



## МЕТОДОЛОГИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АГРАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В ЗОНЕ УРАЛА

**И. А. ШКУРАТОВА,**

*доктор ветеринарных наук, профессор, директор, Уральский НИВИ Россельхозакадемии,*

**И. М. ДОННИК,**

*доктор биологических наук, профессор, академик РАСХН, ректор, Уральская ГСХА,*

**А. В. ТРАПЕЗНИКОВ,**

*доктор биологических наук,*

**А. Г. ИСАЕВА,**

*кандидат биологических наук, доцент,*

**Н. А. ВЕРЕЩАК,**

*доктор ветеринарных наук,*

**А. С. КРИВОНОГОВА,**

*аспирант,*

**А. А. БАРАНОВА,**

*аспирант, Уральский НИВИ Россельхозакадемии*

**Ключевые слова:** экологический мониторинг, тяжелые металлы, исследования кормов, гематологические исследования.

**Keywords:** environmental monitoring, heavy metals, research feeds, hematology.

В современных условиях интенсивного развития промышленности происходит загрязнение почвы, воды, кормов, воздуха опасным для здоровья животных уровнем химического, радиоактивного, биологического загрязнения. Большие площади сельскохозяйственных угодий загрязнены тяжелыми металлами, пестицидами, бытовыми отходами. Так, например, в Свердловской области 2/3 площади активного земледелия подвергнуты техногенному загрязнению, 45 тыс. км<sup>2</sup> загрязнены радионуклидами, вследствие аварии в 1957 г. на НПО «Маяк». В области загрязнено и непригодно к использованию для сельскохозяйственных и лесохозяйственных целей 32,8 тыс. га [1, 7].

Для оценки влияния факторов среды на организм животных, выявления их биологических особенностей, состояния здоровья, качество продукции нами была разработана и осуществлена в разных районах Урала система комплексного мониторинга агропредприятий по ряду экологических и биологических параметров.

### **Материалы и методы исследований.**

Для определения экологической характеристики предложена методика, включающая исследование в контрольных пунктах кормов, составляющих суточный рацион коров, питьевой воды, используемой на ферме, снежного покрова одного зимнего периода на содержание 10 элементов: Zn, Cu, Al, Mn, Cd, Pb, F, <sup>90</sup>Sr, <sup>137</sup>Cs, <sup>210</sup>Pb. Эти же вещества определяли в мышечной, костной ткани, печени, почках, лимфатических узлах крупного рогатого скота, а также в молоке.

Отбор материала производили по определенной схеме: от 5–6 коров 2–3 лактации после убоя отбирали пробы мышечной и костной ткани и паренхиматозных органов для токсикологических, радиологических и радиохимических исследований.

Для оценки состояния животных 2 раза в год (стойловый и пастбищный период) проводили диспансеризацию дойного стада. Кроме того, в каждом хозяйстве были подобраны модельные группы коров одного возраста (2 лактации), физиологического состояния (первой

половины стельности), средней продуктивности, у которых производили забор крови для гематологического, иммунологического и биохимического исследований.

Для токсикологического и радиохимического анализов брали пробы молока из сборной емкости после утреннего доения в количестве 10 л, питьевой воды — из водопровода в стеклянные бутылки в помещении МТФ. На всех фермах были взяты пробы кормов, составляющих суточный рацион коров, отбор и упаковку проводили по стандартной методике [3].

Для выбора меры нагрузки на экосистему и ежегодное поступление в нее токсикантов использовали тестирование снеговой воды. Пробы снега отбирали в марте на территории ферм, на всю глубину снежного покрова, на участке 50 x 50 см. Снег помещали в эмалированные емкости, растапливали при комнатной температуре, фильтровали и концентрировали в 10 раз. На спектрометре РУ-403 определяли содержание приоритетных поллютантов — Cu, Zn, Al, Mn, Cd, Pb, F. Перерасчет выпадений производили на единицу площади. Результаты отражают накопление тяжелых металлов в зимний период и позволяют ориентировочно судить о годовых выпадениях.

Радиологические и радиохимические исследования включали определение во всех вышеуказанных пробах <sup>90</sup>Sr, <sup>137</sup>Cs. Проводили высушивание и озоление проб, а затем исследовали общепринятыми радиохимическими методами, основанными на выщелачивании проб и осаждении оксалатов щелочноземельных элементов и последующим выделением из раствора. Радиометрию проводили на малофоновой установке УМФ-1500 с торцевым счетчиком СБТ-13 при статистической ошибке измерений не более 10 %. Кроме того, в каждом хозяйстве измеряли общий гамма-фон на территории, в корпусах МТФ и на пастбищах с помощью СРП-68-01.

