

ЭКОЛОГИЯ

УДК 591.5:636.22:612.017.1

Ю.А. Гаврилов,
Г.А. Гаврилова,
Т.А. Сокольникова

НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АУТОИММУННОЙ ПАТОЛОГИИ У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Ключевые слова: тяжелые металлы, почва, грубые, сочные, концентрированные корма, аутоантитела, крупный рогатый скот.

Из большого числа разнообразных химических веществ, поступающих в окружающую среду из антропогенных источников, особое место занимают тяжелые металлы. В связи с увеличивающимся загрязнением биосферы особый интерес и важное практическое значение имеет познание механизмов и закономерностей поведения и распределения тяжелых металлов в окружающей среде.

Наиболее распространены во внешней среде свинец, ртуть, кадмий, мышьяк, цинк, которые являются приоритетными загрязнителями. В настоящее время идет быстрое техногенное накопление.

Несмотря на актуальность проблемы загрязнения окружающей среды опасными токсикантами, механизмы их патогенного действия на организмы на уровне биохимических процессов до сих пор не выяснены.

Особая проблема возникает в связи с загрязнением почвы и воды редкими и рассеянными элементами, обладающими биоцидным действием. Например, ртутью, кадмием, свинцом, мышьяком и другими, применение которых в качестве пестицидов сильно ограничено или вообще запрещено. Загрязнение ими почвы и воды создает во многих районах земного шара постоянный фон, обеспечивающий их стабильную концентрацию в продуктах питания и кормах.

Важность понимания проблемы загрязнения продукции ТМ определяется тем, что сельскохозяйственные культуры и жи-

вотные находятся на более высоком уровне в пищевой цепи продукционного процесса и используются как продукты питания человека. Это приводит к накоплению ТМ вдоль пищевой цепи, появлению заболеваний у человека и животных. При содержании ТМ в почве выше допустимых норм отмечают повышение поступления указанных металлов в рационы и, соответственно, в продукцию животноводства, ухудшение качества сельскохозяйственной продукции.

Размеры поступления ТМ в агроландшафты определяются характером человеческой деятельности. Загрязнение окружающей среды ТМ многопланово: снижается продуктивность растений, нарушаются естественно сложившиеся фитоценозы, происходит деструкция ассимиляционного потенциала фитомассы, ухудшается качество среды обитания человека, включая качество продукции и продуктов питания. Несмотря на высокое качество получаемой растениеводческой продукции (белок, углеводы, жиры, витамины), растения могут накапливать тяжелые металлы в концентрациях, опасных для животных и человека, без каких-либо признаков отравления и патологических изменений.

Амурская область, с одной стороны, характеризуется как сельскохозяйственная область, с другой, – как развивающийся промышленный район с возрастающим техногенным воздействием на среду (разработка месторождений золота, угля, строительство нефтепроводов). В южной зоне Амурской области расположены основные сельскохозяйственные угодья, являющиеся основным поставщиком сельскохозяйственной продукции для Дальнего Востока. Массовая распашка земель, вне-

сение большого количества минеральных удобрений, гербицидов привели к значительной деградации почв, сокращению биоразнообразия, накоплению в почве тяжелых металлов.

Согласно определению Всемирной организации здравоохранения, ртуть, кадмий, свинец относятся к тяжелым металлам, которые неблагоприятным образом влияют на экологические условия и представляют наибольшую опасность для живых организмов.

В природных условиях наиболее распространены неорганические соединения этих металлов. Органические соединения, как правило, отсутствуют во внешней среде, но более токсичны, чем неорганические, поскольку лучше растворяются в липидах и связываются с тиолсодержащими белками, что способствует их свободному проникновению в клетки. Проникая в клетки, тяжелые металлы вызывают изменение белковых структур, которые становятся чужеродными и для их элиминации в организме вырабатываются соответствующие аутоантитела. У коров аутоантитела к органам пищеварения накапливаются в молозиве и молоке и могут стать одной из причин острых расстройств органов пищеварения у новорожденных телят. В связи с этим определенным научный и практический интерес представляют определение накопления некоторых тяжелых металлов в цепи почва – растения – корма – животные и установление наличие аутоантител в крови крупного рогатого скота, содержащегося на этих территориях.

