

БИОЛОГИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ ГЕОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ СРЕД ЮЖНОГО УРАЛА

Проведено комплексное изучение степени загрязнения почвенного покрова и кормовых ресурсов различных природно-сельскохозяйственных зон Башкортостана тяжелыми металлами (Cu, Zn, Mn, Pb, Cd). Обнаружено достоверное отличие морфологических и биохимических показателей крови лошадей, представляющих Северную лесостепную и Зауральскую степную зоны.

Ключевые слова: тяжелые металлы, загрязнения, экология, экомониторинг, ПДК, морфология, биология.

Республика Башкортостан является одним из крупнейших агропромышленных регионов России. Также большое развитие получили отрасли нефтедобывающей, горнорудной, химической и нефтехимической промышленности. Интенсивная разработка природных ресурсов, добыча полезных ископаемых открытым способом, сброс сточных вод в водные объекты, выбросы загрязняющих веществ в атмосферу оказали прямое или опосредованное воздействие на экологические условия Башкирского Зауралья.

Тяжелые металлы (ТМ) относятся к наиболее опасным для природной среды химическим загрязнителям (экоотоксикантам), что обусловлено физиолого-биохимическими особенностями их действия и передачей по трофическим цепям. Загрязнение окружающей среды ТМ в настоящее время приобретает все возрастающий характер, это в значительной мере способствует увеличению поступления ТМ по пищевой цепи в организм человека. В связи с ростом загрязнения биосферы особый интерес и важное практическое значение имеет познание закономерностей поведения и распределения ТМ в биоресурсах. Важность понимания проблемы загрязнения ТМ сельскохозяйственной продукции определяется тем, что животные находятся на более высоком уровне пищевой цепи, используются как продукты питания, а также для биоиндикации состояния экосистемы по загрязняющим веществам.

Экологическая безопасность продукции животноводства, в том числе и конины, имеющей большое значение в рационе населения Башкортостана, является одним из основных факторов сохранения здоровья населения.

В этой связи в данном проекте планируется исследование процесса миграции ТМ в биогеохимической цепочке: почва – растения – животные. В качестве исследуемой территории выбраны хозяйства Хайбуллинского района, расположенного в Башкирском Зауралье, испытывающие негативное воздействие предприятий горнодобывающей отрасли. Фоновой территорией служил Бирский район, расположенный на северо-западе Башкортостана и удаленный на значительное расстояние от промышленных центров.

Материалы и методы

Экспериментальная работа проводилась в Центре-лаборатории «Экомониторинг и экобезопасность территории РБ» при кафедре ООС и РИПР УГАЭС. Предметом исследований на содержание тяжелых металлов явились пробы почвы, кормов (сена лугового, соломы пшеничной, зернофуража) и мяса лошадей Бирского и Хайбуллинского районов, представляющих различные природно-сельскохозяйственные зоны Башкортостана. Исследования проводили в пастбищный период. Отбор проб почвы, грубых кормов и зерна на проведение экологических исследований осуществляли с использованием общепринятых методов, согласно ГОСТ 50686-94, ГОСТ 27997-88, ГОСТ 27995-88 соответственно. Отбор образцов мяса лошадей проводили в соответствии с ГОСТ 9959-91, 7269-79 «Мясо. Методы отбора образцов, органолептические методы определения свежести мяса», а также «Правила ветеринарного осмотра убойных животных и ветеринарно-санитарная экспертиза мяса и мясных продуктов» (1998). Количественное определение тяжелых

металлов в образцах почвы, кормов и мяса проводили в соответствии с ГОСТ 30178-96 «Сырье и продукты пищевые. Атомно-адсорбционные методы определения токсичных металлов». Гематологические методы исследования включали определение следующих показателей: содержание эритроцитов ($10^{12}/л$) с использованием аппарата Панченкова (Наумова А.М., 1962); гемоглобинов (г/л) – гемометра Сали (Наджимитдинов С.Т., 1970); лейкоцитов ($10^9/л$) – камеры Горяева. В качестве биохимических показателей рассматривали общий белок (г/л), альбумины (%), глобулины (%), определяемые рефрактометрическим методом по Рейсу, 1984.

Результаты и обсуждение

Исследовано загрязнение почвенного покрова и кормовых ресурсов различных природно-сельскохозяйственных зон территории РБ тяжелыми металлами для оценки их биоаккумуляции и влияния на организм лошадей и выявления районов с приемлемыми условиями для получения экологически чистой продукции коневодства. С этой целью определено содержание ТМ в почвах, в кормах (сено луговое, солома пшеничная, зернофураж), применяемых для кормления лошадей в Бирском (Северная лесостепная зона) и Хайбуллинском (Зауральская лесостепная зона) районах. Проведена оценка содержания ТМ в мышечной ткани лошадей. Исследованы гематологические и биохимические показатели крови лошадей.

