УДК 639.1+599.735 https://doi.org/10.31713/vs320268

Делеган І. І. [1; ORCID ID: 0000-0003-4730-0193],
к.с.-г.н., доцент,
Хоєцький П. Б. [1; ORCID ID: 0000-0001-9726-953X],
д.с.-г.н., професор,
Копій С. Л. [1; ORCID ID: 0000-0002-7322-7244],
к.с.-г.н., доцент,
Клименко О. М. [2; ORCID ID: 0000-0002-2047-8824],
д.с.-г.н., професор,
Трачук М. М. [1; ORCID ID: 0000-0001-9883-2654],
магістр,
Мурин В. В. [1; ORCID ID: 0009-0009-9283-2819],
аспірант

[1]Національний лісотехнічний університет України, м. Львів
[2]Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ПІДВИЩЕННЯ ТРОФЕЙНИХ ЯКОСТЕЙ САМЦІВ САРНИ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ (*CAPREOLUS CAPREOLUS* L.) У ВІЛЬНИХ ПОПУЛЯЦІЯХ НА РІВНІ МИСЛИВСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

У статті обґрунтовані можливості керованого підвищення трофейних якостей рогів самців сарни європейської на основі оцінки накопичення спадкового внеску домінантних особин із використанням методики А. Шапоружа, адаптованої до умов природної популяції без повних родоводів. Розрахунки виконано для умовної моделі популяції в мисливських угіддях площею близько 2000 га, характерних для території Західної України, з урахуванням територіальної поведінки тварин, вікової структури та ймовірності повторного використання одного і того ж самця в розмноженні протягом кількох років.

Запропоновано підхід до управління популяцією сарни в мисливських угіддях, який дозволяє поєднати економічну ефективність трофейного полювання з довгостроковим збереженням генетичної стабільності.

Ключові слова: сарна європейська; мисливські угіддя; трофейні якості; селекція; інбридинг; метод Шапоружа; популяційна генетика.

Постановка проблеми. Сучасний етап розвитку мисливського господарства в Україні характеризується зростанням ролі економічно

ISSN 3154-8059

орієнтованих форм використання мисливських ресурсів, серед яких особливе місце займає трофейне полювання [1]. У цьому контексті сарна європейська (*Capreolus capreolus*) виступає одним із найважливіших об'єктів – перспективних для розвитку трофейного полювання [2; 3], завдяки високій чисельності, широкому ареалу, пластичності до умов середовища та стабільному попиту на трофеї серед вітчизняних і іноземних мисливців [4]. У країнах Центральної та Західної Європи цілеспрямоване управління популяціями сарни дозволило досягти значного підвищення середніх трофейних показників самців, однак такий результат був отриманий лише за умови суворого дотримання біологічно обґрунтованих принципів регулювання чисельності та структури популяції [5; 6].

Водночас інтенсифікація трофейного використання сарни актуалізує питання науково обґрунтованого управління її популяціями. Практика багатьох мисливських господарств свідчить, що неконтрольоване або неправильно спрямоване добування самців може призводити не лише до зниження середніх трофейних показників, але й до порушення вікової та репродуктивної структури популяції. Особливо це стосується вільних популяцій, де селекційний тиск накладається на природні механізми добору та просторову структуру виду. У практиці ведення мисливського господарства в Україні підвищення трофейної якості рогів самців часто намагаються досягти шляхом вибіркового добування слабких особин та збереження найбільш розвинених самців. Проте така селекція у вільних популяціях відрізняється від селекції у тваринництві тим, що відсутній повний контроль за спаровуванням, немає точних родоводів, а просторове розміщення тварин зумовлено природною територіальною поведінкою. За цих умов надмірна концентрація потомства від обмеженої кількості самців може призводити до збільшення спорідненості та появи негативних наслідків, відомих як інбридна депресія.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання селекції сарни за трофейними ознаками у вільних популяціях залишається предметом тривалих наукових дискусій. З одного боку, ряд дослідників вказує на обмежену спадкову детермінацію трофейних ознак та провідну роль екологічних факторів у їх формуванні. З іншого боку, накопичений європейський досвід свідчить, що за умови раціонального регулювання добування та збереження репродуктивно активних самців можливе стабільне підвищення трофейної якості популяцій без негативних демографічних наслідків.

Особливу складність становить оцінка генетичних ризиків селекції у природних умовах. Відсутність контрольованих родоводів та обмежені можливості молекулярно-генетичного моніторингу у більшості мисливських господарств зумовлюють необхідність застосування альтернативних підходів до аналізу спорідненості та концентрації спадкового внеску. У цьому аспекті перспективним є якісний підхід, запропонований А. Шапоружем, який дозволяє оцінювати генетичні ризики через аналіз структури репродуктивного ядра та участі окремих самців у формуванні потомства.

У науковій літературі, присвяченій біології та господарському використанню сарни європейської (*Capreolus capreolus*), питання селекції за трофейними ознаками розглядається неоднозначно і значною мірою залежить від просторового масштабу досліджень, типу популяцій та рівня антропогенного впливу. Більшість авторів сходяться на думці, що трофейні ознаки самців сарни формуються в результаті складної взаємодії спадкових факторів, умов середовища та вікової динаміки особин.

Класичні європейські дослідження другої половини XX століття заклали основу уявлень про біологію росту рогів у сарни [7; 8]. Було встановлено, що максимальний розвиток трофейних ознак припадає на віковий інтервал 4–7 років, тоді як у молодших самців морфологія рогів характеризується високою варіабельністю та низькою прогностичною цінністю [9–11]. Цей висновок має принципове значення для мисливського управління, оскільки раннє вилучення самців із відносно добре сформованими рогами не дозволяє реалізувати їх повний трофейний потенціал [12].

