

ЗБЕРЕЖЕННЯ ГЕНОФОНДУ ТА ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ХУДОБИ БІЛОГОЛОВОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ПОРОДИ

С.Л. Войтенко¹, О.В. Сидоренко²

¹доктор сільськогосподарських наук

²кандидат сільськогосподарських наук

Інститут розведення і генетики тварин імені М.В.Зубця НААН

вул. Погребняка, 1, с. Чубинське Бориспільського р-ну Київської обл., 08321, Україна

e-mail: ¹slvoitenko@ukr.net, ²sydorenkooolena@ukr.net

ORCID: ¹0000-0003-3530-6360, ²0000-0003-2429-9361

Надійшла 7.01.2021

Мета. Визначити рівень гомозиготності активної частини популяції білоголової української породи за одне покоління та 50 років відтворення, а також можливості застосування інбридингу для збереження генофонду породи і підвищення продуктивності тварин. **Методи.** Дослідження проведено на тваринах білоголової української породи, розділених на аутбредних та інбредних. У першій серії дослідів визначали вплив неспорідненого та спорідненого підборів батьківських пар, у другій — вплив походження за бугаєм (батьком потомства) на прояв ознак продуктивності в аутбредній та інбредній худобі. В обох дослідях до групи інбредних увійшли тварини, коефіцієнт інбридингу яких становив $F_x=0,39-29,7\%$, а до групи аутбредних, — які не мали спільних предків у родовах. У третій серії дослідів визначили вплив різних ступенів інбридингу (помірного, близького і тісного) на молочну продуктивність корів конкретного походження, для чого потомків бугая Злака UA 673 розділили на 4 групи. Визначали живу масу корів, надій за лактацію, уміст і кількість молочного жиру в молоці, вік 1-го осіменіння. Розраховували рівень зростання інбридингу за одне покоління та за 50 років відтворення. **Результати.** Встановлено перевагу інбредних телиць за живою масою у різні періоди вирощування порівняно з аутбредними особинами, особливо на остаточному етапі, що пришвидшувало їхню фізіологічну та господарську зрілість. Доведено вплив інбридингу на зниження молочної продуктивності у корів-дочок окремих бугаїв-плідників без статистично достовірної різниці з аутбредними тваринами. Виявлено прямий, середньої та слабкої сили зв'язок між надоем за 1-шу лактацію з віком і живою масою при 1-му осіменінні. Доведено, що із збільшенням коефіцієнта інбридингу від $F_x=0,78-2,93\%$ до $F_x=12,5-29,7\%$ у дочірніх потомків бугая Злака UA 673 істотно підвищується молочна продуктивність за 1–2-гу лактації. З'ясовано, що в сучасній, активній частині популяції білоголової української породи інбридинг за покоління може збільшитися на 1,68%, а за 50 років відтворення — на 16,5%. **Висновки.** При розведенні худоби білоголової української породи, яка наразі налічує 300 корів і 11 бугаїв, неможливо уникнути спорідненого підбору батьківських пар. З урахуванням цього інбридинг можна використовувати як метод збереження генофонду худоби білоголової української породи в контексті збереження біорозмаїття тваринного

світу. Використання інбридингу тісного ступеня бажаніше, ніж помірного і близького.

Ключові слова: велика рогата худоба, інбридинг, аутбридинг, коефіцієнт інбридингу, біорозмаїття.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202102-06>

Однією з вітчизняних популяцій, як об'єкт місцевих, локальних генетичних ресурсів в Україні, є створена наприкінці XVIII ст. білоголова українська порода великої рогатої худоби з її пристосованістю до природно-кліматичних умов зони Полісся, високою оплатою корму молоком, резистентністю, невибагливістю до годівлі [1]. Проте і на початку свого існування й наразі через недостатню кількість поголів'я для отримання наступного покоління худоби неможливо уникнути спаровування тварин, які мають спільних предків у родоводах. Багато дослідників вважають, що такий підхід не завжди сприяє високій продуктивності тварин, хоча й забезпечує популяцію від зникнення [2, 3]. Нині все поголів'я худоби білоголової української породи утримують лише в одному племінному господарстві, яке налічує 300 самиць (корів) активної частини популяції. На племінних підприємствах України зосереджено сперму 11-ти бугаїв, але всіх їх використовували для відтворення маточного поголів'я корів у цьому стаді. Тому для цієї породи дуже важливо знайти важелі збереження її генофонду, зокрема використання спорідненого розведення.

Науковцями доведено, що в популяції з чисельністю 1000 самиць і вище (за умов панміксії) коефіцієнт інбридингу зростає за покоління приблизно на 0,13%. Але зниження її чисельності до 500 або 250 самок за співвідношення статей 1:10 призводить до подвоєння інбридингу з можливістю інбредної депресії. Водночас застосування кросів ліній у генофондних популяціях для 20–30% тварин сприятиме зниженню інбридингу вдвічі [4].

Негативних наслідків спорідненого розведення можна уникнути, якщо підбирати батьківські пари не за ступенем інбридингу, а за їхньою індивідуальною поєднуваністю. Доведено, що найбільш небажаним

з позиції прояву інбредної депресії залишається інбридинг у кількох поколіннях і комплексний. Кровозмішування допустиме лише за наявності високих господарськи корисних ознак у батьків, які спаровуються [5].

