

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДОВ МОСКВЫ, ЯЛТЫ И НОВОСИБИРСКА ПО БИОЭЛЕМЕНТНОМУ СОСТАВУ ШЕРСТИ СОБАК

**Н.В. Ефанова**, кандидат биологических наук, доцент

**С.В. Баталова**, кандидат биологических наук, доцент

**Л.М. Осина**, кандидат биологических наук, доцент

**В.В. Виноградова**, студент

*Новосибирский государственный аграрный университет*

*E-mail: ngaufiziologi@mail.ru*

**Ключевые слова:** биоэлементы, собаки, экология, микроэлементы, макроэлементы, шерсть, гипоэлементозы, гиперэлементозы.

**Реферат.** Проведено изучение экологической обстановки г. Москвы, Ялты и Новосибирска по элементному составу шерсти собак. Собаки содержались в условиях квартир, но получали ежедневный утренний и вечерний моцион по 30-60 мин. Шерсть данного вида животных, на наш взгляд, является хорошим биоиндикатором для оценки экологической ситуации разных территорий земного шара, так как собаки тесно контактируют с почвами, дождевыми водами, пылью. Кроме того, во время прогулок животные поедают траву. Результаты исследований показали, что в шерсти собак г. Москвы и Ялты содержание йода превышает показатель референсного значения. У собак г. Ялты снижены показатели кобальта, марганца и кремния. В шерсти собак г. Москвы понижен уровень кремния, а у животных г. Новосибирска – уровень хрома. Низкие значения свинца, мышьяка, кадмия и лития зарегистрированы у собак из г. Ялты. Однако содержание ртути и бора в шерсти собак из г. Ялты выше, чем у собак из г. Москвы и г. Новосибирска. Собаки г. Москвы отличаются от животных г. Ялты и г. Новосибирска более высоким содержанием в шерсти калия и сравнительно низкими показателями ртути, бора и натрия, а собаки г. Новосибирска – более высоким содержанием в шерсти магния, кремния и стронция.

## ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF THE CITIES OF MOSCOW, YALTA AND NOVOSIBIRSK BY THE BIOELEMENT COMPOSITION OF WOOL DOGS

**N.V. Efanova**, Ph.D. in Biological Sciences, Associate Professor

**S.V. Batalova**, Ph.D. in Biological Sciences, Associate Professor

**L.M. Osina**, Ph.D. in Biological Sciences, Associate Professor

**V.V. Vinogradova**, Student

*Novosibirsk State Agrarian University*

**Key words:** bioelements, dogs, ecology, microelements, macronutrients, wool, hypoelementosis, hyper-elementosis.

**Abstract.** The study of the ecological situation in the cities of Moscow, Yalta and Novosibirsk by the elemental composition of dog hair has been carried out. The dogs were kept in apartments, but received daily morning and evening exercise for 30-60 minutes. The wool of this animal species, in our opinion, is a good bioindicator for assessing the ecological situation in different territories of the globe, since dogs are in close contact with soils, rainwater, and dust. In addition, during walks, animals eat grass. The research results showed that the iodine content in the wool of dogs in Moscow and Yalta exceeds the reference value. In the

*dogs of Yalta, the indices of cobalt, manganese and silicon are reduced. The level of silicon is lowered in the fur of dogs in Moscow, and the level of chromium in animals of Novosibirsk. Low values of lead, arsenic, cadmium and lithium were registered in dogs from Yalta. However, the content of mercury and boron in the wool of dogs from Yalta is higher than that of dogs from Moscow and Novosibirsk. Dogs in Moscow differ from animals in Yalta and Novosibirsk by a higher content of potassium in wool and relatively low levels of mercury, boron and sodium, and dogs from Novosibirsk - by a higher content of magnesium, silicon and strontium in wool.*

Высокая интенсивность технического прогресса ведет к неизбежной деградации атмосферы, гидросферы, литосферы и биосферы. В биохимические процессы макро- и микроорганизмов внедряется огромное количество токсичных элементов, нехарактерных для среды обитания живых организмов [1–6]. Об этом свидетельствуют накопления токсикантов в продуктах питания. Из года в год загрязнение почв, воздуха и подземных вод возрастает [2, 7–11].

