

**ЦИТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРИ ОЦЕНКЕ
АДАПТИВНОСТИ МОЛОЧНОГО СКОТА К ТЕХНОГЕННОЙ
ЭКОТОКСИКАЦИИ В СВЯЗИ С АВАРИЕЙ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС**

**В.В. КАЛАШНИКОВ¹, А.А. КОРОВУШКИН², С.А. НЕФЕДОВА²,
Е.А. ШАШУРИНА²**

В условиях Рязанской области у коров-первотелок черно-пестрой породы, больных маститом, лейкозом и гипотиреозом, определяли частоту фенотипических aberrаций лимфоцитов (дицентрики, ядерные хвосты, ядерные мости, микроядра разного размера) в зависимости от степени экотоксикации йодэндемичной территории тяжелыми металлами и ^{137}Cs . Показано, что между числом мутаций, частотой регистрируемых патологий, уровнем радиационного фона и общим экотоксическим состоянием среды существует прямая зависимость. В частности, число ядер с хвостами может использоваться в качестве критерия при тестировании животных на предрасположенность к лейкозу на экологически неблагополучных территориях. Обнаруженные нами цитоморфологические отклонения служат маркерами изменения генофонда в популяциях крупного рогатого скота, что необходимо учитывать при ветеринарной и селекционной работе в йодэндемичных зонах, загрязненных тяжелыми металлами и радионуклидами. При пероральном введении Ca^{2+} -антагониста нифедипина (блокатор «медленных» кальциевых каналов, оптимизирующий внутривиклеточную концентрацию Ca^{2+} в миокарде) телятам в возрасте до 6 мес процессы митоза нормализовались, что позволяет использовать этот препарат для восстановления физиологических адаптивных реакций.

Ключевые слова: лимфоциты, ядерные aberrации, экология среды обитания, крупный рогатый скот, мастит, лейкоз, гипотиреоз.

Keywords: lymphocytes, nuclear aberrations, ecology, environment, cattle, mastitis, leukemia.

Крупный рогатый скот черно-пестрой породы обладает высоким генетическим потенциалом молочной продуктивности, эффективность использования которого требует совершенствования имеющихся и разработки новых приемов селекции, учитывающих, в частности, адаптивность животных к условиям среды. Однако исследования динамики мобилизационного резерва наследственной изменчивости у этой породы на территориях с естественной йодной эндемией, в зонах экологического неблагополучия после аварии на Чернобыльской АЭС, на территориях вблизи промышленных объектов, где неизбежно загрязнение тяжелыми металлами, крайне ограничены (1-4).

Часть сельскохозяйственных угодий Рязанской области — зоны с естественной недостаточностью йода в почве, загрязнением тяжелыми металлами от промышленных источников и радионуклидами, выпавшими в виде осадков после аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году. Подобное сочетание экотоксических факторов среды требует комплексного подхода к оценке их влияния на объекты сельскохозяйственного производства, в частности на адаптивность молочного скота, для прогнозирования которой определяли наблюдаемую частоту ядерных aberrаций (5) и цитоморфологические изменения хромосом лимфоцитов (6).

Осуществляя мониторинг адаптивности животных, главное внимание необходимо уделять обнаружению различных хромосомных aberrаций в клетках крови при лейкозе, мастите и гипотиреозе (7, 8), выявлению наиболее информативных тест-маркеров стресс-состояния (9). Следует отметить, что в условиях йодной эндемии эндокринная система особенно чувствительна к йод-депрессивному эффекту нитратов, парааминосалициловой кислоты, соединений тиомочевины, тиосурацила, сульфаниламида, цианогенных гликозидов, практически всех экотоксикантов, используемых

на сельскохозяйственных угодьях, где заготавливаются корма (10).

Один из безгормональных приемов, позволяющий оптимизировать функции сердечно-сосудистой системы, вымени, а также повысить иммунитет в условиях промышленных технологий животноводства, — использование Ca^{2+} -антагониста на этапе раннего постнатального онтогенеза для усиления компенсаторно-приспособительных реакций миокарда у гипотиреоидных телят (11).