Токсикологические исследования на содержание тяжелых металлов проводили методом атомно-абсорбционной спектрометрии на приборе Perkin Elmer-403 с предварительным сухим озолением

проб растительных кормов и кислотным гидролизом биологических тканей.

Гематологические исследования включали подсчет количества лейкоцитов и эритроцитов, абсолютного содержания лимфоцитов, определение лейкоцитарной формулы в мазках крови, окрашенных по Романовскому — Гимзе, содержание гемоглобина, цветного показателя. При биохимическом анализе определяли содержание общего белка, белковых фракций, глюкозы, холестерина, аминотрансфераз — АСТ, АЛТ, кальция, фосфора, железа. Иммунологический статус характеризовали следующие показатели: абсолютное и относительное содержание Т- и В-лимфоцитов, которое определяли методом прямого Е- и ЕАС-розеткообразования, ЦИК методом осаждения в полиэтиленгликоле с молекулярной массой 6000, активности фагоцитоза с помощью опсоно-фагоцитарной реакции, сывороточных иммуноглобулинов основных классов (G и M) — путем электрофореза сывороток крови в геле агарозы марки В.

#### Результаты исследований.

Для исследований были подобраны сельскохозяйственные предприятия из разных по техногенной нагрузке территорий:

— расположенные вблизи крупных промышленных предприятий, характеризующиеся преимущественным загрязнением промышленными выбросами (зона техногенных загрязнений);

— расположенные в зоне Восточно-Уральского радиоактивного следа (зона ВУРС) и других источников радиоактивного загрязнения (Белоярская атомная станция — БАЭС);

— расположенные в зоне, представленной одновременным сочетанием 1 и 2 факторов;

— расположенные в зоне относительного экологического благополучия (контрольные).

Всего было обследовано около 20000 голов крупного рогатого скота в 25 сельскохозяйственных предприятиях Свердловской, Курганской и Челябинской областей.

Установлено, что содержание радионуклидов в кормах различных хозяйств существенно отличается. Однако в хозяйствах зоны ВУРС оно находилось на верхних пределах значений ПДК. Наиболее высокая концентрация стронция-90 выявлена в питьевой воде — 2,05 пКи/л. Изучение загрязнения радионуклидами снежного покрова показало, что в зоне ВУРСа содержание цезия-137 более чем в 2 раза выше по сравнению с «условно чистой» зоной.

Установлено, что содержание тяжелых металлов в кормах подвержено значительным колебаниям и зависит от близости расположения кормовых угодий к промышленным предприятиям и автомагистралям. В зоне техногенных загрязнений приоритетными поллютантами являются свинец, кадмий, алюминий, марганец, а также фтор. Зачастую отмечается нарушение баланса микроэлементов — недостаток меди, йода, иногда цинка. При расположении хозяйств вблизи от автомагистралей с интенсивным движением основным загрязнителем кормов является свинец, накапливающийся в сене и силосе.

Ежедневное поступление тяжелых металлов в организм животных с кормами, водой аэрогенно ведет к накоплению их в органах и тканях. Наиболее токсичные элементы — свинец и кадмий в значительных количествах кумулируются у животных в техногенно загрязненных зонах. Выявлено, что у животных из хозяйств первой группы содержание меди и цинка в печени в 3–5

раз превышает ПДК, превышение по кадмию в почках составляет 270–320 %, в мышечной ткани — 185–210 %. Уровень свинца в костной ткани в отдельных хозяйствах в 6–8 раз превышает ПДК [2, 5].

Аномальное содержание тяжелых металлов в окружающей среде, органах и тканях животных оказывает влияние на формирование особого спектра незаразной патологии. При проведении клинического обследования коров установлено, что в хозяйствах с повышенным содержанием кадмия у 55–60 % коров в моче обнаруживается белок, скрытая кровь, в осадке выявляются эритроцитарные, гиалиновые, иногда жировые цилиндры, клетки переходного и почечного эпителия, что свидетельствует о глубоком нарушении функции почек. При постоянном поступлении свинца основным органом-мишенью становится печень. Клинически выраженные поражения печени: увеличение, болезненность, иктеричность слизистых оболочек — регистрируются у 42–47 % животных. Неадекватное обеспечение питательными веществами, техногенный прессинг вызывает напряжение в деятельности сердечно-сосудистой системы. Признаки миокардиодистрофии выявлены у 53 % коров в хозяйствах 1 и 3 группы. При повышенных уровнях свинца, цинка, алюминия до 40 % животных имеют признаки остеодистрофии и увеличение печени.

