

ОЦЕНКА ВЫВЕДЕНИЯ КСЕНОБИОТИКОВ ИЗ ОРГАНИЗМА ПРОДУКТИВНЫХ ЖИВОТНЫХ ПРИ ИХ ПОСТУПЛЕНИИ АЛИМЕНТАРНЫМ ПУТЕМ

К. В. МОИСЕЕВА,

аспирант,

А. С. КРИВОНОВОГА,

кандидат биологических наук, доцент,

А. Г. ИСАЕВА,

кандидат биологических наук, доцент, Уральский государственный аграрный университет

(620075, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42)

М. А. СУЗДАЛЬЦЕВА,

научный сотрудник, Уральский научно-исследовательский ветеринарный институт Российской

академии сельскохозяйственных наук

(620142, г. Екатеринбург, ул. Белинского, д. 112а)

Ключевые слова: кормление животных, ксенобиотики, радионуклиды, тяжелые металлы, выведение из организма.

Распространение и накопление ксенобиотиков в окружающей среде оказывает неблагоприятное влияние на биотический компонент экосистем, что особенно важно в случае животных и растений, включенных в трофическую цепь человека. Целью исследования было провести анализ содержания тяжелых металлов и радионуклидов в рационе продуктивных коров в условно-чистой зоне и зоне с повышенным фоновым содержанием цинка, меди, железа, свинца, кадмия и низкоуровневым радиационным загрязнением окружающей среды, а также изучить взаимосвязь между алиментарным поступлением ксенобиотиков в организм и их выведением с мочой и навозом. Объектом исследования были выбраны продуктивные коровы голштинской породы 2–3 лактации на трех молочно-товарных фермах, расположенных в зоне ВУРС (2) и в условно-чистой зоне (1), удаленной от источников техногенной эмиссии на расстояние более 200 км. Исследовали содержание металлических поллютантов и радионуклидов стронция-90, цезия-137 и свинца-210 в компонентах суточного рациона и кормосмеси для крупного рогатого скота в зоне с интенсивным промышленным и низкоуровневым радиационным загрязнением и в условно-чистой зоне. Проводили анализ навоза и мочи животных на содержание техногенных поллютантов. Постоянное алиментарное поступление в организм металлических поллютантов и радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs в количествах, находящихся на верхней границе или превышающих МДУ, коррелирует с уровнем экскреции данных ксенобиотиков с навозом и мочой. В зоне техногенного загрязнения содержание поллютантов в навозе животных существенно превышает аналогичный показатель в условно-чистой зоне.

ASSESSMENT OF XENOBIOTIC CLEARANCE IN PRODUCTIVE ANIMALS UPON ITS ALIMENTARY INTAKE

K. V. MOISEEVA,

graduate student,

A. S. KRIVONOGOVA,

candidate of biological sciences, associate professor,

A. G. ISAEVA,

candidate of biological sciences, associate professor, Ural State Agrarian University

(42 K. Libknehta Str., 620075, Ekaterinburg)

M. A. SUZDALTSEVA,

researcher, Ural Scientific Research Veterinary Institute of Russian Academy of Agricultural Sciences

(112a Belinskogo Str., 620000, Ekaterinburg)

Keywords: feeding animals, xenobiotics, radionuclides, heavy metals, clearance.

Distribution and accumulating of xenobiotics in the environment exerts adverse impact on the biotic component of ecosystems which is especially important in case of the animals and plants included in a trophic chain of man. The research purpose was to carry out the analysis of content of heavy metals and radionuclides in the diet of productive cows in a conditionally clean zone and a zone with the increased background content of zinc, copper, iron, lead, cadmium and low-level radiation environmental pollution, and also to study interrelation between alimentary receipt of xenobiotics in an organism and their clearance through urine and excrements. Productive cows of Holstein breed 2–3 lactations on three dairy and commodity farms located in zone VURS (2) and in the conditional and net zone (1) remote from sources of anthropogenic issue on distance more than 200 km were chosen as the object for the research. We analysed the content of metal pollutant and radionuclides of strontium-90, caesium-137 and lead-210 in components of a daily diet and forage mix for cattle in the zone with intensive industrial and low-level radiation pollution and in the conditionally clean zone. The analysis of manure and urine of animals on content of anthropogenic pollutant was carried out. It was established that alimentary receipt in an organism of metal pollutant and radionuclides ^{90}Sr and ^{137}Cs in the quantities which are on the upper bound or exceeding MDU correlates with the level of clearance of these xenobiotics through excrements and urine. In the zone of anthropogenic pollution content of pollutant in manure of animals significantly exceeds a similar indicator in the conditionally clean zone.

