

## ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ЗВЕНЬЕВ ТРОФИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ТЕХНОГЕННОЙ АГРОЭКОСФЕРЫ

А. Р. ТАИРОВА,  
доктор биологических наук, профессор  
В. Р. ШАРИФЬЯНОВА,  
старший преподаватель  
Южно-Уральский государственный аграрный университет  
(457100, г. Троицк, ул. Гагарина, д. 13)

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, почва, растения, кровь, коэффициент биологического поглощения, кларк концентрации, коэффициенты концентрации.

Геохимические условия аграрных ландшафтов – это содержание в окружающей среде тех или иных химических элементов и их соединений, недостаток или избыток которых вызывает отклонения в состоянии здоровья животных и человека. Данная проблема особенно сильно проявляется в экологически неблагоприятных районах, в которых происходит чрезмерное накопление тяжелых металлов в растениях, и любое нарушение оптимальных соотношений микроэлементов в них может привести к непредсказуемым последствиям. В статье приведены исследования степени загрязненности звеньев трофической цепи тяжелыми металлами техногенной агроэкоосферы. В ходе исследования было установлено, что почвы земледелия ООО «Заозерный» имеют низкую степень обеспеченности марганцем и значительно загрязнены примесными элементами – кадмием, свинцом и никелем. Все виды кормов содержат тяжелые металлы, при этом доля свинца, никеля и кадмия – элементов, обладающих повышенной токсичностью, – достаточно велика. В крови исследуемых телочек установлено присутствие элементов, являющихся средовыми загрязнителями и проявляющих преимущественно антиметаболическую роль (свинец, кадмий, никель). Для прогнозирования ожидаемого уровня загрязнения тяжелыми металлами системы «почва – растение – животное» были рассчитаны кларки концентрации (КК), коэффициенты загрязнения (Кс) и коэффициенты биологического поглощения (биофильности) (КБП) химических элементов из почвы в сельскохозяйственные корма и из кормов в кровь телочек. Проведенные расчеты показали, что при низкой степени поглощения химических элементов растениями высокие значения КБП в крови установлены по кадмию (1,05) и никелю (0,48). Высокая биофильность как к растениям, так и к крови была характерна для меди. Наименьшую степень биофильности и к растениям, и к крови проявил марганец при КБП – 0,16 (растения), КБП – 0,03 (кровь).

## ASSESSMENT OF POLLUTION OF TROPHIC CHAIN LINKS IN THE ANTHROPOGENIC ENVIRONMENT

A. R. TAIROVA,  
doctor of biological sciences, professor,  
V. R. SHARIFYANOVA,  
senior lecturer,  
South Ural State Agrarian University  
(13 Gagarina Str., 457100, Troitsk)

**Keywords:** heavy metals, soil, plants, blood, coefficient of biological absorption, percentage abundance, concentration coefficients.

Geochemical conditions of agrarian landscapes constitute the content in the environment of various chemical elements and their connections, the lack or excess of which causes deviations in the health of animals and man. This problem is especially apparent in ecologically unfriendly areas where plants accumulate a lot of heavy metals, and any violation of optimum ratios of minerals in them can lead to unpredictable consequences. This article presents an evaluation of the degree of pollution of trophic chain links in the anthropogenic environment. During the research it was established that soils of land used by LLC “Zaozerniy” have low degree of security with manganese and are considerably polluted by impurity elements – cadmium, lead and nickel. All types of forage contain heavy metals, and the share of lead, nickel and cadmium (elements with high toxicity) in the forage is large. In blood of the researched heifers we discovered elements which are environmental pollutants and thus show mainly an anti-metabolic role (lead, cadmium, nickel). In order to forecast the expected pollution level of heavy metals in the “soil – plant – animal” system, we calculated the percentage abundance (PA), coefficients of pollution (C) and coefficients of biological absorption (CBA) of chemical elements in agricultural forages and in blood of heifers. The calculations showed that in case of low absorption of chemical elements by plants, the high CBA in blood was from cadmium (1.05) and nickel (0.48). The high CBA both in plants and in blood was characteristic of copper. The lowest CBA both in plants and in blood showed manganese: plant CBA was 0.16, blood CBA was 0.03.