Техногенной интоксикации наиболее подвержены жители крупных городов. В связи с техногенными загрязнениями окружающей среды среди людей, животных, в том числе и собак, наблюдается рост числа пациентов с микроэлементозами, приводящими к различным патологиям: мочекаменной болезни, онкологическим, сердечно-сосудистым заболеваниям, заболеваниям кожи, опорно-двигательного аппарата, желудочно-кишечного тракта, проявлениям аллергии и т.д. [12–16].

В развитии у человека и животных микроэлементозов большая роль отводится экологической среде как фактору, оказывающему одно из ведущих влияний на элементный состав организма. Экологическое окружение человека и животных в разных точках земного шара определяет специфику элементного состава живых организмов, характер микроэлементозов и зависит от особенностей геохимической структуры почв, воды, техногенных и антропогенных воздействий [6, 11, 15, 17]. Поэтому определение элементного состава в биосубстратах человека и животных, населяющих разные территории Земли, актуально.

Цель работы – провести оценку экологической ситуации г. Москвы, Ялты и Новосибирска посредством элементного анализа шерсти собак.

Для проведения исследований были созданы три группы собак. Животные 1-й группы находились в условиях г. Москвы ( $n = 24$ ), собаки 2-й группы – г. Ялты ( $n = 11$ ), 3-й группы – г. Новосибирска ( $n = 25$ ). В исследованиях участвовали шпицы, пудели, йоркширские терьеры. Возраст животных находился в пределах 2 – 7 лет.

Собаки содержались в условиях квартир и получали ежедневный утренний и вечерний рацион. Рацион животных состоял из сухих и влажных кормов, сбалансированных по основным питательным веществам.

Шерсть для изучения макро- и микроэлементного состава выстригали с холки. Исследования проводили с помощью квадрупольного масс-спектрометра Elan 9000 (Perkin Elmer, США) и атомно-эмиссионного спектрометра Optima 2000 DV (Perkin Elmer, США) методами масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (МС-ИСП) и атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (АЭС-ИСП) [15, 18]. Полученные результаты статистически обработаны на ПК с помощью программы Microsoft Excel.

Изменения макро- и микроэлементного состава шерсти зарегистрированы у собак всех трёх групп. Так, содержание йода в шерсти собак г. Москвы и Ялты превышало показатель верхней границы нормы соответственно на 43 и 47 % (табл. 1, 2).

Кроме того, у собак г. Ялты было зарегистрировано снижение уровня кобальта на 20 %, марганца – на 23,4, кремния – на 2 %. У собак, находящихся в экологическом окружении г.

Москвы, зафиксировано снижение уровня кремния на 7,8 %, а у животных г. Новосибирска – уровня хрома на 21,7 %.

У собак 2-й группы содержание мышьяка, кадмия, лития и свинца было ниже, чем у собак 1-й группы, соответственно на 70 % ( $P < 0,001$ ), 46,2 ( $P < 0,005$ ), 49 ( $P < 0,005$ ), 56 % ( $P < 0,001$ ) и ниже, чем у собак г. Новосибирска, соответственно на 79 % ( $P < 0,001$ ), 71 ( $P < 0,001$ ), 54,3 ( $P < 0,001$ ) и 54 % ( $P < 0,001$ ).