У подальших роботах, виконаних у країнах Центральної та Східної Європи (Польща, Чехія, Словаччина), значна увага приділялася зв'язку між інтенсивністю добування та середніми трофейними показниками популяцій. Зокрема, дослідження показали, що надмірний селективний відстріл великих трофейних самців у середньовікових класах призводить до зниження частки особин, які досягають оптимального віку максимального розвитку рогів [9]. Це супроводжується зменшенням середньої маси та об'єму трофеїв на рівні популяції, навіть за стабільної чисельності.

Водночас у літературі наявні й роботи, що демонструють можливість обмеженого позитивного селекційного ефекту за умов раціонального управління. Так, у дослідженнях, проведених у мисливських угіддях Німеччини та Австрії, зазначається, що

ISSN 3154-8059

збереження старших домінантних самців та суворе обмеження добування у віковій групі 3–5 років сприяє формуванню стабільного «трофейного ядра» популяції [5; 6]. Важливо підкреслити, що автори розглядають цей ефект не як класичну генетичну селекцію у племінному розумінні, а як форму керованого демографічного добору.

Окремий блок досліджень стосується питання спадковості трофейних ознак у сарни. Більшість авторів сходяться на думці, що коефіцієнт спадковості морфологічних параметрів рогів є помірним і значно нижчим, ніж у домашніх копитних [13]. Це означає, що пряме перенесення методів племінної селекції, розроблених для сільськогосподарських тварин, на вільні популяції сарни є методологічно некоректним. Водночас наявність повторюваності трофейних фенотипів у межах локальних угідь свідчить про існування спадкового компонента, який може накопичуватися за певних умов.

У вітчизняній мисливствознавчій літературі проблема селекції сарни традиційно розглядалася фрагментарно, переважно в контексті обліку трофеїв та регулювання добування. Більшість українських авторів наголошували на небезпеці некритичного «трофейного підходу», що ігнорує екологічні та популяційні обмеження [14]. Разом із тим питання генетичної структури вільних популяцій сарни та наслідків тривалого селективного добування залишалося недостатньо розробленим.

Особливий інтерес у цьому контексті становить підхід, запропонований А. Шапоружем у роботах, присвячених аналізу спадкової концентрації у поголів'ї великої рогатої худоби [15]. Хоча первинно методика розроблялася для контрольованих племінних популяцій, її концептуальна основа – оцінка частки спадкового внеску обмеженого кола домінантних самців – є принципово важливою для аналізу генетичних ризиків і у вільних популяціях мисливських видів. На відміну від формалізованих коефіцієнтів інбридингу, підхід Шапоружа дозволяє якісно оцінити небезпеку «звуження» репродуктивного ядра навіть за відсутності повних родоводів.

Таким чином, аналіз наукових джерел свідчить, що селекція сарни європейської за трофейними ознаками у вільних популяціях не може розглядатися ані як однозначно ефективний, ані як повністю неприйнятний інструмент управління. Її доцільність визначається масштабом селекційного тиску, віковою структурою добування та здатністю популяції підтримувати достатню кількість репродуктивно активних самців. Саме в цьому контексті актуальним є розроблення адаптивної методики управління, що спирається на якісну оцінку

концентрації спадкового внеску та орієнтована на довгострокову стабільність популяції.

Мета, завдання і методологія дослідження. Метою статті є обґрунтування доцільності та меж застосування селекції сарни європейської за трофейними ознаками у вільних популяціях на прикладі мисливських угідь Львівської області, а також розробка практично застосовної методики управління, яка забезпечує поєднання трофейної ефективності з довгостроковою генетичною стійкістю популяції.

У нашій роботі не ставилося за мету проведення власних польових або генетичних досліджень популяції сарни європейської. Основним завданням є наукове обґрунтування доцільності впровадження керованої селекції за трофейними ознаками у вільних популяціях та визначення методологічних меж її застосування в умовах мисливських угідь Західної України.

У роботі використовували якісний підхід до оцінки концентрації спадкового внеску, концептуально заснований на працях А. Шапоружа, розроблених для аналізу племінних популяцій сільськогосподарських тварин.

Результати досліджень та обговорення. Розробка такої методики потребує попереднього аналізу можливих генетичних ризиків, пов'язаних із селективним добуванням самців, зокрема ризику звуження репродуктивного ядра та прихованого накопичення гомозиготності. Водночас класичні підходи до оцінки інбридингу, засновані на розрахунку коефіцієнтів спорідненості або молекулярно-генетичних маркерів, у більшості мисливських господарств є практично недоступними через відсутність родоводів та обмежені фінансові ресурси.

У зв'язку з цим у роботі пропонується використовувати якісний підхід до оцінки концентрації спадкового внеску, концептуально заснований на працях А. Шапоружа. Ключовою ідеєю цього підходу є твердження, що генетичне збіднення може формуватися не лише внаслідок близькоспоріднених схрещувань, а й у результаті тривалої нерівномірної участі обмеженого кола самців у відтворенні.

Адаптація цього підходу до умов вільних популяцій сарни передбачає не кількісний розрахунок коефіцієнтів, а аналітичну оцінку структури репродуктивного ядра, зокрема: кількості репродуктивно активних самців; їх вікової диференціації; стабільності

ISSN 3154-8059

домінування одних і тих самих особин упродовж кількох репродуктивних сезонів.

З позицій мисливствознавства принципово важливо, що надмірна концентрація репродуктивної ролі в межах вузької групи старших домінантних самців може призводити до генетичного звуження популяції навіть за відсутності формального інбридингу. Водночас повне або передчасне вилучення таких самців розглядається як фактор дестабілізації соціальної структури та втрати стабільних трофейних фенотипів.