*Положительная рецензия представлена М. И. Барашкиным, доктором ветеринарных наук, профессором, заведующим кафедрой хирургии и акушерства Уральского государственного аграрного университета.*

Популяционное здоровье и продуктивность животных во многом зависят от особенностей биотического круговорота в агроэкоосфере и геохимии аграрных ландшафтов [2, 3]. Геохимические условия аграрных ландшафтов – это содержание в окружающей среде тех или иных химических элементов и их соединений, недостаток или избыток которых вызывает отклонения в состоянии здоровья животных и человека [5, 8, 9]. При этом основной линией воздействия является биохимические пищевые цепи: макро- и микроэлементы, содержащиеся в почве, оказывают влияние на условия минерального питания растений, а затем через трофические цепи – на состояние животных и человека [1, 4, 7]. Данная проблема особенно сильно проявляется в экологически неблагоприятных районах, в условиях которых происходит чрезмерное накопление тяжелых металлов в растениях, и любое нарушение оптимальных соотношений микроэлементов в них может привести к непредсказуемым последствиям [6, 10].

**Цель и методика исследований.** Цель проведенных исследований – изучение степени загрязненности звеньев трофической цепи тяжелыми металлами ООО «Заозерный» Варненского района Челябинской области. Объектами исследований служили почва пахотного слоя, корма, произведенные на территории ООО «Заозерный», и кровь телочек в возрасте 10, 30, 60 и 90 дней. Для исследования почвы были отобраны 6 пробных площадок (ПП): 1 ПП – поле кукурузы; 2 ПП – поле овса; 3 ПП – поле пшеницы; 4 ПП – поле ячменя; 5 ПП – поле вика-овса; 6 ПП – поле естественного разнотравья. Пробы почвы отбирались и высушивались в естественных полевых условиях. Содержание химических элементов в почвах, растительных кормах и крови определяли методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии согласно ГОСТ 26929–94 «Сырье и продукты пищевые» с последующим расчетом коэффициентов транслокационного перехода химических элементов в системе «почва – растение – животное». Для более объективной оценки загрязненности почв тяжелыми металлами мы учитывали геохимические особенности исследуемой территории. Для установления фоновых геохимических параметров отбор проб производился на почвах, находящихся в условиях ненарушенных ландшафтов. Далее полученные фоновые усредненные параметры содержания химических элементов были сопоставлены с микроэлементным составом почв полей ООО «Заозерный». При этом были рассчитаны коэффициенты концентрации (Кс) и кларки концентрации (КК) химических элементов, содержащихся в почвах полей ООО «Заозерный». Для количественной характеристики способности поглощать и аккумулировать химические элементы использовали безразмерный коэффициент биологического поглощения (КБП).

**Результаты исследований** показали, что в поверхностном слое почвы всех полей концентрация железа превышает допустимые уровни (табл. 1).

Уровень содержания железа в почвах поля, где произрастает кукуруза (1 ПП), составил 1,78 ПДК, овес (2 ПП) – 1,93 ПДК, пшеница (3 ПП) – 1,76 ПДК, ячмень (4 ПП) – 1,73 ПДК, вика-овес (5 ПП) – 1,46 ПДК, естественное разнотравье (6 ПП) – 1,55 ПДК. Содержание меди в почве поля под овсом (2 ПП) составило  $150,86 \pm 0,41$  мг/кг и превысило допустимый уровень в 1,51 раза; в почвах поля с кукурузой (1 ПП) –  $136,24 \pm 0,32$  мг/кг (1,36 ПДК), с пшеницей (3 ПП) –  $138,42 \pm 0,37$  мг/кг (1,38 ПДК), с ячменем (4 ПП) –  $136,24 \pm 0,53$  мг/кг (1,36 ПДК), с естественным разнотравьем (6 ПП) –  $135,29 \pm 0,41$  мг/кг (1,35 ПДК), вика-овес (2 ПП) –  $129,83 \pm 0,21$  мг/кг (1,33 ПДК).

