

ПОРОДОСПЕЦИФІЧНІСТЬ МІНЛИВОСТІ ЦИТОГЕНЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

С. О. Костенко

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Узагальнено основні підходи до використання цитогенетичних маркерів для підвищення ефективності селекції та розведення великої рогатої худоби. Показано породоспецифічність у спонтанній мінливості цитогенетичних показників великої рогатої худоби. Результати цитогенетичного аналізу дозволяють прогнозувати плідність тварин та виявляти генотоксичний вплив зовнішніх та внутрішніх мутагенних факторів.

Ключові слова: ЦИТОГЕНЕТИЧНІ МАРКЕРИ, ВЕЛИКА РОГАТА ХУДОБА, Rb-ТРАНСЛОКАЦІЯ (1:29), ПОРОДИ, МІКРОЯДРА, АНЕУПЛОЇДІЯ, ПОЛІПЛОЇДІЯ, ХРОМОСОМНІ АБЕРАЦІЇ

Аналіз каріотипів свійських тварин було розпочато у 60-ті роки минулого століття в період становлення і розвитку цитогенетичних методів досліджень людини. «Золотим часом» для цитогенетики тварин став кінець 80-х років [1, 2]. Переважна більшість досліджень була спрямована на виявлення носіїв конститутивних цитогенетичних порушень, які обумовлювали зниження репродуктивної функції тварин. На сьогодні кількість публікацій, дисертаційних робіт, побудованих на цитогенетичних дослідженнях, невпинно зменшується. У світі нараховується близько 15 лабораторій, які спеціалізуються на цитогенетичному аналізі тварин [1], і щорічно каріотипують лише 8–10 тис. тварин. Половина з цих досліджень виконується у Франції. У переважній більшості це — цитогенетичний аналіз молодих племінних тварин, у більшості випадків бугаїв. Іншим напрямком у цитогенетичному аналізі є використання показників соматичного мутагенезу для наявності і характеру впливу генотоксичних факторів на організми тварин [2], а також прогнозу їх продуктивності [3], в тому числі репродуктивних якостей [4].

Стаття присвячена аналізу власних даних та джерел літератури у галузі цитогенетики свійських тварин, які були виконані протягом останніх 5–10 років.

Матеріали і методи

Досліджували корів української чорно-рябої молочної породи господарств Київської області. СГВК «Мрія» в селі Горностаїпіль Іванківського району (6 гол.), СГВК ім. Мічуріна у селі Дитятки Іванківського району (14 гол.) є в зоні дії хронічного низькодозового іонізуючого опромінення (24–96 мкР/год.), СВК ім. Щорса Білоцерківського району (24 гол.), СТОВ «Агросвіт» Миронівського району (28 гол.), ТОВ «Княжичі» Броварського району (6 гол.) знаходяться на територіях з експозиційною дозою опромінення 11–13 мкР/год.

Цитогенетичний аналіз плідників робили у: ТЗОВ ЛНВЦ «Західплемресурси» — породи голштинська (чорно-ряба масть, n=9), симентальська (n=4), Хмельницьке головплемпідприємство — голштинська (чорно-ряба масть, n=8), абердин-ангус (n=4), Війтовецьке племоб'єднання породи голштинська (чорно-ряба масть, n=3), та абердин-ангуська (n=5), Менське племоб'єднання симентальська (n=10), ТОВ «Агрікор Холдинг» — поліська м'ясна (n=13), шаролезька (n=6), абердин-ангуська (n=10), південна м'ясна (n=10), симентальська (n=5), ДСП ГСЦУ — голштинська порода (чорно-ряба масть, n=8).

Цитогенетичні препарати готували згідно з методикою, описаною А. Шельовим і В. Дзіцюк [5]. Визначали такі показники: кількісні порушення хромосом — анеуплоїдію (A-I; $2n \pm 2$) і (A-II; $2n \pm 10$), поліплоїдію (ПП), клітини із асинхронністю розщеплення

центромірних районів хроматид (АРЦХ), структурні аберації — розриви хромосом та хроматид. Мікроядерне тестування проводили на цих самих препаратах, підраховуючи двоядерні лімфоцити (ДЯ), одноядерні лімфоцити з мікроядрами (МЯ), мітотичний індекс (МІ). Частоту ДЯ, МЯ, МІ вираховували на 1000 клітин.

Аналіз відтворної здатності маточного поголів'я здійснювали за такими показниками: вік першого отелення, тривалість сервіс-періоду, кількість осіменінь.

Взаємозв'язок каріотипової мінливості з молочною продуктивністю встановлювали за такими показниками: надій молока за 305 днів першої лактації, жива маса корів у 18 місяців. Статистичну обробку одержаних результатів здійснювали за допомогою комп'ютерної програми «Статистика 2003».

Результати й обговорення

Цитогенетичний аналіз продовжує виявляти серед плідників різних порід великої рогатої худоби тварин-носіїв робертсонівської транслокації 1;29 (Rb 1;29). Вперше Rb 1;29 виявлена при патогенетичному обстеженні корів, хворих лімфолейкозом у популяції шведської червоно-рябої худоби [6]. Продовжуючи обстеження великої рогатої худоби Швеції [7], виявили її присутність в каріотипі у різних популяціях країни, регіональне її розповсюдження і вплив цієї хромосомної мутації на відтворювальну функцію. Автором було встановлено, що у корів-носіїв цієї аберації підвищена частота ембріональної смертності потомства в порівнянні з коровами нормального каріотипу. При аналізі молочної продуктивності з'ясувалося, що дочки бугаїв-носіїв Rb 1;29 аутосом поступаються дочкам батьків з нормальним каріотипом і за молочною продуктивністю. У таблиці 1 представлені дані щодо частоти тварин-носіїв Rb 1;29 серед племінних тварин різних порід країн Європи.