Саме тому у роботі обґрунтовується доцільність застосування адаптивної моделі управління, за якої рішення щодо добування приймаються на основі аналізу вікової структури, тривалості домінування окремих самців та загальної ширини репродуктивного ядра. Такий підхід дозволяє поєднати економічні інтереси мисливського господарства з довгостроковим збереженням генетичної стійкості популяції.

Запропонована методика не претендує на заміну генетичних досліджень, а розглядається як практичний інструмент попередньої оцінки ризиків, який може слугувати підставою для прийняття управлінських рішень та планування подальших наукових досліджень.

Для теоретичного обґрунтування можливості застосування керованої селекції за трофейними ознаками у вільних популяціях сарни європейської розглянемо умовну модель мисливських угідь площею 2000 га, що відповідає типовим параметрам господарств лісостепової та передгірської зони Львівської області. Такий розрахунок має ілюстративний характер і слугує інструментом оцінки потенційних генетичних ризиків і управлінських обмежень.

Виходячи з узагальнених літературних даних та практики мисливського обліку, середня щільність сарни в умовах Західної України за сприятливих біотопів може становити близько 12–15 особин на 1000 га. За цих умов загальна чисельність популяції в межах 2000 га умовно коливатиметься в межах 24–30 особин. Для подальших розрахунків приймається середнє значення – 28 особин.

Статеву структуру популяції умовно приймаємо близькою до природної, з незначним зсувом у бік самок, що характерно для стабільних популяцій сарни. Таким чином, кількість самців становитиме близько 12 особин, самок – близько 16. Із загальної кількості самців не всі беруть рівноцінну участь у розмноженні,

оскільки репродуктивна активність істотно залежить від віку та соціального статусу.

Для аналітичних цілей умовно виділяємо чотири вікові групи самців: молоді (1–2 роки), середньовікові (3–4 роки), зрілі (5–6 років) та старші (7 років і більше). За типової вікової піраміди вільної популяції можна припустити таке співвідношення: 3 молоді самці, 4 середньовікові, 3 зрілі та 2 старші. Таким чином, потенційно репродуктивно активними є 9–10 самців, однак фактичний внесок у відтворення розподіляється вкрай нерівномірно.

Згідно з біологією виду та даними поведінкових досліджень, провідну роль у період гону відіграють зрілі та старші самці, які завдяки фізичній силі, досвіду та просторовій стабільності займають ключові ділянки та витісняють молодших конкурентів. Умовно можна припустити, що 2 старші та 2–3 зрілі самці забезпечують основну частку успішних парувань, тоді як участь середньовікових та молодих самців є епізодичною.

У межах концепції А. Шапоружа ключовим показником є не формальний коефіцієнт спорідненості, а ступінь концентрації спадкового внеску. Для умовної оцінки цього явища розглянемо частку потенційного потомства, що формується за участі обмеженої групи домінантних самців. Якщо припустити, що 4 домінантні самці забезпечують близько 60–65% репродуктивного успіху, тоді решта 35–40% припадає на 6–7 субдомінантних особин.

За такого співвідношення репродуктивне ядро формально не є критично вузьким, однак за умови тривалого збереження тієї самої групи домінантних самців упродовж кількох репродуктивних циклів виникає ризик накопичення спадкової одноманітності. Особливо це актуально для локальних популяцій з обмеженими можливостями міграційного обміну.

Водночас повне вилучення старших домінантних самців із високими трофейними показниками також не може вважатися оптимальним рішенням. Такий підхід призводить до різкого зниження стабільності трофейних фенотипів, передчасного включення у відтворення молодших самців та підвищення варіабельності трофейних ознак у наступних поколіннях.

Із позицій методики, оптимальним в умовах угідь площею 2000 га є збереження принаймні 2–3 старших і 2–3 зрілих самців у кожному трирічному управлінському циклі за одночасного поступового залучення середньовікових особин до репродуктивного

ISSN 3154-8059

ядра. Така структура дозволяє уникнути як надмірної концентрації спадкового внеску, так і різкої зміни генетичного профілю популяції.

Отже, навіть умовний аналітичний розрахунок свідчить, що селекція за трофейними ознаками у вільних популяціях сарни європейської може розглядатися лише як обмежений управлінський інструмент, що вимагає контролю вікової структури самців та недопущення звуження репродуктивного ядра. Саме ці положення мають слугувати науковим обґрунтуванням для подальших практичних досліджень і впровадження адаптивних схем добування.

При розгляді доцільності селекції сарни європейської за трофейними якостями у вільних популяціях принциповим є розмежування біологічного віку тварини та її селекційної цінності. Трофейні ознаки рогів у самців сарни є фенотипічним відображенням складної спадкової комбінації, на формування якої впливають як генетичні чинники, так і умови середовища, однак сам по собі вік не може розглядатися як гарантія високої племінної цінності.

Із цієї позиції селекційне управління має базуватися не на механічному збереженні старших самців, а на цілеспрямованому використанні у відтворенні обмеженого кола самців з підтверджено високими трофейними показниками. Саме такі особини формують бажаний спадковий потенціал популяції, передаючи нащадкам алелі, асоційовані з розмірами, формою та масою рогів.

Водночас надмірно тривале використання одного й того самого трофейного самця як домінантного репродуктора у межах обмеженої території створює ризик прихованого накопичення спорідненості. Цей процес відбувається не лише через прямі родинні спарювання, але й через участь у відтворенні самок, які є його дочками та внучками. Самки, виступаючи основним носієм репродуктивного потенціалу популяції, відіграють ключову роль у фіксації домінантних та гомозиготних ознак, у тому числі й небажаних.