Інбридинг (*inbreeding*) з погляду генетики — це схрещування організмів, які мають спільних предків. У практиці тваринництва інбридинг — це форма підбору для спаровування тварин, що мають спільних предків у родоводі. Його використовують для одержання гомозиготних за багатьма алелями організмів, збереження в популяції алелів, які визначають бажані ознаки, а також для виявлення спадкової патології. Без цього методу не відбувається виведення нових або поліпшення наявних порід сільськогосподарських тварин, особливо з урахуванням безперервного процесу вдосконалення їхніх продуктивних якостей. Інтенсифікація галузі тваринництва, що відбувається останніми роками, та залучення в процес виробництва лише кількох порід сільськогосподарських тварин викликає стурбованість світової спільноти щодо темпів зникнення видів, порід і популяцій, які відіграють важливу роль у розв'язанні проблеми продовольчої безпеки, особливо місцевих популяцій — носіїв унікальних генних комплексів [6, 7].

Доведено потребу відслідкування впливу рівня та ступеня інбридингу на основні господарськи корисні ознаки молочної худоби, а також доцільність жорсткого відбору особин, які мають вади конституції та екстер'єру [2, 8].

З'ясовано негативну роль інбридингу, особливо близьких і тісних ступенів, у зниженні молочної продуктивності тварин та їхньої відтворної здатності [9–12]. Крім негативного впливу інбридингу на продуктивні якості тварин, він може призвести до порушення генної рівноваги в популяції, появи летальних генів та організмів з різними

рецесивними спадковими аномаліями, які не проявляються у гетерозигот. Дослідники наголошують на недоцільності застосування інбридингу високих ступенів [13–15].

Враховуючи, що у формуванні нового організму генотип взаємодіє з чинниками довкілля, науковці довели роль породи, тривалості роботи з нею, умов утримання, рівня годівлі тощо, які у сумі з типом підбору батьківських пар і ступенем інбридингу впливають на прояв господарськи корисних ознак тварин. Визнано потребу передбачати збільшення гомозиготності у поколіннях та усіма можливими важелями запобігати неминучому прояву інбредної депресії [16, 17].

Основним методом розведення худоби білоголової української породи, яка наразі не є комерційною й належить до зникаючих вітчизняних популяцій, визнано чистопородне, з можливістю поряд з аутбридингом застосовувати інбридинг. Розведення худоби білоголової української породи має здійснюватися на науковій основі в контексті збереження біорозмаїття тваринного світу. З урахуванням цього потрібно знайти ступінь «доступного» спорідненого розведення, який дасть змогу зберегти біологічні особливості породи та її генетичну мінливість, не призведе до значного зниження продуктивності та з'явлення рецесивних летальних мутацій.

Зважаючи на це, очевидною є необхідність визначення теоретично вмотивованого рівня інбридингу української білоголової породи, впливу інбридингу на фенотиповий прояв селекційних ознак і доцільності одержання й використання інбредних самоць для збереження генофонду цієї унікальної популяції в контексті збереження біорозмаїття тваринного світу.

Мета досліджень — визначити рівень гомозиготності активної частини популяції білоголової української породи за одне покоління та 50 років відтворення, а також можливості застосування інбридингу для збереження генофонду породи і підвищення продуктивності тварин.

Матеріал і методи досліджень. Матеріалом для досліджень була худоба білоголової української породи ТОВ «Подільський господар» Хмельницької обл., яку в I серії дослідів розділили на 2 групи без

урахування походження: I група — аутбредні тварини (спільних предків у родоводі немає); II група — інбредні (коефіцієнт інбридингу $F_x=0,39-29,7\%$). У II серії дослідів тварин розділили на такі самі 2 групи, але врахували їхнє походження за бугаєм — батьком потомства. Досліджували фенотиповий прояв ознак у корів, дочок бугаїв-плідників Злака UA 673 і Нікеля UA 6800410641, які належали до лінії Марта; Плюса UA 629 і Сомы UA 6800085660 — лінії Озона. Для визначення впливу різних ступенів інбридингу на господарськи корисні ознаки корів конкретного походження дослідили продуктивність потомків бугая Злака UA 673, розподіливши їх на 4 групи: I група — аутбредні, II група — інбредні, коефіцієнт інбридингу $F_x=0,78-2,93\%$ (помірний ступінь інбридингу); III група — $F_x=3,13-11,72\%$ (близький) та IV група — $F_x=12,5-29,7\%$ (тісний). Серед потомків цього бугая немає інбредних тварин віддаленого ступеня, тому й групи з таким ступенем інбридингу в дослідженнях не було.

Ступінь інбридингу визначали за методом Шапоружа, а коефіцієнт інбридингу (F_x) — за формулою Райта–Кисловського [18].

Прогноз зростання рівня інбридингу в цьому стаді зроблено за методикою оцінки стану популяції та генетичного ризику її втрати, запропонованою Європейською асоціацією з тваринництва [19].

Живу масу тварин визначали способом зважування в зумовлені вікові періоди. Надій корів за 305 днів лактації, вміст жиру та кількість молочного жиру в молоці, вік їхнього 1-го осіменіння визначали за використання матеріалів бази даних системи управління молочним скотарством (СУМС «Інтесел-Орсек») станом на 1.01.2018 р.

Статистичне опрацювання матеріалів досліджень зроблено за використання програмного пакета «STATISTICA 10.0» на ПК [20].

