

Все просто: природный состав любого биологического объекта – в нашем случае молочные продукты – несет гораздо больше пользы потребителю. Оказываемый оздоравливающий эффект обработанных восстановленных молочных продуктов должен быть выше по сравнению

с эффектом, оказываемым необработанными восстановленными молочными продуктами.

Список литературы

1. Мосин О.В. Вопросы о воде Красноя. – http://www.o8ode.ru/article/water/udivit/krasnov_water.htm.

«Проблемы экологического мониторинга», Италия (Рим, Венеция), 21-28 декабря 2012 г.

Биологические науки

МЕТОД МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОМАРКЕРА – СИЗОГО ГОЛУБЯ В УСЛОВИЯХ МЕГАПОЛИСА

¹Омарова А.С., ¹Алибаева Б.Н., ¹Ахметбаева Н.,
¹Абдрешов С.Н., ²Курасова Л.А.,
¹Осикбаева С.О., ³Шаймерденов Т.Д.

¹Институт физиологии человека
и животных КН МОН РК;

²Институт плодоводства и виноградарства,
отдел массовых экологических исследований;

³КазНУ им. Аль-Фараби, Алматы,
e-mail: aomarova@list.ru

Привязанность сизых голубей (*Columba livia* Gm) к местам своих гнездовых, создаёт условия для длительного воздействия факторов окружающей среды конкретного района на организм особи и делает их подходящим объектом для биомониторинга состояния экологии мест их обитания [1]. Территория мегаполиса Алматы замыкается горами с трёх сторон, что создаёт непреодолимую преграду для циркуляции воздуха и осложняет его экологическое состояние. Главный загрязнитель это автотранспорт; так с выхлопными газами выбрасывается около 200 различных загрязнителей, в том числе тяжелые металлы, как Cd и Pb. Свинец в атмосферном воздухе города Алматы значительно превышает ПДК [2]. Причём установлено, что коэффициент опасности по тяжелым металлам превышал единицу, что говорило о высоком потенциальном риске для здоровья жителей города [3]. По данным литературы одним из рисков является кумулятивное действие тяжелых металлов, приводящее к повышению случаев гипертонии и высокой смертности от сердечно-сосудистых заболеваний у людей [4]. В Алматы заболеваемость сердечно-сосудистыми заболеваниями выше, чем в других регионах Казахстана [5].

Птицы являются чутким индикатором воздействия различных факторов среды, о чём свидетельствует, например, накопление поллютантов в их организме [6]. Морфологами отмечается более мощная адрен-и холинергическая иннервация кровеносных и лимфатических сосудов и узлов у птиц, по сравнению с млекопитающими. [7]. Можно предполагать, что высокая

чувствительность и реактивность сосудов птиц обусловила возможность считать их удобной моделью для изучения нарушений со стороны сердечно-сосудистой системы при повреждающем действии различных факторов, в том числе и тяжёлых металлов [8]. В то же время, в литературе очень мало информации о влиянии поллютантов окружающей среды на сердечно-сосудистую и лимфатическую систему птиц [9, 10].

В задачу наших исследований входило установление взаимосвязей изменений параметров сосудистой системы с уровнем поллютантов (Cd и Pb) в организме голубей, отловленных в разных районах Алматы (условно разделенных на 7 зон, включая пригородную зону, служившую в качестве контрольной). Зона 1 – контрольная – село **Карагайлы*** в 10 км на юго-восток от Алматы; Зона 2 – северная часть города – **Аэропорт**; Зона 3 – западная часть – вследствие вытянутости западной части города, она состоит из зон 3а – **Акса́й**-юго-запад и 3б – **Алматы 1** – северо-запад; Зона 4 – южная часть – **Аль-Фараби**; Зона 5 – восточная часть – **Кок-тобе**; Зона 6 – центр города – **Зелёный базар**.

В острых опытах производилась интегральная реография тела, затем брались пробы крови для биохимических анализов и пробы перьев, почек, на содержание тяжёлых металлов; а также гистохимические исследования адренергической иннервации кровеносных и лимфатических сосудов. Кроме того, производилась регистрация сократительной активности изолированных лимфатических узлов голубей, отловленных в исследованных зонах.