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

Распространение и накопление ксенобиотиков в окружающей среде оказывает неблагоприятное влияние на биотический компонент экосистем, что особенно важно в случае животных и растений, включенных в трофическую цепь человека. Несмотря на активно принимаемые меры, качество окружающей среды и экологическая безопасность еще не отвечают требованиям экологического законодательства [2]. Накопление техногенных поллютантов в кормовых растениях и последующее их поступление в организм сельскохозяйственных животных вызывает стойкое угнетение функций различных органов, нарушения метаболизма, и, как следствие, ухудшение качества продукции. В районах с высоким уровнем содержания ксенобиотиков в окружающей среде (индустриальные районы, зоны радиоактивного загрязнения, территории вблизи больших городов и др.) отмечается чрезмерное накопление различных поллютантов в органах и тканях животных [2, 10]. Так, в районе со средней плотностью радиоактивного загрязнения 0,5–1 Ки/км² (северная часть ВУРС) активность радионуклидов в почвенно-растительном покрове превышает контрольные показатели по ¹³⁷Cs в 2,1 раза, по ⁹⁰Sr – в 20 раз. [8, 9]. При этом более выраженное накопление ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs наблюдалось у животных, в чьем рационе преобладают вегетативные части растений, накапливающие данные токсикианты в большем количестве [7]. В данном районе располагаются крупные животноводческие предприятия и мелкие подсобные хозяйства, где у животных отмечается чрезмерное накопление радионуклидов в печени, почках, костной ткани и шерстном покрове. Также в организме животных в зонах с техногенным загрязнением в большом количестве накапливались Zn, Al, Mn, Cu, Cd, Pb, F, что при высоком уровне накопления приводило к развитию иммунодефицитов [10]. Интенсивное длительное поступление поллютантов в организм приводит к перенапряжению и последующему угнетению основных функций печени, в том числе нарушаются процессы детоксикации, синтеза белков, активных метаболитов, компонентов иммунитета, что ухудшает здоровье и снижает качество продукции [10]. Загрязнение поллютантами окружающей среды является серьезной причиной, которая затрудняет получение продукции, соответствующей требованиям РФ и регламентам ТС по биологической ценности и безопасности [3]. Биологическая ценность белковых продуктов животноводства в значительной мере определяется содержанием белков, количеством заменимых и незаменимых аминокислот и их соотношением [1]. За счет использования специальных кормовых добавок возможно скорректировать отдельные метаболические процессы, ускорить выведение поллютантов из организма, повлиять на белковый обмен и, тем самым, на каче-

ство мясной и молочной продукции [4]. Применение высокотехнологичных методов переработки продукции животноводства позволяет в определенной мере изменять аминокислотный состав мяса и молока [5]. Но главным условием получения качественной продукции является здоровье продуктивных животных. В районах с интенсивной техногенной нагрузкой для сохранения здоровья животных на приемлемом уровне требуется комплексный подход: ограничение поступления ксенобиотиков в организм, метаболическая и физиологическая коррекция, новые методы переработки и обработки сырья и продукции для получения высококачественных продуктов питания. Необходимо учитывать, что у животных с хроническим алиментарным поступлением ксенобиотиков в организм происходит частичное усвоение поллютантов, однако значительная их часть выделяется из организма с навозом и мочой, что неблагоприятно при использовании навоза животных в качестве удобрения – происходит повторная контаминация ксенобиотиком окружающей среды [6].

Цель исследования: провести анализ содержания тяжелых металлов и радионуклидов в рационе продуктивных коров в условно-чистой зоне и зоне с повышенным фоновым содержанием цинка, меди, железа, свинца, кадмия и низкоуровневым радиационным загрязнением окружающей среды. Изучить взаимосвязь между алиментарным поступлением ксенобиотиков в организм и их выведением с мочой и навозом.

Объектом исследования выбраны продуктивные коровы голштинской породы 2–3 лактации на трех молочно-товарных фермах, расположенных в зоне ВУРС (2) и в условно-чистой зоне (1), удаленной от источников техногенной эмиссии на расстояние более 200 км. Группы аналогов формировали с учетом селекционно-генетических, возрастных, клинико-физиологических и продуктивных характеристик животных, находившихся в одинаковых условиях содержания и имевших однотипный рацион в течение длительного времени.

Для исследования отбирали пробы кормов: силоса, сена, сенажа, концентратов, входивших в рацион животных, а также готовой кормосмеси. Также отбирали пробы мочи и навоза. Проводили анализ содержания металлических поллютантов – кадмия, свинца, а также железа, меди, цинка и радионуклидов ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs. Отбор проб, пробоподготовка, исследования на определение содержания металлических поллютантов и радионуклидов проводились по стандартным методикам, утвержденным в ГОСТ.

