

Бойко О.В., Шевченко Є.А., Гончар О.Ф., Гавриш О.М.

**ОПТИМІЗОВАНА СИСТЕМА СЕЛЕКЦІЇ
КРОЛІВ РІЗНИХ ПОРІД**
(методичні рекомендації)



ЧЕРКАСИ - 2026

Національна академія аграрних наук України
Черкаська дослідна станція біоресурсів

Бойко О.В., Гончар О.Ф., Шевченко Є.А.,
Гавриш О.М.

ОПТИМІЗОВАНА СИСТЕМА
СЕЛЕКЦІЇ КРОЛІВ РІЗНИХ ПОРІД
(методичні рекомендації)



м. Черкаси, 2026

УДК 636.92.082:575.113

DOI: <https://doi.org/10.37617/OSORODB/2026>

Оптимізована система селекції кролів різних порід. Методичні рекомендації. – Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів Національної академії аграрних наук України – 2026. – 18 с.

В рекомендаціях викладено результати комплексної оцінки племінної цінності кролів породи полтавське срібло за генами міостатину та прогестеронового рецептора з використанням методів молекулярної генетики та індексу BLUP.

Проведено аналіз розподілу алелів і генотипів за генами MSTN і PGR, встановлено відповідність популяції рівновазі Харді–Вайнберга та визначено рівні генетичного різноманіття. Показано вплив поліморфізмів MSTN на показники середньодобових приростів, масу тушки та витрати корму.

Проаналізовано племінну цінність плідників за показниками репродуктивної здатності дочок та м'ясної продуктивності, визначено тварин із найвищими селекційними перевагами. Аналіз G-BLUP двох ліній (1871817 і 1811231) підтвердив ефективність використання маркерів MSTN та PGR для прогнозування племінної цінності, встановив кореляції між генотипом і фенотипом та продемонстрував можливості молекулярно-генетичного супроводу селекції.

BLUP оцінка племінної цінності кролів може бути використана для удосконалення програм розведення, оптимізації відбору плідників та підвищення ефективності селекції за ознаками м'ясної продуктивності та відтворної здатності.

Методичні рекомендації призначені для широкого кола фахівців, які займаються галуззю кролівництва (технологів, наукових співробітників, студентів та викладачів навчальних закладів аграрного профілю).

Авторський колектив: Бойко О.В., Шевченко Є.А., Гончар О.Ф., Гавриш О.М.,

Рецензенти:

Дзіцюк В.В. – доктор с.-г. наук, професор, завідувачка лабораторії генетики тварин Інституту розведення і генетики тварин ім. М.В. Зубця НААН.

Лесик Я.В. – доктор ветеринарних наук, професор кафедри біології та хімії Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка.

Рекомендації розглянуті та схвалені науково-технічною радою Черкаської дослідної станції біоресурсів НААН України (протокол №4 від 15 травня 2026 року).

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Популяційно-генетична структура стада кролів за поліморфізмами гену міостатину та прогестеронового рецептора.....	6
Оцінка племінної цінності кролів породи полтавське срібло за методом BLUP..	9
Оцінка економічної ефективності застосування індексної селекційної оцінки за системою BLUP.....	14
ВИСНОВКИ	15
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАН.....	16

Вступ

Кролівництво займає важливе місце у сільському господарстві. Неабияке значення приділяється саме м'ясному напрямку ведення цієї галузі тваринництва. Сучасний розвиток молекулярної генетики дозволяє використовувати генетичні маркери, асоційовані з м'ясною продуктивністю та відтворною здатністю, для підвищення ефективності селекції. До таких маркерів належать міостатин та рецептор прогестерону, які можуть впливати на показники. Поряд з геномною оцінкою, метод найкращого лінійного незміщеного прогнозу дає змогу досить точно оцінити племінну цінність тварин. Його застосування суттєво забезпечує точність генетичної оцінки та ефективність відбору племінного матеріалу.

Матеріали і методи досліджень.

