

АНАЛІЗ КРІОКОНСЕРВОВАНОЇ СПЕРМИ ПЛІДНИКІВ ЛЕБЕДИНСЬКОЇ ПОРОДИ ТА ОРИГІНАЛЬНОЇ БУРОЇ ХУДОБИ НІМЕЧЧИНИ

В. І. ЛАДИКА¹, Ю. І. СКЛЯРЕНКО², Ю. М. ПАВЛЕНКО¹, О. В. ЩЕРБАК³

¹Сумський національний аграрний університет (Суми, Україна)

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

³Інститут розведення і генетики тварин імені М.В.Зубця НААН (Чубинське, Україна)
Sklyrenko9753@ukr.net

У статті наведені результати досліджень спермопродукції плідників лебединської породи та оригінальної бурої худоби Німеччини з метою встановлення можливості її використання для збереження та покращення генофонду лебединської породи. В цілому оцінену спермопродукцію визнано придатною для осіменіння корів та телиць. Виявлено диференціацію за окремими показниками якості спермопродукції в залежності від породи плідників. Отримані результати вказують на наявність кореляційного зв'язку між показниками рухливості та деякими динамічними характеристиками рухливості гамет. Встановлена можливість осіменіння самок кріоконсервованими сперматозоїдами досліджуваних бугаїв, спермопродукція яких зберігалась понад 30 років.

Ключові слова: спермодози, плідник, оцінка, порода, концентрація сперматозоїдів, комп'ютерний аналіз сперми, рухливість сперматозоїдів

ANALYSIS OF CRYOCONSERVED SPERM OF SIRES OF THE LEBEDINIAN BREED AND ORIGINAL BROWN CATTLE OF GERMANY

V. I. Ladyka¹, Y. I. Sklyarenko², Y. M. Pavlenko¹, O. V. Sherbak³

¹Sumy National Agrarian University (Sumy, Ukraine)

²Institute of Agriculture of Northern East of NAAS (Sad, Ukraine)

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

The article presents the results of studies of sperm producers of the Lebedinian breed and the original brown cattle of Germany in order to establish the possibility of their use for the preservation and improvement of the gene pool of the Lebedinian breed. In general, the estimated sperm production is recognized as suitable for insemination of cows and heifers. The differentiation of individual indicators of sperm production quality depending on the breed of sires was revealed. The obtained results indicate a correlation between the mobility parameters and some dynamic characteristics of the gametes mobility. The possibility of insemination of females with sperm of the studied bulls, whose sperm products have been preserved for more than 30 years, is shown.

Keywords: sperm dosage, sires, estimation, breed, sperm concentration, computerized sperm analysis, sperm motility

АНАЛИЗ КРИОКОНСЕРВИРОВАННОЙ СПЕРМЫ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ЛЕБЕДИНСКОЙ ПОРОДЫ И ОРИГИНАЛЬНОГО БУРОГО СКОТА ГЕРМАНИИ

В. И. Ладыка¹, Ю. И. Скляренко², Ю. Н. Павленко¹, О. Н. Щербак³

¹Сумской национальной аграрный университет (Сумы, Украина)

²Институт сельского хозяйства Северного Востока НААН (Сад, Украина)

³Институт разведения и генетики животных имени М.В.Зубца НААН (Чубинское, Украина)

В статті представлені результати досліджень спермопродукції виробників лебединської породи і оригінального бурого скота Німеччини з метою встановлення можливості її використання для збереження і покращення генофонду лебединської породи. В цілому досліджена спермопродукція признана придатною для осіменення корів і телок. Виявлена диференціація по окремих показателям якості спермопродукції в залежності від породи виробників. Отримані результати вказують на наявність кореляційної зв'язи між показателями подвижності і деякими динамічними характеристиками подвижності гамет. Встановлено можливість осіменення самок криоконсервованими сперматозоїдами досліджуваних биків, спермопродукція яких зберігалась більше 30 років.
Ключові слова: спермодоза, бик-виробник, оцінка, порода, концентрація сперматозоїдів, комп'ютерний аналіз сперми, подвижність сперматозоїдів

За останні роки в Україні широко застосовується генофонд кращих світових порід, завдяки чому створені нові високопродуктивні породи великої рогатої худоби. Наслідком цієї роботи стало те, що окремі місцеві породи виявилися на межі зникнення.