Таблица 1

Элементный состав шерсти собак, мкг/г

Показатель	Группа			Уровень достоверности
	1-я, Москва (n = 24)	2-я, Ялта (n = 11)	3-я, Новосибирск (n = 25)	
1	2	3	4	5
Al	25,480±9,020	18,160±0,730	27,266±11,800	–
As	0,050±0,008	0,015±0,005	0,073±0,012	2-я – 3-я= $P < 0,001$ 1-я – 2-я= $P < 0,001$
B	1,060±0,060	4,500±0,036	2,620±0,840	1-я – 2-я= $P < 0,001$ 2-я – 3-я= $P < 0,05$
Ca	1045,000±296,500	1074,000±92,110	1532,800±322,170	–
Cd	0,013±0,003	0,007±0,001	0,024±0,003	1-я – 2-я= $P < 0,05$ 1-я – 3-я= $P < 0,01$ 2-я – 3-я= $P < 0,001$
Co	0,039±0,010	0,016±0,004	0,033±0,010	1-я – 2-я= $P < 0,05$
Cr	0,855±0,009	0,744±0,007	0,470±0,110	1-я – 2-я= $P < 0,001$ 1-я – 3-я= $P < 0,001$ 2-я – 3-я= $P < 0,05$
Cu	16,036±4,920	16,700±2,320	13,000±0,890	–
Fe	123,630±66,360	36,530±6,220	76,660±35,240	–
P	343,000±70,000	234,000±19,600	298,800±43,970	–
I	2,860±1,580	2,950±0,330	1,460±0,270	2-я – 3-я= $P < 0,01$ 1-я – 3-я= $P < 0,05$
K	638,500±8,500	390,000±2,670	418,500±85,720	1-я – 2-я= $P < 0,001$ 1-я – 3-я= $P < 0,05$
Li	0,063±0,010	0,032±0,004	0,070±0,012	1-я – 2-я= $P < 0,05$ 2-я – 3-я= $P < 0,01$
Mg	143,020±16,100	172,010±5,300	339,000±53,460	1-я – 3-я= $P < 0,001$ 2-я – 3-я= $P < 0,01$
Mn	2,640±0,860	0,766±0,060	2,970±0,920	1-я – 2-я= $P < 0,05$ 2-я – 3-я= $P < 0,05$
Na	1392,500±99,500	1832,000±20,400	2040,800±501,700	1-я – 2-я= $P < 0,001$

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5
Ni	0,760±0,100	0,651±0,070	1,060±0,560	–
Hg	0,070±0,010	0,172±0,008	0,110±0,012	1-я – 2-я=P<0,001 1-я – 3-я= P<0,05 2-я – 3-я=P<0,001
P	343,000±70,000	234,000±19,600	298,800±43,970	–
Pb	0,550±0,050	0,242±0,014	0,520±0,090	1-я – 2-я=P<0,001 2-я – 3-я=P<0,01
Se	0,960±0,530	0,747±0,240	0,960±0,071	–
Si	18,550±1,780	19,600±0,750	38,760±4,250	1-я – 3-я= P<0,001 2-я – 3-я=P<0,001
Sn	0,130±0,070	0,204±0,080	0,167±0,064	–
Sr	1,960±0,410	2,200±0,190	3,820±0,470	1-я – 3-я= P<0,01 2-я – 3-я=P<0,01
V	0,112±0,033	0,053±0,007	0,102±0,027	–
Zn	248,500±31,50	261,000±13,260	203,000±22,150	–

Таблица 2

Референсные значения макро- и микроэлементов в шерсти собак, мкг/г (данные лаборатории ООО «Микронутриенты» г. Москва)

Элемент	Нормальный диапазон	Метод исследования
1	2	3
Al	0 - 250	АЭС – ИСП
As	0 - 1	МС – ИСП
B	0 - 5	МС – ИСП
Ca	700 – 3000	АЭС – ИСП
Cd	0 – 0,7	МС – ИСП
Co	0,02 – 0,5	МС – ИСП
Cr	0,6 – 5	МС – ИСП
Cu	8 - 25	МС – ИСП
Fe	25 – 400	АЭС – ИСП
Hg	0 – 0,2	МС – ИСП
I	1 – 2	МС – ИСП
K	200 – 1400	АЭС – ИСП
Li	0 – 0,5	МС – ИСП
Mg	100 – 450	АЭС – ИСП
Mn	1 – 10	МС – ИСП
Na	700 – 10000	АЭС – ИСП
Ni	0 – 10	МС – ИСП