На фоне высоких концентраций вышеуказанных элементов, в почвах происходит снижение доступности растениям кобальта и марганца. Так, содержание кобальта в почвах полей под кукурузой (1 ПП), овсом (2 ПП) и вика-овсом (5 ПП) составило  $11,97 \pm 0,07$  мг/кг,  $8,78 \pm 0,04$  мг/кг и  $9,71 \pm 0,05$  мг/кг соответственно и находилось на нижней границе оптимального для растений уровня. При этом концентрация марганца в почвах всех полей была в 2,33–3,31 раза ниже оптимальных значений. И только концентрация цинка в почвах полей, составившая  $46,54 \pm 0,15 - 58,67 \pm 0,08$  мг/кг, находилась в пределах оптимального для почвы уровня. В тоже время концентрация кадмия – одного из самых токсичных тяжелых металлов, имеющего тенденцию к накоплению в организме животных и человека, – составила от  $5,78 \pm 0,03$  мг/кг (1,16 ПДК) до  $7,13 \pm 0,04$  мг/кг (1,43 ПДК). Следует отметить, что кадмий химически очень близок к цинку и способен замещать его в биохимических реакциях, например, выступать как псевдоактиватор или, наоборот, ингибитор содержащих цинк белков и ферментов.

Содержание никеля, обладающего в повышенных концентрациях канцерогенным действием, в почвах землепользования ООО «Заозерный» составило от  $54,27 \pm 0,38$  мг/кг в почве поля под пшеницей (3 ПП), до  $63,27 \pm 0,11$  – в почве поля под вика-овсом (5 ПП), что превысило допустимый уровень в 1,08–1,25 раз.

Анализ результатов исследования показал, что два элемента – свинец и кадмий – находятся в достаточно высоких концентрациях при коэффициентах концентрации (Кс) 2,44–2,82 и 2,52–3,11 соответственно (табл. 1). Следует отметить, что свинец и кадмий являются загрязнителями почв, относящимися к первому классу опасности. Особенно высокое содержание свинца выявлено в образцах почвы под пшеницей (3 ПП) –  $31,63 \pm 0,24$  мг/кг, при коэффициенте концентрации (Кс) 2,82. Наибольшая концентрация кадмия отмечается в слое почвы под ку-

Таблица 1  
 Содержание химических элементов в почвах ООО «Заозерный» ( $\bar{X} \pm S\bar{x}$ ; мг/кг; n = 18)  
 Table 1  
 Content of chemical elements in soils of LLC "Zaozerniy" ( $\bar{X} \pm S\bar{x}$ ; мг/кг; n = 18)

Исследуемые пробные площадки (ПП) почв Sample plots (SP)	Химические элементы Chemical elements									
	Железо Iron	Медь Copper	Цинк Zinc	Кобальт Cobalt	Свинец Lead	Никель Nickel	Марганец Manganese	Кадмий Cadmium		
1 ПП 1 SP	7511,12 ± 8,43	126,24 ± 0,32	46,54 ± 0,06	12,97 ± 0,07	27,53 ± 0,05	58,42 ± 0,79	257,20 ± 0,76	7,13 ± 0,04		
2 ПП 2 SP	8112,31 ± 14,12	150,86 ± 0,41	58,67 ± 0,08	9,78 ± 0,06	29,62 ± 0,17	56,61 ± 0,09	342,16 ± 1,52	6,59 ± 0,03		
3 ПП 3 SP	7431,76 ± 17,54	138,42 ± 0,37	51,69 ± 0,09	17,91 ± 0,08	31,63 ± 0,24	54,27 ± 0,38	305,12 ± 0,91	6,18 ± 0,04		
4 ПП 4 SP	7287,11 ± 8,97	136,24 ± 0,53	51,87 ± 0,09	21,65 ± 0,06	30,98 ± 0,06	57,47 ± 0,75	312,23 ± 0,96	6,32 ± 0,05		
5 ПП 5 SP	6142,13 ± 11,12	129,83 ± 0,21	53,61 ± 0,07	10,71 ± 0,05	30,65 ± 0,29	63,27 ± 0,11	365,18 ± 1,61	6,75 ± 0,04		
6 ПП 6 SP	6543,49 ± 19,48	135,29 ± 0,41	56,42 ± 0,19	15,84 ± 0,09	27,38 ± 0,14	55,31 ± 0,35	268,26 ± 0,79	5,78 ± 0,03		
Фоновое содержание Background matter content	3800	20	50	10	10	40	850	2		
Условный мировой кларк почв Nominal percentage abundance in the world	1700	15-60	7-60	7-30	-	-	860	-		
Оптимальное содержание Optimal content	4200,0	100,0	110,0	50,0	32,0	50,0	1500,0	5,0		

курузой (1 ПП) –  $7,13 \pm 0,04$  мг/кг, что соответствует коэффициенту концентрации ( $K_{c1}$ ) 3,11. Для четырех химических элементов (железо, медь, цинк и никель) характерно повышенное содержание в почвах полей относительно фоновых показателей. Коэффициенты концентрации железа составляют 1,05–1,38; меди – 1,32–1,60; цинка – 1,32–1,66; никеля – 1,16–1,78.