Таблиця 1

Частота тварин-носіїв Rb 1;29 серед тварин різних порід

Порода	Кількість досліджених тварин	Частота носіїв Rb 1;29	Країна і тривалість моніторингу	Джерело літератури
Світла аквітанська Лімузин Шароле Синтетична лінія INTRA 95	3447 1058 1090 360	7,9 12,3 1,2 3,3	Франція	[1]
Бруна Чіаніна Фрізька Сіра альпійська Марч'ігана Мука пізана Подільська Романьола Мареммана Отгонезе	57 8303 136 580 5522 122 256 3876 1057 121	3,5 1,4 0,7 0,9 11,7 2,5 11,7 13,0 18,8 2,5	Італія (15 років)	[8, 1]
Румунська ряба Бура	1357 287	0,8 0,7	Румунія (20 років)	[1]
Шароле	7500 (різних порід)	0,47	Польща (13 років)	[1]
Чеська симентальська Хайленд, шароле, світла аквітанська	1218 168 (трьох порід)	0,82 3,6	Чехія (11 років)	[9]

В Італії серед більше 20 тис. досліджених за останніх 15 років племінних тварин великої рогатої худоби різних порід 8,8 % виявилися носіями конститутивних цитогенетичних порушень. Переважну більшість порушень також складала Rb 1;29 транслокація (7,5 % тварин серед досліджених). Цікаво відмітити те, що були виявлені гомозиготи за цією транслокацією серед тварин порід марчігіана, подільська, романьола, мареммана. Результатом цитогенетичного скринінгу стало відкриття інших Rb-транслокацій (26;12 — у сірої альпійської, 14;17 та 13;19 — у марчігіани), реципрокних транслокацій (1;8;9 у бруни, Y;9 та 11;21 — у ціаніни, 1;5 — у сірої альпійської), інверсія Y-хромосоми (у подільської породи), фрагільність X-хромосоми, синдром Клайнфельтера (XXY) та химеризм (XX/XY, XXX/XY). Серед 1357 досліджених бугаїв румунської рябої породи 11 (0,8 %) виявилися носіями Rb 1;29.

Таблиця 2

Обсяг цитогенетичних досліджень племінних тварин у різних країнах Європи

Країна	Кількість досліджених тварин	Кількість досліджених порід	Кількість порід з Rb 1;29	Частота носіїв Rb 1;29
Франція	6911	7	4	3,9
Італія	20030	10	10	7,5
Іспанія	2251	39	14	5,1
Румунія	2576	3	2	0,4
Угорщина	4569	13	5	0,9
Чехія	2425	6	4	1,2

На рисунках 1 і 2 представлені дані динаміки у часі відсотку виявлених носіїв серед прокаріотипованих плідників м'ясних порід французькою лабораторією Національної ветеринарної школи Тулузи та загальний обсяг цитогенетично досліджених тварин різних порід [1].

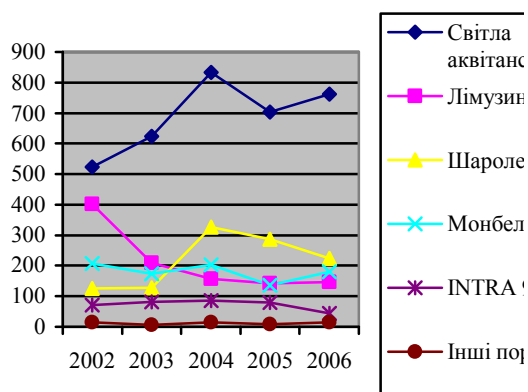


Рис. 1. Кількість тварин різних порід, досліджених цитогенетично (Франція)

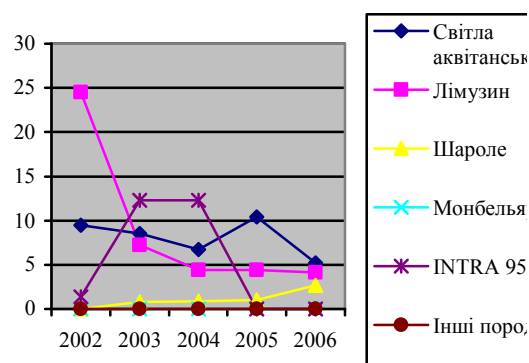


Рис. 2. Частота тварин-носіїв Rb 1;29 серед виявлених щорічно у Франції (%)

Використання GTG-бендінгу дозволило ідентифікувати у великої рогатої худоби шість нових цитогенетичних порушень протягом останнього десятиліття. Серед них — одна Rb-транслокація (1;7), дві мозаїчні Rb-транслокації (21;29 та 3;12), перичентрична інверсія хромосоми 29 і одна реципрокна транслокація (7p+;7q-) у світлої аквітанської породи. В одній тварини породи шароле була виявлена реципрокна транслокація (1q-;15q+).

