

УДК 636.27(477):576.316

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.64.09>

КАРІОТИПОВА МІНЛИВІСТЬ КОРІВ УКРАЇНСЬКОЇ БУРОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ

В. І. ЛАДИКА¹, Ю. І. СКЛЯРЕНКО², Ю. М. ПАВЛЕНКО¹, Л. Ф. СТАРОДУБ³

¹Сумський національний аграрний університет (Суми, Україна)

²Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН (Сад, Україна)

³Інститут розведення і генетики тварин ім. М.В.Зубця НААН (Чубинське, Україна)

<https://orcid.org/0000-0001-6748-7616> – В. І. Ладика

<https://orcid.org/0000-0002-6579-2382> – Ю. І. Скляренко

<https://orcid.org/0000-0002-4128-122X> – Ю. М. Павленко

<https://orcid.org/0000-0002-9565-807X> – Л. Ф. Стародуб

Sklyrenko9753@ukr.net

Проведений аналіз каріотипової мінливості досліджених тварин української бурої молочної породи. Встановлено наявність кількісних та структурних порушень хромосом. У тварин, різних рівнів умовної кровності за швейцарською породою, виявлені порушення хромосомного набору у вигляді анеуплоїдії, середня величина яких становила 6,0 та 5,0%.

Встановлений позитивний зв'язок між анеуплоїдією та АРЦРХ, анеуплоїдією та мітотичним індексом ($P < 0,05$), двоядерним лімфоцитом та мітотичним індексом. Негативна кореляція виявлена між хромосомним розривом та лімфоцитом з мікроядром.

У тварин умовної кровності 95% і більше за швейцарською породою виявлено найвищий відсоток клітин із анеуплоїдією (6,0%), наявність асинхронного розходження центромірних районів хромосом (0,63%) та хромосомні розриви (2,87%). За результатами мікроядерного тесту цитогенетичні параметри клітин (лімфоцити з мікроядром, двоядерні лімфоцити та мітотичний індекс) вищі у тварин умовної кровності 95% і більше за швейцарською породою порівняно з тваринами меншої умовної кровності.

Встановлена диференціація кількісних та структурних порушеннями хромосом у корів бурої молочної породи різної лінійної належності.

Ключові слова: каріотип, анеуплоїдія, лімфоцит із мікроядром, двоядерний лімфоцит, мітотичний індекс

KARYOTYPAL VARIABILITY OF UKRAINIAN BROWN DAIRY BREED COWS

V. I. Ladyka¹, Yu. I. Skliarenko², Yu. M. Pavlenko¹, L. F. Starodub³

¹Sumy National Agrarian University (Sumy, Ukraine)

²Institute of Agriculture of the North-East of NAAS (Sad, Ukraine)

³Institute of Animal Breeding and Genetic nd. a. M.V.Zubets of NAAS (Chubynske, Ukraine)

The analysis of karyotypic variability of the studied animals of the Ukrainian brown dairy breed is carried out. The presence of quantitative and structural disorders of chromosomes was established. Quantitative chromosome disorders in the form of aneuploidy were found in animals of different levels of heredity in the Swiss breed, the average values of which were 6.0 and 5.0%.

A positive relationship was found between aneuploidy and ARCR, aneuploidy and mitotic index ($P < 0.05$), binuclear lymphocyte and mitotic index. A negative correlation was found between chromosome breakage and micronucleus lymphocyte.

In animals of conditional heredity 95% and more of the Swiss breed revealed the highest percentage of cells with aneuploidy (6.0%), the presence of asynchronous divergence of centrifugal-chromosome regions (0.63%) and chromosomal breaks (2.87%). According to the results of the micronucleus test, the cytogenetic parameters of cells (lymphocytes with a micronucleus, dinuclear lymphocytes and mitotic index) are 95% higher in animals of conditional heredity and more in the Swiss breed compared to animals of lower hereditary blood.

Differentiation of quantitative and structural chromosome disturbances in cows of brown dairy breed of different linear affiliation is established.