Сравнение полученных данных по содержанию химических элементов в почвах землепользования ООО «Заозерный» со значениями условного мирового кларка с последующим расчетом кларка концентрации показало, что содержание меди в почвах землепользования ООО «Заозерный» больше условного мирового кларка в 6,31–7,54 раза; свинца – в 2,74–3,16 раза; кадмия – в 2,89–3,53 раза; железа – в 1,62–2,13 раза; никеля – в 1,37–1,58 раза. При этом содержание цинка было на уровне условного мирового кларка, что подтверждается значениями кларка концентрации, составившими от 0,93 в почве поля под кукурузой (1 ПП) до 1,17 в почве поля под овсом (2 ПП). Значения кларка концентрации марганца находились в пределах от 0,33 в почвах поля под кукурузой (1 ПП) до 0,43 в почвах поля под вика-овсом (5 ПП), что характеризует недостаточность содержания марганца в почвах полей ООО «Заозерный».

В целом почвы землепользования ООО «Заозерный» имеют низкую степень обеспеченности марганцем и значительно загрязнены примесными элементами – кадмием, свинцом и никелем.

Поскольку растения являются первичными организмами, ассимилирующими химические элементы из окружающей неорганической среды, доступность для них всех макро- и микроэлементов будет определяться химическим составом этой среды. Для наземных растений – это химический состав почвы.

Высокие концентрации никеля в почвах хозяйства, хорошая подвижность при слабокислой среде способствует его миграции в растения и интенсивному накоплению в сене разнотравном и концентратах, где концентрация никеля превышает МДУ на 55,00 %, в силосе – на 52,33 %, в концентрированных кормах – на 25,33 % (табл. 2).

Полученные результаты исследований также свидетельствуют, что доступного внутритканевого железа для растений в почве меньше, по сравнению с общей концентрацией железа в почвах хозяйства. Так, если концентрация этого элемента в почвах составило  $6142,13 \pm 11,12 - 8112,31 \pm 14,12$  мг/кг и превысило ПДК в 1,46–1,93 раза, то содержание железа в сене превышает МДУ на 32,71 %, в концентратах – на 43,14 %, в силосе – на 19,15 %, в соломе – на 22,74 %. В ходе проведенных исследований были установлены высокие концентрации свинца в соломе ( $5,24 \pm 0,08$  мг/кг) и концентратах ( $5,79 \pm 0,03$  мг/кг), превысившие МДУ на 4,80 % и 15,79 % соответственно; кадмия – в кормах, превышающее МДУ в концентратах в 1,96 раза, сене – 1,64 раза, соломе – в 1,52 раза и сенаже – в 1,44 раза; меди – в сене и концентратах, превысившие МДУ, в среднем, в 1,62 раза. Необходимо отметить, что биологическая роль кадмия для растительного и животного организмов изучена недостаточно, ряд исследователей считают, что кадмий не относится к числу жизненно необходимых элементов, а значение его определяется только токсичностью.

Проведенные исследования химического состава кормов ООО «Заозерный» показывают, что все виды кормов содержат тяжелые металлы, при этом доля свинца, никеля и кадмия – элементов, обладающих повышенной токсичностью, – достаточно велика.

