

ДИНАМИКА ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ РЫБ ПРИБРЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Болдырев Д.А., м. н. с.,

Крымская опытная станция ННЦ «ИЭКВМ»

Маменко А.М., д. с.-х. н., професор

Харьковская государственная зооветеринарная академия

Анотация. Проведён анализ содержания тяжёлых металлов в органах и тканях рыб экосистем Каламитского залива Чёрного моря. Наиболее высокие показатели содержания тяжёлых металлов были обнаружены в печени, чешуе и мышцах рыб придонного типа обитания - бычка-кругляка и пиленгаса по сравнению с рыбами пелагического типа – кефали. Динамика аккумуляции токсичных элементов меди, свинца, кадмия и цинка колеблется в широких пределах, но не превышает предельно допустимых уровней.

Ключевые слова: тяжёлые металлы, рыба, экосистемы.

Актуальность темы. В связи с высокой техногенной нагрузкой на Чёрное и Азовское моря, усиливается загрязнение вод токсикантами, причём наибольшую угрозу представляют токсичные элементы: медь, кадмий, свинец, цинк, которые изменяют санитарное состояние основных функциональных групп живых организмов [1; 2]. Тяжёлые металлы отличаются от других загрязняющих веществ высокой стабильностью в водной среде, способностью накапливаться в донных отложениях, морской воде и гидробионтах, а также в органах и тканях рыб. Они представляют чрезвычайную опасность, поскольку длительно хранят свою активность и даже в малых концентрациях способны влиять на гидробионты, вызывая тем самым различные нарушения их развития и жизнедеятельности [3; 4].

Цель исследования. Оценить особенности локализации токсичных металлов в разных органах и тканях гидробионтов, провести мониторинг содержания тяжёлых металлов в органах и тканях рыб, а также водных экосистемах Каламитского залива Чёрного моря в морской воде, водорослях и донных отложениях на примере придонных видов - бычка-кругляка и пиленгаса и пелагического вида – кефали.

Материалы и методы. Исследования проводили в Каламитском заливе в районе города Евпатория. Материал отбирали во время промышленного и индивидуального вылова. Содержание тяжёлых металлов опре-

деляли соответственно у бычка-кругляка – 20 экз, пиленгаса – 3 экз., кефали – 5 экз. Для каждого вида рыб исследовали содержание меди, кадмия, свинца, цинка в общей пробе, печени, мышечной и костной ткани, жабрах, в чешуе и плавниках. В экосистеме Каламитского залива отбирали образцы морской воды, донные отложения и бурые водоросли. Подготовку проб образцов рыбы для исследования проводили согласно ГОСТ 26929-94 [5]. «Сырьё и продукты пищевые», утверждённого межгосударственным советом по стандартизации метрологии и сертификации 21 октября 1994г. №6-94. Данный стандарт распространяется на пищевое сырьё, пищу и устанавливает способы сухой минерализации и способы кислотной экстракции проб для следующего определения в них содержимого меди, свинца, кадмия, цинка, олова, железа, хрома, никеля, алюминия и мышьяка.

Исследования содержания тяжёлых металлов в подготовленных пробах проводили с помощью анализатора вольтамперометрического АКВ-07МК. Согласно методике выполняли измерения массовой доли кадмия, свинца, меди и цинка в рыбной продукции методом инверсионной вольтамперометрии [6].

Сравнения результатов исследований предельно допустимых уровней (ПДК) содержимого тяжёлых металлов проводили согласно ДСТУ 2284-93 «Рыба живая. Общие технические условия» [7], медико-биологическими требованиями «Нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов (МБТ) № 5061-898».

Результаты исследований. Установлено содержание вышеперечисленных тяжёлых металлов в тканях рыб и морской воде, что позволяет сравнить эти показания и обнаружить интенсивность аккумуляции их по цепи питания в биотопах существования изученных видов.

Содержание тяжёлых металлов отвечает критериям безопасности, которые нормируются МБТ № 5061-89 и ДСТУ 3781-98 (табл.1), однако наибольшее количество свинца установлено в донных отложениях, что в 110 раз больше, чем в морской воде, содержание кадмия в донных отложениях в 20 раз больше, чем в воде, а содержание цинка превышает «водный» показатель в 300 раз.

Наибольшее содержание меди установлено в бурых водорослях по сравнению с донными отложениями и морской водой. Следует отметить, что в морских водорослях эти показатели ниже ПДК в 5,33 раза, в донных отложениях и морской воде соответственно 37,5-33,3 раза.

Накопление тяжёлых металлов в общих пробах изученных нами рыб с учётом их места обитания обобщены в диаграмме (рис. 1).

