

DOI 10.35694/YARCX.2021.53.1.008



*Микроэлементы,
биосубстраты, перья,
розовый фламинго,
центильные шкалы*

*Microelements,
biosubstrates, feathers,
pink flamingo, centile
metrics*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПЕРЬЯХ РОЗОВОГО ФЛАМИНГО *PHOENICOPTERUS RUBER ROSEUS* КАК МЕТОД ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ

М. В. Степанова

канд. биол. наук, доцент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы

ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, г. Ярославль

В настоящее время опасность исчезновения вида розового (обыкновенного) фламинго *Phoenicopterus ruber roseus* не стоит, однако численность вида достаточно нестабильна. Он внесён в Международную Красную книгу как вид, вызывающий наименьшие опасения в ближайшие 10 лет – IUCN (LC), а также включён в Конвенцию о международной торговле видами дикой фауны и флоры – CITES II [1]. В России – это не гнездящийся, пролётный и регулярно залётный вид. Как редкий вид, розовый фламинго внесён в Красные книги России и Казахстана. Причина колебаний численности – сокращение естественных мест гнездования и фактор беспокойства.

Для фламинго характерна дневная активность. Это строго колониальные птицы: гнездятся и кормятся большими группами. Размножается вид только при определённой численности особей на небольшой площади в мелководьях. Гнездовья строятся на высокосолёных и щелочных озёрах, нередко с высоким содержанием едкого натра, гипса и сероводорода. Из жидкой грязи водоёма и ракушечника фламинго создают свои гнёзда, возвышающиеся над водой, как высокие кочки. Подобных мест существует ограниченное количество, что влияет на формирование разорванного ареала обитания вида. Розовые фламинго – моногамы, образующие пары как на один сезон, так и на несколько лет. Брачный ритуал строго видоспецифичен, поэтому даже если колония образована несколькими видами фламинго, смешанные пары не образуются. В естественной среде обитания птицы живут около 30 лет, в зоопарках – 40–50 лет. Из-за биологических и экологических особенностей часть видов отряда фламингообразные *Phoenicopteriformes* оказалась на грани исчезновения и требуется сохранение их генофонда при помощи создания стабильно размножающихся и генетически полноценных резервных популяций в зоологических коллекциях.

В условиях создания искусственной кормовой базы, удлинённого сезона откладки яиц и отсутствия нормальных для мигрирующих птиц сезонных ритмов, здоровье птиц в зоологических популяциях уязвимо и требует постоянного контроля. Часто в коллекциях применяется метод визуального осмотра животных, изучение активно-

сти и состояния помёта. Для более объективной оценки состояния птиц требуется применение неинвазивных методик взятия и оценки химического состава биосубстратов, позволяющих разрабатывать индивидуальные программы профилактики и коррекции элементозов. Подобным требованиям отвечает изучение микроэлементного состава перьев птиц, которое не требует специального оборудования для хранения и транспортировки, может храниться практически неограниченное время, не теряя своей информационной ценности. При этом концентрация химических элементов в перьях значительно выше, чем в физиологических жидкостях традиционно используемых для клинических и биохимических анализов, что позволяет существенно расширить набор химических элементов, доступных для аналитического определения.

В Российской Федерации материалов по исследованию микроэлементного состава данного вида птиц не найдено, имеются лишь единичные зарубежные публикации, но все они являются разрозненными, ограничиваются небольшой территорией исследования и проводились в основном на синантропных и одомашненных видах [2; 3]. В ветеринарии и токсикологии до настоящего времени не существует унифицированных центильных шкал оценки элементного состава перьев розового фламинго.

В связи с этим, целью работы была разработка центильных шкал содержания химических элементов в перьях розового фламинго для оценки состояния здоровья птиц.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились с 2018 по 2020 годы на представителях отряда Фламингообразные *Phoenicopteriformes*, содержащихся в Московском и Ярославском зоопарках. Исследования выполнены на базе Ярославской государственной сельскохозяйственной академии и лаборатории ГБУ ЯО «Ярославская областная ветеринарная лаборатория» на атомно-абсорбционном спектрометре «Квант-2А» на микропулляциях физиологически здоровых птиц.

В отряде изучено одно семейство Фламинговые – *Phoenicopteridae*, один редкий краснокнижный вид птиц розовый (обыкновенный) фламинго ($n = 18$). У представителей вида отобрано 18 проб, проведено 108 измерений химических элементов.