У такій ситуації навіть за відсутності класичного інбридингу може формуватися локальна популяційна структура з підвищеною однорідністю геному, що з позицій підходу А. Шапоружа відповідає зростанню спадкового внеску обмеженої кількості предків. Теоретично це може призводити як до тимчасового підвищення однорідності трофейних ознак, так і до подальшої деградації через зниження життєздатності та адаптивного потенціалу.

Таким чином, селекція потребує не лише ідентифікації племінно цінних самців, а й регламентування тривалості їхнього репродуктивного впливу. Оптимальною вважається модель, за якої

трофейні самці використовуються обмежений період, після чого підлягають вилученню або заміщенню іншими особинами з високими трофейними показниками, що дозволяє поєднати накопичення бажаних спадкових ознак із підтриманням генетичної різноманітності популяції.

Територіальна поведінка сарни європейської є одним із ключових чинників, який суттєво модифікує ефективність селекції за трофейними ознаками у вільних популяціях. На відміну від багатьох інших видів копитних, у сарни просторове розміщення самців і самок має виражений індивідуальний характер, що безпосередньо впливає на структуру відтворення та розподіл спадкового внеску в межах мисливських угідь.

У типових умовах Львівської області, де домінують мозаїчні лісові та лісо-аграрні біотопи, самці сарни у репродуктивний період формують стабільні індивідуальні ділянки, розміри яких залежать від якості кормової бази, щільності популяції та конкурентного тиску. Самці з високими трофейними якостями, як правило, займають найбільш оптимальні ділянки з погляду кормових ресурсів і укриттів, що додатково підсилює їх репродуктивні можливості. Таким чином, саме трофейні самці не лише мають спадкову цінність, але й просторово концентрують навколо себе більшу частину самок, що обумовлює їх непропорційно високий внесок у наступне покоління.

Самки сарни, на відміну від самців, характеризуються значно вищою територіальною стабільністю. У межах лісових та передкарпатських угідь вони часто зберігають відносно постійні індивідуальні або групові ділянки протягом кількох років. Ця особливість має принципове значення для селекційних процесів, оскільки самки, що народилися від домінантного трофейного самця, зазвичай залишаються в межах того самого просторового ядра. У подальшому вони можуть знову потрапляти в зону репродуктивного впливу того ж самця або його безпосередніх нащадків.

За такого сценарію формується локальний контур накопичення спадкових ознак, де через жіночу лінію відбувається поступове зростання частки гомозиготних комбінацій. З позицій підходу А. Шапоружа це означає зростання сумарного спадкового внеску окремих особин або родинних груп без обов'язкового виникнення явного інбридингу. У короткостроковій перспективі подібна ситуація може супроводжуватися стабілізацією або навіть посиленням окремих трофейних характеристик, однак у середньо- та

ISSN 3154-8059

довгостроковій перспективі зростає ризик зниження загальної адаптивності популяції.

Особливу увагу в умовах Львівської області необхідно приділяти тому, що просторові бар'єри, зумовлені лісовими масивами, агроландшафтами та антропогенними об'єктами, обмежують природний обмін особинами між сусідніми угіддями. Це посилює ефект територіальної замкненості та підвищує значення управлінських рішень щодо вилучення або збереження окремих трофейних самців. За відсутності цілеспрямованого регулювання тривале домінування одного самця з високими трофейними якостями може призводити до надмірної концентрації його геному в межах локальної популяції.

З огляду на це селекційна методика повинна враховувати не лише індивідуальні трофейні показники самців, але й їх просторову роль у популяції. Регламентування терміну використання племінно цінних самців доцільно розглядати як інструмент управління територіальною структурою відтворення. Вилучення такого самця після обмеженого періоду домінування створює умови для перерозподілу територій і включення в репродуктивний процес інших трофейно перспективних особин, що знижує ризик накопичення спорідненості через стабільні жіночі лінії.

Таким чином, у вільних популяціях сарни європейської селекція за трофейними якостями не може бути ефективною без урахування територіальної поведінки обох статей. У типових угіддях Львівщини саме поєднання фенотипового відбору трофейних самців із контролем просторово-репродуктивної структури популяції є ключовою умовою одночасного закріплення бажаних спадкових ознак та уникнення прихованої генетичної деградації.

Розрахунок інбридингу за методикою А. Шапоружа та оцінка частоти його реалізації в мисливських угіддях площею 2000 га.

Оцінка генетичних наслідків тривалого використання трофейного самця у вільній популяції сарни повинна ґрунтуватися виключно на аналізі конкретних родовідних комбінацій. Методика А. Шапоружа передбачає визначення коефіцієнта інбридингу пробанда шляхом встановлення спільного предка у батьківській та материнській лініях і розрахунку його внеску за формулою:

$$I = \left(\frac{N}{P_1^2+P_2^2} + \cdots + \frac{N}{P_n^2+P_m^2}\right) \times K\ , \qquad (1)$$

де *I* – коефіцієнт інбридингу; *N* – загальна кількість предків у родоводі (залежить від кількості рядів); P_1, P_2 – номери найближчих рядів, де

зустрічається спільний предок; *K* – масштабний коефіцієнт (14 предків (3 ряди) *K=9;* 30 предків (4 ряди) *K=4,2*; 62 предків (5 рядів) *K=2,03*).

Біологічна логіка формули: чим ближче спільний предок (менші P_1 і P_2), тим менший знаменник, що призводить до збільшення значення I та, відповідно, збільшується ймовірність гомозиготності.

Метод дозволяє розраховувати індивідуальний коефіцієнт інбридингу для конкретної особини, але не є показником «інбридингу популяції». Тому в межах мисливських угідь площею 2000 га аналіз здійснюється у два етапи: 1) розрахунок інбридингу для типових сценаріїв спорідненого парування; 2) оцінка ймовірності реалізації таких сценаріїв у природних умовах.