Содержание тяжёлых металлов в разных органах и тканях бычка-кругляка варьирует в широких пределах, но наличие кадмия в печени превышает допустимые показатели на 45% (табл. 1). Кадмий аккумулируется

Таблиця 1

**Содержание тяжёлых металлов в компонентах морской экосистемы
Каламитского залива Чёрного моря (мг/кг)**

Наименование материала ис- следований	Содержание тяжёлых металлов			
	свинец	кадмий	цинк	медь
Морская вода n=7	0,004±0,0006 (ПДК=0,03)	0,0001±0,00001 (ПДК=0,001)	0,002±0,0001 (ПДК=1,0)	0,03±0,005 (ПДК=1,0)
Бурые водорос- ли n=6	0,06±0,001 (ПДК=10,0)	0,019±0,0001 (ПДК=2,0)	0,25±0,006 (ПДК=200,0)	5,62±1,1 (ПДК=30,0)
Донные отло- жения n=5	0,44±0,05 (ПДК=32,0)	0,002±0,0005 (ПДК= -)	0,6±0,009 (ПДК=23,0)	0,08±0,007 (ПДК=3,0)
Бычок-кругляк, (мг/кг), n=20				
Общая проба	0,14±0,02	0,091±0,01	5,03±0,97	1,99±0,23
печень	0,22±0,03	0,29±0,05	5,57±1,03	2,3±0,15
мышцы	0,16±0,02	0,003±0,002	9,19±2,18	1,86±0,34
чешуя	0,097±0,01	0,14±0,07	10,08±2,97	6,18±1,45
плавники	0,072±0,03	0,02±0,005	0,11±0,06	0,35±0,011
жабры	0,16±0,04	0,004±0,001	0,18±0,09	1,11±0,02
костная ткань	0,14±0,05	0,04±0,01	0,56±0,16	0,26±0,06
ПДК	1,0	0,2	40,0	10,0
Пиленгас, (мг/кг), n=3				
Общая проба	0,066±0,001	0,01±0,008	1,02±0,08	1,06±0,04
печень	0,25±0,06	0,005±0,0004	0,16±0,009	0,25±0,09
чешуя	0,085±0,007	0,002±0,0001	0,77±0,1	3,7±0,67
мышцы	0,09±0,007	0,002±0,0001	0,25±0,078	0,6±0,09
плавники	0,068±0,009	0,02±0,007	2,94±0,76	0,4±0,06
костная ткань	0,07±0,009	0,02±0,006	0,98±0,08	0,38±0,04
ПДК	1,0	0,2	40,0	10,0
Кефаль, (мг/кг), n=5				
Общая проба	0,288±0,01	0,0086±0,00002	3,83±0,09	2,38±0,43
печень	0,48±0,09	0,02±0,0005	1,48±0,09	2,9±0,08
чешуя	0,26±0,07	0,006±0,0002	2,75±0,2	4,17±0,09
мышцы	0,16±0,04	0,0032±0,00002	1,02±0,005	1,05±0,04
плавники	0,07±0,004	0,019±0,007	0,2±0,06	2,01±0,1
жабры	0,058±0,003	0,0011±0,00003	12,5±3,45	1,66±0,05
костная ткань	0,0993±0,0001	0,002±0,0004	1,4±0,09	2,49±0,64
ПДК	1,0	0,2	40,0	10,0