Науковці стверджують, що в результаті цього відбувається безповоротна втрата цінних генів, скорочення генетичного різноманіття, яке служить основою подальшого покращення породних якостей худоби. Задля уникнення цих проблем необхідно проводити роботу зі збереження генетичних ресурсів тварин. Алгоритмом заходів щодо збереження генофонду тварин повинно стати: оцінка генетичної ситуації й організація її моніторингу, відбір та закладка на довготривалі зберігання сперми плідників та контроль за збереженням генетичного різноманіття [1, 4].

Створення банків довготривалого зберігання біологічного матеріалу, на думку вчених, є одним із методів використання та збереження генофонду локальних, малочисельних та аборигенних порід тварин [8, 9].

Як зазначає Бондарчук Л. В. [2], генетичний прогрес в тваринництві певною мірою залежить від використання плідників з високим генетичним потенціалом. А завдяки методу штучного осіменіння тварин глибокозамороженою спермою в селекції великої рогатої худоби та збереженні локальних порід відкриваються значні перспективи [2, 3].

Якість сперми є одним із головних факторів, що зумовлює успіх осіменіння телиць та корів. Комплексна оцінка сперми включає велику кількість якісних та кількісних показників, на точність визначення яких впливає ряд об'єктивних і суб'єктивних чинників. Для уникнення суб'єктивізму необхідно застосовувати відповідні комп'ютерні технології. В цьому випадку не тільки значно підвищується точність оцінки, а й скорочуються витрати часу та праці [3, 6].

Сперма – це складна, інтегрована та динамічна біологічна система, тому недостатньо оцінювати її за одним конкретним критерієм. На думку дослідників необхідно визначати якомога більше показників [7].

На даний час у виробничих умовах застосовують мікроскопічну оцінку рухливості та виживаності сперматозоїдів. Такі підходи є легкими у виконанні, але їх результати можуть бути суб'єктивними. Під час загальноживаної оцінки зразка сперми її можна додатково доповнювати сучасними біотехнологічними методами для покращення точності аналізу. Але такі дослідження можуть бути тривалими у виконанні, до того ж необхідно враховувати мінливість пов'язану з суб'єктивним фактором. Наразі розроблено багато методик визначення якісних характеристик сперматозоїдів для електронної, люмінесцентної, фазово-контрастної та темнопольної мікроскопії. Необхідність об'єктивного визначення характеристик сперматозоїдів зумовило розробку різних методичних підходів і обладнання, які дозволяють визначати їх сумарну рухливість та концентрацію, кількість активно рухомих і середню їх швидкість. Серед таких підходів пріоритетного значення набувають дослідження із застосуванням комп'ютерної системи аналізу фертильності сперми [8].

У класичному аналізі сперми для визначення якості еякуляту застосовують макроскопічний, мікроскопічний та за потреби фізико-хімічний методи. На сьогоднішній день пропонуються нові можливості визначення морфології сперматозоїдів. Завдяки появі нових технологій особливо великого значення набуває мікроскопічне дослідження клітин сперми комп'ютеризованою системою під назвою CASA (Computer Assisted Semen Analysis). Поряд з визначенням рухливості та концентрації, як критерій оцінки для визначення здатності еякуляту до запліднення, застосовується перш за все морфологія клітин, оскільки рухливі сперматозоїди можуть бути морфологічно аномальними та не зможуть запліднити яйцеклітину [8, 9].

За допомогою системи CASA – Sperm Vision можна проводити морфологічну оцінку вже під час дослідження рухливості сперматозоїдів. Ця система забезпечує проведення дослідження морфології сперматозоїдів під час визначення рухливості та в кінцевому результаті характеристику якості еякуляту, що забезпечує значне заощадження часу та розширену характеристику якості досліджуваних спермодоз [9].

Метою наших досліджень було провести оцінку якості глибокозамороженої спермопродукції плідників лебединської породи та оригінальної бурої худоби Німеччини з метою залучення такого генетичного матеріалу в заходах зі збереження локальної лебединської породи великої рогатої худоби.

Матеріали і методи. У дослідженнях використано кріоконсервовані спермодози плідників лебединської породи (Качур 5296, Дикий 7933, Зоркий 2688, Карий 2343, Буйний 2331) та трьох плідників оригінальної бурої худоби Німеччини (Урано 5149, Німрод 435209, Джулекс 435246). Слід відмітити, що така спермопродукція лебединських бугаїв зберігається в Сумському державному селекційному центрі та перебуває в кріоконсервованому стані понад 30 років. Сперма оригінальної бурої худоби Німеччини була завезена з Німеччини у 2018 році та перебуває у кріоконсервованому стані близько 13 років.