В природных средах Башкортостана наибольшее распространение получили высокотоксичные соединения тяжелых металлов – цинка, свинца, кадмия (I класс опасности); умеренноопасного металла – меди (II класс опасности) и малоопасного – марганца (III класс опасности) (ГОСТ 17.4.1.02-83). Поступление

ТМ в почву происходит с атмосферными осадками, металлосодержащими пестицидами и удобрениями. Значительное количество ТМ содержится в двойном суперфосфате (цинка – 38; свинца – 39; меди – 14; кадмия – 3,7 мг/кг). Основным поставщиком соединений цинка в почву служит навоз (111 мг/кг).

Результаты определения валового содержания ТМ в почвах различных природно-сельскохозяйственных зон РБ, полученные в ходе работы, представлены в таблице 1.

Эти результаты свидетельствуют, что в исследованных пробах содержание ТМ близко к существующим фоновым значениям, превышение содержания марганца и кадмия наблюдалось в пробах почв, представляющих Зауральскую степную зону. Установлено достоверное отличие в содержании цинка ($t_d = -2,03$; $P < 0,05$) и кадмия ($t_d = -3,09$; $P < 0,01$) в образцах почв, представляющих Северную лесостепную и Зауральскую степную зоны. Для кормов сельскохозяйственных животных установлены нормативы содержания ТМ, при этом значения ПДК для различных кормов (грубых и сочных, зерна и зернофуража) приняты одинаковыми. Концентрация ТМ в кормах различного вида (сено луговое, солома пшеничная, зернофураж), произведенных в различных зонах РБ, свидетельствует об изменении показателя в широких пределах: 2,6–11,5 мг/кг для меди; 7,1–35,3 мг/кг для цинка; 28,8–102,6 мг/кг для марганца; 0,5–4,7 мг/кг для свинца; 0,03–0,41 мг/кг для кадмия (таблица 2).

Из приведенных данных также следует, что максимальное содержание ТМ (меди, цинка, марганца и кадмия) характерно для кормов, произведенных в Зауральской степной зоне (Хайбуллинский район), наименьшей загрязненностью ТМ характеризуются корма, произведенные в Северной лесостепной зоне (Бирский район).

Таблица 1. Валовое содержание тяжелых металлов в почвах

№	Природно-сельскохозяйственная зона Башкортостана (район РБ)	Концентрация ТМ в почвах, мг/кг				
		Медь M ± m	Цинк M ± m	Марганец M ± m	Свинец M ± m	Кадмий M ± m
1	Северная лесостепная зона – Бирский район	14,5 ± 2,8	23,5 ± 4,7*	655 ± 131	13,3 ± 2,7	0,18 ± 0,04**
2	Зауральская степная зона – Хайбуллинский район	24,0 ± 4,6	44,0 ± 9,0*	940 ± 190	15,5 ± 3,0	0,52 ± 0,10**
3	Фоновое содержание***	8–25	28–68	800–860	6–20	0,05–0,24
4	ПДК****	30	50	1500	32	1,0

n=80; *P<0,05, **P<0,01; ***Т.М. Мосина, 2000, ****И.А. Ахатова, 2004

Наблюдается превышение концентрации кадмия над соответствующими значениями ПДК в грубых кормах Хайбуллинского района [2].

Загрязнение кормов тяжелыми металлами способствует увеличению их поступления в организм лошадей. Результаты исследования концентраций ТМ в мышечной ткани лошадей различных зон территории Башкортостана, приведены в таблице 3.

Из представленных данных следует, что наблюдается повышенное содержание ТМ в образцах Зауральской степной зоны. При этом имеет место достоверное отличие между средними значениями концентрации меди ($t_d = -2,40$; $P < 0,05$), цинка ($t_d = -4,87$; $P < 0,001$), марганца ($t_d = -2,19$; $P < 0,05$) и кадмия ($t_d = -3,90$; $P < 0,001$) в образцах Северной лесостепной и Зауральской степной зонами. Существенное превышение ПДК кадмия обнаружено в образцах мышечной ткани лошадей Хайбуллинского района [1].

Кровь в организме животного занимает особое место, осуществляя общую регуляцию жизненно важных функций организма путем переноса питательных веществ. Она совместно с лим-

фой и тканевой жидкостью, окружая клетки, образует внутреннюю среду организма, постоянство состава которой крайне необходимо для нормальной жизнедеятельности всех органов и тканей. Сохраняя постоянство состава, кровь тем не менее является лабильной системой, быстро отражающей происходящие в организме изменения как в норме, так и в патологии [3].