Таблица 2

Содержание химических элементов в образцах кормов ( $M \pm m$ ; мг/кг;  $n = 5$ )

Table 2

Content of chemical elements in forage ( $M \pm m$ ; мг/кг;  $n = 5$ )

Химический элемент <i>Chemical element</i>	Сено <i>Hay</i>	Сенаж <i>Haylage</i>	Солома <i>Chaff</i>	Концентраты <i>Concentrates</i>	Силос <i>Silos</i>	МДУ* <i>MRL*</i>	Оптимальное содержание <i>Optimal content</i>
Железо <i>Iron</i>	$132,73 \pm 1,54$	$121,21 \pm 0,19$	$122,71 \pm 0,94$	$143,16 \pm 0,74$	$119,06 \pm 0,64$	100,0	25,0–50,0
Медь <i>Copper</i>	$46,38 \pm 0,32$	$38,96 \pm 0,24$	$40,18 \pm 0,28$	$49,51 \pm 0,31$	$39,41 \pm 0,29$	30,0	7,0–12,0
Цинк <i>Zinc</i>	$31,64 \pm 0,12$	$23,37 \pm 0,08$	$32,64 \pm 0,13$	$32,71 \pm 0,43$	$18,79 \pm 0,08$	50,0	20,0–50,0
Кобальт <i>Cobalt</i>	$0,35 \pm 0,002$	$0,28 \pm 0,001$	$0,27 \pm 0,001$	$0,38 \pm 0,01$	$0,21 \pm 0,001$	2,0	0,25–1,0
Свинец <i>Lead</i>	$4,96 \pm 0,03$	$4,52 \pm 0,14$	$5,24 \pm 0,08$	$5,79 \pm 0,03$	$4,63 \pm 0,01$	5,0	–
Никель <i>Nickel</i>	$4,65 \pm 0,01$	$3,11 \pm 0,01$	$3,53 \pm 0,03$	$3,76 \pm 0,02$	$4,57 \pm 0,02$	3,0	–
Марганец <i>Manganese</i>	$51,26 \pm 0,11$	$39,16 \pm 0,12$	$59,26 \pm 0,12$	$60,32 \pm 0,12$	$30,52 \pm 0,11$	100,0	40,0–60,0
Кадмий <i>Cadmium</i>	$0,41 \pm 0,007$	$0,36 \pm 0,002$	$0,38 \pm 0,006$	$0,49 \pm 0,006$	$0,28 \pm 0,003$	0,25	–

Примечание: \* В. В. Ковальский (1971), Н. Г. Рыбальский (1992).

Note: \* V. V. Kovalskiy (1971), N. G. Rybalskiy (1992).

Таблица 3  
Содержание химических элементов в крови телочек, ммоль/л ( $\bar{X} \pm S\bar{x}$ ; n = 10)  
Table 3  
Content of chemical elements in blood of heifers, mmol/l ( $\bar{X} \pm S\bar{x}$ ; n = 10)

Химический элемент <i>Chemical element</i>	10-дневный возраст <i>10 days of age</i>	30-дневный возраст <i>30 days of age</i>	2-месячный возраст <i>2 months of age</i>	3-месячный возраст <i>3 months of age</i>	Норма/МДУ* <i>MRL*</i>
Железо <i>Iron</i>	38,09 ± 1,12	37,08 ± 1,14	34,78 ± 1,22	32,67 ± 1,21	23,20
Медь <i>Copper</i>	20,06 ± 0,79	20,15 ± 0,71	22,13 ± 0,91	21,92 ± 0,79	15,75
Кобальт <i>Cobalt</i>	0,96 ± 0,02	0,94 ± 0,02	0,97 ± 0,03	0,96 ± 0,02	1,00
Цинк <i>Zinc</i>	4,59 ± 0,18	4,81 ± 0,19	4,73 ± 0,19	4,64 ± 0,24	6,50
Марганец <i>Manganese</i>	1,20 ± 0,04	1,23 ± 0,04	1,19 ± 0,03	1,22 ± 0,01	1,27
Свинец <i>Lead</i>	1,28 ± 0,03	1,32 ± 0,05	1,29 ± 0,04	1,21 ± 0,03	1,20–1,42*
Никель <i>Nickel</i>	1,96 ± 0,08	1,99 ± 0,06	1,80 ± 0,05	1,89 ± 0,07	1,72–2,50*
Кадмий <i>Cadmium</i>	0,49 ± 0,01	0,51 ± 0,02	0,53 ± 0,02	0,55 ± 0,04	0,44–0,50*

Для прогнозирования ожидаемого уровня загрязнения тяжелыми металлами системы «почва – растение – животное» был рассчитан коэффициент биологического поглощения (биофильности) химических элементов и солей тяжелых металлов из почвы в сельскохозяйственные корма. Если марганец, никель, кадмий, железо и кобальт только захватываются растениями (КБП < 0,1), то свинец, медь и цинк интенсивно накапливаются (КБП > 0,1).

