



ЕКОЛОГО-ГЕНЕТИЧНИ ПОДХОДИ ЗА ОЦЕНКА НА ТЕМПОВЕТЕ НА СЪЗДАВАНЕ НА НЕСТАБИЛНОСТ НА ГЕНОМА ПРИ ЧЕРНО-ШАРЕНОТО ГОВЕДО (Обзор)
ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ТЕМПОВ ФОРМИРОВАНИЯ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ГЕНОМА ЧЕРНО-ПЕСТРОГО СКОТА (Обзор)
EKOLOGO-GENETIC GOING NEAR ESTIMATION OF RATES OF FORMING OF INSTABILITY OF GENOME OF BLACK-PIED CATTLE (Review)

Вячеслав Коновалов, Любов Стародуб*
Вячеслав Коновалов, Любовь Стародуб*
Vyacheslav Konovalov, Lyubov Starodub*

Институт за развъждане и генетика на животни, Национална академия за аграрни науки на Украйна
Чубинское, Киевска област, 08321

Институт разведения и генетики животных, Национальная академия аграрных наук, Украина
Чубинское, Киевской области, 08321

National academy of agrarian science of Ukraine, Institute of animal breeding and genetics
Pogrebnjaka, 1, v. Chubinsky, Boryspil District, Kyiv Region

*E-mail: starodublf@yandex.ua

Резюме

Изложени са резултатите от 40-годишен еколого-генетичен мониторинг на създаване на нестабилност на генома при Черно-шареното говедо в условията на радиационно-генетично замърсяване. Показани са коадаптивните резерви на Украинското черно-шарено говедо към антропогенния натиск.

Резюме

Изложены результаты 40-летнего эколого-генетического мониторинга формирования нестабильности генома черно-пестрого скота в условиях радиационно-химического загрязнения. Показаны коадаптационные резервы украинского черно-пестрого скота к антропогенному давлению.

Abstract

Presented are results of the 40-years-old ekologo-genetic monitoring of forming of instability of genome of black-pied cattle in the conditions of radiation-chemical contamination. Coadaptation reserves of the Ukrainian black-pied cattle to anthropogenic pressure are shown.

Ключови думи: нестабилност, хромозома, кариотип, Черно-шарено говедо, хромозомни аберации.

Ключевые слова: нестабильность, хромосома, кариотип, черно-пестрая порода крупного рогатого скота, хромосомные аберации.

Key words: instability, chromosome, karyotype, black-pied breed of cattle, chromosomal aberrations.

ВВЕДЕНИЕ

Знания о негативном влиянии радиационно-химического поражения на наследственный материал не новы. Их история насчитывает более 70 лет. Однако временные параметры достижения предельно допустимых границ дестабилизации генома человека и животных изучены еще недостаточно. Учитывая, что сельскохозяйственные животные находятся в одной пищевой цепи с человеком, получаемые сведения расширяют знания о механизмах формирования нестабильности генома.

Развитие мирового скотоводства характеризуется не только селекционными достижениями, но и проблемами, связанными с негативными последствиями увеличения нестабильности генома сельскохозяйственных животных, как результата более чем 40-летнего периода применения интенсивных породообразовательных процессов, эколого-генетическими и другими причинами. В конечном счете, за этот период произошло более чем 100-кратное возрастание цитогенетической изменчивости (от 0,17%

в 1970 г. до 40,0% в 80 годы XX столетия). Склады-вающаяся ситуация требует своевременной оценки. По нашему мнению в генофонде КРС уже формируются тенденции наследственно обусловленной нестабильности генома, которые существенно усложняют селекционный процесс.

Целью настоящего сообщения является стремление авторов провести мониторинговый анализ влияния экологических изменений среды обитания на геном сельскохозяйственных животных (за период 1970-2010 г. г.) в диапазоне взаимодействия «генотип-среда».

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исходя из того, что за 40-летний период генофонд более восьми поколений животных украинского черно-пестрого скота испытывает нарастающие темпы антропогенного давления, считаем целесообразным панорамно оценить коадаптационную пластичность генофонда породы к химическому и радиационному воздействию.

В зависимости от приоритетности антропогенного давления, весь 40-летний период воздействия подразделили на три стадии:

1. 1970-1985 г.г. – время интенсивного химического загрязнения природных вод и почвы избыточными концентрациями минеральных удобрений и ядохимикатов, как результат борьбы за высокие урожаи.
2. 1986-1990 г.г. – начало развития последствий ядерной катастрофы.
3. 1991-2010 г.г. – постчернобыльская стадия синергетического воздействия радиационно-химических факторов на генофонд крупного рогатого скота.