Для эффективного прогноза и коррекции состояния молочного скота на территориях с естественной йодной эндемией, промышленным загрязнением и экотоксикацией почв радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской АЭС представлялось целесообразным выявить связь цитоморфологических характеристик клеток крови с функцией органов и систем у поголовья, его резистентностью к заболеваниям, а также проанализировать кариотипические изменения при регуляции компенсаторной адаптивности с использованием безгормонального препарата Ca^{2+} -антагониста, что и послужило целью настоящей работы.

Методика. Научно-производственные эксперименты проводили в хозяйствах Рязанской области в 1998-2007 годах согласно общепринятой методике зоотехнических опытов в группах животных-аналогов чернопестрой породы — здоровых и больных первотелках (при оценке проявления лейкоза, мастита и гипотиреоза), а также телятах в возрасте от рождения до 18 мес (для определения эффекта Ca^{2+} -антагониста на адптивность). Животные получали грубые и сочные корма по нормам ВИЖ (12) из расчета среднесуточного прироста живой массы в возрасте до 6 мес — 650 г, от 6 до 12 мес — 600 г, от 12 до 18 мес — 550 г в соответствии со стандартом для породы. Продуктивность первотелок оценивали, как описано ранее А.А. Коровушкиным (1). Ca^{2+} -антагонистом служил нифедипин (блокатор «медленных» кальциевых каналов, оптимизирующий внутриклеточную концентрацию Ca^{2+} в миокарде), который вводили перорально в виде масляного раствора в дозе 0,25 мг/кг живой массы каждую 1-ю неделю в течение 6 мес после рождения (13).

Частоту хромосомных aberrаций (дицентрики, ядерные хвосты, ядерные мосты, микроядра) определяли по методике А.Ф. Яковлева (14) в выборках из 500 клеток (по 30 препаратов от каждого животного). Аномалии регистрировали для лимфоцитов, не имеющих признаков дегенерации и повреждений, с зоной цитоплазмы, имеющей ровную округлую форму (15).

Гематологические, иммунологические и биохимические показатели крови определяли согласно описаниям (9).

Биометрическую обработку данных осуществляли по рекомендациям Э.В. Ивантера, А.В. Коросова (16). Статистический анализ экотоксикации радионуклидом ^{137}Cs йодэндемичных территорий на фоне загрязнения тяжелыми металлами проводился, как описано ранее (6).

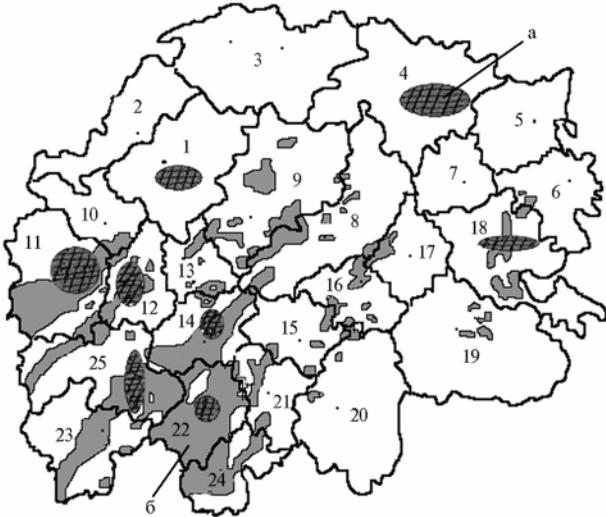
Результаты. По экотоксикации радионуклидами мы разделили подтаежную и лесостепную йодэндемичную территорию Рязанской области, одновременно загрязненную тяжелыми металлами, на условно благополучные и условно неблагополучные зоны. В качестве маркерного радионуклида использовали ^{137}Cs , оценивая его содержание в почве на глубине до 20 см и 20-40 см, что обусловлено скоростью проникновения ^{137}Cs в плодородный слой в зависимости от типа почвы. Так, в лесостепной зоне (Путятинский, Чучковский, Кадомский, Шиловский районы) экотоксикация оказалась ниже, чем в подтаежной (Рязанский в районе левобережья Оки, Клепиковский, Спасский, Сасовский районы), на 10,9-101,6 и 5,1-

14,7 Бк/кг на глубине соответственно до 20 и 20-40 см. Характеризуя территорию ландшафтно-географических зон Рязанской области по загрязнению экотоксикантами, следует отметить, что радионуклидные осадки после аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году выпали не на всей территории, а в направлении с юго-запада на северо-восток. Естественный радиационный фон на глубине 20-40 см по ^{137}Cs 12,20-17,03 Бк/кг (до 20 см — 25,01-29,30 Бк/кг) позволяет отнести территорию к условно благополучным, 20,0-32,3 и 29,6-71,9 Бк/кг — соответственно к среднезагрязненным и условно неблагополучным (6). На карте отражены йодэндемичные зоны с загрязнением радионуклидами и промышленными экотоксикантами (рис.).