Проведенные исследования свидетельствуют о высоком риске для здоровья животных и человека вследствие концентрирования в растениях цинка, меди и свинца.

Растительная пища является основным источником поступления солей тяжелых металлов в организм животных. Согласно разным данным (Панин, 2000; Ильин, Сысо, 2001), с ней поступает от 40 до 80 % ТМ, и только 20–40 % – с воздухом и водой. Отсюда следует, что от уровня накопления металлов в растительных кормах в значительной степени зависит обмен веществ и популяционное здоровье животных. В связи с этим, определенный интерес представляют результаты по определению химических элементов в крови телочек, содержащихся в условиях комплексного загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами.

Как показали результаты проведенных исследований, приведенные в табл. 3, концентрации железа и меди в крови телочек в возрасте 10 дней превосходили видовую норму на 64,18 % и 27,36 %, соответственно. Следует отметить присутствие в крови 10-дневных телочек элементов, являющихся средовыми загрязнителями и проявляющих, преимущественно, антиметаболическую роль. Так, согласно полученным данным, содержание свинца составило

1,28 ± 0,03 ммоль/л; кадмия – 0,49 ± 0,01 ммоль/л; никеля – 1,96 ± 0,08 ммоль/л.

Для более объективной оценки распределения тяжелых металлов в трофической цепи ООО «Заозерный» были рассчитаны коэффициенты биологического поглощения, при этом мы учитывали, что если показатель коэффициента поглощения выше 1,0, то это указывает на способность химических элементов вступать в обменные процессы в организме животных, распределяться и аккумулироваться в органах и тканях. Анализ полученных данных показал, что в крови телочек наибольшей степенью поглощения, превысившей 1,0, обладал кадмий. Это свидетельствует о том, что кадмий интенсивно накапливается в организме исследуемых телочек. У меди степень поглощения была равна 0,51; у никеля – 0,48; марганца – 0,03.

В системе «почва – растения – животное (кровь)» установлено, что растения поглощают химические элементы с коэффициентом ниже 1,0, что указывает на низкие кумулятивные свойства у растений.

Следует отметить, что в крови исследуемых телочек коэффициент биологического поглощения был значительно выше и для кадмия превысил 1,0. Вероятно, это связано с тем, что химические элементы в организме животных образуют сложные белковые хелатные комплексы, вступают в обменные процессы, входят в состав ферментов и тем самым депонируются в органах и тканях.

**Выводы. Рекомендации.** При низкой степени поглощения химических элементов растениями высокие КБП (кровь) установлены по кадмию (1,05) и никелю (0,48). Высокая биофильность как к растениям, так и к крови была характерна для меди. Наименьшую степень биофильности и к растениям, и к крови проявил марганец при КБП – 0,16 (растения), КБП – 0,03 (кровь).