Окончание табл. 2

1	2	3
P	220 – 500	АЭС – ИСП
Pb	0 – 10	МС – ИСП
Se	0,4 – 2,5	МС – ИСП
Si	20 - 600	АЭС – ИСП
Sn	0 – 5	МС – ИСП
Sr	0 – 4,5	МС – ИСП
V	0 – 1,2	МС – ИСП
Zn	150 - 300	АЭС - ИСП

Показатели бора и ртути во 2-й группе превышали аналогичные значения 1-й группы соответственно на 324,5 (P<0,001) и 145 % (P<0,001), а показатели 3-й группы соответственно на 72 (P<0,001) и 56,4 % (P<0,001). Концентрация йода во 2-й группе была выше аналогичного показателя 3-й группы на 102 % (P<0,01).

Однако по концентрации в шерсти кобальта и марганца животные 2-й группы отставали от 1-й соответственно на 59 (P<0,05) и 71 % (P <0,05) и уступали 3-й группе по содержанию кремния на 49 % (P <0,001), марганца - на 74 % (P <0,05).

Собаки, содержащиеся в условиях г. Москвы, отличались от 2-й и 3-й групп статистически достоверно более высоким уровнем в шерсти калия и сравнительно низкой концентрацией ртути. В результате 1-я группа животных превосходила 2-ю по уровню в шерсти калия на 63,7 % (P<0,001) и 3-ю – на 53% (P<0,05). Концентрация ртути в шерсти собак 1-й группы была ниже, чем во 2-й, на 59,3 % (P<0,001) и ниже, чем в 3-й, на 36 % (P<0,05). По уровню кремния 1-я группа отставала от 3-й на 52 % (P<0,001) и уступала 2-й по количеству в шерсти натрия на 24 % (P<0,001). Показатель йода в 1-й группе собак превышал аналогичное значение 3-й группы на 96 % (P<0,001).

Собаки, выращенные в условиях г. Новосибирска, имели преимущество над 1-й и 2-й группами по уровню магния соответственно на 13,7 (P <0,001) и 98 % (P <0,01), кремния – на 10,9 (P <0,001) и 98 (P<0,001), стронция – на 94,8 (P <0,01) и 73,6 % (P <0,01). По уровню хрома 3-я группа уступала 1-й на 45 % (P<0,001), а 2-й – на 36,8 % (P<0,05). Концентрация йода в шерсти собак 3-й группы находилась в пределах оптимальных значений, но была ниже, чем в 1-й (P<0,05) и во 2-й группах (P<0,001).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мазуров Б.Т., Николаева О.Н., Ромашова Л.А. Интегральные экологические карты как инструмент исследования динамики экологической обстановки промышленного центра // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2–1. – С. 88–91.

2. Атмосферный воздух: Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Новосибирской области в 2019 году / Министерство природных ресурсов и экологии Новосибирской области. – 2019. – С. 10–17.

3. Мирошников С.В. Адаптационные изменения элементного статуса и функциональное состояние организма при воздействии эколого-физиологических факторов: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2014. – 39 с.