Частоти носіїв Rb-транслокацій серед тварин різних порід

Rb- транс локації (хромосом)	Порода	Частота носіїв
26;29	Сіра альпійська	7,8
14;17	Марчігіана	0,1
13;19	Марчігіана	0,02
14;20	Румунська ряба	0,07
3;27	Румунська чорно-ряба	0,1
5;23	Бура	0,35
11;21	Бура	0,35

Результати цитогенетичного контролю племінних тварин в Україні, представлені Качурою В. С. [10], свідчать, що за період з 1980 по 1987 рік було досліджено 1020 тварин 18 порід і породних сполучень. Виявили 73 тварини (7,15 %) з цитогенетичними порушеннями, серед яких 68 (6,66 %) — носії Rb 1;29, а 5 мали хромосомний химеризм 60, XX/60XY. Транслокація була знайдена у тварин симентальської, монбельярдської і лебединської порід та їх помісей. Цитогенетичні дослідження великої рогатої худоби, проведені пізніше В. В. Дзіцюк [3], Т. Т. Глазко [11], Л. Ф. Стародуб [12] не виявляли тварин-носіїв конститутивних порушень. Т. Т. Глазко, Н. А. Сафоновою була виявлена ламка X-хромосома та хромосомний химеризм XX/60XY [13].

Слід відмітити, що в Україні продовжує відбуватися скорочення як кількості обстежених тварин, так і поголів'я племінних тварин в цілому. Особливо це стосується тварин порід, в яких були знайдені носії Rb 1;29. Таким чином, питання наявності тварин-носіїв конститутивних порушень серед племінного молодняка в Україні залишається відкритим і дискусійним.

Таким чином, аналіз цитогенетичних досліджень свійських тварин, проведених протягом останнього десятиліття в країнах Європи, свідчить про те, що каріотипування племінного поголів'я в програмах бонітування залишається актуальним, але здійснюється лише в частині країн. Особливо це стосується тварин, сперму яких використовують при штучному осіменінні. Не дивлячись на постанову Кабінету Міністрів України щодо обов'язкового цитогенетичного аналізу племінного поголів'я, дослідження тварин носять спорадичний характер.

Що стосується досліджень соматичного мутегенезу тварин, то були виявлені деякі закономірності, пов'язані з породною приналежністю, напрямком продуктивності, показниками спермопродуктивності, молочної продуктивності, репродуктивними особливостями, віком та впливом генотоксичних факторів регіону утримання.

На рисунку 3 представлені цитогенетичні показники бугаїв-плідників різного напрямку продуктивності [12].

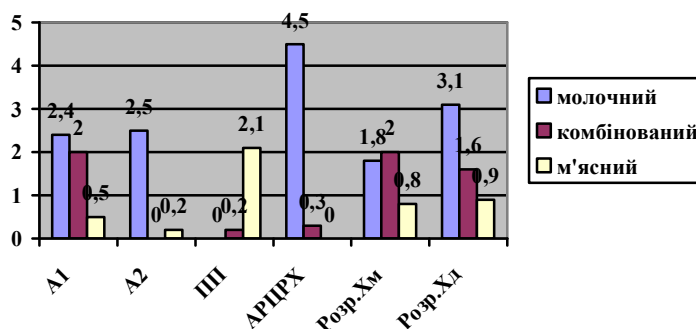


Рис. 3. Цитогенетичні показники бугаїв-плідників різного напрямку продуктивності (%)

Біологія тварин, 2012, т. 14, № 1–2

У результаті наших досліджень було виявлено, що плідники молочного напрямку продуктивності характеризуються самим високим рівнем клітин із АРЦРХ. Характерною рисою тварин м'ясного напрямку продуктивності є високий рівень поліплоїдних клітин. Ці дані підтверджують результати досліджень Дзіцюк В. В. [3].

За структурними порушеннями хромосом (хромосомні та хроматидні розриви) плідники трьох різних напрямів продуктивності не мали істотних розбіжностей.

Внутріпородний поліморфізм показників соматичного мутагенезу у плідників голштинської породи виявив широкий розмах мінливості за частотою метафазних пластинок з АРЦРХ (від 1,0 до 9,0 %).

Підвищений рівень А-I і А-II спостерігали у плідників 5–7-річного віку, що може бути обумовлено віковими особливостями цих тварин. Найвищий відсоток клітин з АРЦРХ спостерігали у плідників 3- та 5–7-річного віку Хмельницького головплемпідприємства ($P > 0,95$). Схожі результати отримано при аналізі хромосомних порушень (хромосомні та хроматидні розриви).

Що стосується внутріпородної цитогенетичної нестабільності у бугаїв симентальської породи, то виявилось, що у тварин різних господарств частота поліплоїдних клітин коливалася від 0 до 0,6 %, з АРЦРХ — від 0 % до. Аналіз каріотипової мінливості у плідників симентальської породи комбінованого напрямку свідчить, що кількісні і структурні зміни найбільш виражені у тварин ТОВ «Агрікор Холдинг».

Наявність поліплоїдних клітин, а також частота клітин з АРЦРХ у тварин «Західплемресурси» автори пов'язують з комбінованим напрямом їх продуктивності [3].

Аналіз цитогенетичної мінливості плідників м'ясного напрямку показав, що кількісні порушення хромосом найбільш виражені у тварин породи абердин-ангус Війтовецького племпідприємства. Асинхронне розщеплення центромірних районів хромосом у даних плідників зустрічається із частотою 8,6 %, що у 4 рази вище показника, встановленого іншими дослідниками [3].

Найвищий відсоток метафаз із хроматидними розривами був характерний для тварин цього господарства, що у 1,6 рази вище за показник, характерний для тварин всієї породи. Найбільша кількість метафаз із розривами хромосом спостерігали у плідників поліської м'ясної породи (6,4 %), що могло свідчити про зниження активності імунної системи, оскільки елімінація пошкоджень хромосом залежить від її активності. На думку авторів, досліджені тварини поліської породи імовірно характеризувалися зниженим імунним статусом.