На территории Рязанской области содержание йода в почве — 0,0124-0,0934 мг/кг, в воде — ниже 0,1 мг/дм³, что соответствует зоне риска йодной эндемии. При сравнении динамики состояния атмосферы в подтаежной зоне оказалось, что в экологически неблагополучной зоне количество свинца, мышьяка, аммиака, ацетона, сероуглерода и формальдегида в воздухе больше (соответственно на 5,59; 1,20; 4,90; 3,82; 3,69 и 1,18 мг/м³). В лесостепной зоне на загрязненной территории все изучаемые показатели атмосферы также превышали ПДК (соответственно в 685,7; 4,2; 24,0; 8,0; 780,0 и 40,0 раза) и разница между условно благополучной и загрязненной частью территории по перечисленным токсикантам составляла соответственно 4,79; 1,70; 4,50; 2,70; 3,89 и 1,38 мг/м³.

В гидросфере лесостепной зоны по цинку, свинцу, мышьяку и меди показатели превысили норму соответственно в 5,0; 1,3; 7,6 и 2,0 раза; в подтаежной зоне концентрация цинка, свинца и меди в воде была больше нормы (соответственно на 14,4; 1,37 и 4,0 мг/л), в лесостепной — только мышьяка (на 0,28 мг/л).

В почве загрязненной части подтаежной зоны отмечалось превышение ПДК по свинцу, кадмию, цинку, никелю и хрому соответственно на 2,50; 33,50; 2,30; 2,40 и 0,73 мг/кг; в неблагополучной части лесостепной зоны загрязнение перечисленными токсикантами составило соответственно 1,10 ПДК, 1,60 ПДК, 1,08 ПДК, 1,01 ПДК и 13,00 ПДК. При этом по свинцу в лесостепной зоне загрязнение было на 0,7 мг/кг выше, чем в подтаежной; по остальным металлам, наоборот, показатели в подтаежной зоне оказались больше (по кадмию, цинку, никелю и хруму соот-



Зоны, одновременно загрязненные радионуклидами и промышленными экотоксикантами, на йодэндемичной территории Рязанской области: 1-25 — соответственно районы Рязанский, Рыбновский, Спас-Клепиковский, Касимовский, Ермишинский, Кадомский, Пителинский, Шиловский, Спасский, Захаровский, Михайловский, Пронский, Старожиловский, Кораблинский, Сапожковский, Путятинский, Чуховский, Сасовский, Шацкий, Сараевский, Ухоловский, Ряжский, Милославский, Новодеревенский (Ал-Невский), Скопинский; а — обозначение зон загрязнения тяжелыми металлами, б — обозначение зон загрязнения радиоактивного загрязнения в результате аварии на Чернобыльской АЭС (1998-2007 годы).

0,0934 мг/кг, в воде — ниже 0,1 мг/дм³, что соответствует зоне риска йодной эндемии. При сравнении динамики состояния атмосферы в подтаежной зоне оказалось, что в экологически неблагополучной зоне количество свинца, мышьяка, аммиака, ацетона, сероуглерода и формальдегида в воздухе больше (соответственно на 5,59; 1,20; 4,90; 3,82; 3,69 и 1,18 мг/м³). В лесостепной зоне на загрязненной территории все изучаемые показатели атмосферы также превышали ПДК (соответственно в 685,7; 4,2; 24,0; 8,0; 780,0 и 40,0 раза) и разница между условно благополучной и загрязненной частью территории по перечисленным токсикантам составляла соответственно 4,79; 1,70; 4,50; 2,70; 3,89 и 1,38 мг/м³.

