

УДК 636.2.082:631.95 (571.1)

## СПОНТАННЫЕ ХРОМОСОМНЫЕ АБЕРРАЦИИ У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Куликова С.Г.

*ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный аграрный университет», Новосибирск, Россия (630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160), e-mail: kulikovasg@yandex.ru*

Представлены результаты исследований структурных aberrаций хромосом у крупного рогатого скота из районов Новосибирской и Кемеровской областей, различающихся по уровню антропогенной нагрузки. Цитогенетически исследованы 113 коров 3-4 лактаций черно-пестрой породы, разводимых в различных экологических условиях. Проанализировано более 10 тыс. метафазных пластинок. Установлено, что высокий уровень антропогенной нагрузки оказывает влияние на цитогенетический статус животных и вызывает повышение частоты хромосомных aberrаций в 1,7 раза. Для животных из района 1 характерна более высокая доля перестроек хромосомного типа над хроматидными (на 1, 6%), чем у коров из района 2. Отмечено возрастание числа aberrаций в клетке до 4 у коров из загрязненного района 2 в сравнении с контрольным, где максимальное число перестроек составило 3. Частота соматических хромосомных aberrаций может быть использована как один из маркеров, характеризующих негативное влияние загрязнения среды на популяции крупного рогатого скота черно-пестрой породы.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, селекция, черно-пестрая порода, цитогенетика, мутации, соматические хромосомные aberrации, экология.

## SPONTANEOUS CHROMOSOME ABERRATIONS IN CATTLE UNDER DIFFERENT ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF WEST SIBERIA

Kulikova S.G.

*Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia (630039, Novosibirsk, street Dobrolubova, 160), e-mail: kulikovasg@yandex.ru*

The paper provides the data about structural chromosome aberrations in cattle from the areas of Novosibirsk and Kemerovo regions different in the level of anthropogenic load. 113 Black-and-White cows of the 3-4<sup>th</sup> lactations raised under different environmental conditions were examined cytogenetically. Over 10 thousand metaphase plates were analyzed. It was identified that the high level of anthropogenic load affects cytogenetic status of animals and causes a 1.7-fold increase in the frequency of chromosomal aberrations. As for the animals from area 1, they are characterized by a higher proportion of chromosomal aberrations than those for chromatid type (by 1.6%) versus in the cows from area 2. The increase is marked to go up to 4 in the number of aberrations per cell in the cows from contaminated area 2 as compared to the control where the maximal number of aberrations was 3. The frequency of somatic chromosome aberrations can be used as one of the markers that characterize the negative impact of environmental pollution on Black-and-White populations.

Keywords: cattle, breeding, Black-and-White breed, cytogenetics, mutations, somatic chromosome aberrations, ecology.

Проблема, связанная с загрязнением окружающей среды в результате хозяйственной деятельности человека, и охватывающая их действие на наследственность организмов, является актуальной, и привлекает постоянное внимание со стороны мирового научного сообщества [8, 17, 27-29, 39].

К настоящему времени у человека и диких животных установлено, что частота индуцированных хромосомных aberrаций в лимфоцитах крови организмов, контактирующих с веществами в малых концентрациях, как правило, превышает частоту аналогичных спонтанных нарушений в 2-3 раза [11].

Цитогенетических исследований в популяциях сельскохозяйственных животных, разводимых в районах, различающихся по уровню антропогенного загрязнения, невелико [7, 9, 13].

**Целью** настоящей работы явилось изучение влияния антропогенных факторов на спектр и частоту соматических хромосомных aberrаций у крупного рогатого скота с учетом района разведения в Западной Сибири.

#### **Материал и методы исследования**

Цитогенетически исследованы 113 коров 3-4 лактаций черно-пестрой породы, разводимых в различных экологических условиях. Проанализировано более 10 тыс. метафазных пластинок.

Экологическое состояние Западной Сибири изучено по данным Госсанэпиднадзора и Запсибгидромета, обзорам экологической ситуации комитетов по экологии и природных ресурсов Новосибирской и Кемеровской областей.

Были взяты районы с повышенным уровнем антропогенного загрязнения (район 1) и условно "чистый", контрольный (район 2), находящийся вдали от крупных городов. Выпадение радиоактивных веществ в исследуемых районах Кемеровской и Новосибирской областей находилось в пределах фоновых значений и не превышали 0,001 Ки/км<sup>2</sup>.