Было установлено, что птицы мегаполиса отличались как по сравнению с контролем, так и между зонами по содержанию поллютантов в пробах, по физиологическим параметрам, биохимическому составу биологических жидкостей и гистохимическим показателям. Можно видеть, что в содержании тяжелых металлов у голубей, отловленных в разных зонах города, имелись достоверные отличия, как по зонам, так и по накоплению в органах. Так, по сравнению с контрольными показателями в Карагайлы, концентрация свинца, и кадмия в органах птиц возрастала, начиная с зоны 3 (юго-западная часть города, условно названная Аксай) и достигала значительных

величин в районе Зеленого базара, что можно видеть из таблицы. По динамике нарастания свинца в органах голубей, можно видеть, что у голубей содержание Pb значительно всего возросло в перьях и селезенке, по сравнению с печенью и почками. Из таблицы можно заметить, что и его содержание в перьях и селезенке значительно

выше, чем в почках и печени голубей из разных зон Алматы. В перьях нет кровеносных сосудов, поэтому токсиканты, попадая в них, в дальнейшем не могут снова вернуться в организм птиц. Поэтому считается что, перья у птиц играют определённую роль в окончательном выведении токсикантов из организма [6].

Физиологические параметры голубей, отловленных из разных зон г. Алматы ($M \pm m$)

Исследуемый показатель	Показатели по зонам						
	Кара-гайлы	Кок-тобе	Аль-Фараби	Аксай	Аэропорт	Алматы 1	Зелёный базар
Вес животных (г)	342,12 ± 15,28	339,27 ± 16,33	328,33 ± 15,79	319,27 ± 18,37	279,34 ± 17,32*	257,51 ± 21,12*	216,66 ± 19,21
Содержание Pb (мг/кг) в перьях	Не обн.	0,001 ± 0,001	0,005 ± 0,001	0,122* ± 0,097	1,233* ± 0,031	1,380* ± 0,101	1,953* ± 0,110
Содержание Pb (мг/кг) в селезенке	Не обн.	0,003 ± 0,000	0,004 ± 0,001	0,089 ± 0,001	0,036* ± 0,001	0,058* ± 0,002	0,086* ± 0,002
Содержание Pb (мг/кг) в почке	0,002 ± 0,000	0,001 ± 0,000	0,002 ± 0,000	0,076* ± 0,009	0,857* ± 0,052	1,194* ± 0,073	1,327* ± 0,095
Содержание Cd (мг/кг) в перьях	Не обн.	Не обн.	Не обн.	0,019 ± 0,004	0,036* ± 0,001	0,058* ± 0,002	0,086* ± 0,002
Содержание Cd (мг/кг) в селез.	0,001 ± 0,000	0,001 ± 0,000	Не обн.	0,019 ± 0,004	0,036* ± 0,001	0,058* ± 0,002	0,086* ± 0,002
Содержание Cd (мг/кг) в почке	Не обн.	Не обн.	Не обн.	0,017* ± 0,001	0,024* ± 0,001	0,028* ± 0,002	0,035* ± 0,002
Ударный объём крови (мл)	2,005 ± 0,121	1,959 ± 0,124	1,934 ± 0,083	1,905 ± 0,067	1,677* ± 0,051	1,353* ± 0,054	1,003* ± 0,087
Минутный объём крови (мл/мин)	289,78 ± 4,131	282,873 ± 3,138	287,969 ± 3,149	295,886 ± 4,131	268,87* ± 4,142	227,478* ± 3,265	175,76* ± 3,139
Сердечный индекс (мл/мин/м ²)	6,439 ± 0,370	6,405 ± 0,971	6,256 ± 0,381	6,134 ± 0,175	5,954* ± 0,173	4,710* ± 0,491	3,902* ± 0,323
Част. серд. сокр (уд./мин)	144,31 ± 2,413	144,397 ± 2,113	148,898 ± 1,995	151,320 ± 3,021	160,33* ± 4,121	168,129* ± 3,115	175,24* ± 3,694
Ударный индекс (мл/м ²)	44,556 ± 3,191	43,533 ± 1,231	42,978 ± 2,393	42,333 ± 2,393	37,267* ± 1,987	30,067* ± 1,113	22,289* ± 1,093
Кoeff. интегр. тон. сосудов (%)	75,514 ± 6,153	81,005 ± 4,145	82,163 ± 6,153	83,035* ± 3,199	84,038* ± 4,151	85,323* ± 6,114	96,293* ± 6,146
Ср. диан. давл. (мм рт. ст.)	133,12 ± 7,563	134,097 ± 5,571	136,09 ± 8,112	145,26* ± 5,569	154,32* ± 7,565	160,144* ± 6,573	173,37* ± 9,562
metHb в крови (%)	0,251 ± 0,015	3,015 ± 0,032	3,987 ± 0,097	4,099* ± 0,211	6,327* ± 0,317	21,121* ± 1,264	28,370* ± 3,251
Показатель де Ритиса	1,33 ± 0,04	1,74 ± 0,05	1,68 ± 0,05	2,24* ± 0,06	2,65* ± 0,05	3,11* ± 0,06	4,49* ± 0,06

Примечание. * достоверно при $p < 0,05$.