В гидросфере лесостепной зоны по цинку, свинцу, мышьяку и меди показатели превысили норму соответственно в 5,0; 1,3; 7,6 и 2,0 раза; в подтаежной зоне концентрация цинка, свинца и меди в воде была больше нормы (соответственно на 14,4; 1,37 и 4,0 мг/л), в лесостепной — только мышьяка (на 0,28 мг/л).

В почве загрязненной части подтаежной зоны отмечалось превышение ПДК по свинцу, кадмию, цинку, никелю и хруму соответственно на 2,50; 33,50; 2,30; 2,40 и 0,73 мг/кг; в неблагополучной части лесостепной зоны загрязнение перечисленными токсикантами составило соответственно 1,10 ПДК, 1,60 ПДК, 1,08 ПДК, 1,01 ПДК и 13,00 ПДК. При этом по свинцу в лесостепной зоне загрязнение было на 0,7 мг/кг выше, чем в подтаежной; по остальным металлам, наоборот, показатели в подтаежной зоне оказались больше (по кадмию, цинку, никелю и хруму соот-

ветственно на 32,90; 0,50; 1,20 и 0,13 мг/кг).

У животных из экологически загрязненных ^{137}Cs районов мы выявили достоверно большее число лимфоцитов с микроядрами (табл. 1).

1. Цитоморфологическая характеристика аберраций по типу микроядер в лимфоцитах у первотелок черно-пестрой породы из хозяйств Рязанской области (1998-2007 годы)

Район	Число в расчете на 500 клеток, $\bar{X} \pm x$		Доля микроядер в зависимости от размера, %		
	лимфоцитов с микроядрами	общее микроядер	0,5-1,0 мкм	1,1-3,0 мкм	3,1-5,0 мкм
Клепиковский ($n = 10$)	1,10±0,139	1,70±0,199	13,72	70,59	15,69
Рязанский ($n = 10$)	3,00±0,214	2,90±0,222	13,80	71,11	16,09
Шиловский ($n = 10$)	13,60±0,370	54,70±1,920	32,91	41,62	25,47
Кадомский ($n = 10$)	14,93±0,395	57,00±1,966	33,98	40,29	25,73
Спасский ($n = 10$)	27,47±0,853	134,13±5,051	78,00	12,15	9,84
Ряжский ($n = 10$)	25,90±0,642	131,03±6,032	75,91	11,90	12,19

2. Результаты микроядерного теста у здоровых и больных первотелок черно-пестрой породы из хозяйств, расположенных в условно неблагополучных зонах Рязанской области (1998-2007 годы)

Показатель	Группа животных			
	здоровые ($n = 30$)	больные		
		лейкозом ($n = 30$)	маститом ($n = 30$)	гипотиреозом ($n = 30$)
Число лимфоцитов с микроядрами (в расчете на 500 клеток, $\bar{X} \pm x$)	1,08±0,060	7,52±0,136*	1,19±0,067	5,14±0,136
Общее число микроядер в маркерных лимфоцитах ($X \pm x$)	1,63±0,150	34,00±0,742*	2,31±0,126*	6,17±0,122
Доля микроядер в зависимости от размера, %:				
0,5-1,0 мкм	20,51	74,02	11,36	40,78
1,1-3,0 мкм	71,79	20,27	45,45	13,68
3,1-5,0 мкм	7,70	5,71	43,19	45,54

* $P = 0,001$.

На экологически неблагоприятных территориях у животных, больных лейкозом и маститом, результаты микроядерного теста различались (табл. 2). Известно, что увеличение частоты клеток с микроядрами свидетельствует о кариотипической нестабильности в популяции (17). Повышение показателей микроядерного теста мы отмечали как при лейкозе, так и при мастите, однако при лейкозе, когда и гуморальные, и клеточные факторы защиты у животных ослаблены, частота аберраций увеличивалась. В частности, у лейкозных коров число маркерных лимфоцитов и микроядер (см. табл. 2) в среднем было соответственно в 7,0 и 4,5 раза выше, чем у здоровых, у больных маститом — на 10,2 % выше. Иными словами, для воспалительного процесса (мастит) в отличие от лейкоза практически не характерно наличие цитогенетических изменений. При гипотиреозе число лимфоцитов с микроядрами и микроядер в маркерных лимфоцитах в среднем в 5 раз превышало контроль (см. табл. 2).