Результати дисперсійного аналізу вікової мінливості каріотипу у плідників голштинської і симентальської порід подано на рисунку 4 [12].

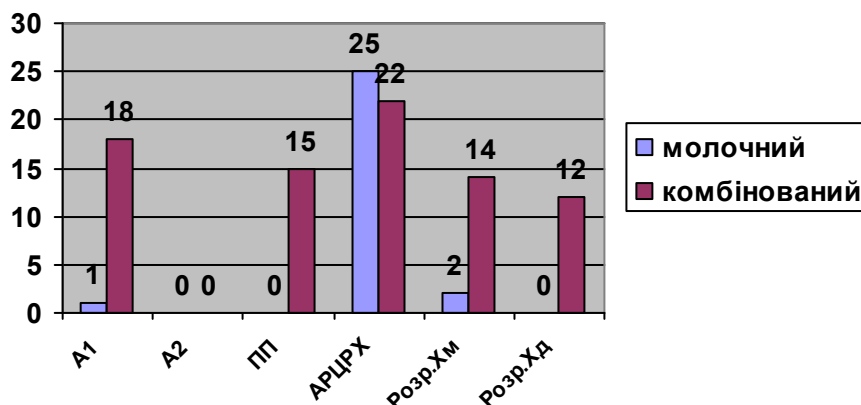


Рис. 4. Вплив віку на мінливість каріотипу у плідників молочного і комбінованого напрямку продуктивності (%)

Проведені розрахунки показують, що з віком достовірно ($P>0,95$; $P>0,99$) збільшується частота клітин із АРЦРХ.

Для визначення зв'язку каріотипової нестабільності із запліднювальною здатністю плідників різного напрямку продуктивності, бугаїв голштинської і симентальської порід розділили на групи в залежності від показника запліднювальної здатності сперматозоїдів (табл. 4).

Таблиця 4

Хромосомна мінливість і запліднювальна здатність у плідників різних порід, %

№ групи	Кількість тварин	Запліднилося самок від I осіменіння	A-I	A-II	АРЦРХ	Розриви хромосом	Розриви хроматид
<i>Голштинська порода</i>							
1	6	66,5±1,50*	1,7±0,50*	0,8±0,72	3,6±0,74*	1,3±0,56	1,6±0,69
2	10	74,2±2,39*	0,5±0,31*	1,22±0,63	3,3±0,86*	1,4±0,50	1,0±0,19
<i>Симентальська порода</i>							
3	3	68,3±0,40	-	-	1,7±0,69	0,3±0,2	0,7±0,23
4	6	71,7±1,42	0,5±0,17	-	0,7±0,28	0,7±0,28	1,1±0,24
<i>Порода абердин-ангуська</i>							
5	3	65,5±1,50*	-	-	10,0±7,10	0,5±0,33	10,5±9,50
6	3	70,5±0,50*	6,1±4,35	1,5±1,0	0,5±0,35	1,0±0,71	-

Примітка: * — $P>0,95$

Результати досліджень показали, що у тварин першої групи запліднювальна здатність спермій була значно меншою порівняно з тваринами другої групи із достовірною різницею середніх величин ($P>0,95$). Було також виявлено підвищену кількість клітин з А-I із достовірною різницею середніх величин при $P>0,95$ і тенденцію до підвищеного рівня розривів хроматид у цієї групи тварин. Зв'язок між мінливістю каріотипу і спермопродуктивністю бугаїв визначили за допомогою коефіцієнта кореляції. Усі виявлені зв'язки мали зворотний характер. Найвищий коефіцієнт кореляції виявили між АРЦРХ і запліднювальною здатністю спермій у плідників голштинської породи ($r=-0,6590$) при $P>0,95$. Значні кореляційні зв'язки було виявлено між розривами хромосом і хроматид та запліднювальною здатністю спермій плідників. Вони становили $-0,6153$ і $-0,6024$ відповідно ($P>0,99$). Коефіцієнт кореляції між анеуплоїдією і відсотком запліднення корів становив $-0,5330$ ($P>0,95$). Таким чином, цитогенетичний аналіз плідників має цінність для відбору тварин за спермопродуктивністю.

Результати досліджень тварин симентальської породи свідчать, що тварини третьої групи відрізнялися від тварин четвертої групи запліднювальною здатністю спермій. У тварин третьої групи спостерігали тенденцію до збільшення клітин із АРЦРХ. Різниця за іншими показниками хромосомної мінливості суттєво не відрізнялася. Кореляційний зв'язок між клітинами з АРЦРХ і рухливістю спермій та їх запліднювальною здатністю зворотній та статистично достовірний ($P>0,99$ і $P>0,999$ відповідно). Це означає, що зі збільшенням частоти клітин з АРЦРХ зменшується рухливість і запліднювальна здатність спермій.

Зв'язок між розривами хромосом та хроматид і показниками спермопродукції від'ємний, проте слабкий. Отже, з підвищенням відсотку хромосомних та хроматидних розривів, знижується запліднювальна здатність спермій.

Стосовно хромосомної нестабільності каріотипу і відтворної здатності плідників м'ясного напрямку продуктивності було виявлено, що у плідників породи абердин-ангус Хмельницького головплемпідприємства 3-річного віку (п'ятої групи) відсоток запліднювальної здатності сперматозоїдів нижчий порівняно з тваринами шостої групи ($P > 0,95$).