Результаты исследований. Проведенные исследования кормов, используемых в рационе лактирующих коров, выявили существенную разницу в содержании радионуклидов стронция-90, цезия-137,

Таблица 1
Содержание металлических поллютантов в силосе (в мг/кг)
Table 1
Concentration of metallic pollutants in sylos (mg/kg)

	Zn	Cu	Pb	Cd	Fe
Зона с интенсивным техногенным загрязнением <i>Intensive anthropogenic pollution zone</i>	42,8	6,45	6,4	0,35	74,25
Контроль (условно чистая зона) <i>Control zone (conditionally clean)</i>	26,1	6,29	4,58	0,31	80,24
ПДК МРС	50,0	30,0	5,0	0,3	100

Таблица 2
Содержание радионуклидов в кормосмеси для коров (в Бк/кг)
Table 2
Concentration of radionuclides in forage mix for cows (Bq/kg)

	Зона с интенсивным техногенным загрязнением <i>Intensive anthropogenic pollution zone</i>	Условно-чистая зона <i>Conditionally clean zone</i>
Стронций-90 <i>Strontium-90</i>	3,83	1,56
Цезий-137 <i>Caesium-137</i>	3,07	0,27
Свинец-210 <i>Lead-210</i>	3,95	2,12

Таблица 3
Содержание радионуклидов в навозе коров (в Бк/кг)
Table 3
Concentration of radionuclides in cows' manure (Bq/kg)

	Зона с интенсивным техногенным загрязнением <i>Intensive anthropogenic pollution zone</i>	Условно-чистая зона <i>Conditionally clean zone</i>
Стронций-90 <i>Strontium-90</i>	3,29	0,64
Цезий-137 <i>Caesium-137</i>	4,95	1,32
Свинец-210 <i>Lead-210</i>	1,77	1,56

свинца-210 и техногенных поллютантов – цинка, железа, меди, мышьяка, кадмия в таких компонентах рациона как сено, концентраты и силос. Содержание цинка в кормах на ВУРСе превосходило показатель в условно-чистой зоне в 1,75–2,1 раза, свинца – в 1,6 раза, мышьяка – в 4,6 раза, железа – в 1,2 раза, кадмия – в 1,2–1,4 раза. При этом содержание цинка в концентратах, сенаже и сене, свинца в концентратах и силосе, кадмия в силосе и железа в сенаже превышало допустимый уровень.

Также было обнаружено достоверное превышение активности проб силоса, сена и концентратов, взятых в хозяйствах в зоне с техногенным загрязнением, по сравнению с пробами из условно-чистой территории. При этом активность проб кормосмеси, взятых в фермах в северной части Восточно-уральского радиоактивного следа, превышает аналогичный показатель из условно-чистой зоны по стронцию-90 в 2,4 раза, по цезию-137 – в 11,3 раза, по свинцу-210 – в 1,8 раза.

Постоянное ежедневное поступление радионуклидов с кормом в организм животных создает хроническую низкодозовую нагрузку, которая в со-

вокупности с хронической слабой интоксикацией кадмием, свинцом и другими поллютантами приводит к стойким метаболическим и физиологическим сдвигам.

О высокой ксенобиотической нагрузке на организм животных свидетельствуют показатели выведения с мочой и навозом. Так, активность в навозе по стронцию-90 на ВУРСе превышает контрольную в 8 раз, по цезию-137 – в 3,7 раза, по свинцу-210 – в 1,2 раза. В моче, соответственно, в 2,8 раза, в 4 раза и в 1,6 раза.

Содержание меди, железа и цинка было высоким в навозе животных из зоны ВУРС, в моче отмечали, преимущественно высокий уровень кадмия, железа. Активность мочи от животных из зоны с техногенным загрязнением незначительно отличалась от аналогичного показателя в контрольной зоне в большую сторону по ¹³⁷Cs. Активность по радионуклидам свинца и стронция не имела статистически значимой разницы у животных из разных групп. Вероятно, это связано с кинетикой данных элементов в организме крупного рогатого скота. Большая часть стронция и свинца выводится через гепатобилиарную систему

и выделяется навозом; выведение их через почки является незначительным, в отличие от цезия.