За стартовую точку отсчета мониторингового анализа приняли 1970 г. (начало цитогенетического анализа кариотипов крупного рогатого скота в Украине). Учитывая методические сложности обобщения результатов 40-летнего цитогенетического скрининга различных авторов, в данном сообщении приводятся сравнительные цифры общего показателя хромосомных aberrаций (на 100 соматических клеток в % без детального анализа всего спектра хромосомных аномалий).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты эколого-генетического мониторинга формирования нестабильности генома черно-пестрого скота (1970 - 1985 г.г.)

Исходя из постулатов классической генетики 30-50 годов XX столетия считалось, что геном сельскохозяйственных животных достаточно стабилен и не вызывает тревоги. Цифры спонтанного мутагенеза были незначительны (Yakovlev, 1985). Однако, активное применение революционных технологий крупномасштабной селекции на фоне загрязнения среды

обитания многочисленными ингредиентами химической, микробиологической промышленности, недостаточно контролируемое применение в сельском хозяйстве минеральных удобрений и ядохимикатов существенно изменили допустимые границы кариотипической изменчивости. Как это не прискорбно, но фактически генофонд сельскохозяйственных животных формировался в условиях химической генотоксикации.

Так, в начале 70 годов XX столетия изменчивость уровня хромосомных aberrаций на 100 соматических клеток колебалась в диапазоне 0,17% у быков-производителей до 0,34% у коров и 0,54% у товарного скота (Yakovlev, 1985; Kachura, 1989; Ernst and Zhigachev, 2006). Но уже в 80-е годы XX столетия, т.е. через два поколения, показатель хромосомной изменчивости стал колебаться в пределах 5,40% (Zhimulev, 1976), до 8,13% (Bakay, 2009). Фактически произошло возрастание кариотипической изменчивости в 30-40 раз.

По экспертным оценкам (Konovalov, 1983) в результате системного генотоксического действия многочисленных ксенобиотиков генофонд сельскохозяйственных животных в Украине уже перед началом ядерной катастрофы находился в состоянии «предначала» каскадного развития нестабильности генома.

1986-1990 г.г. начало негативных последствий Чернобыльской катастрофы Россия

От радиоактивного загрязнения пострадали 19 российских регионов с территорией почти 60 тысяч квадратных километров и с населением 2,6 миллиона человек. Анализ спектра и частот aberrаций у крупного рогатого скота в отдельных хозяйствах Курской, Орловской, Брянской и Ленинградской областей в 90 годы после радиационной аварии на Чернобыльской АЭС показали, что при уровне радиационного загрязнения 0-5,0 Ки/кмл кариотипическая изменчивость составляет - 24,0%, при 5-10 Ки/кмл - 25%. На территориях с радиационным фоном до 40,0 Ки/кмл кариотипическая изменчивость достигала на 100 соматических клеток 44,3% (Ernst and Zhigachev, 2006). Важно отметить, что даже при относительно низком уровне радиационного фона (0-5,0 Ки/кмл и 5-10 Ки/кмл) кариотипическая изменчивость была весьма значительна и колебалась в пределах - 24,0-25,0%. Это означает, что в сравнении с кариотипической изменчивостью у товарного скота 70-х годов возрастание кариотипической изменчивости произошло почти в 50 раз. Таким образом, результаты радиационно-химического прессинга 1986-1991 г.г. на генофонд крупного рогатого скота очевидны.



Постчернобыльский период 1997-2010 г.г.

Украина

Общая площадь радиационного загрязнения 12 областей Украины составила 50 тысяч квадратных километров. Вновь созданный радиационный фон колебался от 0,5 до 50,0 и более Ки/км². К наиболее пострадавшим областям относятся Киевская, Житомирская, Ровенская и Волынская (Чернобыльская катастрофа 1995 г.).

По ряду международных экспертных оценок уже к 2046 году сокращение загрязненной территории должно уменьшиться примерно в 7 раз. Однако, по данным Министерства чрезвычайных ситуаций Украины уровень радиационного фона (по цезию ¹³⁷Cs, стронцию ⁹⁰Sr) в Украине в 2008 г. достиг допустимых границ 10-15 мкР/час.

Анализируя процессы коадаптации генофонда черно-пестрого скота за период 1986-2006 г.г., то есть за 20-летний период установлено: уровень хромосомных aberrаций в соматических клетках крови у быков-производителей более чем 10 племязаводов Украины голштинской породы колебался в пределах 15.0% (в исследованиях Дзицюка 1997-2008 (Dzitsyuk, 2009) - 1,6-7,1% (в исследованиях Стародуб 2007-2011; Starodub i Kostenko, 2011).