Плідники п'ятої групи характеризувалися підвищеною кількістю клітин із АРЦРХ. Структурні порушення у вигляді розривів хроматид були характерні тільки для тварин цієї групи. Наявність клітин із анеуплоїдією (А-I, А-II) характерна для тварин другої групи. Аналізуючи результати проведеного кореляційного зв'язку між показниками спермопродукції і хромосомними порушеннями встановили, що рухливість спермій у досліджених плідників породи абердин-ангус найбільше залежить від кількості клітин із розривами хромосом ($r = -0,9623$) із ступенем достовірності $P > 0,95$.

Таким чином, цитогенетичний аналіз плідників має прогностичну цінність для відбору тварин за спермопродуктивністю. Доказом цього є попереджуюча діагностика генетичного вантажу плідників породи абердин-ангус Війтовецького племпідприємства. У плідників Джокера 8119, Амура 8053, Лорда 8057, Валета 8055 виділяли сперму низької якості (рухливість спермій — 3 бали) і вони були вибракувані зі стада.

Провівши цитогенетичну характеристику каріотипу даних плідників, встановили, що у чотирьох вище зазначених тварин відсоток клітин з А-I коливався у межах 9–16 %, а у плідників Амура і Лорда рівень клітин з А-II становив 16–20 %, що суттєво відрізняється від середніх показників у тварин господарств ТОВ «Агрікор Холдинг» і Хмельницького облплемгосподарства. Частота клітин із асинхронним розходженням центромірних районів хромосом у плідників Джокера і Лорда у 5–12 разів вища порівняно з тваринами породи абердин-ангус, дослідженими іншими авторами. Рівень структурних порушень у тварин (хромосомні розриви — у Лорда, Валета; хроматидні розриви — у Джокера і Лорда) — вищий у 7–11 і 1,4–3,6 рази відповідно у порівнянні з бугаями ТОВ «Агрікор Холдинг» і Хмельницького головплемпідприємства. Використовуючи дані власних досліджень про від'ємний кореляційний зв'язок між хромосомними порушеннями і запліднювальною здатністю та рухливістю спермій у бугаїв різного напрямку продуктивності робимо висновок, що підвищений рівень хромосомної нестабільності пояснює репродуктивні властивості цих плідників. На нашу думку, причиною підвищеної каріотипової мінливості у даних плідників є пригнічення імунного статусу організму.

Зв'язок цитогенетичної мінливості з м'ясною продуктивністю було встановлено завдяки кореляційному аналізу цитогенетичних та морфометричних показників у бугаїв ТОВ «Агрікор Холдинг» таких порід: поліська м'ясна, абердин-ангуська, південна м'ясна, шаролеська. Виявлено позитивний зв'язок між кількістю поліплоїдних клітин та від'ємний зв'язок між іншими дослідженими хромосомними аномаліями у периферійній крові з показником конституції і екстер'єру у бугаїв м'ясного напрямку продуктивності. Таким чином, цитогенетичний аналіз можна використовувати для відбору плідників м'ясних порід.

Був здійснений цитогенетичний аналіз маточного поголів'я української чорно-рябої молочної породи [12]. Тварини розподілили на три групи згідно їх продуктивності (рис. 5). До першої групи відібрали тварин з продуктивністю за першою лактацією менше 7000 л (305 днів), до другої — від 7000 до 8000, що відповідає середньому значенню (7918,11±236,88), до третьої групи — понад 8000 л.

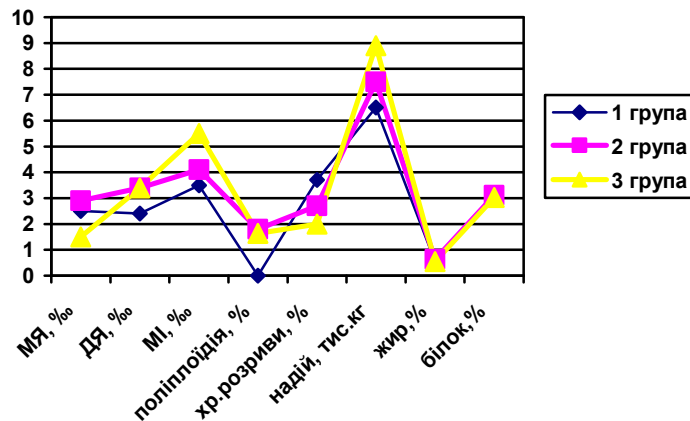


Рис. 5. Показники цитогенетичної мінливості і продуктивності корів чорно-рябої молочної породи

Порівняльний аналіз цитогенетичних параметрів корів з різними рівнями молочної продуктивності свідчить про те, що тварини з найменшим та середнім рівнем продуктивності (групи I і II) мають статистично вірогідно більший рівень клітин з мікроядрами порівняно з групою найпродуктивніших тварин. Серед тварин I групи спостерігали також збільшення кількості метафаз з хромосомними розривами. Показник збалансованості каріотипу, що базується на співвідношенні частот хромосомних та хроматидних аберацій, свідчить, що тварини I групи характеризуються нестабільністю хромосомного апарату. Порівняно з двома іншими в I групі цей показник виявився найбільшим (2,7). У досліджуваних тварин коефіцієнт кореляції між надоем за 305 днів лактації та частотою хромосомних порушень становив -0,38. Тварини I групи характеризувались найбільшою кількістю осіменінь з розрахунку на одне запліднення. Це може свідчити про наявність у них порушень як репродуктивної функції (запальні процеси скритого характеру, інфекції, тощо), так і системи репарації.