Обчислення проводиться для кожного випадку, коли один і той самий предок трапляється у родоводі з боку батька і матері, після чого отримані значення підсумовуються. У роботі розглядаються поєднання, які найбільш імовірні для популяції сарни з вираженою територіальною структурою, зокрема: повторне використання одного самця протягом кількох років, спаровування його синів з самками тієї ж групи, а також можливі поєднання через два покоління.

Оскільки в умовах мисливських угідь відсутні достовірні родоводи, розрахунок виконується для типових схем трьох поколінь, що є достатнім для оцінки ризику накопичення спадкового внеску домінантного самця. Саме протягом трьох поколінь при відносно невеликій чисельності популяції та обмеженій площі угідь може сформуватися помітна концентрація геному одного предка, що, з одного боку, сприяє закріпленню бажаних фенотипних ознак, а з іншого – підвищує ризик збільшення спорідненості.

У подальшому розрахунок індексу інбридингу за методикою А. Шапоружа поєднується з оцінкою ймовірності відповідних поєднань з урахуванням територіальної поведінки сарни, що дозволяє отримати більш реалістичну характеристику процесів, які можуть відбуватися у популяції в межах мисливських угідь площею близько 2000 га.

Для розрахунків прийнято умовну модель популяції, що складається з: 12–14 самок різного віку, 10–12 самців різного віку, з них 3–4 дорослі самці, які займають території, серед яких один самець із високими трофейними показниками.

Вибір домінантного самця як базового предка для розрахунку обумовлений тим, що саме такі особини у природних умовах мають

 ISSN 3154-8059

найбільшу ймовірність участі в розмноженні та можуть покривати значну частину самок на своїй території.

При побудові моделі враховано особливості біології сарни європейської, які мають принципове значення для оцінки спорідненості:

1. Самці займають індивідуальні території і протягом сезону гону покривають самок, що знаходяться в межах їх ділянки.

2. Самки характеризуються відносною осілістю і часто залишаються поблизу місця народження.

3. Молоді самці можуть розселятися, але значна їх частина залишається у межах тих самих угідь.

4. Домінантний самець може брати участь у розмноженні протягом кількох років.

5. Самки можуть вступати в розмноження не раніше другого року життя, що відповідає біологічним особливостям виду [10].

Врахування цих факторів є необхідним, оскільки у вільній популяції спаровування не є випадковим, і ймовірність повторної участі одного і того ж самця в наступних поколіннях є значно вищою, ніж у великій панміктичній популяції.

Розрахунок типових родовідних комбінацій. Для умов Західної України самки сарни зазвичай вступають у розмноження з дворічного віку. За трирічного безперервного домінування одного трофейного самця можливі такі сценарії.

1. Батько × дворічна дочка (I–II, реалізація у третій рік домінування). У родоводі потомка спільний предок – самець:

$$I = \left(\frac{14}{1^2+2^2}\right) \times 9 = 25{,}2.$$

Отже, індивідуальний коефіцієнт інбридингу становить 25,2%, найбільш реалістичний тип інбридингу при тривалому домінуванні самця в природі.

2. Син × дочка одного самця (напівсибси II–II, реалізація у третій рік домінування). Спільний предок – їхній батько:

$$I = \left(\frac{14}{2^2+2^2}\right) \times 9 = 15{,}75.$$

Індивідуальний інбридинг – 15,75%, Цей тип формується, якщо один самець протягом кількох років дає значну частину приплоду.

3. Батько × онука (I–III, четвертий рік домінування):

$$I = \left(\frac{14}{1^2+3^2}\right) \times 9 = 12{,}60.$$

Індивідуальний інбридинг – 12,60%, накопичення геному на рівні третього покоління.

4. Онук × онука одного самця (III–III, реалізація у шостий рік, після першого приплоду домінантного самця, домінантний самець може бути відсутній):

$$I = \left(\frac{14}{3^2+3^2}\right) \times 9 = 7{,}0.$$

Індивідуальний інбридинг – 7,0%.

Динаміка накопичення геному домінантного самця та прогноз зміни трофейних якостей у вільній популяції сарни, полягає в оцінці індексів спорідненості за методикою А. Шапоружа, що дозволяє визначити ступінь гомозиготності окремих поєднань, однак для практики мисливського господарства принципове значення має не лише рівень інбридингу, а й накопичення генетичного внеску конкретного високопродуктивного самця в популяції та його вплив на фенотипову структуру наступних поколінь. Такий аналіз буде актуальний для частини угідь площею близько 2000 га, де територіальна поведінка сарни сприяє локальній концентрації спадковості.

Кожне покоління нащадків отримує від предка половину генетичного матеріалу. Частка геному домінантного самця в поколіннях зменшується геометрично: 1 покоління (діти) – 50%; 2 покоління (онуки) – 25%; 3 покоління – 12,5%. Однак у природній популяції важливе значення має не лише частка геному в окремій особині, а частота носіїв цього геному серед усіх репродуктивних тварин.

Модель визначення частки ймовірних поєднань для угідь площею 2000 га. Для переходу від індивідуального розрахунку до популяційного управління необхідно визначити, наскільки ймовірні зазначені поєднання. Вихідні параметри (типові для лісо-польових угідь заходу України): Загальна чисельність – 26–30 особин; самки – 14 (реально репродуктивно активних: 8–9); територіальні самці – 12 (реально репродуктивно активних: 3–4); домінантний самець запліднює приблизно 40–50% самок (6 особин). Середня плодючість – 1,6–1,8 оленят на самку. Коефіцієнт виживання до 1 року ~ 50%. Отже, щороку формується приблизно: 8 самок × 1,7 × 0,5 ≈ 7 нащадків, з них приблизно: 3–4 самки та 3–4 самці.