Для досліджень протягом 2021-2025 років використовувались дані оцінки генетичного поліморфізму кролів породи полтавське срібло за генами міостатину та прогестеронового рецептора, а також продуктивності та відтворної здатності (n=500). Тварини утримувались в умовах дослідної кролеферми Черкаської дослідної станції біоресурсів НААН.

Для дослідів кров у кролів породи полтавське срібло для проведення досліджень бралася з вушної вени одноразовим шприцем та вакуумною системою типу Vacutainer з етилендіамінтетраоцтовою кислотою або цитратом натрію. Виділення ДНК із крові проводилось з використанням стандартного комерційного набору «ДНК-сорб В» згідно з рекомендаціями виробника. Ампліфікацію гену міостатину та прогестеронового рецептора проводилась подальшою рестрикцією з використанням праймерів, рестриктаз, зазначених у роботах Fontanessi, 2008 та Argente, 2010. Електрофоретичне розділення рестриктних фрагментів ДНК проводилось в 2 % агарозному гелі у тріс-боратному електрофорезному буфері. Візуалізацію отриманих результатів проводили на транслюмінаторі в ультрафіолетовому світлі при довжині хвилі 300 нм після забарвлення гелю етидій бромідом.

В основі структури BLUP-оцінки самців кролів використовувалось рівняння змішаної моделі:

$$y = X\beta + Zu + e$$

де: y — вектор спостережень розмірності N ; v — вектор фіксованих ефектів розмірності p ; u — вектор рандомізованих ефектів розмірності q ; e — вектор випадкових ефектів розмірності

N ; X — матриця коефіцієнтів фіксованих ефектів; Z — матриця коефіцієнтів рандомізованих ефектів.

Статистична обробка даних проводилась за допомогою програми Statistica v. 10, GenStat v. 11 та BLUPF90. Для розрахунку популяційно-генетичних параметрів використовувалась комп'ютерна програма Popgene v. 1.32

1. Популяційно-генетична структура популяції кролів за поліморфізмами гену міостатину та прогестероновго рецептора. Аналіз поліморфізму гена MSTN (C34T) показав, що алель T зустрічається в популяції кролів частіше за алель C, достовірно перевищуючи його на 11 % ($p=0,05$) (таблиця 1).

Таблиця 1. Розподіл генотипів CC, CT, TT гена MSTN кролів породи полтавське срібло ($n = 300$)

Розподіл	CC		CT		TT	
	Кількість	%	Кількість	%	Кількість	%
Фактичний	12,0	23,5	24,0	47,1	15,0	29,4
Георетичний	11,3	22,2	25,4	49,8	14,3	28,0
Статистики	df=2, st =5,99, f=0,02, p>0,05					

Примітка: df — число ступенів свободи, χ^2 - критерій Пірсона, p — рівень значущості.

Це свідчить про переважання алеля Т у досліджених лініях тварин. Поліморфізм гена PGR (G2464A) продемонстрував подібну тенденцію: частота алеля А була більшою за частоту алеля G на 7,2 % ($p < 0,05$), що вказує на його перевагу серед кролів загальної вибірки. Встановлено, що за розподілом алелей гена міостатину між самцями та самицями кролів породи полтавське срібло статистично значущої різниці виявлено не було ($df=1, \chi^2_{st}=3,84, \chi^2_f=0,007, p<0,05$). Аналіз фактичного та теоретичного розподілу генотипів кролів породи полтавське срібло за поліморфними варіантами гена міостатину показав, що структура популяції відповідає співвідношенню Харді-Вайнберга ($df=2, \chi^2_{st}=5,99, \chi^2_f=0,034, p>0,05$).

За результатами генотипування самиць кролів породи полтавське срібло за поліморфізмом G2464A гену у фактичному розподілі генотипів кількість гомозиготних тварин за алелем G склала 18,3 % (300 голів), а кількість гомозигот за алелем А була майже в два рази більшою (31,7 %). Гетерозиготних самиць кролів породи полтавське срібло GA було 50 % від усієї дослідженої вибірки (таблиця 2).

