

Научная статья

УДК 504.5(571.61)

EDN QWMCKC

Миграция тяжелых металлов в цепи питания дальневосточного аиста

Антонина Павловна Пакусина¹, доктор химических наук, профессор

Антон Александрович Сасин², кандидат биологических наук, доцент

Никита Владимирович Малиновский³, аспирант

^{1, 2, 3} Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ pakusina.a@yandex.ru, ² anton_160386@mail.ru, ³ raze.ru@mail.ru

Аннотация. В статье приводятся результаты исследований по миграции тяжелых металлов в цепи питания дальневосточного аиста на примере птиц в гнездах возле села Муравьевка Тамбовского района и села Семидомка Константиновского района. Сделан анализ данных мониторинга водно-болотной экосистемы, а также содержания тяжелых металлов в рыбе и перьях дальневосточного аиста.

Ключевые слова: среда обитания птиц, загрязнение тяжелыми металлами, водно-болотные угодья, дальневосточный аист

Для цитирования: Пакусина А. П., Сасин А. А., Малиновский Н. В. Миграция тяжелых металлов в цепи питания дальневосточного аиста // Орнитология: современное состояние, проблемы и перспективы изучения : материалы всерос. (нац.) науч.-практ. конф. (Благовещенск, 21–22 февраля 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 117–122.

Original article

Migration of heavy metals in the food chain of the Far Eastern stork

Antonina P. Pakusina¹, Doctor of Chemical Sciences, Professor

Anton A. Sasin², Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

Nikita V. Malinovsky³, Postgraduate Student

^{1, 2, 3} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ pakusina.a@yandex.ru, ² anton_160386@mail.ru, ³ raze.ru@mail.ru

Abstract. The article presents the results of research on the migration of heavy metals in the food chain of the Far Eastern stork using the example of birds in nests near the village of Muravyovka in the Tambov district and the village of Semidomka in the Konstantinovsky district. The analysis of the monitoring data of the wetland ecosystem, as well as the content of heavy metals in fish and feathers of the Far

Eastern stork, is made.

Keywords: bird habitat, heavy metal pollution, wetlands, Far Eastern stork

For citation: Pakusina A. P., Sasin A. A., Malinovsky N. V. Migration of heavy metals in the food chain of the Far Eastern stork. Proceedings from Ornithology: current state, problems and prospects of study: *Vserossijskaya (nacional'naya) nauchno-prakticheskaya konferenciya – All-Russian (National) Scientific and Practical Conference.* (PP. 117–122), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2024 (in Russ.).

Введение. Сельскохозяйственная деятельность человека явилась причиной изменения природных ландшафтов на юге Амурской области. Применение удобрений способствует увеличению содержания токсичных элементов, таких как кадмий, ртуть и свинец, в почве. В свою очередь, наводнения вызывают вынос загрязняющих веществ из поверхностных слоев почвы в водотоки и водоно-болотные угодья [1].

Токсичные вещества могут находиться в различных компонентах водоно-болотной экосистемы: в макрофитах [2], в рыбе [3]. По цепи питания тяжелые металлы передаются птицам. Птицы являются индикаторами состояния окружающей среды. Тяжелые металлы определяют в склерупе и перьях [4], в мышечной ткани и внутренних органах птиц [5]. Они негативно влияют на рост и развитие птенцов, вызывают болезни птиц [6].

Дальневосточный аист является редким видом, поэтому изучение путей миграции тяжелых металлов в организм птиц через кормовую базу является актуальной задачей.

Методы и условия исследований. Исследования проводили 18 июня и 15 октября 2022 г. на примере гнезд дальневосточного аиста возле с. Муравьевка Тамбовского района и с. Семидомка Константиновского района. По трекам (на основании установленных датчиков у аистов в 2019 г.) были установлены места кормежки аистов и обследованы вода и рыба в них.

Результаты исследований. Содержание в воде кадмия летом не превышало норматив; содержание свинца, меди и цинка выше ПДК рыбохозяйственного назначения (табл. 1).

Таблица 1 – Среднее содержание тяжелых металлов в воде в Муравьевском заказнике (18 июня 2022 г.)

Пункт наблюдений и показатели	Цинк	Медь	Свинец	Кадмий	В мкг/л
Болото, окруженное ивой и ольхой, 200 м от гнезда	$10,3 \pm 1,0$	$20,9 \pm 2,1$	$8,1 \pm 0,8$	$0,063 \pm 0,007$	
Канал возле гнезда	$25,9 \pm 2,6$	$76,3 \pm 7,8$	$7,1 \pm 0,8$	$0,135 \pm 0,014$	
ПДК (рыбохозяйственный)	10	1	6	5	
ПДК	1 000	1 000	10	1	

В осенний период содержание ртути в воде превышало рыбохозяйственный норматив (табл. 2). Причиной является длительное применение ртутьсодержащих гербицидов в конце XX века.