Результати досліджень та їх обговорення. З'ясовано, що у популяції з 11 самців і 300 самоць, а саме стільки тварин наразі налічує активна частина білоголової української породи, інбридинг за одне покоління може збільшитися на 1,68%, а за 50 років відтворення — на 16,5%. Проте у стаді цієї породи вже нині налічується понад 50% інбредних корів, хоча бугаї, сперма яких

зберігається на племпідприємствах України, аутбредні. Враховуючи прогноз зростання інбридингу в стаді, кількість гомозиготних тварин лише збільшуватиметься. Це свідчить про потребу визначення оптимально допустимого ступеня інбридингу для уникнення інбредної депресії. Наше бачення узгоджується з думкою інших дослідників, згідно з якою внаслідок підвищення ступеня гомозиготності на 1% зменшуються надій, вихід молочного жиру та білка, подовжується сервіс-період, зростає кількість важких отелень та ін. [21, 22].

За даними досліджень встановлено певну мінливість динаміки живої маси аутбредних та інбредних телиць білоголової української породи (табл. 1). Найбільш помітну і стійку перевагу за живою масою в усі вікові періоди виявлено в групі інбредних тварин, хоча й без статистично достовірної різниці щодо аутбредних.

Неістотна різниця між живою масою аутбредних та інбредних телиць при народженні (1 кг) свідчить, що під час ембріонального періоду онтогенетичного розвитку тварини формування гомозиготного організму відбувалося без особливого порушення органів і тканин, яке б у подальшому призвело до зниження живої маси чи з'явлення особин зі спадковими аномаліями. Перевага інбредних телиць над аутбредними за живою масою за період їх росту впродовж 3–18 міс. коливалася у межах 3,6–10,8 кг. За весь період вирощування приріст живої маси інбредних телиць становив 301,8 кг, що більше від аутбредних на 9,8 кг. Зроблено висновок, що генотип інбредних

телиць дещо краще пристосований до умов довілля, ніж аутбредних.

Вища жива маса інбредних телиць у досліджувані періоди росту, особливо на остаточному етапі, зумовила більш ранню, порівняно з аутбредними, фізіологічну та господарську здатність і, як наслідок, більш ранній (на 1,3 міс.) вік 1-го осіменіння, а отже, і виробництва молока. Проте різниця між тваринами різних груп статистично недостовірною.

Одержані результати досліджень узгоджуються з дослідженнями інших авторів, які довели відсутність негативного впливу інбридингу на живу масу корів [23].

Визначені коефіцієнти варіації живої маси телиць від народження до 18-місячного віку в аутбредних телиць були в межах 11,94–14,94%, а інбредних — 12,55–17,41%, відповідно, узгоджуючись із середнім ступенем мінливості ознак. Майже однакові показники фенотипової мінливості живої маси аутбредних та інбредних телиць свідчать про відсутність негативного впливу інбридингу, оскільки в обох групах особини невіривняні між собою і мають подібне відхилення від середнього. Це підтверджує, що в стаді при доборі не застосовують селекційного тиску та стабілізуючого добору, за використання яких відбулося б звуження генетичної мінливості генофонду популяції. Фенотипова мінливість віку першого осіменіння у тварин обох груп була ще відчутнішою, що, власне, є позитивним для підтримання генетичної мінливості нечисленної популяції.

Враховуючи закономірність незворотності онтогенетичного розвитку тварин логічним вбачався пошук зв'язку живої маси

1. Жива маса та вік першого осіменіння телиць ($M \pm m$)

Показник	Піддослідна група			
	I (аутбредні) (n=127)		II (інбредні) (n=155)	
	$M \pm m$	$C_v, \%$	$M \pm m$	$C_v, \%$
Жива маса, кг:				
при народженні	29,9±0,69	14,86	30,9±0,45	12,55
у 6 міс.	130,7±2,61	14,65	134,3±2,21	16,46
у 12 міс.	234,1±4,71	14,92	237,7±4,12	17,41
у 18 міс.	321,9±5,23	11,94	332,7±4,83	14,54
при 1-му осіменінні	343,3±6,62	14,04	350,4±4,81	13,65
Вік 1-го осіменіння, міс.	20,5±0,47	25,98	19,2±0,36	23,23

аутбредних та інбредних телиць при народженні з їх живою масою у різні періоди вирощування та при 1-му осіменінні, а також з віком першого осіменіння. Жива маса худоби в онтогенезі зумовлюється здебільшого середовищними чинниками, але при народженні завдячує генотипу, тому існує думка, що особини з більшою живою масою при народженні за створення їм належних умов вирощування мають вищий приріст живої маси й швидше залучаються в процес відтворення, порівняно до маловагових.

За використання кореляційного аналізу встановлено незначні за величиною та статистично недостовірні коефіцієнти кореляції живої маси телят при народженні з їх живою масою у віці 6, 12 і 18 міс. та при 1-му осіменінні, а також з віком 1-го осіменіння. Винятком був зв'язок живої маси інбредних телиць при народженні з їх живою масою у віці 12 міс. ($r=+0,266$, $P<0,05$) (табл. 2).

З урахуванням цього зроблено висновок, що в стаді білоголової української породи серед аутбредних та інбредних телиць добір за живою масою при народженні неістотно поліпшуватиме ознаки в інші періоди росту, зокрема вік 1-го осіменіння. Аналогічні результати отримали й інші дослідники [24, 25].

Молочна продуктивність, яка є головною селекціонованою ознакою та метою господарського використання великої рогатої худоби молочних і молочно-м'ясних порід, потребує постійного підвищення будь-якими методами. Актуальне це питання й для білоголової української породи, яка хоча й не належить до комерційних порід, але є об'єктом виробництва молока.