Keywords: karyotype, aneuploidy, lymphocyte with micronucleus, dinuclear lymphocyte, mitotic index

Науковці вважають, що зміни в кількості і структурі хромосом можуть бути причиною економічних збитків у молочному скотарстві, що проявляється в порушенні відтворних якостей тварин. Саме цей факт сприяв інтенсифікації цитогенетичних досліджень у скотарстві та впровадження їх результатів у селекційну роботу [8, 9, 10].

Цитогенетичний аналіз племінних тварин дає можливість виявити тварин-носіїв цитогенетичних аномалій, темпи спонтанного й індукованого соматичного мутагенезу та рівень загальної геномної нестабільності тварин. Науковці наголошують, що у селекційно-племінній роботі бажано використовувати тварин, потомство яких успадковує високу продуктивність і не несе генетичного вантажу [1].

На думку дослідників, основними чинниками, що сприяє хромосомній нестабільності є чинники навколишнього середовища, збій у роботі ферментів, зміни в системі репарації або реплікації хромосом, пригнічення імунітету. При цьому вони стверджують, що методи розведення сільськогосподарських тварин також мають вплив на стабільність їх каріотипу. Наводяться результати досліджень, що підтверджують появу деконсолідації спадковості і руйнування генних адаптивних комплексів при схрещуванні тварин. Це стосується також і використання споріднених порід, але отриманих у різних екологічних умовах. Як наслідок можуть проявлятися анеуплоїдія, поліплоїдія [4]. Доведено, що за допомогою цитогенетичних методів можна встановити нові джерела генетичної мінливості та не допустити розповсюдження шкідливих хромосомних аберацій в популяціях тварин [7]. Таку роботу було проведено на українській бурій молочній породі, створеній шляхом схрещування місцевої лебединської породи та спорідненої швіцької породи Американської та Європейської селекції. Тобто, при її створенні використовувалася споріднена порода, але вона мала відміну в селекційній системі та екологічних умовах утримання, що в свою чергу може впливати на стабільність каріотипу нової породи. Також слід відмітити, що за інформацією В. П. Бурката [3] серед досліджених тварин лебединської породи виявлені особини з хромосомними аномаліями.

Тому **метою** нашої роботи було дослідження мінливості каріотипу корів української бурі молочної породи.

Матеріали та методи досліджень. Цитогенетичний аналіз, який був спрямований на встановлення каріотипової мінливості корів української бурі молочної породи, здійснювали на біологічному матеріалі, одержаному від тварин, що утримувалися в племінному заводі Державного підприємства «Дослідне господарство Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН» Сумської області. Було досліджено 15 корів.

Цитогенетичні препарати отримували із лімфоцитів периферійної крові, взятої із яремної вени, використовуючи стандартну методику [11].

Для культивування клітин крові використовували середовище RPMI-1640, сироватку крові великої рогатої худоби (бажано ембріональної), антибіотик гентаміцин, мітоген – речовину, яка стимулює мітотичне ділення лімфоцитів у культурі (фітогемаглютинін типу Р). Су-

міш культивували в термостаті при температурі $+37^{\circ}\text{C}$ впродовж 48 год. За дві години до фіксації в культуру вводили підігрітий до 37°C розчин колхіцину в кінцевій концентрації 0,3–0,5 мкг/мл культурального середовища. Для гіпотонізації використовували свіжоприготовлений 0,55%-ний розчин хлористого калію. Після закінчення гіпотонізації культуру центрифугували, надосадкову рідину зливали, а до осаду додавали охолоджену до $+4^{\circ}\text{C}$ фіксуючу рідину, змішуючи одну частину льодяної оцтової кислоти з трьома частинами метилового (або етилового) спирту. Отримані препарати, після їх фарбування готовим барвником Гімза, аналізували на предмет хромосомної мінливості під імерсійним збільшенням мікроскопа у 1000 разів і мікрофотографували [5]. У кожній тварини аналізували 100 метафазних пластинок. На цих самих препаратах підраховували кількість двоядерних лімфоцитів (ДЯ), одноядерних лімфоцитів із мікроядрами (МЯ), мітотичний індекс (МІ). Частоту ДЯ, МЯ, МІ вираховували в проміле (кількість на 1000 клітин) (рис. 1).