В настоящее время пристальное внимание исследователей привлекает изучение воздействия окружающей среды на развитие аутоиммунитета и аутоиммунных заболеваний, что связано с расширением влияния антропогенных факторов на живые организмы. Под аутоиммунными заболеваниями понимают поражения иммунной системы, при которых в организме появляются аутоантитела, способные взаимодействовать с собственными антигенами, разрушая тем самым клетки и ткани, содержащие эти антигены [1]. В индустриально развитых странах аутоиммунные заболевания относятся к наиболее распространенным болезням, занимая четвертое место по распространенности и причинам смертности [2, 3]. Причины их возникновения до сих пор неизвестны. Есть серьезные основания полагать, что развитию системных аутоиммунных бо-

лезней способствует регулярная подверженность животных организмов и человека сублетальным дозам соединений тяжелых металлов, в первую очередь ртути [4]. Об этом свидетельствует, в частности, тот факт, что в крови людей, подвергавшихся длительному воздействию тяжелых металлов на производстве, появляются аутоантитела к некоторым антигенам клеточного ядра. Соединения ртути индуцируют также образование аутоантител у лабораторных животных определенных генетических линий при их регулярном введении с питьевой водой, путем подкожных инъекций или ингаляций [5, 6].

У лабораторных животных аутоиммунный процесс, индуцируемый соединениями ртути, кроме появления аутоантител, сопровождается также увеличением сывороточных иммуноглобулинов классов IgG и IgE [7], поликлональной активацией В- и Т-лимфоцитов [3] и появлением отложений иммуноглобулинов в почках [8, 4]. У людей образование подобных комплексов является одним из признаков поражения тяжелыми металлами [9] и сопровождает развитие аутоиммунных болезней [10, 11]. Помимо ртути способностью индуцировать выработку аутоантител у животных и людей обладают также серебро и золото [4, 5, 7, 12].

Методика исследования

Объектом исследования служили почвы южной зоны Амурской области, грубые, сочные и концентрированные корма для крупного рогатого скота, выращенные в этой зоне, сыворотка крови крупного рогатого скота, содержащегося в этой зоне.

Для определения степени загрязнения почвы ртутью, кадмием и свинцом образцы почвы отбирали с глубины пахотного слоя (0-20 см), подпахотного слоя (20-40 см) и подстилающего слоя (40-60 см).

Грубые, сочные и концентрированные корма для определения тяжелых металлов отбирали из разных мест бурта, готовили объединенную пробу, откуда отбирали пробы для анализа.

Определение свинца, кадмия проводили на атомно-адсорбционном спектрофотометре «Хитачи-180-50», ртути из нативного материала атомно-абсорбционным методом на анализаторе газортутом АГП-01.

Аутоантитела в сыворотке крови и молоке выявляли реакцией непрямой гемагглютинации. Сыворотки крови и молока,

давшие положительную реакцию, в последующем разводили для определения титра антител.

Результаты исследования

В сельскохозяйственном производстве Амурской области в течение длительного времени для протравливания семян использовали ртутьсодержащий препарат «Гранозан». Ртуть как примесь содержится в азотных и фосфорных удобрениях, в результате накопления в почве она с кормами попадает в организм сельскохозяйственных животных. Другим источником ртутного загрязнения окружающей среды является сжигание в ТЭЦ и котельных бурых углей.

По данным Государственного комитета по охране окружающей среды Амурской области средние фоновые концентрации ртути в почвах сельхозугодий на юге области колеблются от 0,18 мг/кг для верхнего (0-5 см) и 0,16 мг/кг для нижнего (35-40 см) почвенных грунтов. При этом выявлен целый ряд участков площадью от 1-2 до 100 км² с содержанием ртути в почвах, превышающих средние фоновые концентрации в 2-3 раза, что свидетельствует о сильном загрязнении почв. Наиболее обширный такой участок расположен в зоне интенсивного земледелия.