В период исследований этот вид фламинго содержался в 41 зоологических учреждениях –

членах ЕАРАЗА в количестве 840 голов: 296 – самцов, 305 – самок и 239 – пол не определён. В 2019 году успешное размножение получено только в 7 зоопарках, в количестве 64 особи [1].

Отбор проб осуществлялся в соответствии с МосМР 2.3.2.006-03, подготовка для анализа и минерализация – с ГОСТ 26929-94, определение токсичных элементов – с ГОСТ 30178-96 и ГОСТ Р 51766-2001 [4; 5; 6; 7]. В пробах проводилась оценка уровня содержания химических элементов и токсичных тяжёлых металлов – цинка, меди, железа, кадмия, свинца и мышьяка. Исследования были выполнены в условиях повторяемости и промежуточной прецизионности. При расчёте концентраций определяемых элементов в пробах осуществлялась метрологическая обработка результатов в соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений» [8].

Полученные результаты обрабатывали статистически. Определяли средние арифметические величины (M), средние ошибки (m) и среднеквадратичное отклонение (δ). Для выявления статистически значимых различий в сравниваемых группах и сопряжённости между признаками, характера распределения данных совместности, были использованы непараметрический критерий W , критерий Шапиро-Уилка, t – тест Стьюдента и коэффициент корреляции Спирмена. Были сформированы базы данных в программах «Microsoft Office Excel» 2010, «Statistica» версия 10.0 в среде Windows XP.

Результаты исследований

Вид розовый фламинго занесён в Международную Красную книгу и Красную книгу Российской Федерации. Его оперение довольно рыхлое и мягкое. Первостепенных маховых перьев 12. Оперение у взрослых самцов и самок имеет нежно-розовый цвет, крылья – пурпурно-красную окраску, концы маховых перьев – чёрного цвета. Бледно-розовые кроющие перья у розового фламинго не свисают так сильно по бокам, как у других видов. Наиболее интенсивным цветом отличаются крылья; глубоко малиновый цвет почти не заметен под опущенными кроющими перьями, его можно увидеть, только наблюдая птицу в полёте [9].

В результате проведённых исследований установлено, что по величине среднего содержания в перьях розового фламинго исследуемые элементы образуют следующий убывающий ряд: $Fe > Zn > Cu > Pb > Cd > As$ (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание химических элементов в перьях розового (обыкновенного) фламинго, мг/кг

Вид животного	МЭ и ТТМ					
	Zn	Cu	Fe	Pb	Cd	As
Розовый (обыкновенный) фламинго – <i>Phoenicopterus ruber roseus</i> (n = 18)	41,25±2,66	20,24±2,66	628,12±19,23	13,46±0,37	1,12±0,46	0,04±0,01

В перьях фламинго установлен наибольший уровень содержания макроэлемента Fe, примерно в равных соотношениях – Zn, Cu и Pb, меньше всего – ультрамикроэлементов Cd и As. Средний уровень накопления перьями розового фламинго цинка составил 41,25±2,66 мг/кг, меди – 20,24±2,66 мг/кг, железа – 628,12±19,23 мг/кг, свинца – 13,46±0,37 мг/кг, кадмия – 1,12±0,46 мг/кг и мышьяка – 0,04±0,01 мг/кг. В отношении полученной информации по цинку и мышьяку данные полностью подтверждают работы зарубежных авторов, выполненные на большом фламинго. Выявленный уровень Cu выше в 2,06–2,80 раза; Fe – в 84,63–99,61 раза; Pb – в 90,95–328,29 раза и Cd – в 56,00–112,00 раза, в зависимости от территории обитания [10], что может быть связано с видовыми особенностями накопления химических элементов (ХЭ) и уровнем поступления элементов в организм.

Концентрация ХЭ в перьях розового фламинго колебалась в следующих пределах: Zn от 14,56 до 79,62 мг/кг; Cu – от 0,38 до 45,14 мг/кг; Fe – от 43,29 до 407,06 мг/кг; Pb – от 0 до 21,79 мг/кг; Cd – от 0 до 3,65 мг/кг и As – от 0 до 0,17 мг/кг.