Порівняльний аналіз молочної продуктивності корів білоголової української породи за 305 днів 1–4-ї лактації засвідчив протилежну до живої маси тенденцію переваги аутбредних тварин над інбредними, хоча й без статистично достовірної різниці між групами. Установлено перевагу аутбредних корів над інбредними, яка становила за 1-шу лактацію — 207 кг, за 2-гу — 42 кг і за 3-тю лактацію — 10 кг, й лише за 4-ту лактацію аутбредні корови поступилися інбредним на 131 кг (табл. 3).

Уміст жиру в молоці не мав чіткого зв'язку з інбридингом та надоем і не узгоджувався із твердженням багатьох дослідників про те, що підвищення надою супроводжується зниженням вмісту жиру в молоці з огляду на антагоністичний характер цих ознак [26]. Аналогічну тенденцію виявлено щодо кількості молочного жиру в молоці корів різної гомозиготності.

Коефіцієнти варіації показників молочної продуктивності, крім вмісту жиру в молоці, свідчать про можливість формування груп високопродуктивних аутбредних і інбредних корів, хоча такий селекційний захід може призвести до звуження генетичної мінливості нечисленної популяції. Тому в стаді бажано не проводити жорсткого добору самиць за надоем.

Установлено тенденцію до прямого зв'язку в аутбредних ($r=0,424 \pm 0,081$; $r=0,370 \pm 0,083$) та інбредних ($r=0,166 \pm 0,079$; $r=0,019 \pm 0,081$) корів між надоем за першу лактацію та віком 1-го осіменіння, а також живою масою при 1-му осіменінні (табл. 4). При цьому в аутбредних корів цей зв'язок був середньої сили, а в інбредних — слабкий.

2. Коефіцієнт кореляції між живою масою аутбредних та інбредних телиць у різні вікові періоди ($r \pm m$)

Поєднувані ознаки	Піддослідна група	
	I (аутбредні)	II (інбредні)
Жива маса при народженні та:		
у 6 міс.	$0,228 \pm 0,135$	$0,226 \pm 0,134$
у 12 міс.	$0,008 \pm 0,139$	$0,266 \pm 0,136^*$
у 18 міс.	$0,097 \pm 0,138$	$0,148 \pm 0,139$
при 1-му осіменінні	$0,018 \pm 0,139$	$-0,161 \pm 0,081$
вік 1-го осіменіння	$0,007 \pm 0,139$	$-0,039 \pm 0,118$

* $P<0,05$.

3. Молочна продуктивність корів ($M \pm m$)

Показник	Піддослідна група					
	I (аутбредні) (n=127)			II (інбредні) (n=155)		
	n	$M \pm m$	$C_v, \%$	n	$M \pm m$	$C_v, \%$
<i>1-ша лактація</i>						
Надій, кг	127	4327 ± 76,01	19,79	155	4120 ± 68,36	20,66
Уміст жиру в молоці, %		3,43 ± 0,071	24,37		3,56 ± 0,026	8,54
Молочний жир, кг		148,2 ± 4,04	30,72		147,5 ± 2,73	23,08
<i>2-га лактація</i>						
Надій, кг	78	4604 ± 119,79	22,98	98	4562 ± 103,23	22,40
Уміст жиру в молоці, %		3,65 ± 0,012	2,65		3,71 ± 0,011	2,96
Молочний жир, кг		168,7 ± 4,65	24,35		168,9 ± 4,16	24,36
<i>3-тя лактація</i>						
Надій, кг	35	4780 ± 169,32	20,95	31	4770 ± 204,38	23,85
Уміст жиру в молоці, %		3,68 ± 0,018	2,88		3,63 ± 0,021	3,24
Молочний жир, кг		175,7 ± 6,15	20,73		173,1 ± 7,64	24,57
<i>4-та лактація</i>						
Надій, кг	17	4456 ± 192,39	17,81	15	4587 ± 211,86	17,89
Уміст жиру в молоці, %		3,72 ± 0,027	2,95		3,64 ± 0,035	3,72
Молочний жир, кг		166,0 ± 7,61	18,89		167,7 ± 8,55	19,75

Дуже низькими і різноспрямованими у піддослідних корів були зв'язки між надом за 1-шу та 3-тю лактації з умістом жиру в молоці. Достовірною виявилася лише співвідносна мінливість надою корів за 2-гу лактацію з умістом жиру в молоці, причому у інбредних корів коефіцієнт кореляції свідчив про сильний зв'язок ($r=0,989 \pm 0,012$) між ознаками, в аутбредних — про середній ($r=0,443 \pm 0,080$). Аналогічну тенденцію виявлено й щодо зв'язку надою за 4-ту лактацію з умістом жиру, проте без статистично достовірної різниці.

За визначеною продуктивністю інбредних тварин у стаді не можна чітко з'ясувати, що відбувається з тваринами конкретного генеалогічного формування чи походження. Враховуючи точку зору багатьох дослідників про істотний вплив на господарські корисні ознаки корів походження за батьком [27, 28], ми вивчили молочну продуктивність аутбредних та інбредних корів, які були дочками бугаїв Злака UA 673 і Нікеля UA 6800410641 (лінія Марта), Плюса UA 629 і Сомы UA 6800085660 (лінія Озона) за 1-шу та 2-гу лактації.