Таблица 2 – Среднее содержание тяжелых металлов в воде в Муравьевском заказнике (15 октября 2022 г.)

Пункт наблюдений и показатели	Кадмий	Свинец	Мышьяк	Ртуть	В мкг/л
Болото, окруженное ивой и ольхой, 200 м от гнезда	$0,06 \pm 0,02$	$2,50 \pm 0,88$	$2,57 \pm 0,89$	$0,06 \pm 0,02$	
Канал возле гнезда	$0,04 \pm 0,01$	$1,60 \pm 0,56$	$1,40 \pm 0,49$	$0,06 \pm 0,02$	
Озеро	$0,03 \pm 0,01$	$5,49 \pm 1,85$	$1,40 \pm 0,49$	$0,07 \pm 0,02$	
ПДК (рыбохозяйственный)	5	6	10	0,01	
ПДК	1	10	50	0,50	

Кормовой базой дальневосточного аиста является рыба. Содержание в ротанах тяжелых металлов составило (мг/кг): кадмия ($0,1068 \pm 0,0374$), свинца ($0,2201 \pm 0,0770$), мышьяка ($1,2733 \pm 0,4457$), ртути ($0,2652 \pm 0,0928$), что соответствовало норме.

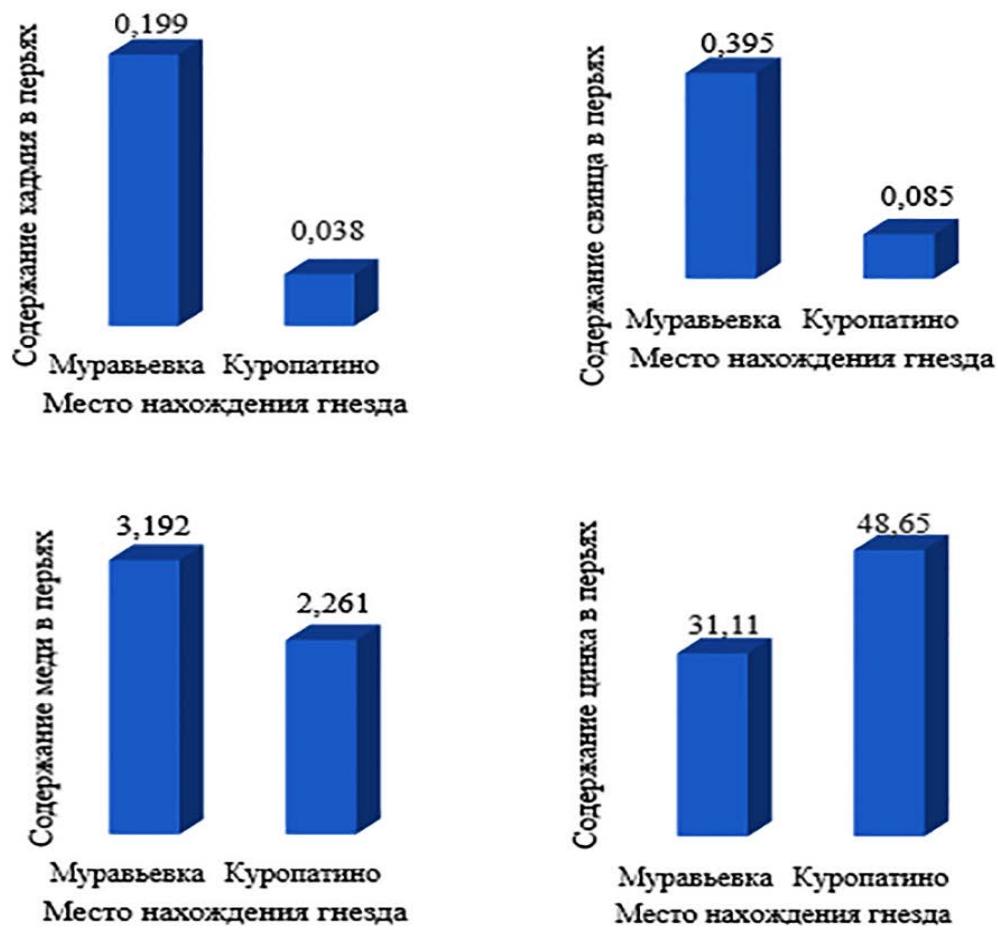
Погадок (рыба) содержал высокую концентрацию кадмия. Вьюны, которые являлись пищей для птенцов дальневосточного аиста, содержали высокую концентрацию кадмия, мышьяка и ртути (табл. 3).