Сравнительный анализ границ колебаний маркера сбалансированности кариотипа по соотношению хромосомных (Хр) и хроматидных (Хт) aberrаций (Dzitsyuk, 2009) показывает, что этот маркер соответствует Хр : Хт = 1,0 : 2,0. Полученные результаты свидетельствуют, что несмотря на определенный уровень экологической напряженности геном быков-производителей голштинской породы в Украине по структурному соотношению хромосомных и хроматидных aberrаций сбалансирован. Однако, уровень функциональной сбалансированности генно-регуляторных систем всего генома украинского черно-пестрого скота потребовал более углубленного анализа.

Коадаптивный ответ генофонда украинского черно-пестрого скота на территории 1,0—5,0 Ки/км².

Состояние вопроса. Среди 12 областей Украины территория Житомирской области была наиболее экологически напряженной (Atlas, 2011). Тактика эвакуации скота с территорий с радиационным фоном 10-50 Ки/км² была такова. Скот преимущественно перевозился или перегонялся на территории наименьшего загрязнения. Методом радиометрии радиобиологами оценивалась степень радиационного поражения. Исходя из результатов, принимались решения: а) забой-утилизация; б) забой – переработка на мясокостную муку; в) дальнейшее хозяйственное использование.

Именно с этими животными и их потомками на протяжении 10 летнего периода (1986-1996 г.г.)

проводился трехэтапный мониторинг. В качестве маркеров коадапционной пластичности животные распределялись на группы с различным уровнем экспрессии эумеланинсинтезирующих аллелей локуса S.

1. *этап (1986-1987 г.г.)* - на начальном периоде развития катастрофы исключительно важным являлось своевременная регистрация и оценка адаптивного ответа воспроизводительной системы коров и нетелей на «залповый» радиационный удар. Популяционный анализ плодовитости перевезенных из зоны поражения животных показал нарастающую тенденцию к перегулам. Это результат гаметического и зиготического отбора. При этом у животных с недостаточностью синтеза эумеланиновых пигментов и гипертрофией надпочечников число перегулов возрастало с 2 до 7 (Konovalov, 1991).

2. *этап (1987-1992 г.г.)* - выборочный мониторинг рождаемости телят с врожденными патологиями развития (ВПР). На территории с радиационным фоном от 1,0 до 5 Ки/км² ВПР встречались с частотой 0,7% (т.е. фоновый генетический груз). У коров из зоны 15-40 Ки/ км² частота ВПР достигала 2,24% (Konovalov, 1992). Считаем, что этот сдвиг преимущественно обусловлен эпигеномной изменчивостью. Допускаем, что супрессорами репарации поврежденных участков ДНК, так и индукторами экспрессии ранее «молчащих» генов являются низкомолекулярные модуляторы клеточного метаболизма 0-хиноидного типа (Konovalov, 2010).

3. *этап (период 1986-1996 г.г.)* - изучение продолжительности периода биологической нестабильности обмена веществ у лактирующих коров различного уровня резистентности (радиорезистентные генотипы SS (*устойчивые*), Ss (*промежуточные*) и ss (*неустойчивые*) показало следующие результаты. В условиях синергетического давления даже малых доз радиации повышенной жизнеспособностью и лучшей продуктивностью обладают животные со сбалансированным обменом меланин-катехоламинов т.е. генотип SS. Важно учитывать, что на территориях до 5 Ки/км² среди потомков животных перевезенных с территорий 15-40 Ки/ км² наиболее пластично восстанавливают доаварийные показатели хозяйственно-полезной ценности особи с генотипом SS. На процесс коадаптации понадобилось 10 лет, то есть 2 поколения (Konovalov, 1996).

Важно учитывать, что взаимодействие обсуждаемых нами основных локусов С, S (меланин-образующего субгена А, С, В, Р, D, Е, (а-МСГ), I, S, R) с многочисленными генами-модификаторами выполняют функцию «подгонки» фенотипа особи к конкретному взаимодействию меланин-катехоламинового обмена к реальной радиационно-химической ситуации взаимодействия «генотип-среда».

Считаем, что влияние меланиновых пигментов на процессы коадаптации сельскохозяйственных животных обусловлено многообразием воздействия на организм.

Конструктивный анализ современной литературы показал (Коновалов, 1991), что структурно-функциональная специфичность строения колор-маркерной молекулы меланина заключается в том, что этот полимер в своей структуре содержит многочисленные свободные энергетические зоны. Зоны, которые позволяют: не только накапливать, но и депонировать внутриклеточную энергию, по принципу “кольчуги” способны адсорбировать соли тяжелых металлов, быть ловушкой для свободных радикалов, обеспечивая этим самым организму антиоксидантную защиту рассеивать избыточную солнечную энергию небольшими дозами, обеспечивая этим самым биологическим системам радиопротекторную защиту. Промежуточные метаболиты меланинового обмена легко соединяются с нуклеиновыми кислотами, гистонами и белками, выполняя определенные гомеостатические функции организма, в частности обеспечивать старт-спринг моторных нейронов молокообразования и др. Оценивая возможные пути дальнейшей микроэволюции домашних животных в новых условиях развития ноосферы важно учитывать, что полимер-меланины являются не только «селективным ситом» для свободных радикалов, но их долгоживущие свободные радикалы могут влиять на темпы спонтанного мутагенеза, ускоряя или замедляя эффективность селекционного прогресса (Коновалов et al., 2011).