Микроядра в лимфоцитах появляются в основном в результате замедления расхождения хромосом или хроматид в анафазе или телофазе митоза. От способа возникновения микроядра зависит его размер, что также служит важным показателем микроядерного теста. По нашим данным, у здоровых коров в основном встречаются микроядра среднего размера, крупных микроядер намного меньше, мелких — примерно в 3 раза больше, чем крупных, и в 3,5 раза меньше, чем средних (см. табл. 2). Оказалось, что размеры микроядер изменяются в зависимости от заболевания животного. Так, при лейкозе увеличивается доля мелких микроядер, при мастите — крупных (см. табл. 2).

В результате радиационного воздействия на кровь испытуемого животного микроядра разрушаются, при этом их число резко возрастает, а размер уменьшается. Мы отмечали подобное у коров при лейкозе, но не при мастите, что служит еще одним доказательством роли радионуклидного загрязнения в снижении резистентности к лейкозу.

3. Число ($X \pm x$) и доля (%) aberrаций по типу ядерных мостов в лимфоцитах у здоровых и больных первотелок черно-пестрой породы из хозяйств, расположенных в условно неблагополучных по ^{137}Cs зонах Рязанской области (1998-2007 годы)

Группа животных	Естественный фон (12,20-17,03 Бк/кг)		Среднее загрязнение (20,0-32,3 Бк/кг)		Сильное загрязнение (29,6-71,9 Бк/кг)	
	число	%	число	%	число	%
Здоровые ($n = 30$)	1,03±0,140	0,21	3,60±0,207**	0,72	3,33±0,168**	0,67
Больные лейкозом ($n = 30$)	13,63±0,265	1,82	14,93±0,283*	2,99	13,86±0,364	2,77
Больные маститом ($n = 30$)	1,00±0,179	0,20	3,63±0,206**	0,73	3,60±0,218**	0,72
Больные гипотиреозом ($n = 30$)	3,53±0,190	0,71	6,00±0,349**	1,20	3,56±0,202	0,71
Больные гипотиреозом при введении Ca^{2+} -антагониста ($n = 30$)	1,07±0,135	0,21	3,67±0,161**	0,73	3,60±0,170**	0,72

* и ** Соответственно Р = 0,01 и Р = 0,001.

При исследовании мазка крови у здоровых коров относительно редко встречались лимфоциты с двумя ядрами, соединенными перетяжкой в виде моста (табл. 3). Наличие ядерных мостов указывает на появление в кариотипе животных изучаемой популяции дицентрических хромосом, что провоцирует возрастание частоты кариотипических нарушений. Повышение радиационного фона до средних по экотоксикации значений приводило к резкому скачку анализируемого показателя у больных лейкозом животных. В наиболее загрязненных ^{137}Cs районах также наблюдался рост этого показателя по сравнению с контролем для той же зоны, однако динамика процесса была не столь резкой, как при среднем загрязнении (см. табл. 3). У коров, больных маститом, по сравнению со здоровыми животными мы не обнаружили достоверных различий по наличию ядерных мостов в зависимости от степени загрязнения ^{137}Cs . У особей с гипотиреозом, причем даже на фоне стимуляции адаптивности к низкой функции щитовидной железы с помощью блокатора «медленных» кальциевых каналов нифедипина (официально признанный Ca^{2+} -антагонист, специфически угнетающий поступление излишнего количества иона в кардиомиоциты; его другими фармакологическими свойствами, по крайней мере в разумном диапазоне доз, можно пренебречь), значительных различий также не наблюдали. Полученные данные указывают, что гипотиреоз не относится к зависимым от мутаций наследственным заболеваниям коров.

Протрузии ядерных структур в виде длинных выпячиваний в цитоплазму (ядра с хвостом) также возникают при нарушении митотического расхождения хромосом лимфоцитов и служат маркером цитогенетической группы риска в неблагоприятных экологических условиях. По нашим данным, в контрольной группе (здоровые коровы) лимфоциты с множественными протрузиями ядра встречались крайне редко (в единичных случаях). При лейкозе их частота увеличивалась (табл. 4), однако для остальных изучаемых заболеваний (мастит и гипотиреоз) резких изменений этого показателя не отмечали. Следовательно, только при низкой резистентности к лейкозу наблюдаются значительные нарушения в хромосомах (см. табл. 4).