Материалом для цитогенетического анализа служили клетки культуры лейкоцитов периферической крови коров. Препараты метафазных хромосом из лимфоцитов крови готовили по методу Р. Moorhead et al. с нашими модификациями [11]. Для рутинной окраски хромосом использовали краситель Гимза.

Анализ и учет числа хромосомных aberrаций производили по критериям, предложенным Н.П. Бочковым и А.Н. Чеботаревым. Результаты исследований обрабатывали статистически с использованием стандартных программ. Достоверность различий между средними значениями оценивали с помощью методов Стьюдента (t-критерий), Фишера ( $\chi^2$ ) с преобразованием частот.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Как следует из таблицы, aberrации хромосом у коров из района с высоким уровнем антропогенной нагрузки (район 1) встречались в 1,7 раза чаще, чем у животных из условно чистого района 2. Для животных из загрязненного района характерен значительный размах изменчивости в сравнении с «чистым». Частота клеток с aberrациями была так же значительно ниже в относительно благополучном районе.

Частота хромосомных aberrаций у коров из районов с разным уровнем антропогенной нагрузки (в скобках даны пределы изменчивости)

Район	Клетки с aberrациями, %	Число aberrаций на 100 клеток	
		всего aberrаций	<i>lim</i>
1	5,74 ± 0,27	6,77 ± 0,29	0-40
2	3,44 ± 0,31	3,94 ± 0,34	0-11
p	<0,001	<0,001	

Структурные мутации подразделяют на хроматидные и хромосомные, в зависимости от того, на каком уровне они возникли (хроматиды или хромосомы) [34,36]. По данным большинства исследователей, наиболее часто регистрируются aberrации хроматидного типа.

В группе коров из загрязненного района 1 установлена наибольшая частота хромосомных aberrаций с одновременным повреждением структур обеих хроматид и значительный размах этого показателя.

Соотношение хроматидных и хромосомных структурных перестроек у коров из загрязненного района составило 53,2:46,8%, а у животных из условно чистого района – 54,8:45,2%. Для животных из района 1 характерна более высокая доля перестроек хромосомного типа над хроматидными (на 1, 6%), чем у коров из района 2.

Отмечено возрастание числа aberrаций в клетке до 4 у коров из загрязненного района 1 в сравнении с районом 2, где максимальное число перестроек составило 3. По-видимому, повышенный уровень антропогенного загрязнения вызывает рост числа aberrаций в клетках.

По данным отчетов областных комитетов по экологии, некоторые районы Кемеровской и Новосибирской областей по уровню воздействия химических веществ на биогеоценозы являются одними из наиболее неблагоприятных в Западной Сибири [29]. Спектр aberrаций хромосом, выявленный в нашем исследовании в большей степени типичен для спектра нарушений, вызываемых химическим загрязнением, чем радиоактивным [11]. Известно, что цитогенетическими маркерами, свидетельствующими о воздействии радионуклидного загрязнения на организм человека и животных, являются дицентрики и кольцевые хромосомы. Такого типа aberrаций не выявлено в нашем исследовании. В связи с этим, основными поллютантами, формирующими антропогенную нагрузку в исследуемых районах Новосибирской и Кемеровской областей, по-видимому, являются химические мутагены [11]. К подобному выводу пришли и В.Г. Дружинин с соавторами в результате цитогенетического обследования детского населения из экологически различающихся районов Кемеровской области.

Неоднозначное влияние антропогенных загрязнений в ряде районов России и Европы на соматическую нестабильность хромосом, устойчивость к болезням и продуктивность у

крупного рогатого скота, по-видимому, можно объяснить сложными взаимодействиями поллютантов или их комплекса в конкретных экологических условиях [30-32, 39, 42].

Установленный нами факт возрастания частоты хромосомных aberrаций у животных, разводимых в районе с повышенным химическим загрязнением в сравнении с коровами из условно чистого района, свидетельствует о негативном влиянии выбросов промышленных и сельскохозяйственных предприятий на геном крупного рогатого скота, вследствие чего, вероятно, нарушается работа систем клеток, способствующих репарации целостности ДНК [35-38].