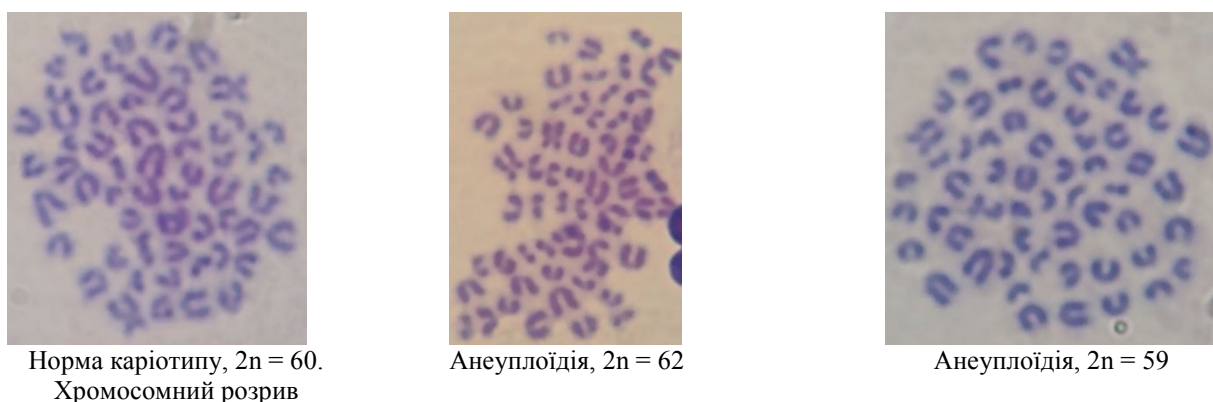


Рис. 1. Каріотипова мінливість корів української брурої молочної породи

Результати й обговорення. Аналіз каріотипової мінливості досліджених тварин показав наявність кількісних та структурних порушень хромосом. Кількісні порушення були виявлені у вигляді анеуплоїдії, середня величина яких становила 5,7%, що не перевищує межу спонтанної хромосомної мінливості (1,5–8,3%) [1]. Кратне збільшення хромосом (поліплоїдію) у досліджених тварин не виявлено. Середня величина асинхронного розходження центромерних районів хромосом становила 0,5%, що відповідає нормі (4,5–13,4%) за спонтанного мутагенезу. Межа мінливості АРЦРХ у досліджених корів становила 0–5,0%, що свідчить про великий показник неоднорідності цієї хромосомної мінливості. Структурні порушення хромосом проявилися у вигляді хромосомних розривів і становили 2,1% при нормі (0,17–11,1%) при спонтанному рівні, характерному для великої рогатої худоби [1].

За результатами мікроядерного тесту частка лімфоцитів із мікроядром дорівнювала 1,9‰ (lim 1,00–3,67‰) (Dhus P. P., 2012), двоядерних лімфоцитів – 3,9‰, та величина мітотичного індексу – 3,5‰. Частка двоядерних лімфоцитів та величина мітотичного індексу узгоджується прямим пропорційним співвідношенням, які стосуються тривалості різних стадій мітозу, що свідчить про стабільність каріотипу цих тварин та відсутність генотоксичного впливу [5].

Для розуміння прояву цитогенетичної мінливості досліджених тварин між окремими показниками каріотипу був проведений кореляційний аналіз, за допомогою якого встановлено зв'язок різної сили та напрямку (табл. 1). Так позитивний зв'язок встановлений між анеуплоїдією та АРЦРХ, які вважаються передумовою втрат хромосом; анеуплоїдією та мітотичним індексом ($P < 0,05$), двоядерним лімфоцитом та мітотичним індексом. Негативна кореляція виявлена між хромосомним розривом та лімфоцитом з мікроядром.