По сравнению с контролем, животные с большим содержанием поллютантов отличались снижением ударного и минутного объёмов крови, учащением сердцебиения, как видно из таблицы. Соответственно у них были снижены показатели ударного индекса и сердечного индекса, что свидетельствует о снижении продуктивности работы сердца. В ситуации нехватки притока крови организм вынужден учащать биение сердца. Можно видеть, что у птиц по мере нарастания загрязнения тяжёлыми металлами, становились ниже интегративные показатели его работы, что видно из таблицы и подтверждается достоверным отрицательным коэффициентом корреляции Пирсона $r = -0,84-0,78$ при $p < 0,05$, а сердце билось чаще ($r = 0,83$ при $p < 0,05$). Мы предполагаем, что этот фактор обусловил снижение веса голубей. В то же время что у них наблюдался постепенный рост коэффициента интегральной тоничности сосудов, в то время как сердечный индекс снижался ($r = -0,78$ при $p < 0,05$). Таким образом, происходило повышение сопротивления сосудов, что привело к росту среднего гемодинамического давления.

Наблюдалось повышение содержания метгемоглобина в крови голубей. Появление в крови избыточного количества метгемоглобина может быть спровоцировано различными факторами, например попаданием в организм различных токсикантов, таких как нитраты, нитриты, тяжёлые металлы, в частности свинец и кадмий [11, 12]. Как известно, повышенное содержание метгемоглобина вызывает состояние гемической гипоксии [16]. По нашим данным у метгемоглобина наблюдались достоверные обратные отношения ($r = -0,83$ и $-0,79$ при $p < 0,05$). с показателем сердечного и ударного индексов соответственно и, напротив, положительные отношения с коэффициентом интегральной тоничности сосудов ($r = 0,74$ при $p < 0,05$). Исходя из этих данных, можно заключить, что причина, спровоцировавшая появление метгемоглобина в крови голубей, должна быть ответственной за снижение продуктивности работы сердца птиц и повышения тонуса сосудов. Нами было установлено, обнаружили, что между уровнем содержания метгемоглобина и содержанием свинца в перьях, селезенке, почках и печени животных имеются достаточно высокая степень

коэффициента корреляции Пирсона ($r = 0,90$; $0,86$; $0,91$; $0,84$ при $p < 0,05$ и кадмия $r = 0,96$; $0,94$; $0,85$ и $0,87$ при $p < 0,05$, соответственно). То есть у голубей наблюдалось состояние гемической гипоксии, (которая является химическим стрессом) приводившей к сдвигам со стороны сердечно-сосудистой системы, связанных с загрязнением поллютантами. Следует отметить, что состояние гемической гипоксии не зависело от химизма поллютантов.

Исследование адренергической иннервации сосудов у голубей показало, что по мере увеличения содержания токсикантов в организме птиц, нарастали явления деструкции терминальной нервной сети лимфатических микрососудов. Эти данные могут говорить о снижении регулируемости сосудов. В то же время происходило усиление флуоресценции регулярных варикозных утолщений по нервному волокну, что характерно при стрессовых ситуациях для выброса норадреналина из нервных терминалей и дистантного усиления тонуса сосудов и работы сердца. Была обнаружена деградация паравазальной иннервации кровеносных микрососудов. Нарушение иннервации паравазальных сосудов также неизбежно оказывает влияние на сосудистый тонус сосудов (как кровеносных, так и лимфатических), которые они должны снабжать кровью. Снижение адекватного питания сосудов в итоге может привести к снижению или потере их функциональной активности, а в худшем случае и к необратимым морфологическим изменениям. Динамика повышения коэффициента де Ритиса, свидетельствующая о сосудистых нарушениях, в значительной мере коррелировала с нарастанием коэффициента интегральной тоничности сосудов ($r = 0,96$ при $p < 0,05$), то есть причины, вызвавшие повышение содержания АСТ в крови птиц приводили к гипертензии. Следует добавить, что нарастающее стессиндуцированное накопление норадреналина в варикозных утолщениях, характерное для сосудов от голубей, подвергавшихся более мощному воздействию экологического фактора, в результате приводило к доминированию констрикторного эффекта со стороны сосудов. Изучение сократительной активности изолированных лимфатических узлов голубей, отловленных из разных зон г. Алматы позволило установить, что по мере увеличения загрязненности зон, происходило повышение тонуса изучаемых объектов. Наблюдалось дозозависимое усиление величины констрикторных ответов на адреналин.