Накопичення через 2 та 3 роки. Домінування самки: після двох років у розмноженні бере участь близько 4–х дочок. Частка дочок: $\frac{4}{14} = 0{,}28$. Ці самки несуть 50% геному домінантного самця, приймаємо сумарний внесок у генофонд самок: $0{,}28 \times 0{,}50 = 0{,}14$. Тобто

 ISSN 3154-8059

приблизно 14% генетичного фонду материнської частини популяції походить від одного самця.

Домінування самця: частина синів залишається в угіддях і формує новий територіальний склад. Якщо зберігаються 2 сини серед 4–х територіальних самців: $\frac{2}{4} = 0{,}50$. Генетичний внесок: $0{,}50 \times 0{,}50 = 0{,}25$. Отже, близько 25% генетичного фонду самців походить від домінантного предка.

Ситуація через 3 роки. Кількість дочок збільшується до 7. Частка дочок: $\frac{7}{14} = 0{,}58$. Внесок у материнський генофонд: $0{,}58 \times 0{,}50 = 0{,}29$. За наявності 2–3 синів серед територіальних самців: $\frac{3}{4} = 0{,}75$. $0{,}75 \times 0{,}50 = 0{,}37$. Таким чином, один самець може формувати до 37% генетичної структури локальної популяції.

За умовного сценарію, коли домінантний самець утримує територію 2–4 сезони гону, перший рік суттєвого накопичення інбридингу не відбувається, оскільки потомство ще не досягло статевої зрілості.

Припустимо, що домінантний самець запліднює близько 50% самок протягом трьох років. За середньої плодючості 1,5 козеняти та збереженості молодняка до року близько 0,5, від такого самця за два сезони може залишатися 3–4 дочки, які досягають дворічного віку у третій рік.

Якщо частка дворічних самок, що реально беруть участь у гону, становить 0,5, то з 4 дочок у відтворення вступають приблизно 2. За збереження території батьком у третьому році потенційно можливі 2 поєднання типу батько × дочка.

Якщо реалізується хоча б одне таке парування, формується потомство з *I* = 25,2. При усунені домінантного самця до третього сезону, найімовірнішими залишаються поєднання напівсибсів (*I*=15,75), що можуть виникати через участь синів у розмноженні на суміжних ділянках.

Таким чином, при трирічному використанні одного трофейного самця у межах 2000 га: імовірність появи особин з I = 25,2 є реальною; імовірність формування особин з I = 15,75 є високою; при чотирирічному домінуванні ризик накопичення повторів спільного предка зростає геометрично.

Біологічна та господарська інтерпретація

Поєднання, що формують I = 15,75 здатні забезпечити швидке закріплення трофейних ознак, якщо вони мають високу спадковість. Проте паралельно зростає ризик проявів інбридної депресії –

зниження маси тіла, асиметрії рогів, зменшення життєздатності молодняка.

Для угідь площею 2000 га оптимальним є використання домінантного трофейного самця не більше двох повних сезонів розмноження. Третій сезон допустимий лише за умови контролю структури самок та наявності альтернативних репродуктивних самців. Така стратегія дозволяє отримати часткове закріплення бажаних ознак без формування високих індивідуальних коефіцієнтів інбридингу.

Висновки. Проведене дослідження показало, що у відносно невеликих за площею мисливських угіддях можливе досить швидке накопичення спадкового внеску окремих домінантних самців сарни європейської (*Capreolus capreolus*). Це створює передумови як для закріплення бажаних трофейних ознак у популяції, так і для підвищення ризику збільшення спорідненості між особинами, що може негативно позначатися на життєздатності та відтворювальній здатності популяції.

Адаптація методики дозволила оцінити потенційні сценарії накопичення спадкового внеску домінантного самця у межах мисливських угідь площею близько 2000 га. Отримані результати свідчать, що вже протягом трьох поколінь за умови тривалого домінування одного самця можливе формування інбридингових поєднань різного ступеня близькості.

Найбільш імовірним варіантом спорідненого парування за умов трирічного домінування самця є поєднання типу «батько × дочка», для якого індивідуальний коефіцієнт інбридингу становить приблизно 25,2%. У разі участі у розмноженні кількох нащадків одного самця можливе формування поєднань між напівсибсами, що відповідає коефіцієнту інбридингу близько 15,75%. У наступних поколіннях можуть виникати поєднання типу «батько × онука» або «онуки одного предка», що характеризуються нижчим рівнем інбридингу, але свідчать про поступове накопичення генетичного внеску одного предка у популяції.

Розрахункова модель показала, що за умов, коли домінантний самець протягом кількох сезонів гону запліднює приблизно половину репродуктивно активних самок, його генетичний внесок у популяцію може досягати близько 14% у материнській частині популяції вже через два роки та до 29% через три роки. У структурі самців цей показник може становити відповідно близько 25% і до 37% за рахунок

ISSN 3154-8059

участі синів у формуванні нового територіального складу. Таким чином, навіть у відносно відкритій популяції мисливських угідь можливе формування значної концентрації генетичного матеріалу одного самця.

Особливості біології сарни, зокрема виражена територіальність самців та відносна осілість самок, додатково підвищують імовірність повторного використання одного і того ж самця або його нащадків у розмноженні. Це означає, що реальна частота споріднених поєднань у природній популяції може бути вищою.

Отримані результати свідчать, що селекційне підвищення трофейних якостей самців у вільних популяціях можливе лише за умови поєднання вибіркового відбору з контролем структури популяції. Надмірне або тривале використання одного трофейного самця може призвести до небажаного накопичення спорідненості, що в перспективі здатне викликати прояви інбридної депресії.