У коров с гипофункцией щитовидной железы мы не зарегистрировали значительных различий по числу ядер с хвостами в зависимости от

экотоксикации среды. Индукция адаптивности к гипотиреозу Ca^{2+} -антагонистом также не приводила к изменению процессов митоза в лимфоцитах (см. табл. 4). Иными словами, данные о частоте аберраций по типу

4. Число аберраций по типу ядерных хвостов в лимфоцитах у здоровых и больных первотелок черно-пестрой породы из хозяйств, расположенных в условно неблагополучных по ^{137}Cs зонах Рязанской области ($X \pm x$, 1998-2007 годы)

Группа животных	Естественный фон (12,20-17,03 Бк/кг)	Среднее загрязнение (20,0-32,3 Бк/кг)	Сильное загрязнение (29,6-71,9 Бк/кг)
Здоровые ($n = 30$)	0,97±0,122	1,00±0,136	3,57±0,171*
Больные лейкозом ($n = 30$)	12,27±0,203	24,13±0,469*	46,17±1,027*
Больные маститом ($n = 30$)	1,03±0,148	1,07±0,148	1,00±0,186
Больные гипотиреозом ($n = 30$)	5,30±0,280	1,30±0,221*	1,27±0,191*
Больные гипотиреозом при введении Ca^{2+} -антагониста ($n = 30$)	1,07±0,166	1,00±0,152	3,60±0,189*

* $P = 0,001$.

хвостатых ядер в лимфоцитах у крупного рогатого скота представляют интерес главным образом не для оценки влияния условий обитания, а в качестве отражения состояния кариотипа при различных заболеваниях и могут использоваться в практике ветеринаров и селекционеров при профилактике гипотиреоза у крупного рогатого скота.

К числу определяющих факторов кариотипических изменений, отражающихся в нарушениях ядерных структур клетки с образованием прорезий типа хвостов и мостов, а также микроядер, относятся ядрышковые организаторы. Они ответственны за синтез рРНК, который происходит в участках дезоксирибонулеопротеидов, формирующих ядрышковые организаторы (ЯОР), или ядрышковые цистроны (18). В контрольной группе здоровых коров индекс ЯОР равнялся 2,08, при мастите он возрастал на 19,7 % ($P \leq 0,001$), при лейкозе превысил 4,00, причем разница между контролем и показателем в группе больных лейкозом коров достигала 2,16 % ($P \leq 0,001$).

5. Результаты выявления хромосомных аберраций по типу дицентриков у здоровых и больных гипотиреозом первотелок черно-пестрой породы с разной продуктивностью из хозяйств, расположенных в условно неблагополучных по ^{137}Cs зонах Рязанской области ($X \pm x$, 1998-2007 годы)

Степень загрязнения	Продуктивность	Здоровые интактные	Гипотиреоидные	Гипотиреоидные при введении Ca^{2+} -антагониста
Естественный фон (12,20-17,03 Бк/кг)	Высокая Низкая	1,21±0,139 2,33±0,264	1,27±0,116 2,53±0,278	1,30±0,161 2,40±0,228
Среднее загрязнение (20,0-32,3 Бк/кг)	Высокая Низкая	17,87±0,867 19,60±0,846	19,30±1,019 22,63±0,753	17,97±0,787 20,97±0,695
Сильное загрязнение (29,6-71,9 Бк/кг)	Высокая Низкая	29,90±0,821* 31,07±0,933*	37,57±0,855 42,10±0,332	31,63±0,830* 41,83±1,548

* $P = 0,001$.

Динамика цитоморфологической характеристики хромосомных аберраций дицентрического типа в лимфоцитах больных гипотиреозом первотелок из разных экологических зон Рязанской области (табл. 5) свидетельствует, что именно такие аберрации наиболее показательны при проведении экологического мониторинга по воздействию ^{137}Cs . Обращает на себя внимание тот факт, что с увеличением экотоксикации ^{137}Cs до средних и высоких значений в ядрах лимфоцитов гипотиреоидных особей отмечался рост числа аберраций по типу дицентриков по сравнению с показателями, регистрируемыми при фоновых значениях. При индукции компен-

саторной адаптивности Ca^{2+} -антагонистом в экологически неблагоприятных условиях частота подобных нарушений снижалась, оставаясь, однако, выше нормы.