Таблиця 2. Фактичний розподіл генотипів самиць кролів породи полтавське срібло за поліморфізмом гену прогестеронового рецептора ($n = 300$)

Генотип	Кількість, n	Частка, %
GG	55	18.3
GA	150	50.0
AA	95	31.7
Разом	300	100

Генетичне різноманіття ліній кролів породи полтавське срібло оцінювали за індексом фіксації Райта (F). Для MSTN отримано позитивне значення F, що свідчить про наявність переважаючої кількості гетерозиготних особин у популяції.

Коефіцієнт інбридингу (Fis) виявився різним для двох генів. Для MSTN він був вищим, що може вказувати на невеликий дефіцит гетерозигот, тоді як для PGR Fis був низьким, що свідчить про більшу відповідність панміксії та менший ризик інбридингу у досліджуваних лініях (таблиця 3).

Таблиця 3. Гетерозиготність та індекс фіксації райта породи полтавське срібло за поліморфізмами C34T гена MSTN та G2464A гена PGR

Ген	Гетерозиготність		Індекс фіксації Райта
	H _o	H _e	
Міостатин	0,471	0,487	-0,05
Прогестероновий рецептор	0,491	0,530	-0,08

За результатами кластерного аналізу генетичних дистанцій згідно даних поліморфізму гену прогестеронового рецептора кролів породи полтавське срібло отримані наступні дані (рис. 1). Розподіл значень генетичних дистанцій знаходився в межах 0,005-0,035. Структуру дендрограми склали два кластери. Перший – був сформований тваринами

лінії Назара, Вайта, Імператора і Цезара, другий – Білаша і Каспера. Окремо від них до структури дендрограми входи кролі лінії Графа. Максимальну генетичну дистанцію зафіксовано між лініями Білаша, Каспера і Графа, а мінімальну – між лініями Назара і Вайта. Дану специфіку утворених кластерів можна пояснити в інтенсивному використанні лінії Графа, Білаша та Каспера на підвищення рівня репродуктивних ознак кролематок: плодючості, молочності, а також відбору тварин із вищою кількістю живих кроленят та кращих материнських якостей.

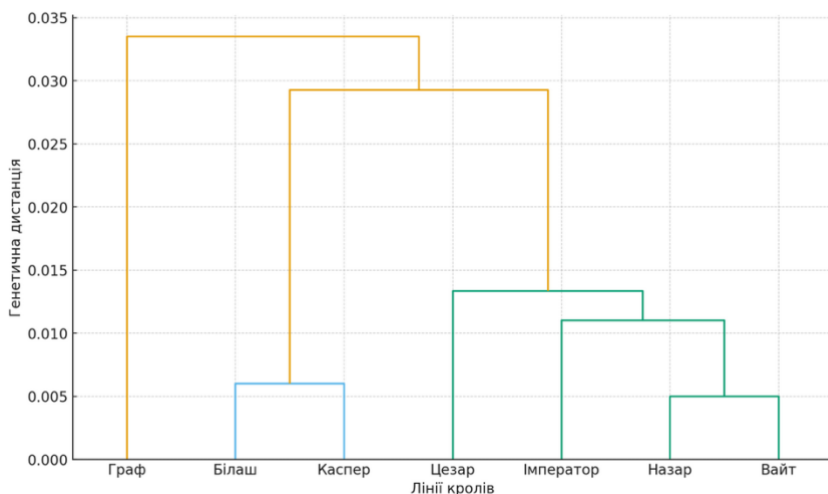


Рис. 1 Поліморфізм гену прогестеронового рецептора кролів породи полтавське срібло в розрізі лінійної приналежності