Исследования являются составной частью нашей работы по теме «Генофонд и фенофонд сельскохозяйственных животных Западной Сибири». Совместно с коллегами проводится комплексное изучение интерьера различных видов и пород животных по цитогенетическим, иммуногенетическим, молекулярно-генетическим, биохимическим, химическим, физиологическим и др. параметрам в разные периоды онтогенеза с учетом климатических условий среды [1-5, 12, 14, 27]. Выявлен большой спектр цитогенетических нарушений у аномальных телят [10]. Установлена межпородная и межвидовая дифференциация по спектру соматических хромосомных мутаций [11]. Экологические условия оказали влияние не только на частоту хромосомных мутаций, но и на аккумуляцию тяжелых металлов в органах и тканях, устойчивость животных к болезням [6, 14-16, 18, 26]. Поэтому предлагается использовать ряд маркеров, позволяющих прижизненно оценить негативное влияние среды на популяционном и организменном уровнях [19-25, 41].

Таким образом, в результате цитогенетического исследования крупного рогатого скота из районов с разным уровнем антропогенной нагрузки выявлено, что высокий уровень химического загрязнения оказывает влияние на цитогенетический статус животных и вызывает повышение частоты поломок хромосом.

### **Заключение**

Таким образом, установлена повышенная частота клеток с aberrациями и общее число aberrаций хромосом в некоторых районах Западной Сибири с более высокой антропогенной нагрузкой.

Частота соматических хромосомных aberrаций может быть использована как один из маркеров, характеризующих негативное влияние загрязнения среды на популяции крупного рогатого скота черно-пестрой породы.

### **Список литературы**

1. Зайко О.А. Особенности аккумуляции макро- и микроэлементов в миокарде свиней

- скороспелой мясной породы / О.А. Зайко, О.С. Короткевич, В.Л. Петухов // Главный зоотехник. – 2013. – № 6. – С. 35-40.
2. Ильин В.В. Воспроизводительная способность быков-производителей красных пород Алтайского края / В.В. Ильин, А.И. Жёлтиков, О.С. Короткевич и др. // Главный зоотехник. – 2012. – № 3. – С. 6-10.
3. Ильин В.В. Устойчивость красного степного скота Алтайского края к некоторым заболеваниям / В.В. Ильин, А.И. Жёлтиков, О.С. Короткевич, В.Л. Петухов // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 4. – С. 65-68.
4. Камалдинов Е.В. Фонд эритроцитарных антигенов и хромосомная нестабильность у якутского скота / Е.В. Камалдинов, О.С. Короткевич, В.Л. Петухов // Сельскохозяйственная биология. – 2011. – №2. – С. 51-56.
5. Камалдинов Е.В. Антигенный статус и хромосомная нестабильность серого украинского скота / Е.В. Камалдинов, А.В. Кушнир, В.Л. Петухов, О.С. Короткевич, // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2010. – № 12. – С. 67-73.
6. Кочнев Н.Н. Селекционно-генетическая оценка устойчивости крупного рогатого скота к болезням конечностей / Н.Н. Кочнев, Л.К. Эрнст, В.Л. Петухов // Сельскохозяйственная биология. – 2000. – № 6. – С. 23-28.
7. Куликова С.Г. Новый случай трисомии у крупного рогатого скота / С.Г. Куликова, В.Л. Петухов, А.С. Графодатский // Цитология и генетика. – 1991. – №5. – С. 29-32.
8. Куликова С.Г. Хромосомные нарушения у крупного рогатого скота в зоне радиоактивного загрязнения // Генетика. – 1994. – Т. 30, № 5. – С. 121.
9. Куликова С.Г. Соматические хромосомные aberrации у крупного рогатого скота / С.Г. Куликова, Л.К. Эрнст, В.Л. Петухов // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 1996. – № 6. – С. 33-34.
10. Куликова С.Г. Геномные мутации у телят с врожденными аномалиями / С.Г. Куликова, В.Л. Петухов, Л.К. Эрнст // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 1998. – № 5. – С. 33-35.
11. Куликова С.Г. Цитогенетический мониторинг крупного рогатого скота в разных экологических зонах Западной Сибири и Северного Казахстана: дис. ... д-ра биол. наук. – Новосибирск, 1998. – 294 с.
12. Куликова С.Г. Воспроизводительные качества коров разного возраста и их связь с признаками продуктивного долголетия / С.Г. Куликова, В.Г. Маренков, Н.Н. Ёлкин // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2012. – Т.1, № 22-2. – С. 64-68.