При изучении половых особенностей накопления исследуемых химических элементов установлен достоверно более высокий уровень содержания меди – в 3,25 раза ($p = 0,0038$), свинца – в 3,54 раза ($p = 0,0038$) и кадмия – в 34,00 раза ($p = 0,0021$) в перьях самок в сравнении с самцами (табл. 2). Более высокие концентрации меди в организме самок связаны с удержанием микроэлемента гормоном эстрогеном, а кадмия – более высоким уровнем накопления производными кожи [11; 12]. По другим элементам достоверных отличий не установлено. Данных по исследованиям ХЭ в биосубстратах розового фламинго в литературе не найдено.

Таблица 2 – Половые особенности элементного статуса перьев розового (обыкновенного) фламинго, мг/кг

Пол	Концентрация химических элементов					
	Zn	Cu	Fe	Pb	Cd	As
Самки	45,63±5,81	31,01±1,21*	277,87±18,43	31,48±5,71*	3,37±0,47*	0,10±0,03
Самцы	44,93±6,59	9,54±1,73*	160,65±10,37	8,90±1,21*	0*	0,02±0,00

* – достоверные отличия ($p < 0,01$).

Условия для содержания редкого вида птиц требуют создания зимнего помещения с водоёмом, наличия в летнем вольере водного затона, поэтому птицы содержатся в Ярославском и Московском зоопарках, где есть необходимые для этого условия. При исследовании разницы в кумуляции биосубстратами поллютантов на данных территориях установлено достоверное у птиц мегаполиса, в сравнении с экземплярами областного центра, увеличение уровня Pb в 4,64 раза ($p = 0,0006$); Cd – в 3,29 раза ($p = 0,0445$) и As – в 2,33 раза ($p = 0,0032$), снижение Fe в 5,99 раза ($p = 0,0006$) (табл. 3).

В настоящее время в литературе нет информации о фоновом и нормальном уровнях содержания изучаемых токсикантов в перьях исследуемых объектов, поэтому для оценки концентрации металлов в биосубстратах, на основании вышеуказанных сведений, были составлены центильные шкалы оценки здоровья птиц (табл. 4).

Для оценки концентрации металлов в биосубстратах на основании центильных шкал для розового фламинго, содержащихся в Центральном федеральном округе, разработана таблица оценки уровня накопления ХЭ в организме по элементному статусу пера (табл. 5).

Таблица 3 – Элементный статус перьев розового (обыкновенного) фламинго в Московском и Ярославском зоопарках, мг/кг

Территория	Концентрация химических элементов					
	Zn	Cu	Fe	Pb	Cd	As
Мегаполис	33,20±0,61	20,18±0,54	157,41±1,45*	20,19±1,85*	1,68±0,56***	0,14±0,02**
Промышленный центр	45,28±1,79	20,27±1,27	942,17±15,68*	4,35±0,24*	0,51±0,04***	0,06±0,01**

* – достоверные отличия ($p < 0,001$); ** – достоверные отличия ($p < 0,01$); *** – достоверные отличия ($p < 0,05$).

Для удобства использования результатов анализа перьев вводится 4-балльная шкала, соответствующая тяжести отклонения содержания в перьях того или иного химического элемента от предложенных границ нормального содержания. За отклонение 1-й степени принимаются значения ниже 25 и выше 75 центилей, 2-й степени – ниже 10 и выше 90, 3-й степени – ниже 5 и выше 95 и 4-й степени – ниже 3 и выше 97 центилей.

В целом, отклонение 1-й степени можно сравнить с понятием «предболезни» (группы здоровья I и II у птиц), а отклонения 2-й, 3-й и 4-й степеней – с понятием «болезни» (группы здоровья III и IV).