З практичної точки зору доцільно обмежувати період домінування одного самця у розмноженні двома-трьома сезонами гону, після чого його доцільно вилучати з популяції у процесі трофейного використання, або забезпечувати зміну територіальної структури самців. Водночас важливим є підтримання оптимальної вікової структури популяції, наявності достатньої кількості самців середнього віку, а також збереження можливості генетичного обміну між суміжними угіддями.

Отже, науково обґрунтоване управління популяцією сарни у мисливських угіддях повинно базуватися на поєднанні селекційних принципів із популяційно-генетичним підходом. Така стратегія дозволяє забезпечити поступове підвищення трофейних якостей самців при одночасному збереженні генетичної різноманітності та довгострокової стабільності популяції.

1. Делеган І. І., Мазепа В. Г., Хоєцький П. Б. Мисливські трофеї : підручник. Львів : Галицька видавнича спілка, 2018. 192 с. ISBN 978-617-7363-67-4. **2.** Kamieniarz R., Panek M. Factors influencing individual quality indicators in male roe deer in Poland. *European Journal of Wildlife Research*. 2026. Vol. 72. Article 39. DOI: https://doi.org/10.1007/s10344-026-02074-y. **3.** Ceacero F. Long or heavy? Physiological constraints in the evolution of antlers. *Journal of Mammalian Evolution*. 2016. Vol. 23, No. 2. P. 209–216. DOI: https://doi.org/10.1007/s10914-015-9310-0. **4.** Burbaitė L., Csányi S. Roe deer population and harvest changes in Europe. *Estonian Journal of Ecology*. 2009. Vol. 58, No. 3. P. 169–180. DOI: https://doi.org/10.3176/eco.2009.3.02. **5.** Putman R. J. The Natural History of Deer. Christopher Helm, London, 1988. XVI. 191 p. **6.** Reimoser F., Putman R. Impacts of wild ungulates on vegetation: costs and benefits / Putman R., Apollonio M., Andersen R.

(eds.). *Ungulate Management in Europe: Problems and Practices*. Cambridge : Cambridge University Press. 2011. P. 144–191. DOI: https://doi.org/10.1017/CBO9780511974137.007. **7.** Davis M. L., Stephens P. A., Kjellander P. Beyond climate envelope projections: Roe deer survival and environmental change. *Journal of Wildlife Management*. 2016. Vol. 80, No. 3. P. 452–464. DOI: https://doi.org/10.1002/jwmg.1029. **8.** Strandgaard H. The roe deer (Capreolus capreolus) population at Kalø and the factors regulating its size. *Danish Review of Game Biology.* 1972. Vol. 7, No. 1. 205 p. DOI: https://doi.org/10.2307/2401889. **9.** Sönnichsen L., Borowik T., Podgórski T. et al. Survival rates and causes of mortality of roe deer Capreolus capreolus in a rural landscape, eastern Poland. *Mammal Research*. 2017. Vol. 62. P. 141–147. DOI: https://doi.org/10.1007/s13364-017-0308-2. **10.** Dryden G. McL. Nutrition of antler growth in deer. *Animal Production Science*. 2016. Vol. 56, No. 6. P. 962–970. DOI: https://doi.org/10.1071/AN15051. **11.** Bonnot N., Verheyden H., Blanchard P. et al. Interindividual variability in habitat use: evidence for a risk management syndrome in roe deer? *Behavioral Ecology*. 2015. Vol. 26, No. 1. P. 105–114. DOI: https://doi.org/10.1093/beheco/aru169. **12.** Baskin L., Danell K. Ecology of Ungulates: A Handbook of Species in Eastern Europe and Northern and Central Asia. Berlin *:* Springer, 2003. XVI, 434 p. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-662-06820-5. **13.** Stubbe C. Rehwild. Biologie, Ökologie, Bewirtschaftung. 4., neubearbeitete Auflage. Berlin : Parey Buchverlag, 1997. XII. 568 s. ISBN 3-8263-8479-2. **14.** Torres R. T., Virgós E., Santos J., Linnell J. D., Fonseca C. Habitat use by sympatric red and roe deer in a Mediterranean ecosystem. *Animal Biology*. 2012. Vol. 62, No. 3. P. 351–366. DOI: https://doi.org/10.1163/157075612X631213. **15.** Рубан С. Ю., Даншин В. О. Сучасні методи селекції у тваринництві : підручник. Київ : Ямчинський О. В., 2019. 434 с. ISBN 978-617-7804-34-4.

REFERENCES:

1. Delehan I. I., Mazepa V. H., Khoietskyi P. B. Myslyvski trofei : pidruchnyk. Lviv : Halytska vydavnycha spilka, 2018. 192 s. ISBN 978-617-7363-67-4. **2.** Kamieniarz R., Panek M. Factors influencing individual quality indicators in male roe deer in Poland. *European Journal of Wildlife Research*. 2026. Vol. 72. Article 39. DOI: https://doi.org/10.1007/s10344-026-02074-y. **3.** Ceacero F. Long or heavy? Physiological constraints in the evolution of antlers. *Journal of Mammalian Evolution*. 2016. Vol. 23, No. 2. P. 209–216. DOI: https://doi.org/10.1007/s10914-015-9310-0. **4.** Burbaitė L., Csányi S. Roe deer population and harvest changes in Europe. *Estonian Journal of Ecology*. 2009. Vol. 58, No. 3. P. 169–180. DOI: https://doi.org/10.3176/eco.2009.3.02. **5.** Putman R. J. The Natural History of Deer. Christopher Helm, London, 1988. XVI. 191 p. **6.** Reimoser F., Putman R. Impacts of wild ungulates on vegetation: costs and benefits / Putman R., Apollonio M., Andersen R. (eds.). *Ungulate Management in Europe: Problems and Practices*. Cambridge : Cambridge University Press, 2011. P. 144–191. DOI: https://doi.org/10.1017/CBO9780511974137.007. **7.** Davis M. L., Stephens P. A., Kjellander P. Beyond climate envelope projections: Roe deer survival and environmental change. *Journal of Wildlife Management*. 2016. Vol. 80, No. 3. P. 452–464. DOI: https://doi.org/10.1002/jwmg.1029. **8.** Strandgaard H. The roe deer (Capreolus capreolus) population at Kalø and the factors regulating its size. Danish Review of Game