Наибольшее содержание эритроцитов ($8,8 \cdot 10^{12}/л$) и более высокий уровень гемоглобина ($146,5 г/л$) в крови наблюдались в пробах, отобранных у животных, представляющих наименее загрязненную тяжелыми металлами Северную лесостепную зону (таблица 4). Повышенное содержание тяжелых металлов в организме лошадей Зауральской степной зоны вызывает снижение количества эритроцитов до $5,8 \cdot 10^{12}/л$ и понижение уровня гемоглобина до $116,0 г/л$. Показатели концентрации эритроцитов ($t_d = 2,24$, $P < 0,05$) и уровня гемоглобина ($t_d = 2,43$, $P < 0,05$) имеют достоверное отличие при сравнении образцов крови лошадей из Северной лесостепной и Зауральской степной зон.

Таблица 2. Концентрация тяжелых металлов в кормах

№	Природно-сельскохозяйственная зона Башкортостана (район РБ)	Концентрация ТМ в кормах, мг/кг				
		Медь M ± m	Цинк M ± m	Марганец M ± m	Свинец M ± m	Кадмий M ± m
1	Северная лесостепная зона, Бирский район:					
	– сено	3,6 ± 0,8*	12,8 ± 2,8	62,3 ± 12,1*	2,0 ± 0,4	0,12 ± 0,04
	– солома	6,7 ± 1,3	10,1 ± 2,4	47,7 ± 8,5	3,2 ± 0,6	0,10 ± 0,03
	– зернофураж	4,2 ± 0,8	5,3 ± 1,2	38,1 ± 7,5	0,5 ± 0,1	0,03 ± 0,01
2	Зауральская степная зона, Хайбуллинский район:					
	– сено	3,8 ± 0,8*	19,1 ± 4,0*	81,5 ± 16,2*	2,6 ± 0,5	0,41 ± 0,12
	– солома	11,5 ± 2,3	35,3 ± 7,0	102,6 ± 20,5	3,6 ± 0,7	0,30 ± 0,10
	– зернофураж	5,9 ± 1,2	13,8 ± 2,7	58,9 ± 11,8	0,6 ± 0,1	0,10 ± 0,03
3	ПДК**	30,0	50,0	-	5,0	0,3

n=18; *P<0,05; **И.А. Ахатова

Таблица 3. Содержание ТМ в мышечной ткани лошадей

№	Природно-сельскохозяйственная зона Башкортостана (район РБ)	Концентрация ТМ в мышцах, мг/кг				
		Медь M ± m	Цинк M ± m	Марганец M ± m	Свинец M ± m	Кадмий M ± m
1	Северная лесостепная зона – Бирский район	2,5 ± 0,2*	17,4 ± 2,3**	1,3 ± 0,1*	0,8 ± 0,2	0,08 ± 0,01**
2	Зауральская степная зона – Хайбуллинский район	3,6 ± 0,4*	42,0 ± 4,5**	2,2 ± 0,4*	1,0 ± 0,3	0,24 ± 0,04**
3	ПДК***	0,5–5,0	10–70	0,1–2,5	0,5	0,05

n=8; *P<0,05; **P<0,001; ***И.А. Ахатова, 2004

Таблица 4. Морфологический состав крови лошадей территории РБ

№	Природно-сельскохозяйственная зона Башкортостана (район РБ)	Показатели		
		эритроциты, $10^{12}/л$	лейкоциты, $10^9/л$	гемоглобин, г/л
1	Северная лесостепная зона – Бирский (n=8)	$8,8 \pm 1,2^*$	$6,5 \pm 0,5^*$	$146,5 \pm 8,3^*$
2	Зауральская степная зона – Хайбуллинский (n=7)	$5,8 \pm 0,6^*$	$8,2 \pm 1,0^*$	$116,0 \pm 6,3^*$
3	Среднее значение нормативных показателей	6–9 9,1	7–12 9,22	80–130 110

*P<0,05

Таблица 5. Содержание сывороточного белка в плазме крови лошадей

№	Природно-сельскохозяйственная зона Башкортостана (район РБ)	Показатели			
		Общий белок, г/л	Альбумины, %	Глобулин, %	Белковый коэффициент, А/Г
1	Северная лесостепная зона – Бирский (n=8)	$83,2 \pm 16,0^*$	$38,3 \pm 7,5$	$61,7 \pm 7,6$	0,62
2	Зауральская степная зона – Хайбуллинский (n=7)	$70,5 \pm 13,2^*$	$33,2 \pm 4,7$	$66,8 \pm 4,1$	0,70
3	Среднее значение нормативных показателей	72,0	27,0	45,0	0,50

*P<0,01

В результате проведенных исследований было установлено достоверное различие между средними значениями числа лейкоцитов в крови лошадей из Северной лесостепной и Зауральской степной зон ($t_d = 2,22$; $P < 0,05$), представляющих территории с различной степенью негативного влияния тяжелых металлов. Значения данного показателя возрастают в интервале $(6,5–8,2) \cdot 10^9/л$ и не выходят за пределы нормальных колебаний $(7–12) \cdot 10^9/л$.