Дослідження якісних, кількісних та динамічних характеристик сперматозоїдів бугаїв проводили на базі лабораторії біотехнології відтворення Інституту розведення і генетики тварин імені М.В.Зубця НААН та виробничої лабораторії «Української генетичної компанії» за допомогою комп'ютерного аналізу рухливості сперматозоїдів Sperm Analysis System Version 12 IVOS. Для визначення динамічних параметрів програма IVOS використовує до 12 характеристик руху сперматозоїдів.

До гіперактивних сперматозоїдів відносять гамети, швидкість яких під час криволінійного руху перевищує 80 мкм/с, лінійність – менша, ніж 0,65, амплітуда бокового відхилення голівки – вища, ніж 6,5 мікрометрів. До сперматозоїдів з прямолінійно рухом відносять сперматозоїди, у яких середня зміна напрямку дорівнює 5° , а лінійний шлях становить менше або дорівнює 4,5 мікрометрів. Це означає, що кожен сперматозоїд, який не відноситься до нерухливих або локально рухливих клітин, класифікується як гамета, яка здійснює прогресивний рух вперед. До локально рухливих сперматозоїдів відносять сперматозоїди, пройдений лінійний шлях яких становить менше 4,5 мікрометрів. До нерухливих сперматозоїдів відносять гамети, середня зміна напрямку у яких менша, ніж 5° . Це дозволяє програмі розрізняти рухливі та нерухливі клітини, а також живі локально рухливі сперматозоїди (без прогресивного руху вперед) і повністю нерухливі [9].

Програмне забезпечення вимірює наступні динамічні характеристики руху сперматозоїдів: VAP – середня швидкість руху голівки по усередненій траєкторії (мкм/с); VSL – швидкість прямолінійного руху голівки сперматозоїда уздовж прямого відрізка між початковою та кінцевою точками траєкторії (мкм/с); VCL – середня швидкість руху сперматозоїдів по реальній траєкторії (мкм/с); LIN – ступінь хвилястості треків, % ($VSL/VCL - \%$); STR – ступінь прямолінійності руху сперматозоїдів ($VSL/VAP - \%$); WOB – ступінь відхилення ($VAP/VCL - \%$); BCF – частота коливального руху; ALH – середнє бокове відхилення голівки, амплітуда латерального зсуву голівки сперматозоїда від середньої траєкторії руху (мікрометрів).

Експериментальні показники опрацьовували методами біометричної статистики на ПК за формулами, наведеними Е. К. Меркурьевой [5].

Результати й обговорення. Визначено, що середній об'єм дози кріоконсервованих сперматозоїдів бугаїв лебединської породи становив 0,25 мл, а у плідників оригінальної бурої худоби Німеччини – 0,21 мл.

Встановлено, що плідники оригінальної бурої худоби Німеччини відзначалися кращими показниками загальної рухливості сперматозоїдів на 21,7% порівняно з плідниками лебединської породи (табл. 1). У них відмічено також більшу кількість сперматозоїдів з прямолінійно-поступальним рухом на 16,5%.

1. Загальна рухливість кріоконсервованих сперматозоїдів бугаїв

Бугаї	n	Загальна рухливість, %		Прямолінійно-поступальний рух, %	
		M ± m	C _v	M ± m	C _v
Лебединська порода	5	55,6 ± 3,5*	14,2	40,2 ± 3,6	29,1
Оригінальна бура худоба Німеччини	3	77,3 ± 7,2	16,2	56,7 ± 9,5	19,7

*Примітка: *P < 0,05*

За результатами досліджень спермопродукції плідників ми охарактеризували сперматозоїди за особливістю їх руху (табл. 2). Так, середня кількість сперматозоїдів виявлених в спермодозі плідників лебединської породи становила 868 млн., що на 769 млн. більше, ніж у плідників оригінальної бурої худоби Німеччини. Середня концентрація сперматозоїдів в одному мілілітрі була в 10,5 раз більша у тварин лебединської породи (порівняно із плідниками оригінальної бурої худоби Німеччини (331 млн./мл).