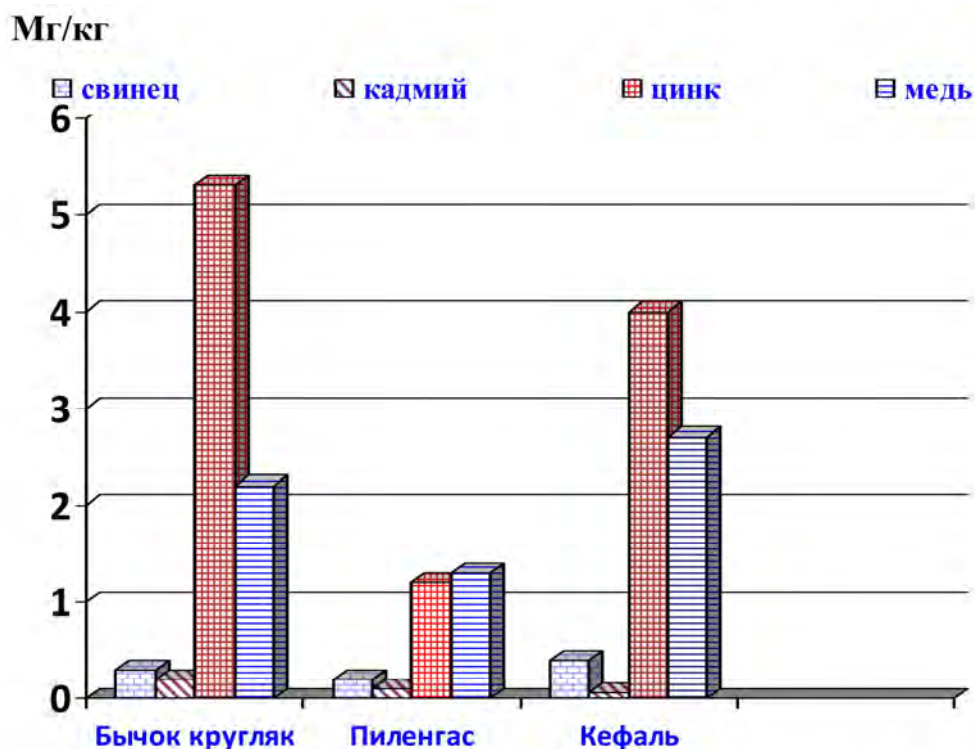


Рис. 1. Сравнительная характеристика накопления тяжёлых металлов в общих пробах морских рыб, мг/кг

в основном в печени, поэтому величина его в 96 раз выше, чем в мышцах. Наибольшие показатели содержания цинка установлены в чешуе и мышцах, но они не превышают предельно допустимый уровень (ПДК). Анализ данных свидетельствует, что наибольшее количество токсикантов накапливается в чешуе, мышцах и печени, и отвечает характеру среды обитания бычка в придонных слоях воды и характеру питания этого вида донными отложениями.

Содержание тяжёлых металлов в разных органах и тканях пиленгаса (табл. 1) варьирует в широких пределах 0,002-2,94 мг/кг. Наибольший показатель свинца в печени – $0,25 \pm 0,06$ мг/кг, что в 2,8 раз выше, чем в мышцах.

По содержанию меди наибольшие величины выявлены в чешуе $3,7 \pm 0,67$ мг/кг, что в 9,7 раз выше, чем в костной ткани и в 2,9 раз больше, чем в общей пробе. Такие же закономерности установлены и для бычка-кругляка и кефали.

Содержание цинка не превышает предельно допустимый уровень, наивысший показатель установлен в плавниках $2,94 \pm 0,76$ мг/кг.

ПДК по кадмию пиленгаса 0,2 мг/кг и содержание его ниже в органах и костных тканях.

При рассмотрении в сравнительном аспекте аккумуляция тяжёлых

Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини

металлов в органах и тканях видов придонного типа обитания бычка-кругляка и пиленгаса (табл. 1 и рис. 1) установлено, что эти показатели колеблются в широких пределах. Так, количество свинца в печени бычка-кругляка составляет $0,22 \pm 0,03$ мг/кг, что в 8,8 раз выше, чем в пиленгасе. Кадмия в мышцах бычка $0,16 \pm 0,04$ мг/кг, т.е. в 7 раз выше, чем в пиленгасе. Также у бычка-кругляка отмечены наиболее высокие показатели кадмия в печени $0,29 \pm 0,05$ мг/кг, что намного выше, чем в пиленгасе. Наивысший показатель содержания цинка также отмечен у бычка-кругляка $5,57 \pm 1,03$ мг/кг, т.е. в 35 раз выше, чем в пиленгасе. Медь накапливается более всего в чешуе бычка-кругляка $6,18 \pm 1,45$ мг/кг, что в 1,6 раз больше, чем в пиленгасе. Такие колебания содержания тяжёлых металлов в органах и тканях бычка-кругляка и пиленгаса можно объяснить тем, что у бычка постоянная придонная среда обитания, а пиленгас активно мигрирует, поэтому меньше подвергается антропогенному воздействию токсикантов на организм в местах наибольшей токсической нагрузки.

Рассмотрим результаты исследования содержания тяжёлых металлов в органах и тканях пелагических рыб на примере кефали.

Содержание солей тяжёлых металлов кефали в тканях и органах не превышает ПДК (табл. 1). Наиболее высокие величины аккумуляции свинца выявлены в печени $0,48 \pm 0,09$ мг/кг, что в 1,67 раз больше, чем в общей пробе $0,288 \pm 0,01$ мг/кг. При общем содержании цинка $3,83 \pm 0,09$ мг/кг, показатель его в жабрах кефали выше общей пробы 3,26 раза. Содержание меди в общей пробе для кефали – $2,38 \pm 0,43$ мг/кг. По результатам исследования наибольшее накопление её выявлено в чешуе $4,17 \pm 0,09$ мг/кг.

Таким образом, при загрязнении водных экосистем Чёрного моря тяжёлыми металлами популяции кефали безопасны как продовольственное сырьё и его можно употреблять в пищу без ограничения.

Представляет значительный интерес также анализ результатов наших исследований по состоянию загрязнения тяжёлыми металлами водной экосистемы Каламитского залива Чёрного моря, который прилегает к международному детскому курорту г.Евпатории, где расположено более 20 санаториев, потому так важны эти данные.