Biology. 1972. Vol. 7, No. 1. 205 p. DOI: https://doi.org/10.2307/2401889. **9.** Sönnichsen L., Borowik T., Podgórski T. et al. Survival rates and causes of mortality of roe deer Capreolus capreolus in a rural landscape, eastern Poland. *Mammal Research*. 2017. Vol. 62. P. 141–147. DOI: https://doi.org/10.1007/s13364-017-0308-2. **10.** Dryden G. McL. Nutrition of antler growth in deer. *Animal Production Science*. 2016. Vol. 56, No. 6. P. 962–970. DOI: https://doi.org/10.1071/AN15051. **11.** Bonnot N., Verheyden H., Blanchard P. et al. Interindividual variability in habitat use: evidence for a risk management syndrome in roe deer? *Behavioral Ecology*. 2015. Vol. 26, No. 1. P. 105–114. DOI: https://doi.org/10.1093/beheco/aru169. **12.** Baskin L., Danell K. Ecology of Ungulates: A Handbook of Species in Eastern Europe and Northern and Central Asia. Berlin : Springer, 2003. XVI, 434 p. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-662-06820-5. **13.** Stubbe C. Rehwild. Biologie, Ökologie, Bewirtschaftung. 4., neubearbeitete Auflage. Berlin : Parey Buchverlag, 1997. XII. 568 s. ISBN 3-8263-8479-2. **14.** Torres R. T., Virgós E., Santos J., Linnell J. D., Fonseca C. Habitat use by sympatric red and roe deer in a Mediterranean ecosystem. *Animal Biology*. 2012. Vol. 62, No. 3. P. 351–366. DOI: https://doi.org/10.1163/157075612X631213. **15.** Ruban S. Yu., Danshyn V. O. Suchasni metody selektsii u tvarynnytstvi : pidruchnyk. Kyiv : Yamchynskyi O. V., 2019. 434 s. ISBN 978-617-7804-34-4.

Delegan I. I. [1; ORCID ID: 0000-0003-4730-0193],
Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor,
Khoietskyi P. B. [1; ORCID ID: 0000-0001-9726-953X],
Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Kopii S. L. [1; ORCID ID: 0000-0002-7322-7244],
Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor,
Klymenko O. M. [2; ORCID ID: 0000-0002-2047-8824],
Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Trachuk M. M. [1; ORCID ID: 0000-0001-9883-2654],
Master,
Muryn V. V. [1; ORCID ID: 0009-0009-9283-2819],
Post-graduate Student

[1]*National Forestry University of Ukraine, Lviv*
[2]*National University of Water and Environmental Engineering, Rivne*

SELECTION AND GENETIC APPROACHES TO ENHANCING ANTLER TROPHY QUALITY IN MALE EUROPEAN ROE DEER (*CAPREOLUS CAPREOLUS* L.) IN FREE-RANGING POPULATIONS AT THE HUNTING ESTATE LEVEL

The European roe deer (*Capreolus capreolus* L.) is one of the most widespread game ungulate species in the forest and forest-steppe habitats of Ukraine and is of considerable importance to game management as a species

of high trophy value. Under contemporary game-management conditions, increasing the trophy quality of male antlers while maintaining population stability and genetic diversity presents an important management challenge. Intensive selection for specific phenotypic traits without due consideration of population-genetic processes may increase relatedness, reduce population viability, and impair reproductive performance.

This study aims to provide a scientific basis for the managed enhancement of male antler trophy quality by assessing the accumulation of the genetic contribution of dominant males using A. Shaporuzh's methodology, adapted for application to free-ranging populations without complete pedigree information. We modelled a hypothetical population inhabiting approximately 2,000 ha of hunting grounds representative of western Ukraine, taking into account territorial behaviour, age structure, and the probability that the same male may contribute to reproduction over several consecutive years.

The modelling demonstrates that, in relatively small hunting areas, the genetic contribution of a dominant male can accumulate rapidly in the population, becoming substantial within three generations. Although this may facilitate the inheritance and maintenance of desirable trophy traits, it simultaneously increases the risk of rising relatedness within the population. Accounting for the spatial structure and territorial behaviour of roe deer populations indicates that the actual probability of matings between related individuals may exceed that expected under random mating. This finding highlights the need to regulate the duration of individual males' reproductive use and to incorporate genetic considerations into selective harvesting strategies.

The scholars propose a population-management approach that seeks to balance the improvement of antler trophy quality with the long-term maintenance of genetic diversity and population stability.

Keywords: European roe deer; hunting grounds; trophy qualities; selection; inbreeding; Shaporuzh method; population genetics.

Отримано / Received: 01.08.2026
Прийнято до друку / Accepted: 01.09.2026
Опубліковано / Published: 18.09.2026

© 2026 [Delegan I. I., Khoetsky P. B., Kopiy S. L., Klymenko O. M., Trachuk M. M., Muryn V. V.]. Licensee {NUWEE}. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC) license (creativecommons.org)