2. Оцінка племінної цінності кролів породи полтавське срібло за методом BLUP. Запропоновано селекційний індекс для оцінки племінної цінності кролів за відтворювальною здатністю та середньодобовими приростами, розрахований на основі BLUP AM – оцінок. До нього увійшли наступні дані: y – вектор спостережень, b – вектор фіксованих ефектів; g – вектор фіксованих ефектів генотипів окремого поліморфного варіанту гену MSTN та PGR; a – вектор випадкових адитивних генетичних ефектів; e – вектор залишків; X , W , Z – відповідні матриці. Даний селекційний індекс може бути використаний при різних системах розведення кролів з урахуванням технологічних особливостей кожної системи (ритм репродукції, терміни відсадки молодняку). BLUP індекси оцінки племінної цінності самців кролів породи полтавське срібло за репродуктивними онаками їх дочок (кількість відсаджених кроленят в 35 днів на 1 самку, голів) розподілились аналогічно (таблиця 4, 5).

Найвищі значення BLUP індексу були характерними для самця 1727215 (+0,140), 2118127 (+0,087) та 1514156 (+0,045). Їм відповідали значення відносної племінної цінності: 102,3 % та 101,5 % та 100,7% відповідно. Найвище значення племінної цінності мали самці з номерами 1727215 (+0,199), 2118127 (+0,357) та 1522145 (+0,046),

індекси BLUP яких були. Показник достовірності оцінки племінної цінності кролів коливався у межах $\lim = 70,1-75,9$.

При розробці методики оцінки племінної цінності кролів породи полтавське срібло за ознаками м'ясної продуктивності (середньодобові прирости) використовувались дані поліморфізму за геном міостатину (біалельні дані).

Таблиця 4. BLUP-оцінка кролів породи полтавське срібло в розрізі генеалогічних ліній за м'ясною продуктивністю (n=500)

Лінія	Середньодобові прирости, г	BV± до генетичного базису	RBV, %	REL, %
1871817	40±0,1	+0,189	101,0	74,0
1847213	39±0,3	+0,134	101,0	65,7
1811231	39±0,1	-0,054	99,8	69,5
1894136	42±0,2	0,145	99,9	64,7
1832221	40±0,2	-0,141	99,5	62,6
1811231	39±0,3	+0,157	100,5	67,8
941524	41±0,2	+0,101	100,1	71,0

Значення селекційного індексу кролів породи полтавське срібло знаходилися в межах від 0,015 до +0,157. Встановлено, що у масиві даних

кролів породи полтавське срібло, що використовуються для оцінки тварин, за період 2022-2025 роки відбулося зближення кількісного складу плідників, які отримали оцінку.

Для оцінки селекційного потенціалу кролів двох ліній (1871817 та 1811231) застосовували метод G-BLUP із урахуванням поліморфізму генів MSTN і PGR. За показниками MSTN лінія 1871817 характеризувалась BLUP індексом 1385, EBV 1.458 та REL 1.847, що свідчить про високий потенціал відбору та надійність прогнозу продуктивності. Лінія 1811231 мала дещо нижчі показники — BLUP 1342, EBV 1.392 та REL 1.805, що також вказує на хорошу селекційну цінність, але з дещо меншою стабільністю оцінки.

Щодо відтворної здатності за поліморфізмом PGR та кількістю відлучених кроленят, лінія 1871817 мала BLUP індекс 5.81, EBV 0.292 та REL 0.615, тоді як лінія 1811231 — BLUP 5.68, EBV 0.274 та REL 0.603. Це свідчить про потенційно високий відтворний потенціал обох ліній, причому лінія 1871817 має незначну перевагу.