Серед структурних порушень хромосом у корів були виявлені лише хромосомні та хроматидні розриви. Частота хромосомних розривів у маточного поголів'я СТОВ «Агросвіт» становила 5,3 % при $P > 0,999$ і не перевищувала показників (5,35–5,60 %) одержаних у 2003 р. в ПТФ «Комсомольська», Пермського краю та (5,7–7,28 %) у господарстві АОЗТ «Вохринка» Московської області у корів даної породи [14], але вища у порівнянні з голштинізованими коровами чорно-рябої породи контрольної групи (3,2 %) у ПЗ «Повадіно» Домодедовського р-ну Московської області [15].

Частоту хроматидних розривів у корів СТОВ «Агросвіт» у 1,5 раза вища у порівнянні з тваринами СВК ім. Щорса. із недостовірною різницею середніх величин. Проте, аберації хромосом у тварин двох господарств не перевищують середніх показників, встановлених Качурою, 1982; Жигачевим, 1987, 1989; Бакаєм и др., 1997, 2004 [15], які показали, що в результаті селекції у племінних корів частота клітин із структурними абераціями складає 12,2 %. Вища частота хромосомних аберацій у корів СТОВ «Агросвіт» свідчить про значну індивідуальну мінливість тварин, що може бути викликана технологією їх утримання. У СВК ім. Щорса корів утримують взимку прив'язно у стійлах з моціоном на вигульних майданчиках, а влітку — безприв'язно просто неба у літньому таборі. У СТОВ «Агросвіт» — безприв'язно у боксах без вигулів на майданчики упродовж всієї лактації [12].

Частота клітин з АРЦРХ у популяції корів СТОВ «Агросвіт» проявлялася в межах 2–21,4 % (середнє значення — 2,4 % при $P > 0,999$), а у корів СВК ім. Щорса у межах від 0 % до 12,5 % (середнє — 1,3 % з порогом ймовірності $0,99 > p > 0,95$). У результаті проведених досліджень Дзіцюк В. В. виявила, що в української чорно-рябої молочної породи цей

показник є певною маркерною характеристикою молочності худоби і середнє значення становить 4,45 % [3]. Таким чином, у досліджених нами тварин спостерігається широкий розмах індивідуальної мінливості за частотою метафазних пластинок з АРЦРХ, тобто тварини характеризувалися великим показником неоднорідності даної хромосомної мінливості. Різниця середніх величин цієї ознаки між тваринами двох господарств виявилася недостовірною.

Характеристика хромосомної мінливості корів української чорно-рябої молочної породи різних вікових груп показала, що з віком кількість лімфоцитів периферійної крові з А-П та з АРЦРХ збільшується. Спостерігали тенденцію до збільшення хроматидних розривів у тварин старшого віку, на що вказують також результати досліджень інших авторів.

Генетичний аналіз на основі цитогенетичних маркерів дає змогу зробити прогноз продуктивності тварин, здійснювати науково обґрунтований підбір батьківських пар. Отримані нами результати дисперсійного аналізу свідчили, що найсильнішим є асоційований вплив хромосомних розривів на тривалість сервіс-періоду ($P > 0,99$), сила впливу при цьому становила 43 %. Встановили від'ємний ($P > 0,95$ та $P > 0,99$) зв'язок між хромосомними аномаліями (хроматидними розривами і АРЦРХ) і показниками маси тіла телиць у віці 18 місяців. Отже, геномна нестабільність каріотипу та структурні порушення хромосом пов'язані з відтворною здатністю маточного поголів'я та ростом і розвитком телиць (статева зрілість телиць — жива маса у віці 18 місяців і вік першого отелення). Контроль спонтанного мутагенезу у корів дає можливість виявити і вилучити носіїв високого рівня хромосомних порушень. Такий контроль уможливить прогностичний аналіз генетичної повноцінності потомства, яке може бути отримане від досліджуваних тварин [12].

Також нами було проведено цитогенетичний аналіз корів чорно-рябої молочної породи, яких утримують на територіях з підвищеним рівнем іонізуючого опромінення, що були забруднені внаслідок аварії на ЧАЕС (рис. 6).

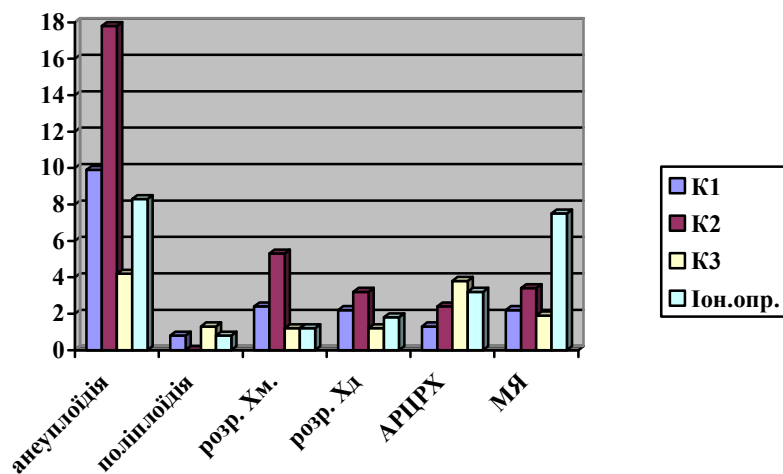


Рис. 6. Цитогенетичні показники корів чорно-рябої молочної породи в різних радіоекологічних умовах утримання

За іншими порушеннями геному соматичних клітин корів української чорно-рябої молочної породи не знайдено вірогідних відмінностей. Не відмічено збільшення маркерної ознаки ВРХ молочного напрямку продуктивності — частоти асинхронного розщеплення центромерних районів хромосом у тварин при хронічному іонізуючому опроміненні. Взагалі, частоти АРЦРХ у досліджених нами корів двох дослідних груп були на порядок нижчими за значення аналогічних показників, одержаних при цитогенетичному аналізі тварин голштинізованої чорно-рябої молочної породи в 30-кілометровій зоні відчуження ЧАЕС.