При аналізі каріотипової мінливості тварин різної умовної кровності за швіцькою породою виявлено поліморфізм цитогенетичних показників соматичного мутагенезу (табл. 2).

1. Зв'язок між показниками каріотипу корів

	Анеуплоїдія, %	АРЦРХ, %	Хромосомний розрив, %	Лімфоцит з мікроядром	Двоядерний лімфоцит	Мітотичний індекс
Анеуплоїдія, %	1					
АРЦРХ, %	0,58 ± 0,332	1				
Хромосомний розрив, %	0,04 ± 0,408	0,26 ± 0,395	1			
Лімфоцит з мікроядром	0,04 ± 0,408	-0,25 ± 0,396	-0,46 ± 0,363	1		
Двоядерний лімфоцит	0,10 ± 0,406	0,32 ± 0,387	0,17 ± 0,403	-0,29 ± 0,390	1	
Мітотичний індекс	0,67 ± 0,304	0,27 ± 0,393	0,08 ± 0,407	-0,02 ± 0,408	0,48 ± 0,358	1

2. Мінливість каріотипу корів української бурої молочної породи різної умовної кровності за швіцькою породою (M ± m)

Умовна кровність за швіцькою породою, %	n	Анеуплоїдія, %	АРЦРХ, %	Хромосомний розрив, %
95% та більше	8	6,0 ± 2,00	0,625 ± 0,625	2,87 ± 1,48
87,5%	3	5,0 ± 2,88	–	–

У тварин, різних рівнів кровності за швіцькою породою, виявлені порушення хромосомного набору у вигляді анеуплоїдії, середня величина яких становила 6,0 та 5,0%, відповідно, що відповідає межі спонтанної хромосомної мінливості, характерної для *B. taurus*. Як вже зазначалося, кратного збільшення хромосом (поліплоїдію) у досліджених тварин не виявлено. Середня величина асинхронного розходження центромірних районів хромосом у тварин з високою умовною кровністю за швіцькою породою становила 0,625%, що відповідає нормі спонтанного мутагенезу. У тварин з умовною кровністю 87,5% це порушення не виявлено. Подібна тенденція характерна і для структурних порушень хромосом, що проявилися у вигляді хромосомних розривів і становили 2,87% у тварин високої умовної кровності. В іншій дослідній групі подібна аномалія не спостерігалася. За результатами мікро-ядерного тесту частка лімфоцитів із мікроядром у тварин умовної кровності вище 95% дорівнювала 3,0% , що було вище в 2 рази в порівнянні з іншою групою (табл. 3).

3. Результати мікроядерного тесту корів української бурої молочної породи, %

Умовна кровність за швіцькою породою, %	n	Лімфоцит з мікроядром	Двоядерний лімфоцит	Мітотичний індекс
95% та більше	8	3,0 ± 1,00	4,1 ± 0,44	3,75 ± 0,77
87,5%	7	1,5 ± 0,26	3,3 ± 0,33	2,66 ± 0,33

Частка двоядерних лімфоцитів та величина мітотичного індексу вища у тварин високої кровності за швіцькою породою.

Між кількісними порушеннями хромосом, зокрема анеуплоїдією і відтворною здатністю тварин існує позитивний кореляційний зв'язок. Відомо, що однією з вагомих причин абортів у першому триместрі вагітності є саме кількісні порушення каріотипу плоду, в першу чергу – анеуплоїдія [2]. Так, у досліджених корів бурої молочної породи більш високі позитивні показники встановлені між лімфоцитами з мікроядром та тривалістю сервіс-періоду і міжотельного періоду. Проте вони є статистично не значущі (табл. 4).

Відповідно до літературних джерел, щодо впливу анеуплоїдії на мертвонародженість телят, [2] нами проведені відповідні дослідження. Встановлено, що протягом життя у маточного поголів'я з проявами кількісних порушень хромосом (анеуплоїдією) мертвонароджені телята були у 43% корів. У тварин з невиявленою анеуплоїдією лише у 25% корів були мертвонароджені телята впродовж життя (рис. 2).