ВЫВОДЫ

На основании проведенного эколого-генетического мониторинга формирования цитогенетической нестабильности генома черно-пестрого скота установлено:

1. установленные уровни нестабильности генома племенного скота пока еще существенно не отражаются на снижении его функции;
2. реализация у коров высокопродуктивного генетического потенциала требует тщательного соблюдения нутригеномных и инжиниринговых технологий.

LITERATURA

- Atlas «Ukraina. Radiatsionnoe zagryaznenie», 2011. Razrabotano OOT«Intelktualnyi Sistemi GEO» po zakazu Ministerstva chrezvichaynih situatsiy Ukraini., Kiev, 52 s.
- Bakay, A. I., 2009. Vosproizvoditelnyie kachestva golshtinizirovannykh korov s raznim urovnem kariotipicheskoy nestabilnosti. Avtoreferat

dissertatsiina soiskanieuchenoy stepeni kandidata biologicheskikh nauk 06.02.01. – Razvedenie, selektsia, genetika i vosproizvodstvo selyskohozyaystvennih zhivotnih. M.: - 2009.

- Dzitsyuk, V. V., 2009. Vikoristannya tsitogenetichnih metodiv u selektsii plidnikiv. Agramaya nauka, Kiev: 60 s.
- Kachura, V. S., 1989. Tsitogenetika krupnogo rogatogo skota. - Tsitogenetika i biotehnologia. Materiali 2-y Vsesoyuznoy konferentsii po tsitogenetike selyskohozyaystvennih zhivotnih, Leningrad - Pushkin, s. 8.
- Konvalov, V. S., 1983. Mehanizmi pleyotropnogo deystvia genov melaninovoy okraski u zhivotnih : diss. na soiskanie uch. stepeni d-ra biologicheskikh nauk.03.00.15 – genetika, 320 s.
- Konvalov, V. S., 1991. Tendentsii mikroevolyutsii pleyotropnogo deystvia genov v usloviyah radiatsionno-himicheskogo zagryaznenia. - Problemi selyskohozyaystvennoy radioekologii – pyaty let spustya posle avarii na Chernobilytskoy AES: Tezi nauchno-prakticheskoy konferentsii. Zhitomir, 36-40.
- Konvalov, V., 1992. On what course is the Chornobyl icrberg? Chornobyl's Hostages International. – P. 12-16.
- Konvalov, V. S., 1996. Adaptatsionniy rezerv chernopestrogogo skota. Problemi selyskohozyaystvennoy radioekologii – desyaty let spustya posle avarii na Chernobilytskoy AES: Tez. dokl. vtoroy mezhdunar. konf. – Zhitomir, 88-90.
- Konvalov, V. S., 2010. Geneticheskie aspekty chernobilytskoy katastrofi - 25 let spustya.– Natsionalynaya ekologicheskaya politika v kontekste evropeyskoy integratsii Ukraini, Materiali Mezhlunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Kiev, 204-208.
- Konvalov, V. S., Guzev I. V., Kopilov K. V., Starodub L. F., 2011. Mehanizmi formuvannya prihovanoi genetichnoi minlivosti u genofondi velikoï rogadoï hudobi. Nauchniy vestnik natsionalynogo universiteta bioresursov i prirodoispolzovania Ukraini. – Kiev: № 160, 311-317.
- Starodub, L. F., S. A. Kostenko, 2011. Roly tsitogenetichnih markeriv pri prognozi produktivnosti velikoï rogadoï hudobi. Zootehnicheskaya nauka, istoria, problemi, perspektivi. – Kamenets-Podolyskiy: 204–206.
- Ernst, L., K., A. I. Zhigachev, 2006. Monitoring geneticheskikh bolezney zhivotnih v sisteme krupno-masshtabnoy selektsii. Moskva, 383 s.
- Zhimulev, I. V., 1976. Obshtaya i molekulyarnaya genetika: Novosibirsk: Sibirskiy universitet. – 480 s.
- Yakovlev, A. F., 1985. Tsitogeneticheskaya otsenka plemennykh zhivotnih. M. Agropromizdat, 256 s.

Статията е приета на 12.12.2012 г.
Рецензент – проф. д-р Васил Николов
E-mail: vsn3480@abv.bg