Так, згідно результатів Т. Т. Глазко у них частота асинхронного розщеплення центромірних районів хромосом досягала 9 %. За відсотком анеуплоїдних (15,0 %) і поліплоїдних (9,0 %) клітин дані автора також переважають наші результати [16]. Пояснити такого роду розбіжності за частотами хромосомних порушень у соматичних клітинах організму в умовах впливу іонізуючого опромінення низької потужності можна з огляду на індивідуальні особливості цитогенетичної мінливості досліджених корів, а також на малі вибірки тварин, для яких проводили цитогенетичний контроль.

При цитогенетичних дослідженнях корів виявили метафаз із абераціями хромосом за типом транслокацій та тварин-носіїв конститутивних цитогенетичних аномалій. Це співпадає з даними С. С. Сунцова і співавторів. Науковцями встановлено відсутність кореляції ($r=0,02$) між частотою Робертсонівських транслокацій у соматичних клітинах тварин ВРХ симентальської породи, які відтворюються в умовах підвищеного рівня радіаційного забруднення (Семипалатинський полігон), і ефективною дозою поглинутої ними радіації. Особини носії-транслокацій, найімовірніше, успадковували їх від батьківських форм. Відповідно, іонізуюче опромінення низької потужності не призводить до підвищення утворення Робертсонівських транслокацій в каріотипі досліджених тварин *de novo* [17].

Аналізуючи результати кореляційного аналізу між різними цитогенетичними параметрами соматичних клітин досліджених корів, слід зауважити наявність прямого достовірного (при $p<0,05$) зв'язку високої сили ($r=0,717$) між відсотком анеуплоїдії і частотою ЛМЯ у тварин господарства СГВК ім. Мічуріна [18].

Отже, за низькодозового іонізуючого опромінення у корів чорно-рябої молочної породи не відбувається підвищення рівня структурних аберацій хромосом. Основною реакцією каріотипу є кількісні зміни видоспецифічного набору хромосом соматичних клітин за типом анеуплоїдії. Тобто, радіація низької потужності не індукує нових порушень генетичного матеріалу, а підсилює фоновий рівень цитогенетичної нестабільності геному [19].

Висновки

Моніторинг каріотипової мінливості великої рогатої худоби продовжує виявляти особин-носіїв конститутивних цитогенетичних порушень серед племінного поголів'я плідників м'ясного і комбінованого напрямків продуктивності у країнах Європи. Досліджені закономірності цитогенетичної мінливості, пов'язані з породною приналежністю, напрямком продуктивності, показниками спермопродуктивності, молочної продуктивності, репродуктивними особливостями, віком та впливом генотоксичних факторів регіону утримання великої рогатої худоби.

Аналіз каріотипової мінливості великої рогатої худоби проведення цитогенетичного моніторингу шести популяцій тварин української чорно-рябої молочної породи, які відтворюються в різних радіоекологічних умовах свідчить, що цитогенетичні параметри корів коливаються в наступному діапазоні: частота клітин з мікроядрами — від $1,87\pm 0,51$ до $7,52\pm 0,35$ %, двоядерних — від $1,07\pm 0,24$ до $4,0\pm 2,28$ %, мітотичного індексу — від $1,74\pm 0,22$ до $8,0\pm 5,26$ %. Частота метафаз з анеуполоїдією — від $4,23\pm 1,28$ до $17,8\pm 9,22$ %, з асинхронністю розщеплення центромірних районів хроматид — від 1,3 до $3,82\pm 1,14$ %, з поліплоїдією — від 0 до $1,25\pm 0,78$, із хромосомними абераціями — від $1,18\pm 0,73$ до $5,3\pm 4,82$ %.

Встановлено асоціацію продуктивності корів за першу лактацію з частотою клітин із мікроядрами. Виявлено, що в умовах впливу низькодозового іонізуючого опромінення спостерігається підвищена частота клітин із мікроядрами та анеуплоїдних метафаз.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу низькодозового іонізуючого опромінення на сапермопродуктивність і відтворювальні якості тварин.

S. O. Kostenko

BREED SPECIFICITY OF CATTLE CYTOGENETIC CHARACTERISTIC

S u m m a r y

Generalized basic approaches to the use of cytogenetic markers to improve the efficiency of selection and breeding of cattle. Displaying porodospetsifichnist in spontaneous variability tsitogenetchnih performance of cattle. The results of cytogenetic analysis allow to predict the fertility of animals and show genotoxic effects of internal and external mutagenic factors.

C. O. Костенко

ПОРОДОСПЕЦИФИЧНОСТЬ ИЗМЕНЧИВОСТИ ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

А н н о т а ц и я

Обобщены основные подходы к использованию цитогенетических маркеров для повышения эффективности селекции и разведения крупного рогатого скота. Показано породоспецифичность в спонтанной изменчивости цитогенетичних показателей крупного рогатого скота. Результаты цитогенетического анализа позволяют прогнозировать плодовитость животных и проявлять генотоксический влияние внешних и внутренних мутагенных факторов.