4. *Оценка гидрохимического режима прибрежных вод Ялтинского залива* / Е.Е. Совга. [и др.] // Морской гидрофизический журнал. – 2014. – № 3. – С. 48–59.
5. *Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников: доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Республики Крым в 2019 году* / Совет министров Республики Крым; Министерство экологии и природных ресурсов. – Симферополь, 2019. – С. 28–31.
6. *Загрязнение поверхностных водных объектов в результате трансграничного переноса химических веществ* / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды // Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации. – 2019. – С. 159–163.
7. *Долматова Л.А., Котовицков А.В.* Оценка экологического состояния озер Новосибирской области по химическому составу воды и пигментным характеристикам фитопланктона // Вода: химия и экология. – 2013. – № 7. – С. 28–34.
8. *Влияние экологического окружения на элементный статус собак* / Н.В. Ефанова, С.В. Баталова, Л.М. Осина, А.А. Туркова // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: сб. тр. науч.-практ. конф. преподавателей, студентов, магистрантов и аспирантов, посвящ. 80-летию Новосибирского ГАУ. – Новосибирск, 2016. – С. 148–151.
9. *Ведущие антропогенные факторы, нарушающие стабильность экосистем Ялтинского горно-лесного природного заповедника* / В.Г. Кобечинская [и др.] // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2010. – № 2 (21). – С. 58–74.
10. *Медико-экологическая оценка риска гипермикрэлементозов у населения мегаполиса* / А.В. Скальный, А.Т. Быков, Е.П. Серебрянский, М.Г. Скальная. – Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2003. – 134 с.
11. *Хондаченко Д.Д., Ефанова Н.В.* Мониторинг экологической обстановки города Новосибирска и посёлка Колывань по элементному, гематологическому и биохимическому статусам собак // Труды научного общества студентов и аспирантов биолого-технологического факультета Новосибирского государственного аграрного университета. – Новосибирск: НЦ НГАУ «Золотой колос», 2016. – С. 179–183.
12. *Дубовой Р.М.* Элементный статус при действии неблагоприятных факторов производственной деятельности и его алиментарная восстановительная коррекция: дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2009. – 370 с.
13. *Особенности функциональной активности щитовидной железы, гематологического и биохимического статуса собак с разным «элементным портретом»* / Н.В. Ефанова, С.В. Баталова, Л.М. Осина, Д.Д. Хондаченко // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: сб. тр. науч.-практ. конф. преподавателей, студентов, магистрантов и аспирантов, посвящ. 80-летию Новосибирского ГАУ. – Новосибирск, 2016. С.– 144–147.
14. *Кушева А.А.* Недостаток минеральных веществ в организме собаки // Результаты современных научных исследований: материалы междунар. конф. – Нур-Султан, 2019. – С. 39–43.
15. *Оберлис Д.* Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных / Д. Оберлис, Б. Харланд, А. Скальный. – СПб.: Наука, 2008. – 544 с.
16. *Татарникова Н.А., Чегодаева М.Г.* Влияние канцерогенных факторов окружающей среды на развитие онкологических заболеваний у животных // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 5 (43). – С. 92–94.
17. *Региональные особенности элементного гомеостаза как показатель эколого-физиологической адаптации* / А.В. Скальный, С.А. Мирошников, С.В. Нотова [и др.] // Экология человека. – 2014. – № 9, т. 21. – С. 14–17.
18. *Информативность биосубстратов при оценке элементного статуса сельскохозяйственных животных (обзор)* / А.В. Харламов, А.Н. Фролов, О.А. Завьялов, А.М. Мирошников // Вестник мясного скотоводства. – 2014. – № 4 (87). – С. 53–58.