13. Логинов С.И. Количественный анализ ядрышкообразующих районов хромосом у крупного рогатого скота в норме и при патологии / С.И. Логинов, О.Н. Семёнова, Н.И. Илюшина, С.Г. Куликова, Н.В. Унагаева // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2004. – № 3 (153). – С. 103-106.
14. Маренков В.Г. Клеточные факторы естественной резистентности и продуктивное долголетие молочного скота / В.Г. Маренков, Н.Н. Кочнев, С.Г. Куликова, А.И. Рыков / Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2012. – Т.1, № 22-2. – С. 71-74.
15. Нарожных К.Н. Содержание железа в некоторых органах и мышечной ткани бычков герефордской породы / К.Н. Нарожных, Ю.В. Ефанова, О.С. Короткевич, В.Л. Петухов // Молочное и мясное скотоводство. – 2013. – №1. – С. 24-25.
16. Нарожных К.Н. Содержание меди в некоторых органах и мышечной ткани бычков герефордской породы / К.Н. Нарожных, Ю.В. Ефанова, О.С. Короткевич // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2013. – № 2 (27). – С. 73-76.
17. Петухов В.Л. Генетика / В.Л. Петухов, О.С. Короткевич, С.Ж. Стамбеков, А.И. Жигачев, А.В. Бакай // Министерство образования и науки Республики Казахстан; Семипалатинский государственный педагогический институт. Новосибирск, 2007. – 616 с. (2-е издание).
18. Петухов В.Л. Влияние породы на устойчивость крупного рогатого скота к некоторым болезням // В.Л. Петухов, Е.В. Камалдинов, О.С. Короткевич // Главный зоотехник. – 2011. – № 1. – С. 10-12.
19. Способ сохранения редких и исчезающих пород животных / Петухов В.Л., Эрнст Л.К., Жёлтиков А.И., Маренков В.Г., Камалдинов Е.В., Короткевич О.С. и др. Патент на изобретение RUS 2270562 05.05.2004.
20. Способ определения содержания кадмия в органах и мышечной ткани свиней / Петухов В.Л., Жёлтикова О.А., Короткевич О.С., Камалдинов Е.В., Себежко О.И. Патент на изобретение RUS 2342659 28.03.2007.
21. Способ получения высокопродуктивных производителей сельскохозяйственных животных / Петухов В.Л., Эрнст Л.К., Жёлтиков А.И., Короткевич О.С. и др. Патент на изобретение RUS 2414124 15.06.2009.
22. Способ определения содержания кадмия в мышечной ткани крупного рогатого скота / Петухов В.Л., Короткевич О.С., Петухова Т.В. Патент на изобретение RUS 2426119 24.03.2010.
23. Способ отбора быков-производителей по устойчивости к бруцеллезу / Петухов В.Л., Эрнст Л.К., Незавитин А.Г., Жёлтиков А.И., Короткевич О.С., Куликова С.Г. и др. Патент на изобретение RUS 2058075 19.04.1994.

24. Способ отбора крупного рогатого скота на устойчивость к туберкулезу / Петухов В.Л., Эрнст Л.К., Жёлтиков А.И., Незавитин А.Г., Короткевич О.С., Петухов И.В., Куликова С.Г. Патент на изобретение RUS 2058733 15.06.1993.
25. Способ комплексного отбора семейств крупного рогатого скота по устойчивости к болезням / Петухов В.Л., Эрнст Л.К., Жёлтиков А.И., Кочнев Н.Н., Панов Б.Л., Петухов И.В., Короткевич О.С., Маренков В.Г., Кочнева М.Л. Патент на изобретение RUS 2191506 23.06.2000.
26. Стрижкова М.В. Содержание свинца в органах и тканях бычков черно-пестрой породы / М.В. Стрижкова, Т.В. Петухова, О.С. Короткевич // Главный зоотехник. – 2011. – № 6. – С. 66-68.
27. Эрнст Л.К. Физиологические и иммунологические показатели голштиinizированного сибирского типа черно-пестрого скота / Л.К. Эрнст, А.И. Жёлтиков, В.Л. Петухов // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 1999. – № 6. – С. 35-36.
28. Chysyma R.B. Heavy metals concentration in water and soil of different ecological areas of Tyva Republic / R.B. Chysyma, Y.Y. Bakhtina, V.L. Petukhov, G.N. Korotkova, M.L. Kochneva // Journal De Physique. IV: JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment. Editors: C. Boutron. C. Ferrari. Grenoble. – 2003. – P. 301-302.
29. Korotkevich O.S. Content of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  in the forages of various ecological zones of Western Siberia / O.S. Korotkevich, V.L. Petukhov, O.I. Sebezhko, Ye.Ya. Barinov, T.V. Konovalova // Russian Agricultural Sciences. – 2014. – Vol. 40, № 3. – P. 195-197.
30. Kochneva M.L. The level of somatic genome mutations in farm animals / M.L. Kochneva, V.L. Petukhov, S.G. Kulikova et al. // Book of Abstracts of 50th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. – Zurich, Switzerland, 1999. – P. 70.
31. Kulikova S.G. Somatic chromosomal aberrations in horned cattle with congenital pathology // Russian Agricultural Science. – 1996. – Vol. 22, № 12. – P. 7-10.
32. Kulikova S.G. The influence of radioactive contamination of the environment of the chromosome mutations and incidence of leucosis in cattle / S.G. Kulikova, V.L. Petukhov., A.G. Nezavitin, M.L. Kochneva et al. // Books of Abstracts of the 47th Annual Meeting of European Association for Animal Production. – Lillehammer, Norway, 1996. – P. 34.
33. Kulikova S.G. Genome mutations in calves with congenital abnormalities / S.G. Kulikova, V.L. Petukhov, L.K. Ernst // Russian Agricultural Science. – 1998. – Vol. 24, № 9. – P. 37-40.
34. Kulikova S.G. Cytogenetic studies of calves of the Black-and-White breed with congenital abnormalities / S.G. Kulikova, V.L. Petukhov, A.S. Grafodatsky // Proceedings of the 8th North American Colloquium on Domestic Animal Cytogenetics and Gene Mapping. – Guelph, Canada, 1993. – P. 139-141.