4. Зв'язок між показниками каріотипу корів та відтворною здатністю

	Тривалість сервіс-періоду (I лактація)	Тривалість міжотельного періоду (I–II лактації)
Анеуплоїдія, %	0,09 ± 0,407	0,06 ± 0,408
АРЦРХ, %	-0,06 ± 0,408	-0,08 ± 0,407
Хромосомний розрив, %	-0,09 ± 0,407	-0,14 ± 0,404
Лімфоцит з мікроядром	0,44 ± 0,366	0,46 ± 0,362
Двоядерний лімфоцит	0,10 ± 0,406	0,14 ± 0,404
Мітотичний індекс	0,29 ± 0,391	0,26 ± 0,394

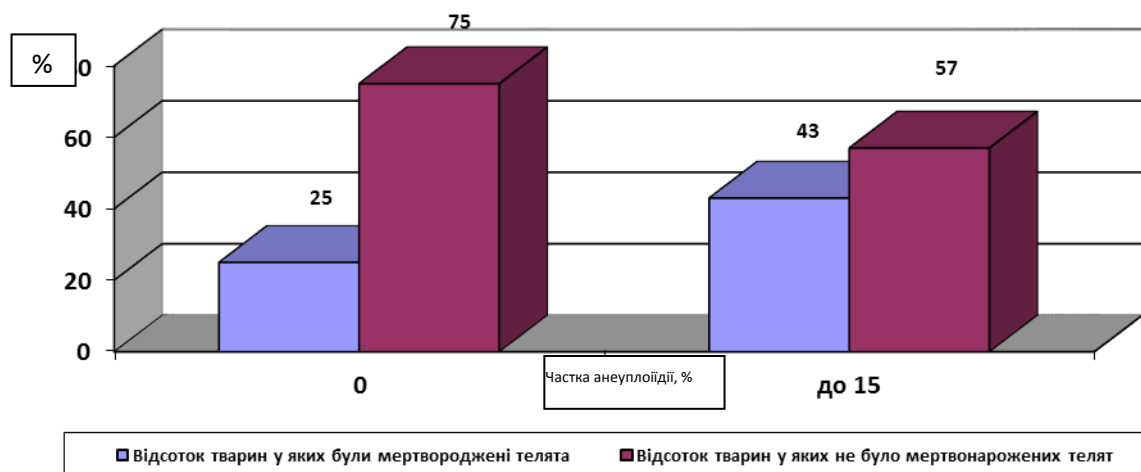


Рис. 2. Частка корів, у яких спостерігалася мертвонародженість телят

За результатами цитогенетичного тестування корів української бурої молочної породи різної лінійної належності встановлено підвищену мінливість каріотипу тварин лінії Стретча. Про це свідчить відсоток клітин із анеуплоїдією – 11,5%, що більше ніж у 2 рази переважає цей показник у корів ліній Елеганта та Дістінкшна. Результати виявилися значущими на рівні $P < 0,05$. Асинхронне розходження центромірних районів хромосом (2,5%) спостерігалася у тварин лінії Стретча і не знайдено у корів інших досліджених ліній. Структурні порушення хромосом у самок цієї лінії проявилися у вигляді хромосомних розривів. Середня частота їх становила 6,5% , що у 2,6 рази більша порівняно з тваринами лінії Дістінкшна. У корів лінії Елеганта цю мінливість виявлено не було (табл. 5).

5. Мінливість каріотипу корів української бурої молочної породи різної лінійної належності ($M \pm m$)

Лінія	n	Анеуплоїдія, %	АРЦРХ, %	Хромосомний розрив, %
Стретча	2	11,5 ± 3,5**	2,5 ± 2,5	6,5 ± 1,50**
Елеганта	5	4,0 ± 1,87**	–	–
Дістінкшна	4	5,0 ± 2,88**	–	2,5 ± 2,50**

Примітка: ** $P < 0,05$

Для детальнішої оцінки соматичного мутагенезу у корів бурої молочної породи різних ліній був проведений мікроядерний тест (табл. 6). Ссавці, за відсутності дії мутагенних чинників, характеризуються частотою клітин із мікроядром у межах 2,7–5,6% [6]. Результати мікроядерного тесту корів бурої молочної породи різної лінійної належності свідчать про відсутність дії мутагенних чинників.