Таким образом, в условиях экотоксического радиационного воздействия, когда физиологические и адаптивные возможности организма животных (как больных, так и здоровых) оказываются недостаточно адекватными, происходят кариотипические нарушения ядерного материала. Указанные изменения могут не перейти в виде скрытого резерва наследственной изменчивости в последующие поколения, где они проявляются отрицательно, однако очевидно, что контрольную группу составляют наиболее устойчивые к воздействию внешних факторов животные, о чем свидетельствуют биохимические и морфологические показатели крови.

На фоне введения Ca^{2+} -антагониста эутиреоидным особям, содержащимся на экологически неблагоприятной по радионуклидам и тяжелым металлам йодэндемичной территории, общее количество глобулинов в сыворотке крови возрастало в среднем на 6,8 %. Достоверно изменялась концентрация γ -глобулинов (на 7,8 %). На фоне увеличения содержания общего белка крови у гипотиреоидных животных активность аспартатами-notрансферазы и аланинаминотрансферазы возрастила соответственно на 19,20 и 2,27 %. Концентрация общих липидов и холестерина при введении Ca^{2+} -антагониста нормализовалась, составив соответственно 4,65 и 2,73 ммоль/л, различия показателей по триглицеридам сокращались на 58,8 %. Иными словами, эффект нормализации адаптивности животных, обнаруженный на цитоморфологическом уровне, проявился и на биохимическом.

Итак, цитоморфологические исследования крови у первотелок из хозяйств, расположенных в зонах с разной степенью радиоактивной экотоксикации ^{137}Cs , вызванной аварией на Чернобыльской АЭС, эффект которой усугубляется техногенным загрязнением и естественной йодной эндемией в регионе, показали наличие различных мутаций в зависимости от уровня радиационного фона. Между числом мутаций, заболеваемостью лейкозом, маститом и гипотиреозом, а также экологическим состоянием среды существует прямая зависимость. Обнаруженные нами цитоморфологические отклонения служат маркерами изменения генофонда популяции крупного рогатого скота, что необходимо учитывать при ветеринарной и селекционной работе с молочным скотом на йодэндемичных территориях, загрязненных также тяжелыми металлами и радионуклидами.

Авторы выражают благодарность сотрудникам Государственного научного метрологического центра ВНИИФТРИ Госстандарта России за предоставленные данные по экотоксикации почвы ^{137}Cs и тяжелыми металлами на территории Рязанской области.

ЛИТЕРАТУРА

1. К о р о в у ш к и н А.А. Генетическая устойчивость крупного рогатого скота чернопестрой породы к различным заболеваниям в условиях промышленной технологии. Докт. дис. Рязань, 2004.
2. Ж е б р о в с к и й Л.С., Н е ф е д о в а С.А., Г р е ф Е.Я., П о м и н ч у к Ю.А. Динамика вирусных заболеваний среди диких и сельскохозяйственных животных различных ландшафтно-географических зон в зависимости от экологии окружающей среды. Изв. Санкт-Петербургского государственного университета, 2011, 22: 136-140.
3. Г л а з к о В.И., Г л а з к о Т.Т. Популяционно-генетические последствия Чернобыля: новый фактор эволюции. С.-х. биол., 2006, 4: 20-33.
4. С а р у х а н о в В.Я., И с а м о в Н.Н. Естественная резистентность и патология щитовидной железы у крупного рогатого скота после аварии на Чернобыльской АЭС. С.-х. биол., 2010, 6: 104-106.
5. Я к о в л е в А.Ф., К о р о в у ш к и н А.А., Н е ф е д о в а С.А. Влияние быков-производителей на устойчивость дочерей к болезням. С.-х. биол., 2003, 6: 81-85.