На основании полученной градации была произведена оценка содержания химических веществ в перьях обследованных птиц. Наибольшие колебания в отклонении уровня накопления отме-

Таблица 4 – Процентильные шкалы кумуляции исследуемых ХЭ в перьях розового (обыкновенного) фламинго Центрального федерального округа, содержащихся в искусственно созданных условиях, мг/кг

Процентиль	МЭ и ТТМ (мг/кг)					
	Zn	Cu	Fe	Pb	Cd	As
3	13,2529	5,1147	0	0	0	0
5	14,2819	7,6863	0,1000	0,0123	0,0413	0,0008
10	15,7969	8,9902	5,1478	0,1749	0,5431	0,0051
25	23,6908	11,3920	50,4951	4,2611	1,0284	0,0102
50	42,3805	17,2237	260,4656	8,9019	1,1238	0,0233
75	49,7648	22,9032	295,1992	21,7728	3,0982	0,0415
90	75,4143	43,9429	332,0152	39,8786	3,5939	0,1659
95	76,9875	45,4000	333,1788	41,4572	3,6500	0,1818
97	77,6068	45,9829	333,6527	42,0886	3,6809	0,1820

чены в отношении токсичных элементов: Cd, Pb и As, наименьшие – Cu. Средние концентрации Zn, Cu, Fe и Cd установлены у 33,3% особей фламинго, Pb и As – у 16,7% от общего количества изученных птиц. У 16,7% исследуемых птиц выявлено отклонение I степени в сторону увеличения и снижения концентрации Zn, Fe, Pb и As, у 33,3% – Cu. Отклонение II степени содержания Cu, Fe и Cd – у 16,7% птиц, Zn и Pb – у 33,3%. У 16,7% фламинго отмечена IV степень отклонения в отношении концентраций Zn, Cu и Fe, 33,3% – Pb и As, 50,0% – Cd. III степень отклонения выявлена только у 16% птиц в отношении кумуляции Fe (рис. 1).

В отношении Fe, Pb и As чаще всего наблюдали отклонение в сторону увеличения их содержания в 50,0% от всей выборки птиц. В 33,3% проб перьевого покрова отмечается снижение и увеличение уровня накопления Zn, Cu, снижение – Pb и As, у 16,7% – снижение Fe и повышение Cd.

Для проверки возможного взаимозависимого накопления металлов в биосубстратах был проведён попарный корреляционный анализ (табл. 6), в ходе которого выявлена достоверная прямая средняя зависимость между уровнем Fe – As, Pb – Cd и Pb – As ($r = 0,64$, $r = 0,78$ и $r = 0,84$ соответственно), что свидетельствует о взаимной

Таблица 5 – Центильные шкалы для оценки состояния здоровья по концентрации химических элементов в перьях розового (обыкновенного) фламинго, мг/кг

Процентиль	Степень отклонения	МЭ и ТТМ					
		Zn	Cu	Fe	Pb	Cd	As
<3%	IV степень	<13,2529	<5,1147	0	0	0	0
3–5%	III степень	13,2529–14,2819	5,1147–7,6863	0,0001–0,1000	0,0001–0,0123	0,0001–0,0413	0,0001–0,0008
5–10%	II степень	14,2819–15,7969	7,6863–8,9902	0,1000–5,1478	0,0123–0,1749	0,0413–0,5431	0,0008–0,0051
10–25%	I степень	15,7969–23,6908	8,9902–11,3920	5,1478–50,4951	0,1749–4,2611	0,5431–1,0284	0,0051–0,0102
25–75%	Норма	23,6908–49,7648	11,3920–22,9032	50,4951–295,1992	4,2611–21,7728	1,0284–3,0982	0,0102–0,0415
75–90%	I степень	49,7648–75,4143	22,9032–43,9429	295,1992–332,0152	21,7728–39,8786	3,0982–3,5939	0,0415–0,1659
90–95%	II степень	75,4143–76,9875	43,9429–45,4000	332,0152–333,1788	39,8786–41,4572	3,5939–3,6500	0,1659–0,1818
95–97%	III степень	76,9875–77,6068	45,4000–45,9829	333,1788–333,6527	41,4572–42,0886	3,6500–3,6809	0,1818–0,1820
>97%	IV степень	>77,6068	>45,9829	>333,6527	>42,0886	>3,6809	>0,1820

симбатности между этими металлами в организме птиц. Также установлена обратная средняя связь между уровнем Cu и Fe в перьях птиц ($r = -0,61$, при $p = 0,007$) и слабая – Fe и Pb ($r = -0,54$, при $p = 0,02$), что указывает на их антагонизм. Антагонизм цинка и свинца связан с взаимным действием металлов, что подтверждается исследованиями ряда авторов [13].