Таким образом, эти данные позволяют подтвердить наше предположение, что по мере нарастания гипоксического стрессорного воздействия, происходящего как результат влияния экологического фактора на организм голубей, наблюдается как снижение регулируемости деятельностью сосудов, то есть возможности их

активной дилатации, так и преобладание тонических ответов кровеносного и лимфатического звена микроциркуляции, что может приводить к гипертензии. Степень нарастания морфофункциональных сдвигов в организме голубей, отловленных из различных зон города возрастала синхронно по мере увеличения стресс фактора и располагалась в той же последовательности по зонам города аналогично степени нарастания тяжелых металлов:

Карагайлы → Кок-Тюбе → Аль-Фараби → Аксай → Аэропорт → Алматы 1 → Зеленый базар

Синантропный сизый голубь вполне может быть использован – как биомаркер для экологического мониторинга окружающей среды современного мегаполиса.

Список литературы

1. Бёме Р.Л., Динец В.Л., Флинт В.Е., Черенков А.Е. Птицы: Энциклопедия природы России. – М., 1996. – 227 с.
2. Основным источником загрязнения атмосферного воздуха Алматы является автотранспорт – эксперт. – <http://www.zakon.kz/page,1,1,18821,27.10.2010,16:12>.
3. Неменко Б.А., Илиясова А.Д., Текманова А.К., Тосова-Бердалина Р.А. Методы расчёта количества свинца в воздушном бассейне современного города // Вестник КазНМУ, 27 апреля 2012.
4. Wichmann J., Kuku Voyi. Ambient Air Pollution Exposure and Respiratory, Cardiovascular and Cerebrovascular Mortality in Cape Town, South Africa: 2001–2006 // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2012. – № 9 (11). – P. 3978–4016.
5. Каирбеков А.К., Жанпейсова А.А., Кабден К., Калиева М.М., Избасарова А.Ш., Боранбаева Г.С. Преимущества применения гиполлипидемического препарата в комплексной терапии ишемической болезни сердца у пожилых больных // Хабарлары / Известия (серия биол. и мед.) – 2012. – № 4 (292). – С. 28–29.
6. Burger, J., Gochfeld, M. Tissue levels of lead in experimentally exposed herring gull (*Larus argentatus*) chicks // J. Toxicol. Environ. Health. – 1990. – Vol. 29,2. – P. 219–233.
7. Ахметбаева Н.А. Структура адренергического аппарата лимфатических сосудов птиц // Сравнительно-физиологические исследования вегетативных функций. Тр. Инст. физиол. – Алма-Ата, 1988. – № 32, «Наука». – С. 12–18.
8. Revis N.W., Zinsmeister A.R., Bull R.B. Atherosclerosis and hypertension induced by lead and cadmium ions: An effect prevented by calcium ion // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1981. – Vol. 78, 10. – P. 6494–6498.
9. Di Giulio R., Scanlon P.F. Effect of cadmium ingestion and food restriction on energy metabolism and tissue metal concentration in mallard ducks (*Anas platyrhynchos*). – Environ. Res. – 1985. – № 37. – P. 433–444.
10. Омарова, А.С., Алибаева, Б.Н., Ахметбаева, Н., Курасова, С.А., Осикбаева С.О., Шаймерденов, Т.Д. Использование данных о состоянии физиологических параметров организма голубей, обитающих в мегаполисе для мониторинга окружающей среды // Эколого-физиологические проблемы адаптации: матер. XV Всерос. Симп. 6-9 июня 2012 г. – М., 2012. – С. 157–159.
11. Тиунов Л.А., Кустов В.В., Линючева Л.А., Иванова В.А., Петушков Н.М. Метгемоглобинообразование при хронической интоксикации свинцом // Гигиена и санитария. – 1981. – № 8. – С. 75–76.
12. Омарова А.С. Метгемоглобинообразование и лимфообращение у крыс при хронической интоксикации их кадмием // Естественные и гуманитарные науки: сб. научных работ. Сибирский гос. мед. университет. – Томск, 2006. – № 3(1). – С. 125–127.
13. Симоненков А.П., Федоров В.Д., Ключев В.М., Ардашев В.Н., Врублевский О.Ю., Карпун Н.А., Горпинич А.Б., Чернов М.Ю., Коротченко С.В. Уточнение классификации гипоксических состояний // Вест. Рос. АМН. – 2004. – № 1. – С. 46–48.