Для встановлення зв'язку між анеуплоїдією та лімфоцитами з мікроядром у тварин, яких досліджували, був проведений кореляційний аналіз. Проте, сила зв'язку між досліджуваними ознаками виявилася слабкою і незначущою.

6. Результати мікроядерного тесту корів української бурої молочної породи, різної лінійної належності, %

Лінія	n	Лімфоцит з мікроядром	Двоядерний лімфоцит	Мітотичний індекс
Стретча	2	1,0 ± 0,00	4,5 ± 0,50	5,0 ± 0,00
Елеганта	5	2,6 ± 0,68	3,4 ± 0,51	2,6 ± 0,40
Дістінкшна	4	1,5 ± 0,29	4,25 ± 0,63	3,75 ± 1,44

Висновки:

Для корів української бурої молочної породи характерні кількісні та структурні порушення хромосом.

У тварин умовної кровності 95% і більше за швіцькою породою виявлено найвищий відсоток клітин із анеуплоїдією (6,0%), наявність асинхронного розходження центромірних районів хромосом (0,63%) та хромосомні розриви (2,87%).

За результатами мікроядерного тесту цитогенетичні параметри клітин (лімфоцити з мікроядром, двоядерні лімфоцити та мітотичний індекс) вищі у тварин умовної кровності 95% і більше за швіцькою породою порівняно з тваринами меншої умовної кровності.

На поголів'ї корів бурої молочної породи показано асоційований вплив геномної нестабільності каріотипу (анеуплоїдії) на відсоток мертворожденості телят та частки лімфоцитів із мікроядром на тривалість сервіс- та міжотельного періоду.

Встановлена диференціація кількісних та структурних порушеннями хромосом у корів бурої молочної породи різної лінійної належності.

Факт виявлення хромосомних порушень свідчить про необхідність значного розширення масштабів обстеження племінного поголів'я, і насамперед у провідних племінних господарствах з розведення української бурої молочної породи.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Башенко М. І., Копилов К. В., Добрянська М. Л., Стародуб Л. Ф., Подоба Ю. В., Копилова К. В. Визначення генетичних аномалій у великої рогатої худоби : метод. рек. Чубинське, 2011. 36 с.

2. Бакай Ф. Р., Семенов А. С. Анеуплоидия у голштинизированного крупного рогатого скота в связи с показателями воспроизводительной способности. *Естественные науки*. 2009. № 2. С. 89–193.

3. Буркат В. П. Використання голштинів у поліпшенні молочної худоби. Київ : Урожай, 1988. 104 с.

4. Дзіцюк В. В. Цитогенетичні характеристики великої рогатої худоби за різних методів розведення. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 12. С. 41–43.

5. Костенко С. О., Джус П. П., Коновал О. В., Сидоренко О. В., Стародуб Л. Ф., Драгулян М. В. Видові особливості поліморфізму та геномної нестабільності свині свійської (Susscrofa) і великої рогатої худоби (BosTaurus) за цито- та ДНК маркерами. Київ : Компрінт, 2017. 243 с.

6. Ковалева О. А. Цитогенетические аномалии в соматических клетках млекопитающих. *Цитология и генетика*. 2008. № 1. С. 58–72.

