0,03) при сравнении с группой контроля.

В результате снижения показателей, влияющих на энергообразование в клетках организма, выявляется соответствующее изменение калорийности. Калорийность рыб семейства Карповые уменьшена на 19,9% (pU=0,021) и 13,5% (pU=0,02) в ткани воблы и леща, соответственно. У рыб семейства Осетровые калорийность снижена на 14,6% (pU=0,018), а у Сельдевых – на 9,4% (pU=0,043).

В целом, представленные данные свидетельствуют об изменениях в химическом составе мяса рыб, носящих компенсаторную, приспособительную направленность.

Из полученных аналитических данных морской ихтиофауны северной части Казахстанского сектора Каспийского моря вытекают следующие выводы:

- в мышечной ткани, представители ихтиофауны Каспийского моря расположены в ряды концентрирования углеводородов нефтяного ряда по убыванию: Вобла (*Rutilus rutilus caspicus*) > Осетр (*Acipenser guldenstadti* Brandt) > Сельдь (*Clupea caspia*) > Лещ (*Abramis brama*) > Севрюга (*Acipenser stellatus* Pall) > Жерех (*Aspius aspius*) > Берш (*Lucioperca volgensis*) > Белоглазка (*Abramis sapa*) > Стерлядь (*Acipenser ruthenus*) > Сазан (*Cyprinus carpio*) > Судак (*Lucioperca*).
- отмечено, что семейство Карповых (*Cyprinidae*), Осетровых (*Acipenser*) и Сельдевых (*Clupeidae*) представляется перспективными аккумулятивными биоиндикаторами загрязнения морской экосистемы Каспия углеводородами нефтяного ряда.

Заключение

По результатам исследований мышечной ткани рыб, отобранных после отлова в центральной и северной части казахстанского сектора Каспийского моря во время проведения осенней экспедиции 2014 года, весенней и осенней морских экспедиций 2015 года, выявлены наиболее загрязненные участки Каспийского моря. Загрязнение тяжелыми металлами – это точки отбора 4, 7, 10, 11, 14, 18 и 20, расположенные в районе заброшенных скважин и нефтяных месторождений.

Содержание нефтяных углеводородов в рыбе составляет весной 2014 г. – 2,4-216,0 мг/кг; весной 2015 г. – 21,4-512,7 мг/кг, осенью 2015 г. – 4,0-332,4 мг/кг. Данные по кумуляции углеводородов нефтяного ряда в представителях ихтиофауны северной и центральной части Казахстанского сектора Каспийского моря характеризуют токсикологическую ситуацию в исследуемом регионе.

Во всех пробах рыб, отобранных в центральной и северной части Каспийского моря, содержание хрома превышает уровень ПДК в 3-76 раз, свинца – в 1,2-28,6 раз, ртути – в 1,2-19,1 раз, железа – в 1,1-10,6 раза. Медь, кадмий и мышьяк в представленных пробах не обнаружены или находятся в концентрации ниже уровня ПДК.

Фактическое уменьшение доли жира связывают с усилением липолитических процессов: происходит мобилизация запасов жиров из депо с последующей транспортировкой свободных жирных кислот в матрикс митохондрий для бета-окисления. Энергия, высвобождаемая при этом, интенсивно расходуется на биосинтез макромолекул с каталитической функцией и на проведение реакций неспецифической защиты (фагоцитоз). Смещение синтетических процессов в сторону синтеза ферментов отражается соответствующим образом на интенсивности синтеза структурных мышечных белков, что в нашем исследовании выражается падением содержания белка в образцах рыб, в которых были определены опасные концентрации углеводов нефтяного ряда, тяжелых металлов и хлорорганических пестицидов.

Данные по кумуляции углеводов нефтяного ряда и тяжелых металлов в представителях ихтиофауны северной и центральной части Казахстанского сектора Каспийского моря характеризуют токсикологическую ситуацию в исследуемом регионе.

1. Тухватшин Р.Р., Биохимические показатели крови у животных различного возраста при отравлении тяжелыми металлами / Р.Р.Тухватшин, З.М. Аумолдаева, Т.С.Абаева, А.А.Исупова // *Universum: медицина и фармакология*. 2017. № 1 (35). С. 15-20.
2. Крюков В.И. Ионы меди индуцируют микроядра в эритроцитах карпа / В.И. Крюков // *Биология в сельском хозяйстве*. 2018. № 1 (18). С. 3-9
3. Шагинян С.М., Влияние тяжелых металлов на здоровье рыб в озере Севан и отражение результатов на здоровье человека как их потребители / С.М. Шагинян, Саргсян М.А. // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2015. № 4-2 (35). С. 104-106.
4. Гуцуляк, С.А. Содержание тяжелых металлов в организме бычковых в российской зоне Северного Каспия. / С.А. Гуцуляк, // *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК - продукты здорового питания*.-№ 2 2016.-314.-Р. 19-25
5. Красноперова Е.А., Биологические особенности накопления и распределения тяжелых металлов в костной ткани рыб семейства Percidae, Cyprinidae, Esocidae, Siluridae / Е.А. Красноперова, Д.С. Вильвер // В сборнике: Проблемы ветеринарной медицины, ветеринарно-санитарной экспертизы, биотехнологии и зоотехнии на современной этапе развития агропромышленного комплекса России Материалы Международной научно-практической конференции Института ветеринарной медицины. Под редакцией М. Ф. Юдина. 2018. С. 107-116.
6. Чуйко Е.В., Особенности миграции тяжелых металлов в экосистеме северного Каспия / Е.В.Чуйко, А.С. Абдусаматов // *Юг России: экология, развитие*. 2013. Т. 3. № 3 (28). С. 110-116.
7. Galiulin R.V. Ecological risk assessment of riverine contamination in the Caspian sea basin; a conceptual model for persistent organochlorinated compounds/ R.V.Galiulin, V.N. Bashkin, R.A. Galiulina // *Water, Air, and Soil Pollution*. 2005. V. 163. P. 33-51.
8. Гуцуляк, С.А. Содержание тяжелых металлов в организме бычковых в Российской зоне Северного Каспия. / С.А. Гуцуляк, // *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК - продукты здорового питания*.-№ 2 2016.-314.-Р. 19-25)
9. Маркова О.С., Эколого-токсикологические исследования нефтепродуктов на морской зоопланктон. / О.С. Маркова, Э.В. Тлеулеева, Т.Ф. Курочкина // *Естественные науки*. 2010. № 2. С. 56-60.
10. Немировская И.А., Особенности распределения углеводов в воде и осадках северного и среднего Каспия / И.А.Немировская, А.П.Лисицын, Е.В. Островская // *Доклады Академии наук*. 2017. Т. 475. № 2. С. 202-206

Трапезникова М.А., Исламова А.А.

Оценка шумового загрязнения в городе Бирск Республики Башкортостан

*Бирский филиал Башкирского государственного университета
(Россия, Бирск)*

doi: 10.18411/lj-04-2019-217

idsp: ljjournal-04-2019-217

Аннотация

Антропогенный шум является одним из наиболее распространенных и острых видов загрязнения окружающей среды, данный шум представляется постоянно действующим и неблагоприятно сказывающимся на жизнедеятельности человека и всех живых организмах. Основными источниками шумового воздействия на территории города являются автотранспорт, строительная техника, инженерное оборудование зданий,