В почве пахотного слоя сельскохозяйственных угодий южной зоны Амурской области нами выявлено наличие ртути, кадмия и свинца [13-16, 18].

Почвы сельскохозяйственных угодий Амурской области, как правило, имеют кислую реакцию, что создает благоприятные условия для миграции тяжелых металлов из почвы в растения и накопления их в грубых, сочных и концентрированных кормах.

В грубых, сочных и концентрированных кормах обследованных хозяйств содержание тяжелых металлов не превышает МДУ. Свинец присутствует во всех пробах кормов, следы кадмия обнаружены в основном в сочных кормах [13-16].

Таким образом, в грубых, сочных и концентрированных кормах, заготавливаемых в Амурской области, содержатся тяжелые металлы первой группы токсичности (ртуть, свинец, кадмий), обладающие кумулятивными свойствами. Поэтому в зимне-стойловый период, который в условиях Амурской области длится 8,5 месяцев, животные с кормами получают достаточно большое количество тяжелых металлов.

Поступающие с кормами в организм животных тяжелые металлы, как правило, не вызывают острого отравления животных, однако, обладая кумулятивными свойствами, они негативно действуют на многие органы и системы живого организма, в частности вызывают структурные изменения клеточных белков, которые стимулируют образование соответствующих аутоантител.

В сыворотке крови коров ОПХ ВНИИ сои больше всего выявлено коров с наличием аутоантител к антигенам слизистой сычуга – 79,3%, из них у 66,0% коров антитела выявлены в нативной сыворотке. Аутоантитела к антигенам тонкого кишечника выявлены у 72,2% коров, из них у 58,4% антитела выявлены только в нативной сыворотке. К антигенам печени антитела выявлены в 61,2% случаев, в том числе у 43,6% – только в нативной сыворотке.

В молоке коров ОПХ ВНИИ сои больше всего выявлено антител к антигенам слизистой оболочки сычуга, затем печени и слизистой оболочки кишечника. У большинства коров антитела к органам пищеварения выявляли только в нативной сыворотке, хотя у 24,2-27,3% животных антитела содержались в титрах от 1:2 до 1:64. Несколько иное содержание аутоантител в молоке коров агрофирмы «Партизан». У 100% обследованных животных выявлены антитела к антигенам слизистой оболочки тонкого кишечника и печени и у 96,9% – к антигенам слизистой сычуга. У коров агрофирмы «Партизан» антитела выявлены в более высоких титрах по сравнению с животными ОПХ ВНИИ сои.

Наличие аутоантител к антигенам сычуга, тонкого отдела кишечника и печени выявлено в сыворотке крови коров частного сектора.

Таким образом, поступление крупному рогатому скоту с грубыми, сочными и концентрированными комами тяжелых металлов первой группы токсичности сопровождается образованием аутоантител к некоторым органам пищеварения.

Таким образом, наличие в почве, кормах тяжелых металлов первой группы токсичности в количествах, не превышающих предельно допустимые, и поступление их в организм крупного рогатого скота сопровождается активацией иммунной системы, накоплением аутоантител к органам пищеварения в крови и молоке коров.