7. Гладій М. В., Башенко М. І., Полупан Ю. П., Ковтун С. І., Бородай І. С., Вдовиченко Ю. В., Волощук М. В., Гузев І. В., Дзіцюк В. В., Єфіменко М. Я., Жукорський О. М., Копилов К. В., Ладика В. І., Мельник Ю. Ф., Метлицька О. І., Петренко І. П., Подоба Б. Є., Рубан С. Ю., Супрович Т. М., Хмельничий Л. М., Базишина І. В., Басовський Д. М., Бірюкова О. Д., Бойко О. В., Бондарчук Л. В., Братушка, Вишневський Л. В., Демчук С. Ю., Джус П. П., Зюзюн А. Б., Іляшенко Г. Д., Коваль Т. П., Коваленко Г. С., Костенко О. І., Кругляк А. П., Кругляк О. В., Кругляк Т. О., Кузєбний С. В., Олешко В. П., Остаповець Л. І., Павленко Ю. М., Порхун М. Г., Почерняєв К. Ф., Покучалін А. Є., Резнікова Н. Л., Сидоренко О. В., Стародуб Л. Ф., Стаховський В. Ф., Троцький П. А., Черняк Н. Г., Чиркова О. П., Шаран П. І., Шарапа Г. С., Щербак О. В., Безрутченко І. М., Бондарук Г. М., Бриль С. М.,

Дєдова Л. О., Заблудовський Є. Є., Кузєбна Н. М., Маковська Н. М., Мартинюк І. С., Марченко Н. І., Прийма С. В., Резнікова Ю. М., Сіряк В. А., Туряниця А. М., Чоп Н. В. Селекційні, генетичні та біотехнологічні методи удосконалення і збереження генофонду порід сільськогосподарських тварин / за ред. М. В. Гладія і Ю. П. Полупана ; ІРГТ ім. М.В.Зубця НААН. Полтава : Техсервіс, 2018. 791 с.

8. Стародуб Л. Ф. Характеристика каріотипу великої рогатої худоби сірої української породи. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 9. С. 48–51.

9. Стародуб Л. Ф., Резнікова Н. Л., Височанський Й. С. Каріотипова мінливість корів бурої карпатської породи. *Розведення і генетика тварин*. Київ, 2021. Вип. 61. С. 226–231. DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.61.26>

10. Стародуб Л. Ф. Цитогенетичні дослідження в скотарстві України: досягнення і перспективи. *Розведення і генетика тварин*. Київ, 2012. Вип. 46. С. 257–260.

11. Шельов А. В., Дзіцюк В. В. Методика приготування метафазних хромосом лімфоцитів периферійної крові тварин. *Методики наукових досліджень із селекції, генетики та біотехнології у тваринництві*. Київ : Аграрна наука, 2005. С. 210–213.

REFERENCES

1. Bashchenko, M. I., K. V. Kopylov, M. L. Dobryans'ka, L. F. Starodub, Yu. V. Podoba, and K. V. Kopylova. 2011. Vyznachennya henetychnykh anomalii u velykoyi rohatoyi khudoby : metod. rek. Determination of genetic anomalies in cattle : guidelines. Chubyns'ke, 36 (in Ukrainian).

2. Bakaj, F. R., and A. S. Semenov. 2009. Aneuploidiya u golshtinizirovannogo krupnogo rogatogo skota v svyazi s pokazatelyami vosproizvoditelnoj sposobnosti – Aneuploidy in Holsteinized cattle in connection with indicators of reproductive ability. *Estestvennye nauki – Natural Sciences*. 2:189–193 (in Russian).

3. Burkat, V. P. 1988. Vykorystannia holshtyniv u polipshenni molochnoi khudoby. Kyiv : Urozhai. 104 (in Ukrainian).

4. Dzitsiuk, V. V. 2016. Tsytohenetychni kharakterystyky velykoi rohatoi khudoby za riznykh metodiv rozvedennia – Cytogenetic characteristics of great horned thinness for different methods of breeding. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agrarian Science*. 12:41–43 (in Ukrainian).

5. Kostenko, S. O., P. P. Dzhus, O. V. Konoval, O. V. Sydorenko, L. F. Starodub, and M. V. Drahulian. 2017. Vydovi osoblyvosti polimorfizmu ta henomnoi nestabilnosti svyni sviiskoi (Susscrofa) i velykoi rohatoi khudoby (BosTaurus) za tsyto- ta DNK markeramy. Kyiv : Komp-rynt. 243 (in Ukrainian).