Выводы

В ходе исследования установлено, что по величине среднего содержания в перьях птиц семейства фламинговые исследуемые элементы образуют следующий убывающий ряд: Fe > Zn > Cu > Pb > Cd > As. У розовых фламинго, содержащихся в искусственно созданных условиях, наблюдается тенденция к снижению концентрации

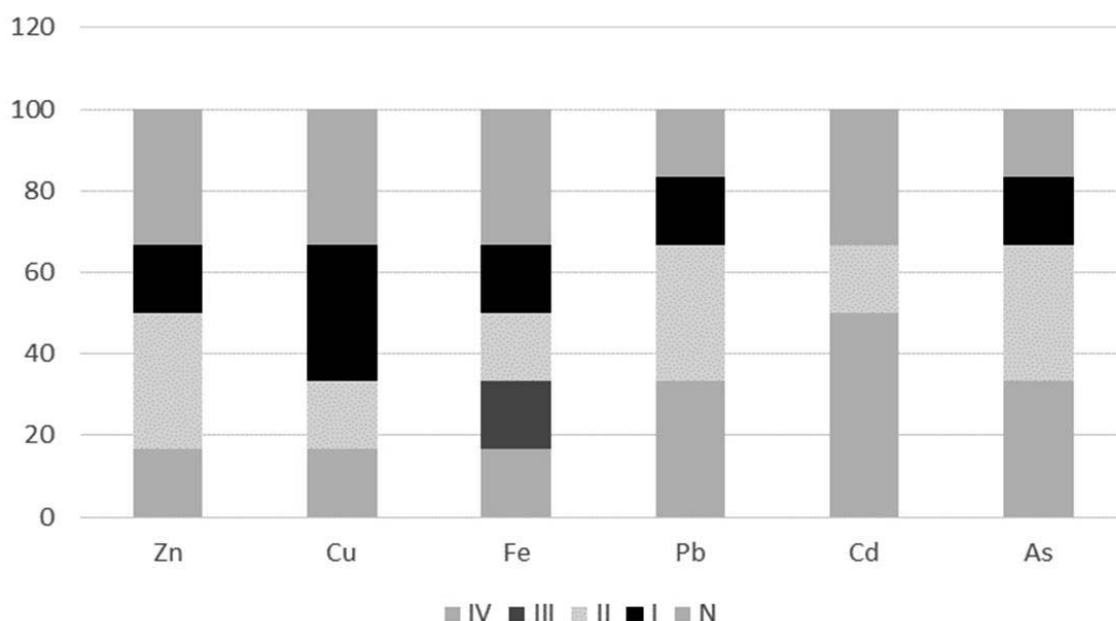


Рисунок 1 – Процентное содержание химических элементов в перьях розового (обыкновенного) фламинго в пределах нормы и отклонения от неё

Таблица 6 – Корреляционный анализ совместной кумуляции исследуемых металлов в перьях розового фламинго

	Cu	Fe	Pb	Cd	As
Zn	0,28	0,01	0,34	-0,17	0,04
Cu	-	-0,61**	0,18	0,36	0,02
Fe		-	-0,54***	0,28	0,64**
Pb			-	0,78	0,84***
Cd				-	0,76***

* – достоверные отличия ($p < 0,05$); ** – достоверные отличия ($p < 0,01$); *** – достоверные отличия ($p < 0,001$).

кадмия у 50,0%, увеличению железа, свинца и мышьяка – у 50,0% особей.

Наибольшие колебания в отклонении уровня накопления отмечены в отношении токсичных элементов: Cd, Pb и As, наименьшие – Cu. Средние концентрации Zn, Cu, Fe и Cd установлены у 33,3% особей фламинго, Pb и As – у 16,7% от общего количества изученных птиц.

16,7% исследуемых птиц по уровню содержания цинка и меди, 33,3% – железа, свинца, кадмия и мышьяка находятся в состоянии «предболезни»

и требуют дополнительных ветеринарных обследований.

Достоверно установлен синергизм между накоплением Fe – As, Pb – Cd, Pb – As и антагонизм между Fe – Cu и Fe – Pb.

Для улучшения микроэлементного статуса розового фламинго зоологических учреждений необходимо проводить мониторинговые исследования с периодичностью 1 раз в полгода с оценкой уровня химических элементов по центральным шкалам.