Библиографический список

1. Галактионов В.Г. Иммунология. – М.: Академия, 2004 – 528 с.
2. Evans H., Taioli E., Toniolo P. et al. Serum autoantibody to nervous system proteins: isotypes in workers exposed to cadmium and nickel // *Toxicologist*. – 1994. – N 14. – P. 291.
3. Johansson U., Hansson-Georgiadis H., Hultman P. The genotype determines the B-cell response in mercury-treated mice // *Int. Arch. Allergy Immunol.* – 1998. – Vol. 116. – N 4. – P. 295-305.
4. Havarinasab S., Pollard K.M., Hultman P. Gold- and silver-induced murine autoimmunity—requirement for cytokines and CD28 in murine heavy metal-induced autoimmunity // *Clin. Exp. Immunol.* – 2009. – Vol. 155. – N 3. – P. 567-576.
5. Hansson M., Abedi-Valugerdi M. Xenobiotic metal-induced autoimmunity: mercury and silver differentially induce antinucleolar autoantibody production in susceptible H-2s, H-2q, H-2f mice // *Clin. Exp. Immunol.* – 2003. – Vol. 131. – N 3. – P. 405-414.
6. Rowley B., Monestier M. Mechanisms of heavy metal-induced autoimmunity // *Mol. Immunol.* – 2005. – Vol. 42. – N 7. – P. 833-838.
7. Abedi-Valugerdi M. Mercury and silver induce B cell activation and anti-nucleolar autoantibody production in outbred mouse stocks: are environmental factors more important than the susceptibility genes in connection with autoimmunity? // *Clin. Exp. Immunol.* – 2009. – Vol. 155. – N 1. – P. 117-124.
8. Bigazzi P.E. Metals and kidney autoimmunity // *Environ. Health Perspect.* – 1999. – Vol. 107. – N 5. – P. 753-765.
9. Ohsawa M. Biomarkers for responses to heavy metals // *Cancer Causes and Control*. – 1997. – Vol. 8. – N 3. – P. 514-517.
10. Markowitz G.S., D'Agati V.D. Classification of lupus nephritis // *Curr. Opin. Nephrol. Hypertens.* – 2009. – Vol. 18. – N 3. – P. 220-225.
11. Tormey V.J., Bunn C.C., Denton C.P., Black C.M. Anti-fibrillar antibodies in systemic sclerosis // *Rheumatology*. – 2001. – Vol. 40. – N 10. – P. 1157-1162.
12. Havarinasab S., Johansson U., Pollard K.M., Hultman P. Gold causes genetically determined autoimmune and immunostimulatory responses in mice // *Clin. Exp. Immunol.* – 2007. – Vol. 150. – N 1. – P. 179-188.
13. Гаврилов Ю.А., Харина С.Г., Голвченко Е.А. Влияние загрязнения агроценозов средствами химизации на некоторые биохимические показатели крови свиней // *Агроэкология и охрана окружающей среды: сб. науч. докл. Всерос. науч.-практ. конф. (Балашиха)*. – М., 2001. – С. 34-37.
14. Гаврилов Ю.А., Диких Н.Ю., Кручинкина Т.В., Никитина А.А. Влияние экологического неблагополучия на некоторые показатели биохимического статуса крупного рогатого скота // *Современные проблемы и достижения аграрной науки в животноводстве и растениеводстве: сб. ст. юбил. Междунар. науч.-практ. конф. – Барнаул, 2003.* – С. 6-13.
15. Гаврилов Ю.А., Диких Н.Ю. Воздействие средств химизации на организм крупного рогатого скота и фармакологическая коррекция возникающих изменений // *Актуальные проблемы ветеринарной патологии и морфологии животных: матер. Междунар. науч.-производ. конф. – Воронеж, 2006.* – С. 579-584.
16. Макаров Ю.А., Гаврилов Ю.А., Харина С.Г., Гаврилова Г.А. Миграция ртути в агроэкосистеме: почва – растение – (корм, рацион) – животное // *Миграция тяжелых металлов и радионуклидов в звене: почва, растение (корм, рацион) – животное – продукт животноводства: матер. Второго Междунар. симп. – Вел. Новгород, 2000.* – С. 106-109.
17. Гаврилов Ю.А., Макаров Ю.А. Токсическое действие тяжелых металлов на организм крупного рогатого скота // *Вестник РАСХН.* – 2006. – № 5. – С. 81-83.
18. Радомская В.И., Радомский С.М., Куимова Н.Г., Гаврилова Г.А., Путинцев Д.В. Тяжелые металлы в компонентах ландшафта юга Зейско-Буреинской равнины // *Сибирский экологический журнал.* – 2008. – № 6. – С. 841-849.