Накопление техногенных микроэлементов нарушает физиологический баланс и способствует появлению эндемических болезней. Так, в ряде районов Свердловской области были зарегистрированы вспышки зобной болезни телят. Причем поражение новорожденных телят в хозяйствах, расположенных вблизи от металлургических предприятий, с высоким содержанием в кормах фтора и марганца достигало 75 %, тогда как в «условно благополучных» районах данная патология выявлялась у 5–8 % животных.

Анализ статистических данных показал, что в хозяйствах, расположенных в зонах техногенных загрязнений, падеж и выбраковка телят в 2–3 раза выше, чем на других территориях. В экологически неблагополучных районах отмечено большое число мертворожденных телят (1,57–3,49 %).

Для выявления степени адаптации и функциональных возможностей организма проводили биохимическое исследование крови по основным показателям. Установлено, что при загрязнении окружающей среды тяжелыми металлами наиболее выраженные сдвиги происходят в белковом обмене. У животных из всех хозяйств, расположенных в экологически напряженных районах, имеет место гипо- и диспротеинемия. Содержание общего белка в сыворотке крови снижается на 19,4 %, альбуминов — в 2,2, гамма-глобулинов — в 3,1 раза, при одновременном повышении на 22,3 % бетта-глобулинов, что свидетельствует о нарушении белковообразовательной функции печени. Характерно снижение уровня мочевины на 74,1 % по сравнению с физиологическими нормативами. Повреждающее действие на клетки ксенобиотиков проявляется в повышении активности аминотрансфераз. По сравнению с «условно чистыми» районами активность АсАТ бывает повышена на 17–19 %, АсАТ — на 13–15 %.

В механизмах адаптации большое значение имеет состояние системы крови, изменения которой являются важным показателем влияния внешней среды на организм. Благодаря особой реактивности кровь играет основополагающую роль в резистентности, а ее изменения позволяют проанализировать тонкие механизмы



адаптогенеза. Исследования показали, что гематологические показатели у животных из разных экологических зон колеблются в широких пределах. Так, в хозяйствах с повышенным уровнем свинца и кадмия отмечено некое угнетение эритропоэза, содержание эритроцитов находится в пределах 4,9–5,4 млн/мкл, преобладают микроцитарные формы эритроцитов. Более выраженные изменения зарегистрированы в белой крови. В хозяйствах, испытывающих радиационный и техногенный прессинг (зона ВУРС), содержание лейкоцитов в единице объема крови колебалось от  $3,1 \pm 0,9$  тыс. клеток до  $4,0 \pm 0,7$  тыс. мкл, тогда как в более благополучных районах этот показатель составлял  $6,5 \pm 0,3 - 8,2 \pm 0,7$  тыс. мкл. У животных, находящихся в наиболее напряженной экологической обстановке, достоверно снижена продукция лимфоцитов, количество которых не превышает 2,5 тыс. клеток в 1 мкл крови. В зоне техногенных загрязнений АКП колеблется в пределах 5,5–6,5 тыс. кл./мкл. Для экологически благополучной зоны этот показатель составляет 4,7–5 тыс. кл./мкл. Выявлены также изменения абсолютного содержания моноцитов. В зоне действия ВУРС и высокого техногенного загрязнения абсолютное количество моноцитов колебалось от  $246 \pm 12,2$  до  $294 \pm 11,9$  кл./мкл, тогда как в более чистых районах абсолютное содержание моноцитов было в пределах  $188,5 \pm 14,2 - 200 \pm 13,6$  кл./мкл крови. Моноциты — это самые активные фагоцитирующие клетки периферической крови, играющие важную роль в клеточном иммунитете. В данной ситуации начинает доминировать наиболее устойчивая форма иммунологической защиты — фагоцитоз. По всей вероятности, такие нормативы сложились в процессе адаптации животных, направленной на сохранение функционального гомеостаза. Проводя сравнительный анализ фагоцитарной активности нейтрофилов крупного рогатого скота из разных экологических территорий, было выявлено, что общая ФА у животных из наиболее неблагополучных зон была значительно ниже, чем в чистых зонах ( $11,9 \pm 1,7 - 13,4 \pm 1,8$  %). Иные показатели фагоцитоза выявлены у животных, содержащихся в условиях, исключающих техногенные выбросы, но подверженных длительному воздействию малых доз радиации. У них активность фагоцитоза составила  $75,6 \pm 4,8$  %. Следовательно, при длительном воздействии малых доз радиации одновременно с угнетением функции лимфоидной системы происходит активизация фагоцитоза как явление иммунологической защиты в процессе длительной адаптации животных в данных экологических условиях.