Таблиця 5. BLUP-оцінка кролів породи полтавське срібло в розрізі генеалогічних ліній за відтворюю здатністю (n=500)

Лінія	Відсаджено кроленят в 40 днів на 1 самку, гол.	BV± до генетичного базису	RBV, %	REL, %
1871817	5±0,5	+0,140	102,3	66,8
1847213	6±0,4	+0,087	101,5	66,5
1811231	5±0,5	-0,085	98,4	67,7
1894136	56±0,5	+0,047	100,9	66,5
1832221	6±0,4	+0,015	100,3	67,7
1811231	5±0,4	+0,045	100,7	78,1
941524	5±0,5	-0,035	102,3	66,8

Аналіз результатів оцінки станом на 2025 рік дозволив виявити взаємозв'язок між кількістю дочок, що беруть участь в оцінці і силою взаємозв'язку між отриманими результатами оцінки племінної цінності (таблиця 6). Кореляція за кількістю дочок, використаних для розрахунку індекса EBV, становила 0,512 ($p>0,05$). Найвищі значення BLUP індексу були характерними для самця 1847213 (+0,157), 1871817 (+0,149) та 1894136 (+0,154). Їм відповідали значення відносної племінної цінності: 103,3 % та 101,5 % та 100,7% відповідно.. Показник достовірності оцінки племінної цінності кролів коливався у межах $\text{lim} = 75,1-81,3$.

Таблиця 6. Кореляційна залежність BLUP-індексів самців породи полтавське срібло, середньої продуктивності та відтворної здатності їх дочок (n=500)

BLUP-індекс	Продуктивність, відтворна здатність дочок	Селекційно-генетичний індекс
Продуктивні якості	+0,71*	+0,82*
Відтворні якості	+0,78*	+0,67

Примітка: * $p > 0.05$

4. Оцінка економічної ефективності застосування індексної селекційної оцінки за системою BLUP.

За результатами досліджень встановлено, що у 2019–2025 роках спостерігалася чітка тенденція до зростання економічних показників. Поголів'я кролів у цей період збільшилося в середньому на 41,2 %, що свідчить про стабільний розвиток ферми. У 2025 році кількість отриманого приплоду зросла на 52,3 % у порівнянні з попередніми роками, а вихід ділових кроленят — на 16,7 %, що вказує на покращення відтворювальних якостей стада.

Валовий вихід м'ясної продукції також демонстрував позитивну динаміку. Найвищий чистий вихід м'яса був зафіксований у 2025 році — на 13,5 % більше, ніж у середньому за попередні

роки, що відображає підвищення продуктивності та оптимізацію умов вирощування.

Застосування методу індексної оцінки тварин у 2025 році дозволило підвищити живу масу молодняку на 28–55 г та знизити витрати корму приблизно на 11 %, що позитивно вплинуло на собівартість вирощування. У розрахунку на кролеферму з поголів'ям 170 основних кролематок економічний ефект становив близько 1240 грн/рік, у розрахунку на одну кролематку — 7,2 грн/рік, а для всього поголів'я — 33 150 грн/рік.

Фактичний економічний ефект проявився у зниженні собівартості отриманої продукції відібраних тварин на 1,5–3,5 %.

ВИСНОВКИ

У роботі була проведена комплексна BLUP AM оцінка племінної цінності кролі породи полтавське срібло за генами міостатину та прогестеронового рецептора врахуванням паратипових факторів.

Виконано детальний аналіз компонентів відтворювальної здатності кролематок породи полтавське срібло та розглянуто найбільш перспективні з них, з погляду селекції.

Проведено аналіз розподілу алелів і генотипів за генами MSTN і PGR, встановлено відповідність популяції рівновазі Харді–Вайнберга та визначено рівні генетичного різноманіття. Показано вплив поліморфізмів MSTN на показники середньодобових приростів, масу тушки та витрати корму, а також наведено результати кластеризації тварин за варіантами гена PGR.