**Литература**

1. Донник И.М., Шкуратова И. А., Топурия Г. М., Топурия Л.Ю. Пути повышения резистентности у телят // Актуальные проблемы сохранения и развития биологических ресурсов : мат. междунар. науч.-практ. конф. 2015. С. 88–91.
2. Мухамедьярова Л. Г., Таирова А. Р. Сезонные особенности адаптационной перестройки функциональных систем организма коров в условиях агроэкосистемы Южного Урала // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2015. № 222. С. 158–162.
3. Ряпосова М. В., Шкуратова И. А., Дроздова Л. И., Мымрин В. С. Биохимический и иммунологический статус племенных быков в Уральском регионе // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2016. № 3. С. 125–129.
4. Таирова А. Р., Шарифьянова В. Р., Ахметзянова Ф. К. Геохимическая оценка почв лесостепной зоны Южного Урала // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2013. Т. 214. С. 412–416.
5. Таирова А. Р., Шарифьянова В. Р. Характеристика реакции гематологического стресс-синдрома системы крови телочек в условиях техногенных агроэкосистем // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2015. № 223. С. 198–202.
6. Фаткуллин Р. Р., Таирова А. Р., Мухамедьярова Л. Г., Шарифьянова В. Р. Особенности функционирования системы «Пероксидация липидов – антиоксидантная система защиты» в организме коров, содержащихся на территориях свинцово-кадмиевого загрязнения // Проблемы развития АПК региона. 2016. Т. 1. № 1–2. С. 96–99.
7. Шкуратова И. А., Донник И. М., Исаева А. Г., Кривоногова А. С. Экологический мониторинг аграрных предприятий Среднего Урала // Мат. междунар. науч.-практ. конф., посв. 85-летию академика Л. К. Эрнста. 2015. С. 444–448.
8. Шкуратова И. А., Исаева А. Г., Белоусов А. И. Эколого-токсикологический мониторинг аграрных предприятий Уральского региона // Проблемы и пути развития ветеринарии высокотехнологичного животноводства : мат. междунар. науч.-практ. конф. 2015. С. 506–510.
9. Шкуратова И. А., Донник И. М., Исаева А. Г., Кривоногова А. С. Эколого-биологические особенности крупного рогатого скота в условиях техногенеза // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2015. № 2. С. 366–369.
10. Sokolova O. V., Shkuratova I. A., Ryaposova M. V. Clinical and biochemical profile and reproductive function of cows in iodine deficiency // *Reproduction in Domestic Animals*. 2015. Vol. 50. № 3. P. 77–78.

**References**

1. Donnik I.M., Shkuratova I. A., Topuriya G. M., Topuriya L.Yu. Ways to increase the resistance in calves // Urgent problems of preserving and development of biological resources : proc. of intern. scient. and pract. symp. 2015. P. 88–91.
2. Mukhamedyarova L. G., Tairova A. R. Seasonal features of adaptation reorganization of functional systems of an organism of cows in the conditions of an agroecosystem of South Ural // *Scientific notes of the Kazan state academy of veterinary medicine of N. E. Bauman*. 2015. № 222. P. 158–162.
3. Ryaposova M. V., Shkuratova I. A., Drozdova L. I., Mymrin V. S. Biochemical and the immunological status of breeding bulls in the Ural region // *Questions of standard legal regulation in veterinary science*. 2016. № 3. P. 125–129.
4. Tairova A. R., Sharifyanova V. R., Akhmetzyanova F. K. Geochemical assessment of soils of a forest-steppe zone of South Ural // *Scientific notes of the Kazan state academy of veterinary medicine of N. E. Bauman*. 2013. Vol. 214. P. 412–416.
5. Tairova A. R., Sharifyanova V. R. The characteristic of reaction hematologic to a stress syndrome of system of blood of calves in the conditions of anthropogenic agroecosystems // *Scientific notes of the Kazan state academy of veterinary medicine of N. E. Bauman*. 2015. № 223. P. 198–202.
6. Fatkullin R. R., Tairova A. R., Mukhamedyarova L. G., Sharifyanova V. R. Features of functioning of the “Peroxidation of lipids – antioxidant protection” system in an organism of the cows containing in the territories of lead-cadmium pollution // *Problem of development of agrarian and industrial complex of the region*. 2016. Vol. 1. № 1–2. P. 96–99.
7. Shkuratova I. A., Donnik I. M., Isaeva A. G., Krivonogova A. S. Environmental monitoring of the agrarian entities of Central Ural Mountains // *Proc. of intern. scient. and pract. symp. dedicated to the 85<sup>th</sup> anniversary of L. K. Ernst*. 2015. P. 444–448.
8. Shkuratova I. A., Isaeva A. G., Belousov A. I. Ecological and toxicological monitoring of the agrarian entities of the Ural region // *Problems and ways of development of veterinary science of high-technology livestock production : proc. of intern. scient. and pract. symp.* 2015. P. 506–510.
9. Shkuratova I. A., Donnik I. M., Isaeva A. G., Krivonogova A. S. Ecological and biological features of cattle in the conditions of anthropogenesis // *Questions of standard legal regulation in veterinary science*. 2015. № 2. P. 366–369.
10. Sokolova O. V., Shkuratova I. A., Ryaposova M. V. Clinical and biochemical profile and reproductive function of cows in iodine deficiency // *Reproduction in Domestic Animals*. 2015. Vol. 50. № 3. P. 77–78.