Литература

1. Информационный Сборник. Вып. № 39. Т. II. – Москва : ГАУ «Московский государственный зоологический парк», 2020. – 522 с. – Текст : непосредственный.
2. Betleja, J. Ecotoxicological characteristics of the winter habitat of the moorhen (*Gallinula chloropus*) / J. Betleja, P. Cempulik, J. Kwapulinski. – Text : unmediated // Environmental Pollution. – 1993. – № 3. – P. 142–145.
3. Lock, J. W. Metal concentration in seabirds of the New Zealand region / J. W. Lock, D. R. Thompson, R. W. Furness, J. A. Bartle. – Text : unmediated // Environmental Pollution. – 1992. – Vol. 75. – P. 289–300.
4. Отбор проб пищевых продуктов для лабораторных испытаний и исследований : Методические рекомендации. МосМР 2.3.2.006-03 : введены в действие приказом Центра госсанэпиднадзора в г. Москве № 284 от 26.12.2003 : введены впервые : дата введения 2 февраля 2004 года / Министерство здравоохранения Российской Федерации ; Центр госсанэпиднадзора в г. Москве. – Москва : ИМГРЭ, 2003. – 12 с. – Текст : непосредственный.
5. ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов = Raw material and food-stuffs. Preparation of samples. Decomposition of organic matters for analysis of toxic elements : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации 21 октября 1994 г. (протокол № 6-94) ; Постановлением Комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации от 21 февраля 1995 г. № 78 : взамен ГОСТ 26929-86 : дата введения 1996-01-01 / внесен Госстандартом России. – Москва : Стандартинформ, 2010. – 12 с. – Текст : непосредственный.
6. ГОСТ 30178-96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов = Raw material and food-stuffs. Atomic absorption method for determination of toxic elements : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 10 от 4 октября 1996 г.) ; Постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации от 26 марта 1997 г. № 112 : введен впервые : дата введения 1998-01-01 / разработан Институтом питания Российской Академии медицинских наук ; внесен Госстандартом России. – Москва : Стандартинформ, 2010. – 10 с. – Текст : непосредственный.
7. ГОСТ Р 51766-2001. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения мышьяка = Raw material and food-stuffs. Atomic absorption method for determination of arsenic :

Государственный стандарт Российской Федерации : издание официальное : принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 27 июня 2001 г. № 249-ст : введен впервые : дата введения 2002-07-01 / разработан Научно-производственной фирмой ООО «КОРТЭК», Федеральным центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора, Атлантическим научно-исследовательским институтом рыбного хозяйства и океанографии (АтлантНИРО) ; внесен Техническим комитетом по стандартизации ТК 335 «Методы испытаний агропромышленной продукции на безопасность». – Москва : Стандартиформ, 2010. – 12 с. – Текст : непосредственный.

8. ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике = Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results. Part 6. Use in practice of accuracy values : Государственный стандарт Российской Федерации : издание официальное : принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 23 апреля 2002 г. № 161-ст : введен впервые : дата введения 2002-11-01 / разработан Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» Госстандарта России (ВНИИМС), Всероссийским научно-исследовательским институтом стандартизации (ВНИИСтандарт), Всероссийским научно-исследовательским институтом классификации, терминологии и информации по стандартизации и качеству (ВНИИКИ) Госстандарта России. – Москва : Стандартиформ, 2009. – 50 с. – Текст : непосредственный.

9. Коблик, Е. А. Разнообразие птиц (по материалам экспозиции Зоологического музея МГУ / Е. А. Коблик. – Москва : Изд-во МГУ, 2001. – В 4-х частях. Ч. 1. (Класс Птицы, Отряды Страусообразные, Тинамуобразные, Пингинообразные, Гагарообразные, Поганкообразные, Буревестникообразные, Пеликанообразные, Аистообразные, Фламингообразные, Гусеобразные, Грифы Нового Света, Соколообразные). – 358 с. – Текст : непосредственный.

10. Borghesi, Fabrizio Assessing environmental pollution in birds: a new methodological approach for interpreting bioaccumulation of trace elements in feather shafts using geochemical sediment data / Fabrizio Borghesi, Enrico Dinelli, Francesca Migani, Arnaud Bechet, Manuel Rendón Martos, Juan A. Amat, Simone Sommer, Mark A.F. Gillingham. – Text : unmediated // *Methods in Ecology and Evolution*. – 2017. – Vol. 8, Issue 1. – P. 96–108.