Результати досліджень свідчать, що інбридинг впливає на зниження молочної продуктивності у потомків усіх досліджуваних бугаїв без статистично достовірної різниці з аутбредними однакового походження (табл. 5). Негативний вплив інбридингу серед потомків бугая Злака UA 673 виявився у зниженні надою за 1-шу лактацію на 477 кг та молочного жиру — на 16,7 кг, а за 2-гу лактацію — на 853 і 34,3 кг, відповідно.

Інбредні корови, дочки бугая Нікеля UA 6800410641 поступалися аутбредним за надоєм за 1-шу лактацію на 460 кг, за 2-гу — на 384 кг, за молочним жиром — на 21,1 і 12,5 кг, відповідно.

Бугай Плюс UA 629 сприяв підвищенню надою в аутбредних дочок, порівняно з інбредними, за 1-шу та 2-гу лактації на 62 і 667 кг, відповідно. В аутбредних корів молоко було жирнішим.

Аналогічна тенденція переваги за молочною продуктивністю аутбредних корів над інбредними характерна й для дочок бугая Сомы UA 6800085660.

За визначеними коефіцієнтами варіації показників молочної продуктивності

4. Коефіцієнт кореляції між надоем за 1-шу лактацію з показниками відтворної здатності та ознаками молочної продуктивності ($r \pm m$)

Поєднувані ознаки	Піддослідна група	
	I (аутбредні)	II (інбредні)
Надій за 1-шу лактацію та:		
вік 1-го осіменіння	0,424 ± 0,081	0,166 ± 0,079
жива маса при 1-му осіменінні	0,370 ± 0,083	0,019 ± 0,081
уміст жиру в молоці	-0,074 ± 0,089	0,024 ± 0,080
Надій за 2-гу лактацію — вміст жиру в молоці	0,443 ± 0,080***	0,989 ± 0,012**
Надій за 3-тю лактацію — вміст жиру в молоці	-0,128 ± 0,089	0,171 ± 0,079
Надій за 4-ту лактацію — вміст жиру в молоці	0,363 ± 0,083	0,577 ± 0,066
P<0,01; *P<0,001.		

доведено неконсолідованість селекційних груп як аутбредних, так і інбредних корів, дочок одного й того самого батька. Виявлено значні відхилення надою та молочного жиру від середньої величини за кожним плідником з можливістю їх поліпшення завдяки селекції.

Аналіз інбредних тварин за порівняння з аутбредними загалом по стаду, а також по конкретному пліднику хоча й дає уявлення про переваги неспорідненого підбору батьківських пар над спорідненим для одержання особин наступної генерації, але не дає змоги визначитися з тим, які підходи застосовувати до тварин нечисельної популяції, якщо вони вже гомозиготні. З урахуванням цього визначено вплив зростання гомозиготності (коефіцієнта інбридингу) на основні функціональні ознаки молочної продуктивності корів білоголової української породи — дочок бугая Злака UA 673.

Установлено, що у дочірніх потомків бугая Злака UA 673 зі збільшенням коефіцієнта інбридингу істотно підвищується молочна продуктивність (табл. 6). Так, за 1-шу лактацію корови помірного ступеня інбридингу ($F_x=0,78-2,93\%$) поступалися за надоєм особинам близького ступеня ($F_x=3,13-11,72\%$) на 132 кг і тісного ($F_x=12,5-29,7\%$) — на 318 кг. Аналогічна тенденція була й щодо молочного жиру.

Водночас інбредні корови впродовж 1-ї лактації продукували молока менше на 228–546 кг, ніж аутбредні без статистично достовірної різниці між ними. Серед інбредних корів найвища молочна

продуктивність за 1-шу та 2-гу лактації була в особин тісного ступеня ($F_x=12,5-29,7\%$). Подібні результати одержано на худобі червоної степової породи, де корови груп тісного і помірного ступенів інбридингу переважали аутбредних корів за надоями 1-ї і 3-ї лактацій, при цьому найвищий надій за 1-шу лактацію був у корів тісного інбридингу [3]. Проте це суперечить даним інших дослідників, які доводять негативний вплив інбридингу тісного ступеня на прояв основних селекційних ознак худоби [12, 29, 30].

Перевага корів тісного ступеня інбридингу ($F_x=12,5-29,7\%$) над представницями помірного та близького ступенів за величиною надою молока збереглася й за 2-гу лактацію і становила 296 та 195 кг, відповідно. Нами доведено, що у корів з меншим коефіцієнтом інбридингу, порівняно до тісного, була й нижча молочна продуктивність. Так, від особин, коефіцієнт інбридингу яких $F_x=0,78-2,93\%$ (помірний ступінь), за 2-гу лактацію одержано на 296 кг молока менше, ніж з коефіцієнтом інбридингу $F_x=12,5-29,7\%$ (тісний ступінь). Проте корови різного ступеня інбридингу, включаючи тісний, поступалися за молочною продуктивністю за 2-гу лактацію аутбредним тваринам, хоча без статистично достовірної різниці. Тобто, якщо вибирати за молочною продуктивністю між аутбредними та інбредними дочками бугая Злака UA 673, перевагу слід надати аутбредним, одержаним за неспорідненого підбору батьківських пар. Але у стаді вже використовують гомозиготних особин тісного ступеня інбридингу

5. Молочна продуктивність корів, дочок окремих бугаїв ($M \pm m$)