6. Kovaleva, O. A. 2008. Citogeneticheskie anomalii v somaticheskikh kletkah mlekopitayushih – Cytogenetic abnormalities in mammalian somatic cells. *Citologiya i genetika – Cytology and genetics*. 1:58–72 (in Russian).

7. I. Hladii, M. V., M. I. Bashchenko, Yu. P. Polupan, S. I. Kovtun, I. S. Borodai, Yu. V. Vdovychenko, V. M. Voloshchuk, I. V. Huziev, V. V. Dzitsiuk, M. Ya. Yefimenko, O. M. Zhukorskyi, K. V. Kopylov, V. I. Ladyka, Yu. F. Melnyk, O. I. Metlytska, I. P. Petrenko, B. Ye. Podoba, S. Yu. Ruban, T. M. Suprovych, L. M. Khmelnychy, I. V. Bazyshyna, D. M. Basovskiy, O. D. Biriukova, O. V. Boiko, L. V. Bondarchuk, R. V. Bratushka, L. V. Vyshnevskiy, S. Yu. Demchuk, P. P. Dzhus, A. B. Ziuziun, H. D. Iliashenko, H. S. Kovalenko, T. P. Koval, O. I. Kostenko, A. P. Kruhliak, O. V. Kruhliak, T. O. Kruhliak, S. V. Kuzebnyi, V. P. Oleshko, L. I. Ostapovets, Yu. M. Pavlenko, M. H. Porkhun, K. F. Pocherniaiev, A. Ye. Pochukalin, N. L. Rieznykova, O. V. Sydorenko, L. F. Starodub, V. F. Stakhovskiy, P. A. Trotskyi, N. H. Cherniak, O. P. Chyrkova, P. I. Sharan, H. S. Sharapa, O. V. Shcherbak, I. M. Bezrutchenko, H. M. Bondaruk, S. M. Bryl, L. O. Diedova, O. V. Duvanov, Ye. Ye. Zabludovskiy, N. M. Kuzebna, N. M. Makovska, I. S. Martyniuk, N. I. Marchenko, S. V. Pryima, Yu. M. Reznikova, V. A. Siriak, A. M. Turianytsia, and N. V. Chop. 2018. *Sel-ektsiyni, henetychni ta biotekhnolohichni metody udoskonalennya i zberezhenya henofondu porid*

sil's'kohospodars'kykh tvaryn – Breeding, genetic and biotechnological methods for improving and preserving the gene pool of breeds of farm animals. Poltava, Firma Tekhservis, 791 (in Ukrainian).

8. Starodub, L. F. 2016. Kharakterystyka kariotypu velykoi rohatoi khudoby siroi ukrainskoi porody – Characteristics of the karyotype of gray Ukrainian cattle. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*. 9:48–51 (in Ukrainian).

9. Starodub, L. F., N. L. Rieznykova, and Y. S. Vysochanskyi. 2021. Kariotypova minlyvist koriv buroi karpatskoi porody – Karyotypic variability of brown Carpathian cows. *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animals breeding and genetics*. 61:226–231 (in Ukrainian).

10. Starodub, L. 2012. F. Tsytohenetychni doslidzhennia v skotarstvi Ukrainy: dosiahnennia i pers-pektyvy – Cytogenetic research in animal husbandry in Ukraine: achievements and prospects. *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animals breeding and genetics*. Kyiv, 46:257–260 (in Ukrainian).

11. Shelov, A. V., and V. V. Dzitsiuk. 2005. Metodyka pryhotuvannia metafaznykh khromosom limfotsytiv peryferiinoi krovi tvaryn. *Metodyky naukovykh doslidzhen iz selektsii, henetyky ta biotekhnolohii u tvarynnytstvi*. Kyiv : Aharna nauka. 210–213 (in Ukrainian).

Одержано редколегією 28.03.2022 р.

Прийнято до друку 25.11.2022 р.