11. Авцын, А. П. Микроэлементозы человека: этиопатология, классификация, органопатология / А. П. Авцын, А. А. Жаворонков, М. А. Риш, Л. С. Строчкова ; АМН СССР. – Москва : Медицина, 1991. – 496 с. – Текст : непосредственный.

12. Sengupta, P. Metals and female reproductive toxicity / P. Sengupta, R. Banerjee, S. Nath, S. Das, S. Banerjee. – Text : unmediated // *Human & Experimental Toxicology*. – 2015. – Vol. 34, Issue 7. – P. 679–697.

13. Шестова, Г. В. Опасность хронических отравлений свинцом для здоровья населения / Г. В. Шестова, Г. А. Ливанов, Ю. Н. Остапенко, Т. М. Иванова, К. В. Сизова. – Текст : электронный // Медицина экстремальных ситуаций. – 2012. – № 4 (42). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opasnost-hronicheskikh-otravleniy-svintsom-dlya-zdorovya-naseleniya> (дата обращения: 03.03.2021).

References

1. Informacionnyj Sbornik. Vyp. № 39. Т. II. – Moskva : GAU «Moskovskij gosudarstvennyj zoologicheskij park», 2020. – 522 s. – Текст : neposredstvennyj.

2. Betleja, J. Ecotoxicological characteristics of the winter habitat of the moorhen (*Gallinula chloropus*) / J. Betleja, P. Cempulik, J. Kwapulinski. – Text : unmediated // *Pollut. Environ.* – 1993. – № 3. – P. 142–145.

3. Lock, J. W. Metal concentration in seabirds of the New Zealand region / J. W. Lock, D. R. Thompson, R. W. Furness, J. A. Bartle. – Text : unmediated // *Envir. Pollut.* – 1992. – Vol. 75. – P. 289–300.

4. Otbor prob pishchevyh produktov dlya laboratornyh ispytaniy i issledovanij : Metodicheskie rekomendacii. MosMR 2.3.2.006-03 : vvedeny v dejstvie prikazom Centra gossanepidnadzora v g. Moskve № 284 ot 26.12.2003 : vvedeny v pervye : data vvedeniya 2 fevralya 2004 goda / Ministerstvo zdravoohraneniya Rossijskoj Federacii ; Centr gossanepidnadzora v g. Moskve. – Moskva : IMGRE, 2003. – 12 s. – Текст : neposredstvennyj.

5. GOST 26929-94. Syr'e i produkty pishchevye. Podgotovka prob. Mineralizaciya dlya opredeleniya sodержaniya toksichnyh elementov = Raw material and food-stuffs. Preparation of samples. Decomposition of organic matters for analysis of toxic elements : mezhgosudarstvennyj standart : izdanie oficial'noe : prinyat Mezhhgosudarstvennym Sovetom po standartizacii, metrologii i sertifikacii 21 oktyabrya 1994 g. (protokol № 6-94) ; Postanovleniem Komiteta Rossijskoj Federacii po standartizacii, metrologii i sertifikacii ot 21 fevralya 1995 g. № 78 : vzamen GOST 26929-86 : data vvedeniya 1996-01-01 / vnesen Gosstandartom Rossii. – Moskva : Standartinform, 2010. – 12 s. – Текст : neposredstvennyj.

6. GOST 30178-96. Syr'e i produkty pishchevye. Atomno-absorbcionnyj metod opredeleniya toksichnyh elementov = Raw material and food-stuffs. Atomic absorption method for determination of toxic elements : mezhgosudarstvennyj standart : izdanie oficial'noe : prinyat Mezhhgosudarstvennym Sovetom po standartizacii, metrologii i sertifikacii (protokol № 10 ot 4 oktyabrya 1996 g.) ; Postanovleniem Gosudarstvennogo komiteta Rossijskoj Federacii po standartizacii, metrologii i sertifikacii ot 26 marta 1997 g. № 112 : vveden v pervye : data vvedeniya 1998-01-01 / razrabotan Institutom pitaniya Rossijskoj Akademii medicinskih nauk ; vnesen Gosstandartom Rossii. – Moskva : Standartinform, 2010. – 10 s. – Tekst : neposredstvennyj.