Показник	Піддослідна група					
	I (аутбредні)			II (інбредні)		
	n	$M \pm m$	$C_v, \%$	n	$M \pm m$	$C_v, \%$
<i>Злак UA 673</i>						
Надій за 1-шу лактацію, кг	17	4643 \pm 126,66	20,12	63	4166 \pm 138,47	26,38
Молочний жир за 1-шу лактацію, кг		166,8 \pm 8,14	20,14		150,1 \pm 5,14	27,22
Надій за 2-гу лактацію, кг	14	5307 \pm 247,13	17,42	44	4454 \pm 257,75	37,95
Молочний жир за 2-гу лактацію, кг		197,9 \pm 10,49	19,83		163,6 \pm 10,48	42,47
<i>Нікель UA 6800410641</i>						
Надій за 1-шу лактацію, кг	62	4154 \pm 133,07	25,23	60	3694 \pm 115,31	24,18
Молочний жир за 1-шу лактацію, кг		151,3 \pm 5,09	26,05		130,2 \pm 4,93	29,34
Надій за 2-гу лактацію, кг	24	4249 \pm 230,52	26,58	31	3865 \pm 186,67	22,89
Молочний жир за 2-гу лактацію, кг		155,8 \pm 8,81	27,68		143,3 \pm 7,19	27,96
<i>Плюс UA 629</i>						
Надій за 1-шу лактацію, кг	11	4126 \pm 136,91	11,04	46	4064 \pm 132,64	22,12
Молочний жир за 1-шу лактацію, кг		149,9 \pm 5,06	11,02		147,8 \pm 4,87	22,14
Надій за 2-гу лактацію, кг	10	5016 \pm 273,32	17,23	38	4349 \pm 191,79	27,18
Молочний жир за 2-гу лактацію, кг		185,4 \pm 10,58	25,17		160,2 \pm 7,42	28,55
<i>Сом UA 6800085660</i>						
Надій за 1-шу лактацію, кг	93	4072 \pm 84,08	19,91	32	3986 \pm 145,15	20,61
Молочний жир за 1-шу лактацію, кг		148,2 \pm 3,07	19,97		145,4 \pm 5,44	21,18
Надій за 2-гу лактацію, кг	71	4333 \pm 102,68	19,96	24	4049 \pm 204,66	24,76
Молочний жир за 2-гу лактацію, кг		158,1 \pm 3,95	21,05		147,7 \pm 7,64	25,38

й у подальшому їх одержання не уникнути з огляду на мінімальне поголів'я породи. Слушну думку висловили автори створюваних порід [31, 32], які рекомендують при отриманні потомків з таким рівнем гомозиготності відмовитися від парування самок з плідником, який може бути їхнім батьком або братом, оскільки одержаний ефект високої продуктивності може не повторитися, а навпаки, з'являться летальні гени чи пов'язані з рядом хвороб.

Загалом, при роботі з білоголовою українською породою, активна частина якої налічує

300 корів, не можна уникнути внутрішньо-породного підбору споріднених тварин, тим більше, що в популяції вже використовують тварин з достатньо високою спадковістю предків, особливо бугаїв. У породі хоч і відбувається зростання гомозиготності, але вона поки що не призводить до інбредної депресії з огляду на теоретично розрахований рівень підвищення інбридингу за покоління на 1,68%. Крім того, достатньо високий коефіцієнт мінливості усіх досліджуваних ознак свідчить про відносну пластичність породи та специ-

6. Молочна продуктивність корів-дочок бугая Злака UA 673 залежно від ступеня інбридингу ($M \pm m$)

Показник	Аутбридинг	Ступінь (коефіцієнт) інбридингу		
		помірний (F _x =0,78–2,93%)	близький (F _x =3,13–11,72%)	тісний (F _x =12,5–29,7%)
1-ша лактація				
n	17	17	26	15
Надій, кг	4643 ± 126,66	4097 ± 164,2	4229 ± 77,03	4415 ± 268,46
Молочний жир, кг	166,8 ± 8,14	147,9 ± 5,72	159,1 ± 6,08	163,1 ± 10,02
2-га лактація				
n	14	8	20	12
Надій, кг	5307 ± 247,13	4810 ± 160,34	4911 ± 172,13	5106 ± 222,48
Молочний жир, кг	197,9 ± 10,49	177,0 ± 6,95	182,3 ± 6,64	189,5 ± 9,17

фічність окремих груп, пов'язаних спільним походженням.

Вважаємо, що задля збереження поголів'я худоби білоголової української породи поряд з аутбридингом можна використовувати інбридинг помірного та близького ступенів, а також тісний. Методи селекційно-племінної роботи у стадії цієї худоби не спрямовуються на консолідацію тварин однакового походження або лінійної належності за основними селекційними ознаками, а навпаки — на збереження в породі достатньої мінливості. Використання тісного інбридингу при розведенні худоби білоголової української породи узгоджується з точкою зору класика зоотехнії Д.А. Кисловського,

який вважав, що зростання гомозиготності не консолідує тварин, а навпаки, розподіляє їх генотип на окремі гомозиготні комбінації, які не мають істотної схожості зі спадковістю родоначальника [33]. Проте це суперечить твердженням інших авторів, які вважають, що за тісного інбридингу розхитування спадковості істотно зменшується, а консолідації — зростає [34, 35].

Отже, фенотиповий прояв господарських корисних ознак інбредної худоби білоголової української породи та відсутність статистично достовірної різниці з аутбредними тваринами не дає підстав для відмови від використання методу інбридингу при розведенні худоби української білоголової породи.