*Материалы научных исследований
участников конференции*

Таблица 3 – Содержание тяжелых металлов в погадке у птенцов дальневосточного аиста в гнезде возле с. Семидомка

Объект наблюдений и показатель	Кадмий	Свинец	Мышьяк	Ртуть
Погадок	$0,3325 \pm 0,1164$	$0,0949 \pm 0,0332$	$0,2787 \pm 0,0976$	$0,0182 \pm 0,0064$
Вьюны, отобранные у птенцов	$0,2048 \pm 0,0717$	$0,3165 \pm 0,1108$	$1,0818 \pm 0,3786$	$0,3970 \pm 0,1390$
ПДК	0,2	1	1	0,3

В перьях птиц обнаружены кадмий, свинец, мышьяк, ртуть (рис. 1). При этом доминирующими элементами являются медь и цинк, так как они входят в состав ферментов и других биологически активных веществ.



**Рисунок 1 – Содержание тяжелых металлов
в перьях дальневосточного аиста**

Заключение. В среде обитания дальневосточного аиста присутствуют выше нормы – ртуть, свинец, в кормовой базе – кадмий, ртуть. По цепи питания тяжелые металлы попадают в организм дальневосточного аиста, о

чем свидетельствует их присутствие в перьях птиц. Необходимо принимать меры по сохранению мест гнездования и обитания дальневосточного аиста.

Список источников

1. Pakusina A. P., Platonova T. P., Fokin S. A., Lobarev S. A., Gulenova T. V. The content of heavy metals in the habitat of birds, Zeya-Bureya plain // E3S Web of Conferences. 2023. No. 462. P. 03037.
2. Minkina T. M., Fedorov Y. A., Nevidomskaya D. G., Polshina T. N., Mandzhieva S. S., Chaplygin V. A. Heavy metals in soils and plants of the Don river estuary and the Taganrog Bay coast // Eurasian Soil Science. 2017. No. 50 (9). P. 1033–1047.
3. Bizborodov O. V., Petishkina V. D., Tsygankov V. Yu. Trace element composition of commercial fish of the Amur River Basin: A review // Ecosystem Transformation. 2022. No. 5 (3). P. 45–54.
4. Gong M., Pang S., Gao Z., Wen W., Zhang L., Liu G. [et al.]. The path forward: conservation of climate change-affected breeding habitat of red-crowned cranes near Zhalong reserve, China // Pakistan Journal of zoology. 2021. No. 53 (2). P. 733–742.
5. Mukhtar H., Chan C. Y., Lin Y. P., Lin C. M. Assessing the association and predictability of heavy metals in avian organs, feathers, and bones using crowd soured samples // Chemosphere. 2020. No. 252. P. 126583.
6. Wenzhi J. D., Wang Y. S., Zhang H., Yang Y., Bao X., Zhang Y. Effects of environmental metal pollution on reproduction of a free-living resident songbird, the tree sparrow (*Passer montanus*) // Science of The Total Environment. 2020. No. 721. P. 137674.

References

1. Pakusina A. P., Platonova T. P., Fokin S. A., Lobarev S. A., Gulenova T. V. The content of heavy metals in the habitat of birds, Zeya-Bureya plain. E3S Web of Conferences, 2023;462:03037.
2. Minkina T. M., Fedorov Y. A., Nevidomskaya D. G., Polshina T. N., Mandzhieva S. S., Chaplygin V. A. Heavy metals in soils and plants of the Don river estuary and the Taganrog Bay coast. Eurasian Soil Science, 2017;50(9):1033–1047.
3. Bizborodov O. V., Petishkina V. D., Tsygankov V. Yu. Trace element composition of commercial fish of the Amur River Basin: A review. Ecosystem Transformation, 2022;5(3):45–54.
4. Gong M., Pang S., Gao Z., Wen W., Zhang L., Liu G. [et al.]. The path forward: conservation of climate change-affected breeding habitat of red-crowned

*Материалы научных исследований
участников конференции*

cranes near Zhalong reserve, China. *Pakistan Journal of zoology*, 2021;53(2):733–742.

5. Mukhtar H., Chan C. Y., Lin Y. P., Lin C. M. Assessing the association and predictability of heavy metals in avian organs, feathers, and bones using crowd soured samples. *Chemosphere*, 2020;252:126583.

6. Wenzhi J. D., Wang Y. S., Zhang H., Yang Y., Bao X., Zhang Y. Effects of environmental metal pollution on reproduction of a free-living resident songbird, the tree sparrow (*Passer montanus*). *Science of The Total Environment*, 2020;721: 137674.

© Пакусина А. П., Сасин А. А., Малиновский Н. В., 2024

Статья поступила в редакцию 18.01.2024; одобрена после рецензирования 29.01.2024; принята к публикации 26.03.2024.

The article was submitted 18.01.2024; approved after reviewing 29.01.2024; accepted for publication 26.03.2024.