## REFERENCES

1. Mazurov B.T., Nikolaeva O.N., Romashova L.A., *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Geodeziya i aerofotos'emka*, 2012, No. 2, 1, pp. 88–91. (In Russ.)
2. *Atmosfernyj vozduh: Gosudarstvennyj doklad o sostoyanii i ob ohrane okruzhayushchej sredy Novosibirskoj oblasti v 2019 godu* (Atmospheric air: State Report on the state and environmental protection of the Novosibirsk Region in 2019), 2019, pp. 10–17.
3. Miroshnikov S.V., *Adaptacionnye izmeneniya elementnogo statusa i funkcional'noe sostoyanie organizma pri vozdejstvii ekologo-fiziologicheskikh faktorov* (Adaptive changes in the elemental status and functional state of the organism under the influence of ecological and physiological factors), Moscow, 2014, 39 p. (In Russ.)
4. Sovga E.E., Godin E.A., Plastun T.V., Mezenceva I.V., *Morskoj gidrofizicheskij zhurnal*, 2014, No. 3, pp. 48–59. (In Russ.)
5. *Vybrosy zagryaznyayushchih veshchestv v atmosfernyj vozduh ot stacionarnyh istochnikov: doklad o sostoyanii i ohrane okruzhayushchej sredy na territorii Respubliki Krym v 2019 godu* (Emissions of pollutants into the atmospheric air from stationary sources: report on the state and protection of the environment in the territory of the Republic of Crimea in 2019), Simferopol', 2019, pp. 28–31.
6. *Obzor sostoyaniya i zagryazneniya okruzhayushchej sredy v Rossijskoj Federacii* (Overview of the state and pollution of the environment in the Russian Federation), 2019, pp. 159–163.
7. Dolmatova L.A., Kotovshchikov A.V., *Voda: himiya i ekologiya*, 2013, No. 7, pp. 28–34. (In Russ.)
8. Efanova N.V., Batalova S.V., Osina L.M., Turkova A.A., *Aktual'nye problemy agropromyshlennogo kompleksa* (Actual problems of the agro-industrial complex), Proceedings of the Scientific and Practical Conference, Novosibirsk, 2016, pp. 148–151. (In Russ.)
9. Kobechinskaya V.G., Svolynskij A.D., Svolynskij M.D., Kapitonov V.V., *Ekosistemy, ih optimizaciya i ohrana*, 2010, No. 2 (21), pp. 58–74. (In Russ.)
10. Skal'nyj A.V., Bykov A.T., Serebryanskij E.P., Skal'naya M.G., *Mediko-ekologicheskaya ocenka riska gipermikroelementozov u naseleniya megapolisa* (Medical and environmental assessment of the risk of hypermicroelementosis in the population of a megalopolis), Orenburg: RIK GOU OGU, 2003, 134 p.
11. Hondachenko D.D., Efanova N.V. *Monitoring ekologicheskoy obstanovki goroda Novosibirsk i posyolka Kolyvan' po elementnomu, gematologicheskomu i biohimicheskomu statusam sobak* (Monitoring of the ecological situation of the city of Novosibirsk and the village of Kolyvan by the elemental, hematological and biochemical status of dogs), Proceedings of the Conference Title, Novosibirsk, Zolotoj kolos, 2016, pp. 179–183. (In Russ.)
12. Dubovoj R.M. *Elementnyj status pri dejstvii neblagopriyatnyh faktorov proizvodstvennoj deyatel'nosti i ego alimentarnaya vosstanovitel'naya korrekciya* (Elemental status under the influence of unfavorable factors of production activity and its alimentary restorative correction), Doctor's thesis, Moscow, 2009, 370 p. (In Russ.)
13. Efanova N.V., Batalova S.V., Osina L.M., Hondachenko D.D., *Aktual'nye problemy agropromyshlennogo kompleksa* (Actual problems of the agro-industrial complex), Proceedings of the Conference Title, Novosibirsk, 2016, pp. 144–147. (In Russ.)
14. Kusheva A.A. *Rezul'taty sovremennyh nauchnyh issledovanij* (Results of modern scientific research), Proceedings of the International Conference, Nur-Sultan, 2019, pp. 39–43.

15. Oberlis D., Harland B., Skalny A., *Biologicheskaya rol' makro- i mikroelementov u cheloveka i zivotnyh* (The biological role of macro- and microelements in humans and animals), St. Petersburg: Nauka, 2008, 544 p.
16. Tatarnikova N.A., Chegodaeva M.G., *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2013, No. 5 (43), pp. 92–94. (In Russ.)
17. Skal'nyj A.V., Miroshnikov S.A., Notova S.V. [i dr.], *Ekologiya cheloveka*, 2014, No. 9, Vol. 21, pp. 14–17. (In Russ.)
18. Harlamov A.V., Frolov A.N., Zav'yalov O.A., Miroshnikov A.M., *Vestnik myasnogo skotovodstva*, 2014, No. 4 (87), pp. 53–58. (In Russ.)