2. Характеристика кріоконсервованої спермопродукції плідників

Показник	Бугаї	
	лебединська порода	оригінальна бура худоба Німеччини
Гіперактивні		
Сперматозоїдів, мільйонів в спермодозі	288 ± 221,6	45 ± 2,7
Концентрація, мільйонів/мл	1156 ± 885,1	166 ± 33,4
Відсоток від загальної кількості в спермодозі	37 ± 4,2	50 ± 9,5
З прямолінійно-поступальним рухом вперед		
Сперматозоїдів, мільйонів в спермодозі	62 ± 59,7	7 ± 1,7
Концентрація, мільйонів/мл	248 ± 238,9	22 ± 1,1
Відсоток від загальної кількості в спермодозі	4 ± 1,2*	7 ± 0,3
Локально рухомі		
Сперматозоїдів, мільйонів в спермодозі	177 ± 161,7	21 ± 7,9
Концентрація, мільйонів/мл	709 ± 646,5	68 ± 8,6
Відсоток від загальної кількості в спермодозі	15 ± 2,5	21 ± 2,3
Нерухомі		
Сперматозоїдів, мільйонів в спермодозі	341 ± 285,2	26 ± 14
Концентрація, мільйонів/мл	1368 ± 1139,1	75 ± 23,1
Відсоток від загальної кількості в спермодозі	44 ± 3,6*	22 ± 7,2

*Примітка: *P < 0,05*

Середня кількість гіперактивних сперматозоїдів в спермодозах плідників лебединської породи (288 ± 221,6 млн.) була більше на 243 млн., ніж у тварин оригінальної бурої худоби Німеччини. У спермодозах плідників лебединської породи середня концентрація сперматозоїдів на 1 мілілітр була в 7 раз більша, ніж у спермодозах плідників оригінальної бурої худоби Німеччини. Середній відсоток таких сперматозоїдів в спермодозах лебединських бугаїв склав 37, тоді, як в спермодозах плідників оригінальної бурої худоби Німеччини – 50%. Кількість сперматозоїдів з прямолінійно поступальним рухом вперед була більшою в спермодозах плідників лебединської породи (на 55 млн.), а їх концентрація – на 226 млн./мл. Середній відсоток таких сперматозоїдів склав, відповідно 4,0% та 7,0%.

Більшою кількістю локально рухомих сперматозоїдів відрізнялися спермодози отримані від плідників лебединської породи (на 156 мл), а їх концентрація в 10,4 раз була більшою порівняно із плідниками оригінальної бурої худоби Німеччини. В структурі сперматозоїдів локально рухливі гамети склали, відповідно 15,0 та 21,0%. Найбільшою концентрацією нерухомих сперматозоїдів відрізнялися спермодози тварин лебединської породи (у 18 раз). В структурі сперматозоїдів нерухомі гамети склали відповідно 44 та 22%.

Виявлені розбіжності в кількісному складі сперматозоїдів за особливості їх руху в одній спермодозі очевидно пов'язані із початковим різним об'ємом дози кріоконсервованих сперматозоїдів.

Порівнюючи показники середньої швидкості руху головки по усередненій траєкторії (VAP), слід відзначити, що мінімальне значення складало 85,3 мкм/с, максимальне значення за цим показником – 141,7 мкм/с (табл. 3).

3. Динамічні характеристики руху сперматозоїдів плідників

Показник	Бугаї	
	лебединська порода	оригінальна бура худоба Німеччини
Середня швидкість руху головки по усередненій траєкторії, мкм/с	122 ± 10,3	110 ± 10,2
Швидкість прямолінійного руху голівки, мкм/с	102 ± 11,3	75 ± 4,3
Середня швидкість руху сперматозоїдів по реальній траєкторії, мкм/с	203 ± 14,4	213 ± 23,2
Ступінь відхилення (VAP/VCL – %)	60 ± 1,6*	52 ± 1,0
Середнє відхилення голівки, мкм	8 ± 0,5	10 ± 0,9
Частота коливальних усереднених рухів, Гц	37 ± 2,7**	27 ± 0,2
Ступінь прямолінійності направлено руху сперматозоїдів, %	81 ± 2,8*	69 ± 3,2
Ступінь хвилястості треків, %	50 ± 3,0*	37 ± 2,7

Примітка: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$

Результати дослідження швидкості прямолінійного руху головки (VSL) показали, що середнє значення цього показника сперматозоїдів у досліджуваних спермодозах плідників лебединської породи склали 102 мкм/с, оригінальної бурої худоби Німеччини – 75. Характеризуючи такий динамічний показник, як середня швидкість руху сперматозоїдів по реальній траєкторії (VCL), відзначаємо, що більшим середнім значенням відрізнялися сперматозоїди плідників оригінальної бурої худоби Німеччини (213 мкм/с). Під час аналізу такого показника як амплітуда латерального зсуву головки сперматозоїда від середньої траєкторії його руху (ALH) (середнє відхилення головки), встановлена не вірогідна різниця, причому перевагу мали також сперматозоїди отримані від тварини оригінальної бурої худоби Німеччини. Дослідження частоти коливальних рухів сперматозоїдів (BCF) засвідчує наявність достовірної різниці між породами. При цьому перевага була на користь спермопродукції тварин лебединської породи.