Проаналізовано племінну цінність плідників за показниками репродуктивної здатності дочок та м'ясної продуктивності, визначено тварин із найвищими селекційними перевагами. Аналіз G-BLUP двох ліній (1871817 і 1811231) підтвердив ефективність використання маркерів MSTN та PGR для прогнозування племінної цінності, встановив кореляції між генотипом і фенотипом та продемонстрував можливості молекулярно-генетичного супроводу селекції.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Textbook animal breeding: Animal Breeding and Genetics for BSc Students. Kor Oldenbroek, Liesbeth van der Waaij. Center for Resources and Animal Breeding and Genomics Group, Wageningen University and Research Centre, 2014, 311 p.
2. Геномна та BLUP оцінка кролів новозеландської білої породи різної лінійної приналежності / Є. А. Шевченко, К. В. Копилов // Біологія тварин. – 2014 – Том 16, № 1. – С. 6-12
3. Henderson C. R. Estimates of changes in herd environment / C. R. Henderson // Journal dairy science. – 1949. – № 8. – P. 706-709
4. Henderson C. R. Estimates of variance and covariance components / C. R. Henderson // Biometrics. – 1953. – № 9. – P. 226-229
5. R. A. Mrode (2005) Linear models for the prediction of animal breeding values / R.A. Mrode. – 2nd ed. CAB International.
6. Macedo F. L., Christensen O. F., Astruc J. M., Aguilar I., Masuda Y., Legarra A. Bias and accuracy of dairy sheep evaluations using BLUP and ssGBLUP with metafounders and unknown parent groups. Genet Sel Evol (2020) 52:47.

7. Гончар О.Ф. Застосування методів геномної селекції при дослідженні кролів новозеландської білої породи / О. Ф. Гончар, Є. А. Шевченко // Ефективне кролівництво і звірівництво. - 2018. - Вип. 4. - С. 46-54.

8. Шевченко Є. А. Перспективи використання ДНК маркерів в кролівництві / Є. А. Шевченко // Тези доповідей молодих вчених та аспірантів— Київ, 2011. – S.10.

9. Гавриш О. М. Ефективність використання індексної оцінки в системі добору та використанні племінного поголів'я кролів породи полтавське срібло / О. М. Гавриш // Ефективне кролівництво і звірівництво. - 2020. - Вип. 6. - С. 38-46. -

10. Інструкція з бонітування кролів –Офіц. вид., чинний від 25.09.2003 № 351 –К., 2003. –86 с.

11. Гончар О.Ф. Застосування методів геномної селекції при дослідженні кролів новозеландської білої породи/ О.Ф. Гончар,Є.А Шевченко // Збірник наукових праць “Ефективне кролівництво і звірівництво”, Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН. 2018. вип. 4. С. 46-55

12. Shevchenko E. Using DNA markers in selective breeding with different kinds of Ukraine farm animals / E. Shevchenko, O. Berezovsky, K. Kopylova, K. Kopylov // – Животновъдни Науки (Journal of animal science). 2013 T.50, № 4 . – P. 73-79

13. Christensen O. F., Lund M.S. Genomic prediction when some animals are not genotyped. Genet. Sel. Evol. 2010; 42:2

14. BLUPF90 Family of Programs. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nce.ads.uga.edu/wiki/doku.php>

15. Misztal I., Lourenco D., Aguilar I., Legarra A., Vitezica Z. Manual for BLUPF90 Family of Programs. University of Georgia; Athens, GA, USA: 2015

УДК 636.92.082:575.113

DOI: <https://doi.org/10.37617/OSORODB/2026>

Оптимізована система селекції кролів різних порід

Наукове видання

**Олександр БОЙКО
Євгеній Шевченко
Олексій ГОНЧАР
Олександр ГАВРИШ**

Автори будуть вдячні за відгуки, які можна надіслати
за адресою:

Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН,
вул. Пастерівська, 76, м. Черкаси, 18007
e-mail: bioresurs.ck@ukr.net

Підписано до друку 16.05.2026. Формат 60x84 ¹/₁₆
Наклад 300 прим. Папір офсетний.
Оригінал-макет виконано в ЧДСБ НААН
18036 м. Черкаси, вул. Пастерівська, 76

Видавець Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН

Друк Чорнобаївське комунальне поліграфічне підприємство
19900, Україна, смт. Чорнобай, вул. Центральна, 211
Тел. (04739) 2-26-42; E-mail: printh1932@urk.net