Хроническое воздействие техногенных факторов вызывает ряд общих изменений в гемопоэзе и

иммунобиологической реактивности организма. У животных, испытывающих комплексную нагрузку тяжелыми металлами, происходит угнетение гемопоэтической функции, что выражается в достоверном снижении количества эритроцитов на 17,9, гемоглобина — на 27,1, цветного показателя — на 9,3 %. Изменения лейкоцитарной формулы характеризуются эозинофилией и относительным моноцитозом.

В процессе адаптации крупного рогатого скота к сложившимся экологическим условиям в организме животных происходят количественные и качественные изменения в показателях иммунокомпетентной системы в сторону снижения [4, 6]. У животных из территорий, характеризующихся значительным техногенным загрязнением, выявлено понижение синтеза Ig G и M, фагоцитарной активности крови, Т-лимфоцитов. Одновременно установлено повышение в 1,5–2 раза по сравнению с контролем концентрации ЦИКов, являющихся интегральным показателем антигенной нагрузки на иммунную систему.

В зоне Восточно-Уральского радиоактивного следа не выявлено клинически выраженных изменений среди дойных коров. Однако анализ ветеринарной отчетности показывает, что отход новорожденного молодняка в хозяйствах данной зоны в 3–4 раза превышает среднеобластные значения при относительном инфекционном благополучии.

Исследования, проведенные в чистых хозяйствах «условно чистой» зоны, показали, что доминирующей патологией является нарушение обмена веществ, связанное с нарушением технологии содержания, недостаточным обеспечением животных питательными веществами, макро- и микроэлементами.

#### Выводы.

Таким образом, основным методологическим принципом оценки территорий сельскохозяйственного производства является комплексная экспертиза как загрязненности территории (воды, кормовых культур, снежного покрова), так и накопления этих же токсикантов в организме животных данных территорий. Из результатов проведенных исследований вытекает существенный практический аспект ветеринарной проблемы. Мы считаем, что различные контролирующие лаборатории (метрологии и стандартизации, сертификации и т. д.) должны в обязательном порядке проводить экспертную оценку качества животноводческой продукции, полученной в тех или иных условиях среды, исследования на соответствующие приоритетные химические элементы, в том числе тяжелые металлы, которыми загрязняют территорию сельскохозяйственных предприятий расположенные вблизи промышленные объекты.

#### Литература

1. Донник И. М., Шкуратова И. А., Верещак Н. А. Экологический мониторинг здоровья продуктивных животных в условиях Среднего Урала. Агроэкологическая безопасность в условиях техногенеза // Сб. научн. докладов междунар. симпоз. Казань : Медок, 2006. Ч. 1. С. 180–186.
2. Донник И. М., Шкуратова И. А., Бейкин Я. Б. Влияние экологических факторов на организм животных // Ветеринария. 2007. № 6. С. 38–43.
3. Таланов Г. В., Хмелевский Б. Н. Санитария кормов : справочник. М. : Агропромиздат, 1991. С. 225–229.
4. Шкуратова И. А., Ряпосова М. В., Бодрова О. С. Коррекция иммунного статуса высокопродуктивных коров // Ветеринария. 2008. № 2. С. 11–12.
5. Шкуратова И. А., Донник И. М. Динамика накопления тяжелых металлов у крупного рогатого скота // Ветеринария. 2008. № 4. С. 37–41.
6. Шкуратова И. А., Донник И. М., Верещак Н. А. Воздействие экотоксикантов на иммунную систему животных // Современное состояние и перспективы исследований по инфекционной патологии животных, рыб и пчел : мат. междунар. научно-практ. конф. к 110-летию ВИЭВ, 9–10 октября 2008 г. М., 2008. С. 322–325.
7. Фирсова В. П., Мещеряков В. П. Экологическое состояние почвенного покрова Урала и его охрана // Проблемы экологии окружающей среды : тез. докл. науч.-практ. конф. «Уралэкология-96». Екатеринбург, 1996. С. 19–20.