Висновки

Наявність серед активної частини корів білоголової української породи понад 50% інбредних особин і розрахований теоретичний рівень підвищення гомозиготності популяції за одне покоління, який становить на 1,68%, засвідчують неможливість уникнення спорідненого розведення при доборі батьківських пар. Вплив інбридингу різних ступенів дійсно призводить до зниження молочної продуктивності корів, порівняно з аутбредними, але високі коефіцієнти варіації ознак продуктивності підтверджують достатню генетичну

мінливість селекційних груп і можливість добору за бажаними ознаками. Тісний інбридинг не призводить до прояву інбредної депресії та істотного зниження основних селекційних ознак худоби і є більш бажаним, порівняно з варіантами помірного та близького ступеня. Загалом, інбридинг, включаючи тісний ступінь, може бути використаний як метод збереження генофонду худоби унікальної, нечисленної білоголової української породи в контексті збереження біорозмаїття тваринного світу.

Voitenko S.¹, Sydorenko O.²

Institute of Animals Breeding and Genetics named after M.V. Zubets of NAAS, 1, Pogrebniaka Str., vil. Chubynske, Boryspil region, Kyiv oblast, 08321, Ukraine; e-mail: ¹slvoitenko@ukr.net, ²sydorenkoolena@ukr.net; ORCID: ¹0000-0003-3530-6360, ²0000-0003-2429-9361

Preservation of the gene fund and increasing the livestock productivity of the white-headed Ukrainian breed

Goal. To determine the level of homozygosity of the active part of the population of the white-headed Ukrainian breed for one generation and 50 years of reproduction, as well as the possibility of using inbreeding to preserve the gene pool of the breed and increase animal productivity. **Methods.** The study was conducted on animals of the white-headed Ukrainian breed, divided into outbred and inbred. The first series of experiments determined the influence of unrelated and related selections of parental pairs, the second series studied the influence of the origin of the bull (the father of the offspring) on the manifestation of signs of productivity in outbred and inbred cattle. In both experiments, the group of inbred included animals whose inbreeding coefficient was $F_x = 0.39 - 29.7\%$, and the group of outbred — who had no common ancestors in the pedigrees. In the third series of experiments, the influence of different degrees of inbreeding (moderate, close, and very close) on the milk productivity of cows of a specific origin was determined, for which the descendants of the bull Zlaka UA 673 were divided into 4 groups. Live weight of cows, milk yield for

lactation, content and amount of milk fat in milk, age of the 1st insemination were determined. The level of inbreeding growth was calculated for one generation and 50 years of reproduction. **Results.** The advantage of inbred heifers in live weight in different growing periods compared to outbred individuals was established, especially at the final stage, which accelerated their physiological and economic maturity. The effect of inbreeding on the reduction of milk production in cows of individual bulls without statistically significant difference with outbred animals had been proved. There was a direct, medium and weak connection between milk yield during the 1st lactation with age and live weight at the 1st insemination. It was proved that the increase of the inbreeding coefficient from $F_x = 0.78 - 2.93\%$ to $F_x = 12.5 - 29.7\%$ in the daughter offspring of the bull Zlaka UA 673 significantly increased milk productivity for 1–2 lactations. It was found that in the modern, active part of the population of the white-headed Ukrainian breed, inbreeding can increase by 1.68% in a generation, and by 16.5% in 50 years of reproduction. **Conclusions.** When breeding Ukrainian white-headed cattle, which currently has 300 cows and 11 bulls, it is impossible to avoid a related selection of parent pairs. With this in mind, inbreeding can be used as a method of preserving the gene pool of white-headed cattle in the context of preserving the biodiversity of wildlife. The use of close inbreeding is preferable to moderate and close. **Key words:** cattle, inbreeding, outbreeding, inbreeding coefficient, biodiversity.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202102-06>

Бібліографія

1. Войтенко С.Л., Вишневецький Л. В. Білоголова українська порода в історичному аспекті. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2016. Вип. 7 (30). С. 51–57.
2. Зверева Е.А., Муравьева Н.А. Эффективность применения инбридинга при разведении коров ярославской породы. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2016. № 11 (53). Ч. 5. С. 18–21. doi:10.18454/IRJ.2016. 53.121
3. Микитас Р.Є., Демчук В.В., Папакіна Н.С. Прогнозування молочної продуктивності корів червоної степової породи різного ступеня інбридингу. *Таврійський науковий вісник*. 2001. Вип. 17. С. 59–62.
4. Кузнецов В. М. Имитационное моделирование линейного разведения в генофондовых популяциях. *Доклады РАСХН*. 2005. № 6. С. 37–40.
5. Шендаков А.И., Ханина Т.И., Шендакова Т.А. Минимизация инбредной депрессии по живой массе у симментальского молодняка. *Зоотехния*.

2016. № 4. С. 5–8.

6. Preparation of national strategies and action plans for animal genetic resources. FAO Animal Production and Health Guidelines. № 2. Rome, Italy: FAO of the UN, 2009. 71 p.

7. Biodiversity for Food and Agriculture. Contributing to food security and sustainability in a changing world. Outcomes of an Expert Workshop Held by FAO and the Platform on Agrobiodiversity Research from 14–16 April 2010 in Rome, Italy: FAO of the UN and PAR, 2011. 66 p.

8. Любимов А.И., Юдин В.М. Комплексный подход к целенаправленному закреплению инбридинга. *Зоотехния*. 2014. № 4. С. 2–4.

9. Guba S., Wolf G. Changes in some standard characteristics of cattle in response to various extents of inbreeding. *ActaAgron. Acad. Scient. Hungary*. 1984. Т. 33. № 1–2. Р. 67–95.