Белки плазмы выполняют многообразные функции: обеспечивают оптимальную вязкость крови и водный баланс организма, являются резервом для построения тканевых белков, осуществляют перенос биологически активных веществ, участвуют в регуляции кислотно-щелочного равновесия крови, выполняют защитные функции. У исследованных животных содержание общего белка в плазме крови изменяется в интервале $70,5–83,2$ г/л, наименьшее значение характерно для лошадей Зауральской степной зоны (таблица 5).

Уровень альбуминов для лошадей Северной лесостепной зоны выше и составляет 38,3% по сравнению с таковым для представителей Зауральской степной зоны (33,2%), что свидетельствует о более высоких темпах среднесуточных приростов.

Увеличение содержания глобулиновых фракций, характерное для лошадей Зауральской степной зоны, указывает на процесс жиробразования (Сатыев и др., 2001). Белковый коэффициент изученных лошадей меньше единицы (0,50–0,70), что характерно для животных данного вида.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Проведено комплексное изучение степени загрязнения почвенного покрова и кормовых ресурсов различных природно-сельскохозяйственных зон Башкортостана тяжелыми металлами (Cu, Zn, Mn, Pb, Cd) для оценки их биоаккумуляции, возможного негативного влияния на организм лошадей и выявления районов с приемлемыми условиями для получения экологически чистой продукции коневодства.

2. В результате изучения морфологических и биохимических показателей крови лошадей обнаружено достоверное отличие концентрации эритроцитов ($t_d = 2,24$; $P < 0,05$) и уровня гемоглобина ($t_d = 2,43$; $P < 0,05$) у образцов, представляющих Северную лесостепную и Зауральскую степную зоны. Снижение количества эритроцитов (до $5,8 \cdot 10^{12}/л$) и уровня гемоглобина (до 116,0 г/л) связано с повышенным содержанием тяжелых металлов в биопробах Зауральской степной зоны.

16.08.2012

Работа выполнена при поддержке гранта РГНФ, проект №12-16-02005

Список литературы:

1. Ахатова, И.А. Молочное коневодство: Племенная работа, технология производства и переработки кобыльего молока. – Уфа: Гелем, 2004. – 324 с.
2. Кудрявцев А.А., Кудрявцева Л.А. Клиническая гематология животных. – М.: Колос, 1974. – С. 112–158.
3. Сатыев Б.Х., Махмутов К.З., Самохвалов В.И. Коневодство Башкортостана. – Уфа, 2001. – 236 с.

Сведения об авторах:

Курамшин Э.М., профессор кафедры физической и органической химии Уфимского государственного нефтяного технического университета, доктор химических наук, профессор
г. Уфа, ул. Менделеева, 197, корп. 5, e-mail: n-kuramshina@mail.ru

Богатова О.В., заведующий кафедрой технологии переработки молока и мяса Оренбургского государственного университета, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 2129, e-mail: bov@mail.osu.ru

Нуртдинова Э.Э., соискатель кафедры ООС и РИПР Уфимской государственной академии экономики и сервиса

Николаева С.В., заведующий кафедрой ООС и РИПР Уфимской государственной академии экономики и сервиса, кандидат химических наук, доцент
450078, г. Уфа, ул. Чернышевского, 145

UDC 502.521.504.5:546.4/9

Kuramshin E.M., Bogatova O.V., Nurtdinova E.E., Nikolayeva S.V.

E-mail: n-kuramshina@mail.ru

STIMULATING FOOD SOURCE FOR BEE FAMILIES WITH A COMPLEX AMINO ACID AND PROBIOTIC PREPARATIONS

The defective food source leads to deficiency of aminoacids and it weakens a bee families. It is necessary to add in a forage of bees preparations filling deficiency of amino acids, vitamins, microcells, also, probiotics, forcing out rotten microflora after wintering.

Key words: heavy metals, pollution, ecology, ekomonitoring, maximum concentration limit, morphology, biology.

Bibliography:

1. Akhatova, I.A. Milk horse-breeding: Pedigree work, technology of milk production and treatment. – Ufa: Gelem, 2001. – 324 p.
2. Kudryavtsev A.A., Kudryavtseva L.A. Clinical hematology of animals. – М.: Kolos, 1974. – P. 112–158.
3. Satiyev B.H., Makhmutov K.Z., Samokhvalov V.I. Horse-breeding in Bashkortostan. – Ufa, 2001. – 236 p.