Отримані результати досліджень вказують на наявність кореляційного зв'язку між показниками загальної рухливості сперматозоїдів та деякими динамічними характеристиками їх руху, при чому у тварин оригінальної бурої худоби Німеччини вони були вищими (табл. 4) за такими показниками, як середня швидкість руху головки по усередненій траєкторії, швидкість прямолінійного руху головки, середня швидкість руху сперматозоїдів по реальній траєкторії, середнє відхилення голівки, частота коливальних усереднених рухів та ступінь хвилястості треків.

Отримані протилежні за напрямком коефіцієнти кореляції в залежності від походження, між загальною рухливістю сперматозоїдів та середньою швидкістю руху головки по усередненій траєкторії, середньою швидкістю руху сперматозоїдів по реальній траєкторії, середнім відхиленням голівки, ступенем прямолінійності направлено руху сперматозоїдів. Достовірні зв'язки встановлені лише між загальною рухливістю сперматозоїдів та окремими динамічними характеристиками сперматозоїдів бугаїв оригінальної бурої худоби Німеччини.

Слід відмітити, що життєздатність сперматозоїдів бугаїв лебединської породи після тривалого перебування у наднизьких температурних режимах (-196°) знаходилась на рівні 40,2%.

Досліджувана спермопродукція зберігалась понад 30 років і, на жаль, дані щодо якості нативної сперми на період її відбору для кріоконсервації не збереглись. Однак, відомо, що спермопродукцію від плідників в той період часу для тривалого зберігання відбирали з рухливістю не нижче 80–100%. Отже, можна зробити припущення, що свіжоотримана спермопродукція від бугаїв лебединської породи характеризувалась вищими якісними та кількісними показниками порівняно із плідниками оригінальної бурої худоби Німеччини.

4. Коефіцієнти кореляції між загальною рухливістю сперматозоїдів та деякими динамічними характеристиками їх руху, $r \pm m$

Показник	Бугаї	
	лебединська порода	оригінальна бура худоба Німеччини
Середня швидкість руху головки по усередненій траєкторії, мкм/с	-0,04 ± 0,58	0,77 ± 0,63
Швидкість прямолінійного руху головки, мкм/с	0,007 ± 0,57	0,60 ± 0,80
Середня швидкість руху сперматозоїдів по реальній траєкторії, мкм/с	-0,32 ± 0,55	0,79 ± 0,62
Ступінь відхилення (VAR/VCL – %)	0,60 ± 0,79	-0,86 ± 0,51
Середнє відхилення голівки, мкм	-0,45 ± 0,52	0,67 ± 0,75
Частота коливальних усереднених рухів, Гц	0,09 ± 0,58	0,99 ± 0,06***
Ступінь прямолінійності направлено руху сперматозоїдів, %	0,12 ± 0,57	-0,89 ± 0,44*
Ступінь хвилястості треків, %	0,37 ± 0,54	0,44 ± 0,89

Примітка: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$

Висновки. 1. Застосований комплекс досліджень забезпечив об'єктивну оцінку якісних та кількісних показників кріоконсервованої спермопродукції бугаїв оригінальної бурої худоби Німеччини та лебединської породи. Встановлено, що якість досліджених спермодоз відповідала вимогам «Інструкції зі штучного осіменіння корів і телиць» (Наказ Міністерства аграрної політики України від 1 серпня 2001 р. № 230).

2. Проведено порівняльний аналіз спермопродукції плідників оригінальної бурої худоби Німеччини та лебединської породи за тривалого її зберігання. Встановлено, що сперматозоїди плідників оригінальної бурої худоби Німеччини проявляють вищі динамічні характеристики руху, тоді як сперматозоїди плідників лебединської породи поступалися їм за цими показниками.

3. Доведена можливість осіменіння самок кріоконсервованими сперматозоїдами досліджуваних бугаїв, спермопродукція, яких зберігалась понад 30 років.

Перспективи подальших досліджень. Для визначення запліднюючої здатності сперматозоїдів, які тривалий час зберігаються в рідкому азоті, провести оцінку за результатами осіменіння корів та телиць в племінних репродукторах з розведення лебединської породи великої рогатої худоби.