10. Dezetter C., Leclerc H., Mattalia S. Inbreeding and crossbreeding parameters for production and fertility traits in Holstein. Montbéliarde, and

Normande cows. *Journal of Dairy Science*. 2015. V. 98. Is. 7. P. 4904–4913. doi: 10.3168/jds.2014-8386

11. Pryce J., Goddard M., Hayes B. Identification of genomic regions associated within breeding depression in Holstein and Jersey dairy cattle. *Genet. Sel. Evol.* 2014. doi: 10.1186/S12711-014-0071-7

12. Недашковский И.С., Сермягин А.А., Богданова Т.В. и др. Оценка влияния уровня инбридинга на молочную продуктивность и воспроизводительные качества коров голштинизированной популяции черно-пестрой породы. *Молочное и мясное скотоводство*. 2018. № 7. С. 17–22. doi: 10.25632/MMS.2018.7.21450

13. Croquet C.I., Mayeres P., Gillon A. Inbreeding depression for global and partial economic indexes, production, type, and functional traits. *J. of Dairy Science* 2010. № 93(7). P. 3294–3302. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72297-4

14. Rokouei M., Vaez Torshizi R., Moradi Shahrbabak M. Monitoring inbreeding trends and inbreeding depression for economically important traits of Holstein cattle in Iran. *J. of Dairy Science*. 2007. № 90 (9). P. 4411–4419. doi: 10.3168/jds.2009-2748

15. Гуськова С.В., Турбина И.С., Ескин Г.В., Комбарова Н.А. Основные генетические причины эмбриональных потерь в молочном скотоводстве, связанные с интенсивной селекцией по продуктивности. *Молочное и мясное скотоводство*. 2014. № 3. С. 10–14.

16. Эйсер Ф.Ф. Теория и практика молочного дела в скотоводстве. Киев: Урожай, 1981. 143 с.

17. Підпала Т.В. Порождотворний процес та інбридинг у молочному скотарстві. *Розведення і генетика тварин*. 2007. Вип. 41. С. 164–171.

18. Красота В.Ф., Лобанов В.Т., Джапаридзе Т.Г. Разведение сельскохозяйственных животных. Москва: Агропромиздат, 1990. 463 с.

19. *The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture*, edited by Barbara Rischkowsky & Dafydd Pilling. Rome, 2007. P. 342–345.

20. Боровиков В. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. Санкт-Петербург: Питер, 2001. 656 с.

21. Bjelland D.W., Weigel K. A., Vukasinovic N. et al. Evaluation of inbreeding depression in Holstein cattle using whole-genome SNP markers and alternative measures of genomic inbreeding. *J. of Dairy Science*. 2013. V. 96. Is. 7. P. 4697–4706. doi: 10.3168/jds.2012-6435

22. Бикадоров П. Інбридинг української чорно-рябої молочної худоби та господарські

корисні ознаки тварин. *Тваринництво України*. 2014. № 7. С. 14–17.

23. Климова С.П., Шендаков А.И., Шендакова Т.А. Влияние степеней инбридинга на молочную продуктивность черно-пестрого голштинизированного скота. *Вестник ОрелГАУ*. 2012. № 4 (12). С. 86–89.

24. Першута В.В. Взаємозв'язок рівня вирощування та молочної продуктивності корів-первісток. *Розведення і генетика тварин*. 2011. Вип. 45. С. 192–199.

25. Pilát Z., Bouška J. Intenzita růstu a následná užiteklost prvotetek. *Živoč. vý.* 1986. V. 31. № 6. P. 499–506.

26. Пендюк А.Р., Федорович В.В., Мазур Н.П. Фенотиповий прояв ознак молочної продуктивності у корів різних генотипів української чорно-рябої молочної породи. *Розведення і генетика тварин*. 2019. Вип. 58. С. 33–40. doi: 10.31073/abg.58.05

27. Коваль Т.П. Бугаї-плідники та їх вплив на господарські корисні ознаки корів напівсестер за батьком. *Розведення і генетика тварин*. 2017. Вип. 53. С. 124–129. doi: 10.31073/abg.53.16

28. Войтенко С.Л., Сидоренко О.В. Оцінка бугаїв голштинської породи за молочною продуктивністю їх дочок. *Розведення і генетика тварин*. 2020. Вип. 59. С. 26–34. doi: 10.31073/abg.59.03

29. Юдин В.М., Любимов А.И. Опыт использования инбридинга в селекции молочного скота. *Зоотехния*. 2015. № 8. С. 6–7.

30. Сакса Е.И., Масленникова Е.С. Эффективность использования голштинских быков, выведенных путем применения различных степеней инбридинга. *Зоотехния*. 2018. № 4. С. 9–14. doi: 10.25632/MMS.2018.2018.16876

31. Иванов М.Ф. Новая порода свиней — украинская степная белая, выведенная в Аскании-Нова, и методы ее образования. Полное собрание сочинений. Москва: Колос, 1964. Т. 5. С. 182–195.

32. Самусенко А.И. Симментальский скот. Киев: Урожай, 1986. 136 с.

33. Кисловский Д.А. Проблема породы и пути ее улучшения. Избранные сочинения. Москва: Колос, 1965. С. 277–300.

34. Дунин И.М., Труфанов В.Г., Новиков Д.В. Использование инбридинга в молочном скотоводстве. *Зоотехния*. 2012. № 9. С. 2–3.

35. Полупан Ю.П. Проблеми консолідації різних селекційних груп тварин. *Вісник аграрної науки*. 2001. № 12. С. 42–46.