1. *Ducos A.* Cytogenetic screening of livestock populations in Europe : an overview / A. Ducos, T. Revay, A. Kovacs // *Cytogenet Genome Res.* — 2008. — № 120. — P. 26–41.

2. *Эрнст Л. К.* Мониторинг генетических болезней животных в системе крупномасштабной селекции / Л. К. Эрнст, А. И. Жигачев. — М., 2006. — 383 с.

3. *Дзіцюк В. В.* Використання цитогенетичних методів у селекції плідників / В. В. Дзіцюк. — К. : Аграрна наука, 2009. — 60 с.

4. *Красота В. Ф.* Цитологический скрининг коров с нарушениями воспроизводительной функции / В. Ф. Красота, А. С. Семенов, А. И. Бакай // *Сельскохозяйственная биология.* — 2007. — № 6. — С. 58–62.

5. *Шельов А. В.* Методика приготування метафазних хромосом лімфоцитів периферійної крові тварин / А. Шельов, В. Дзіцюк. — К. : Аграрна наука, 2005. — 240 с.

6. *Gustavsson I.* Chromosome abnormality in three cases of leukaemia in cattle / I. Gustavsson, G. Rockborn // *Nature.* — 203:990 (1964).

7. *Gustavsson I.* Cytogenetics, distribution and phenotypic effects of a translocation in Swedish cattle / I. Gustavsson // *Hereditas.* — 1969. — № 63. — P. 168–169.

8. Cattle rob(1;29) originating from complex chromosome rearrangements as revealed by both banding and FISH-mapping techniques / G. P. Di Meo, A. Perucatti, R. Chaves et al. // *Chromosome Res.* — 2006. — № 14. — P. 649–655.

9. *Citek J.* Short communication: Robertsonian translocations, chimerism, and aneuploidy in cattle / J.Citek, J. Rubes, J. Hajkova // *Journal of Dairy Science.* — 2009. — V. 92, Issue 7. — P. 3481–3483.

10. Качура В. С. Цитогенетика крупного рогатого скота : Материалы 2-й Всесоюзной конференции по цитогенетике сельскохозяйственных животных «Цитогенетика и биотехнология», (Ленинград–Пушкин, 1989 г.) / В. С. Качура. — Ленинград, 1989. — С. 8–14.
11. Глазко Т. Т. Характеристики спонтанної цитогенетичної мінливості у великої рогатої худоби : Тез. науково-виробн. конф. «Генетика продуктивності тварин» / Т. Т. Глазко, Н. А. Сафоноваж. — Київ, 1994. — С. 25.
12. Костенко С. О. Цитогенетический контроль молочного и мясного крупного рогатого скота / С. О. Костенко, Л. Ф. Стародуб // Collection of works of Scientific symposium with international participation dedicated to 55th anniversary of the founding of the Scientific and practical institute of biotechnologies in animal husbandry and veterinary medicine «Achievements and perspectives in animal husbandry, biotechnology and veterinary medicine» 6–8 october, 2011. — Maximovka. — С. 417–422.
13. Кобозева Н. А. Цитогенетична мінливість у великої рогатої худоби в зв'язку з різними факторами добору : автореф. дис... канд. біол. наук: 03.00.15 / Н. А. Кобозева; НАН України ; Ін-т клітин. біології і генет. інженерії. — К., 2001. — 17 с.
14. Семенов А. С. Цитогенетический скрининг в различных популяциях голштинизированного скота : автореф. дис. на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. спец. 06.02.07 «Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных» / А. С. Семенов. — Новосибирск, 2010. — 16 с.
15. Бакай А. И. Воспроизводительные качества голштинизированных коров с разным уровнем кариотипической нестабильности : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата біологічних наук : спец. 06.02.01. «Розведення, селекція, генетика і відтворення сільськогосподарських тварин» / А. И. Бакай. — М., 2009. — 16 с.
16. Глазко Т. Т. Частоты встречаемости цитогенетических аномалий в клетках крови крупного рогатого скота разных направлений продуктивности при действии низких доз ионизирующего излучения / Т. Т. Глазко, С. Е. Дубицкий, Г. Ю. Косовский // Сельскохозяйственная биология. — 2007. — № 6. — С. 58–62.
17. Сунцов С. С. Взаимосвязь аномалий крупного рогатого скота с их иммунным статусом в районе Семипалатинского полигона / С. С. Сунцов, Т. В. Лобанова // Зоотехния. — 2010. — № 2. — С. 66–68.
18. Костенко С. А. Видоспецифичность дестабилизации кариотипа *Sus scrofa* и *Bos taurus* : сборник научных трудов международной научно-практической конференции под общ. ред. доктора с.-х. наук А. А. Афонина (17–18 ноября 2011 г. Брянск) «Актуальные проблемы биологической безопасности» / С. А. Костенко, П. П. Джус, О. Н. Коновал. — Брянск : Курсив, 2011. — С. 88–92.
19. Цитогенетичний моніторинг української чорної-рябої молочної породи в різних радіоекологічних умовах утримання / С. О. Костенко, Л. Ф. Стародуб, П. П. Джус та ін. // Вісник ЖНАЕУ. — 2012 (подано до друку).

Рецензент: провідний науковий співробітник лабораторії репродуктивної біотехнології та розведення тварин, кандидат сільськогосподарських наук, с. н. с. Кузів М. І.