В общих пробах рыб (бычка-кругляка, пиленгаса и кефали) содержание свинца, кадмия, цинка и меди не превышает ПДК, однако у каждого вида рыб количество тяжёлых металлов варьирует в широких пределах, что наглядно характеризуют данные таблицы 1 и рисунка 1.

Выводы

1. Динамика аккумуляции тяжёлых металлов меди, свинца, кадмия и цинка в органах и тканях рыб колеблется в широких пределах, но не превышает ПДК.

2. Установлено, что наиболее высокие показатели содержания тяжё-

лых металлов(свинца, кадмия, цинка, меди) были обнаружены в печени, чешуе и мышцах рыб придонного типа обитания бычка-кругляка и пиленгаса, по сравнению с рыбами пелагического типа обитания – кефали.

3. У рыбы придонного типа питания (бычок-кругляк) накапливается больше тяжёлых металлов (например, кадмия 0,29 мг/кг в печени), чем в тканях пелагических рыб.

4. В компонентах экосистемы Чёрного моря в акватории Каламитского залива из тяжёлых металлов наибольшее содержание свинца и цинка – в донных отложениях (0,44 и 0,6 мг/кг), меди – в бурых водорослях (5,62 мг/кг), кадмия – в морской воде и бурых водорослях, хотя в целом эти показатели ниже ПДК.

Литература

1. Гаевская А. В. Паразитология и патология рыб: энциклопедический словарь-справочник (издание второе, дополнительное и переработанное). – Севастополь: ЭКОСИ – Гидрофизика. 2006. – 396с.

2. Залевская И. И. Экотоксикология [Текст] / И. И. Залевская, И. И. Руднева. – Симферополь: ТПУ, 2003. – 31с.

3. Rudnera J. J. Petzold – dradleu. Environmental and security challenges in the Black Sea [Text] / J. J. Rudnera. – Netherlands Kluwer Academic Publishers, 2001. – P. 189-202.

4. Будников Г. К. Тяжёлые металлы в экологическом мониторинге водных систем. [Текст] / Г. К. Будников // Биология. – Казань: Казанский гос. ун-т, 1998. – С. 25-31.

5. Межгосударственный стандарт «Сырьё и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов», ГОСТ 26929-94. Введён в действие с 1 января 1996г.

6. ЗАО «НИКФ АКВИЛОН». Методика выполнений массовой доли кадмия, свинца, меди и цинка в пищевой продукции методом инверсионной вольтамперометрии ФР 1.34.2005.01733 – М 2006. – 15с.

7. Національний стандарт України «Риба жива». Загальні технічні умови ДСТУ 2284-93. Затверджений 22.02.93. Введено в дію 1.07.93р.

8. Медико-биологические требования. Нормы качества продовольственного сырья и пищевой продукции № 5061-89. – М. 1989. – С.3-5.

ДИНАМІКА ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ТКАНИНАХ РИБ
ТА ІНШИХ ГІДРОБІОНТІВ ПРИБЕРЕГОВИХ ЕКОСИСТЕМ
КРИМСЬКОГО ПІВОСТРОВА

Болдирев Д.А., м. н. с.,

Кримська дослідна станція ННЦ «ІЕКВМ»

Мащенко А.М., д. с.-г. н.,

Харківська державна зооветеринарна академія, м. Харків

Резюме. Приведено аналіз вмісту важких металів у органах і тканинах риб екосистем Каламитської затоки Чорного моря. Найбільш високі показники вмісту важких металів були виявлені в печінці, лусці та м'язах риб придонного типу мешкання бичка-кругляка і піленгаса у порівнянні з рибами пелагічного типу – кефалі. Динаміка акумуляції токсичних елементів міді, свинцю, кадмія, цинку коливається в широких межах, але не перевищує гранично допустимі рівні.

Ключові слова: важкі метали, риба, екосистема.

DYNAMICS OF HEAVY METALS IN ORGANS AND TISSUES
OF FISH IN ECOSYSTEMS OF THE COASTAL AREA OF THE CRIMEA

Boldyrev D.A., Mamenko A.M.

Summary. The analysis of maintenance of heavy metals is conducted in organs and fabrics of finfishness of ecosystems of Kalamitsk of gulf of the Black sea. The most high indexes of content of heavy metals were found out in a liver, scale and muscles of finfishness of benthic type of dwelling of bull-calf-round-wood and pelagian as compared to the finfishness of pelagian type are grey mullet. Loud speaker of accumulation of toxic elements of copper, lead, cadmium and zinc hesitates in wide limits, but does not exceed possible levels maximum.

Key words: heavy metals, fish and ecosystems.