6. Калашников В.В., Коровушкин А.А., Недюдов С.А. Сравнительная оценка цитоморфологических изменений лимфоцитов у крупного рогатого скота и грызунов-бионидикаторов на территориях, загрязненных ^{137}Cs . С.-х. биол., 2011, 4: 82-89.
7. Сперласис Н. Физиология и патофизиология сердца. Т. 1, 2. М., 1990.
8. Глазко Т.Т., Столповский Ю.А., Глазко В.И. Генотипические и параптические факторы, влияющие на результаты микроядерного теста. С.-х. биол., 2010, 6: 30-34.
9. Максимов А.Г. Изменение гематологических, иммунологических и биохимических показателей крови у свиней при транспортном стрессе. С.-х. биол., 2010, 6: 60-66.
10. Зимин В.Б., Кузьмин И.А. Экологические последствия применения гербицидов в лесном хозяйстве. Л., 1980.
11. Недюдов С.А. Динамика развития миокарда и молочной железы при воздействии Ca^{2+} -антагонистом на компенсаторную адаптивность телят к гипотиреозу. Уч. зап. Петрозаводского государственного университета, 2011, 2(115): 55-58.
12. Калашников А.П., Фисинин В.И., Щеглов В.В., Клейменов Н.И. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: Справ. пос. М., 2003.
13. Рязанова Е.А. Влияние гормонов щитовидной железы на активность катепсина D и кальпанинов нормального и поврежденного миокарда. Автореф. канд. дис. Смоленск, 1990.
14. Старкова Е.В. Морфологические аномалии интерфазных ядер клеток крови у человека и животных при радиационных воздействиях. Канд. дис. СПб—Пушкин, 1997.
15. Амбуладзе Р.В., Яковлев А.Ф., Мясников Ю.В. Влияние различных доз радиационного воздействия на размер микроядер полихроматофилов мышей. Бюл. ВНИИРГЖ (СПб), 1998, 145: 45-48.
16. Ивантер Э.В., Коросов Э.В. Введение в количественную биологию. Петрозаводск, 2011.
17. Заварзин А.А., Харзова А.Д., Молитвин М.Н. Биология клетки: общая цитология. СПб, 1992.
18. Яковлев А.Ф. Цитогенетическая оценка племенных животных. М., 1985.

¹Российская академия сельскохозяйственных наук,
117234 г. Москва, ул. Кржижановского, 15, корп. 1;

Поступила в редакцию
16 мая 2011 года

²ФГБОУ ВПО Рязанский государственный
агротехнологический университет им. П.А. Костычева,
390044 г. Рязань, ул. Костычева, 1,
e-mail: Nefedova-s-a@mail.ru

CITOMORPHOLOGICAL MONITORING OF DAIRY CATTLE ADAPTATION TO ECOTOXIC POLLUTION IN CONNECTION WITH THE ACCIDENT AT THE CHERNOBYL NUCLEAR POWER PLANT

V.V. Kalashnikov¹, A.A. Korovushkin², S.A. Nefedova², E.A. Shashurina²

S u m m a r y

In the conditions of Ryazan' oblast in the fresh cows of the Black-and-White breed with mastitis, leukemia and hypothyroidism the authors determine the frequency of phenotypic aberrations of lymphocytes (dicentrics, tailed nucleus, different micronucleus) in connection with the degree of ecologically unfavorable with iodine, ^{137}Cs and heavy metals. It was shown, that there is direct relation between the number of mutations, registrable pathologies, level of radiation background and total ecotoxic state of environment. Particularly, the number of tailed nucleus may be used as criteria on aptitude to animal leukosis on ecologically unfavorable territories. The revealed citomorphological changes are markers of genofond changes in the cattle populations, which must be considered during veterinary and breeding work in iodineendemic zones, polluted by heavy metals and radionuclides. The oral introduction of Ca^{2+} -antagonist of nifedipine (calcium channel-blocking agent, optimizing intracellular concentration of Ca^{2+} in myocardium) to calves at the age before 6 months comes to normal process of mitosis, that permit to use this preparation for restoration of physiological adaptive reactions.

Научные собрания

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПРОБЛЕМАМ РАДИОЛОГИИ И
АГРОЭКОЛОГИИ, посвященная 40-летию Всероссийского НИИ сельскохозяйственной
радиологии и агрэкологии (ВНИИСХРАЭ)

(5-7 сентября 2011 года, г. Обнинск)

В работе конференции приняли участие более 200 ученых из институтов России, Украины и Беларуси. Было представлено более 40 докладов, отражающих опыт преодоления последствий аварии на Чернобыльской АЭС в сельском и лесном хозяйстве этих стран, применения радиационных технологий в растениеводстве и животноводстве, вопросы экологической безопасности в атомной энергетике.

Информация: www.riarae-raas.ru, www.rir.by