Выводы. Постоянное алиментарное поступление в организм металлических поллютантов и радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs в количествах, находящихся на верхней границе или превышающих МДУ коррелирует с уровнем экскреции данных ксенобиотиков с навозом и мочой. В зоне техногенного загрязнения металлическими поллютантами и зоне с остаточным низкоуровневым радионуклидным загрязнением компоненты рациона животных содержат значительное количество кадмия, свинца, железа, меди, а также радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs . При этом содержание данных поллютантов в навозе животных из загряз-

ненной зоны существенно отличается от показателей из контрольной зоны в большую сторону. Анализ выделения исследуемых ксенобиотиков с мочой обнаружил наибольшее отличие по цезию-137, кадмию и железу у животных из разных зон. Для оценки техногенной нагрузки на организм животных возможно проводить исследования навоза и мочи с целью обнаружения радионуклидов и металлов. Однако необходимо учитывать, что биодоступность ксенобиотиков зависит от ряда физиологических факторов, и представляется затруднительным установить, какая часть поллютантов в навозе поступила непосредственно с кормом и не была усвоена, а какая была экскретирована в просвет кишечника с желчью.

Литература

1. Koshchaev A. G., Shchukina I. V., Semenenko M. P., Krivonogova A. S., Kalashnikov V. V. Amino-acid profile of meat of specialized beef breeds // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. № 7. P. 670.
2. Донник И. М., Воронин Б. А., Кривоногова А. С., Исаева А. Г., Воронина Я. В. Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды в свердловской области // Аграрный вестник Урала. 2015. № 8. С. 72–80.
3. Донник И. М., Воронин Б. А., Лоретц О. Г. Импортзамещение сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия: состояние, задачи // Аграрный вестник Урала. 2015. № 3. С. 54–59.
4. Донник И. М., Неверова О. П., Горелик О. В. Повышение качества молочных продуктов при использовании природных кормовых добавок // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 56. С. 176–179.
5. Кривоногова А. С., Баранова А. А., Кривоногов П. С., Моисеева К. В. и др. Изменение аминокислотного состава молока при стерилизации бета-излучением // Ветеринария Кубани. 2015. № 5. С. 22–25.
6. Моисеева К. В., Гатина Л. Д. Утилизация отходов жизнедеятельности городских животных на основе биотехнологий // Молодежь и наука. 2015. № 3. С. 40.
7. Тарахтий Э. А., Жигальский О. А. Исследование системы крови мелких млекопитающих, обитающих на территориях с низкой плотностью радиационного загрязнения // Успехи современной биологии. 2014. Т. 134. № 4. С. 424–432.
8. Тетерин А. Ф. Эколого-климатические особенности зоны Восточно-Уральского радиоактивного загрязнения. Екатеринбург, 2011. 368 с.
9. Трапезников А. В., Молчанова И. В., Караваева Е. Н. и др. Миграция радионуклидов в пресноводных и наземных экосистемах. Екатеринбург, 2007. Т. 2. 400 с.
10. 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

References

1. Koshchaev A. G., Shchukina I. V., Semenenko M. P., Krivonogova A. S., Kalashnikov V. V. Amino-acid profile of meat of specialized beef breeds // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. № 7. P. 670.
2. Donn timer I. M., Voronin B. A., Krivonogova A. S., Isaeva A. G., Voronina Ya. V. Rational use of natural resources and environmental protection in Sverdlovsk region // Agrarian Bulletin of the Urals. 2015. № 8. P. 72–80.
3. Donn timer I. M., Voronin B. A., Lorets O. G. Import substitution of agricultural products, raw materials and food: status, objectives // Agrarian Bulletin of the Urals. 2015. № 3. P. 54–59.
4. Donn timer I. M., Neverova O. P., Gorelik O. V. Improvement of quality of dairy products when using natural feed additives // Works of the Kuban state agricultural university. 2015. № 56. P. 176–179.
5. Krivonogova A. S., Baranova A. A., Krivonogov P. S., Moiseeva K. V. et al. Change of amino-acid composition of milk in case of sterilization by beta radiation // Veterinary science of Kuban. 2015. № 5. P. 22–25.
6. Moiseeva K. V., Gatina L. D. Waste recycling of activity of city animals on the basis of biotechnologies // Youth and science. 2015. № 3. P. 40.
7. Tarakhty E. A., Zhigalsky O. A. Research of blood system of small mammals living in the territories with low density radiation pollution // Achievements of modern biology. 2014. Vol. 134. № 4. P. 424–432.
8. Teterin A. F. Ecological and climactic features of the East Ural radioactive pollution zone. Ekaterinburg, 2011. 368 p.
9. Trapeznikov A. V., Molchanova I. V., Karavayeva E. N. et al. Migration of radionuclides in fresh-water and land ecosystems. Ekaterinburg, 2007. Vol. 2. 400 p.
10. Shkuratova I. A., Donn timer I. M., Isaeva A. G., Krivonogov A. S. Ecological and biological features of cattle in the conditions of anthropogenic pollution // Questions of standard legal regulation in veterinary science. 2015. № 2. P. 366–369.