Подяка. Висловлюємо подяку провідному фахівцю з селекції та генетики великої рогатої худоби, ТОВ "Українська генетична компанія", Братушці Руслану Валерійовичу за допомогу в проведенні лабораторних досліджень.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Баранов, А. В. Проблемы сохранения биоразнообразия в животноводстве // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – Вып. 9. – С. 21–22.
2. Бондарчук, Л. В. Качество спермопродукции быков-производителей бурых пород Сумской области // Генетика и разведение животных. – С.Пб. ; Пушкин. – 2014. – Вып. 4. – С. 54–55.
3. Иолчиев, Б. С. Компьютерная технология оценки семени животных / Б. С. Иолчиев, В. А. Багиров, П. М. Кленовицкий, В. П. Кононов, Ш. Н. Насибов, В. А. Воеводин // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – Вып. 9. – С. 46–48.
4. Кругляк, О. В. Організаційно-економічний механізм збереження біорізноманіття сільськогосподарських тварин України // Збалансоване природокористування. – 2016. – № 4. – С. 66–

75.

5. Меркурьева, Е. К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных / Е. К. Меркурьева. – М. : Колос, 1970. – 423 с.

6. Методики наукових досліджень із селекції, генетики та біотехнології у тваринництві. – К. : Аграр. наука, 2005. – 248 с.

7. Осташко, Ф. И. Биотехнология воспроизводства крупного рогатого скота / Ф. И. Осташко. – К. : Аграр. наука, 1995. – 184 с.

8. Руководство по применению компьютерной цифровой технологии обработки снимков для быстрого и объективного анализа качества семенных клеток. – Германия : Минитюб, 2001. – 81 с.

9. Яремчук, І. М. Сучасні можливості аналізу якості сперми і розрахунок спермодоз / І. М. Яремчук, М. М. Шаран // Біологія тварин. – 2012. – Т.–14, № 1–2. – С. 697–703.

REFERENCES

1. Baranov, A. V. 2011. Problemyi sohraneniya bioraznoobraziya v zhivotnovodstve – Problems of biodiversity conservation in livestock. *Dostizheniya nauki i tehniki APK – Achievements of science and technology of agriculture*. 9:21–22 (in Russian).

2. Bondarchuk, L. V. 2014. Kachestvo spermoproduktsii byikov-proizvoditeley buryih porod Sumskoy oblasti – The quality of sperm production of brown bulls of brown breeds of Sumy region. *Genetika i razvedenie zhivotnyih – Genetics and animal breeding*. 4:54–55 (in Russian).

3. Iolchiev, B. S. 2011. Kompyuternaya tehnologiya otsenki semeni zhivotnyih – Computer technology assessment of animal seed. *Dostizheniya nauki i tehniki APK – Achievements of science and technology of agriculture*. 9:46–48 (in Russian).

4. Kruglyak, O. V. 2016. Orhanizatsiyno-ekonomichnyy mekhanizm zberezhennya bioriznomanittya sil's'kohospodars'kykh tvaryn Ukrayiny – Organizational and economic mechanism of conservation of biodiversity of farm animals in Ukraine. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya – Balanced nature management*. 4:66–75 (in Ukrainian).

5. Merkur'eva, E. K. 1970. *Biometriya v seleksii i genetike sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh – Biometrics in the selection and genetics of farm animals*. Moscow, Kolos, 423 (in Russian).

6. Burkat, V. P. 2005. *Metodiki naukovih doslidzhen iz selektsiyi, genetiki ta biotehnologiyi u tvarinnitstvi – Methods of scientific research on breeding, genetics and biotechnology in animal husbandry*. Kyiv, Agrarna nauka, 248 (in Ukrainian).

7. Ostashko, F. I. 1995. *Biotehnologiya vosproizvodstva krupnogo roгатого skota – Biotechnology reproduction of cattle*. Kyiv, Agrarna nauka, 184 (in Ukrainian).

8. Rukovodstvo po primeneniyu kompyuternoy tsifrovoy tehnologii obrabotki snimkov dlya byistrogo i ob'ektivnogo analiza kachestva semennyih kletok – Guidance on the use of computerized digital imaging technology for quick and objective analysis of the quality of seed cells. 2001. Germany, Minityub, 81 (in Russian).

9. Yaremchuk, I. M. 2012. Suchasni mozhливostI analizu yakosti сперми і розрахунок спермодоз – Modern ability to analyze the quality of sperm and the calculation of spermodosis. *Biolojiya tvaryn – Animal biology*. 14:697–703 (in Ukrainian).