35. Kulikova S.G. Genetic correlation of cattle resistance to tuberculosis and leucosis / S.G. Kulikova, V.L. Petukhov // Proceedings of the 5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. – Guelph, Canada, 1994. – P. 300-301.
36. Kulikova S.G. Congenital abnormalities and chromosome instability in cattle / S.G. Kulikova, B.L. Panov, V.L. Petukhov / Book of Abstracts of the 10th North American Colloquium on Gene Mapping and Cytogenetics in Human and Domestic species. – Apalachicola, USA, 1997. – P. 37-38.
37. Kulikova S.G. The frequency of chromosome mutations in bulls in the conditions of environment chemical pollution / S.G. Kulikova, B.L. Panov, V.L. Petukhov et al. // Book of Abstracts of the 48th Annual Meeting of the European association for Animal Production. – Vienna, Austria, 1997. – P. 82.
38. Kulikova S.G. Somatic chromosome instability of phenotypic ally healthy and abnormal calves in different ecological areas / S.G. Kulikova, V.L. Petukhov, G.N. Korotkova // Book of Abstracts of the 50th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. – Zurich, Switzerland, 1999. – P. 297.
39. Marmuleva N.I. Radionuclides accumulation in milk and its products / N.I. Marmuleva, Ye.Ya. Barinov, V.L. Petukhov // Journal De Physique IV: JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment. Editors: C. Boutron, C. Ferrari. – Grenoble, 2003. – P. 827-829.
40. Masun S.R. Chromosome mutations in cattle: Consequence of the Tomsk Siberian plant (SCP) / S.R. Masun, M.L. Kochneva, V.L. Petukhov, S.G. Kulikova, B.L. Panov // Book of Abstracts of the 50th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. – 1999. – P. 71.
41. Patrashkov S.A. Content of heavy Metals in hair / S.A. Patrashkov, V.L. Petukhov, O.S. Korotkevich, I.V. Petukhov // Journal De Physique. IV: JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment. Editors: C. Boutron. C. Ferrari. – Grenoble, 2003. – P. 1025-1027.
42. Petukhov V.L. Cs-137 and Sr-90 level in diary products / V.L. Petukhov, Yu.A. Dukhanov, I.Z. Sevryuk, S.A. Patrashkov, O.S. Korotkevich, T.S. Gorb, I.V. Petukhov // Journal De Physique. IV: JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment. Editors: C. Boutron. C. Ferrari. – Grenoble, 2003. – P. 1065-1066.

**Рецензенты:**

Наплёкова Н.Н., д.б.н., профессор, заведующая кафедрой агроэкологии и микробиологии, ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный аграрный университет», г. Новосибирск;  
Клименок И.И., д.с.-х.н., профессор, заместитель директора по научной работе ГНУ Сибирский научно-исследовательский институт животноводства Россельхозакадемии, г. Новосибирск.