7. GOST R 51766-2001. Syr'e i produkty pishchevye. Atomno-absorbcionnyj metod opredeleniya mysh'yaka = Raw material and food-stuffs. Atomic absorption method for determination of arsenic : Gosudarstvennyj standart Rossijskoj Federacii : izdanie oficial'noe : prinyat i vveden v dejstvie Postanovleniem Gosstandarta Rossii ot 27 iyunya 2001 g. № 249-st : vveden v pervye : data vvedeniya 2002-07-01 / razrabotan Nauchno-proizvodstvennoj firmoj OOO «KORTEK», Federal'nym centrom gosudarstvennogo sanitarno-epidemiologicheskogo nadzora, Atlanticheskim nauchno-issledovatel'skim institutom rybnogo hozyajstva i okeanografii (AtlantNIRO) ; vnesen Tekhnicheskim komitetom po standartizacii TK 335 «Metody ispytaniy agropromyshlennoj produkcii na bezopasnost'». – Moskva : Standartinform, 2010. – 12 s. – Tekst : neposredstvennyj.

8. GOST R ISO 5725-6-2002. Tochnost' (pravil'nost' i precizionnost') metodov i rezul'tatov izmerenij. CHast' 6. Ispol'zovanie znachenij tochnosti na praktike = Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results. Part 6. Use in practice of accuracy values : Gosudarstvennyj standart Rossijskoj Federacii : izdanie oficial'noe : prinyat i vveden v dejstvie Postanovleniem Gosstandarta Rossii ot 23 aprelya 2002 g. № 161-st : vveden v pervye : data vvedeniya 2002-11-01 / razrabotan Federal'nym gosudarstvennym unitarnym predpriyatiem "Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut metrologicheskoy sluzhby" Gosstandarta Rossii (VNIIMS), Vserossijskim nauchno-issledovatel'skim institutom standartizacii (VNIStandart), Vserossijskim nauchno-issledovatel'skim institutom klassifikacii, terminologii i informacii po standartizacii i kachestvu (VNIKI) Gosstandarta Rossii. – Moskva : Standartinform, 2009. – 50 s. – Tekst : neposredstvennyj.

9. Koblik, E. A. Raznoobrazie ptic (po materialam jekspozicii Zoologicheskogo muzeja MGU / E. A. Koblik. – Moskva : Izd-vo MGU, 2001. – V 4-h chastyah. Ch. 1. (Klass Pticy, Otrjady Strausoobraznye, Tinamuobraznye, Pingvinoobraznye, Gagaroobraznye, Pogankoobraznye, Burevestnikoobraznye, Pelikanoobraznye, Aistoobraznye, Flamingoobraznye, Guseobraznye, Grify Novogo Sveta, Sokoloobraznye). – 358 s. – Tekst : neposredstvennyj.

10. Borghesi, Fabrizio Assessing environmental pollution in birds: a new methodological approach for interpreting bioaccumulation of trace elements in feather shafts using geochemical sediment data / Fabrizio Borghesi, Enrico Dinelli, Francesca Migani, Arnaud Bechet, Manuel Rendón Martos, Juan A. Amat, Simone Sommer, Mark A.F. Gillingham. – Text : unmediated // Methods in Ecology and Evolution. – 2017. – Vol. 8, Issue 1. – P. 96–108.

11. Avtsyn, A. P. Mikrojelementozy cheloveka: jetiopatologija, klassifikacija, organopatologija / A. P. Avtsyn, A. A. Zhavoronkov, M. A. Rish, L. S. Strochkova ; AMN SSSR. – Moskva : Medicina, 1991. – 496 s. – Tekst : neposredstvennyj.

12. Sengupta, P. Metals and female reproductive toxicity / P. Sengupta, R. Banerjee, S. Nath, S. Das, S. Banerjee. – Text : unmediated // Human & Experimental Toxicology. – 2015. – Vol. 34, Issue 7. – P. 679–697.

13. Shestova, G. V. Opasnost' hronicheskij otravlenij svincom dlja zdorov'ja naselenija / G. V. Shestova, G. A. Livanov, Yu. N. Ostapenko, T. M. Ivanova, K. V. Sizova. – Tekst : jelektronnyj // Medicina jekstremal'nyh situacij. – 2012. – № 4 (42). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opasnost-hronicheskij-otravlenij-svintsom-dlya-zdorovya-naselenija> (data obrashhenija: 03.03.2021).