

Національна академія аграрних наук України  
Черкаська дослідна станція біоресурсів

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

**СИСТЕМА ПІДБОРУ КРОЛІВ ПЛІДНИКІВ ЗА  
ВИКОРИСТАННЯМ ВЛУР-АМ МОДЕЛІ  
(методичні рекомендації)**



м. Черкаси, 2024

**Система підбору кролів плідників за використанням blup-am моделі** Методичні рекомендації. – Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів Національної академія аграрних наук України – 2024. – 16 с.

В рекомендаціях викладено результати комплексної BLUP AM оцінки племінної цінності кролі породи полтавське срібло за генами міостатину та прогестеронового рецептора з врахуванням паратипових факторів.

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

При складанні лінійних моделей за BLUP Animal Model запропоновано оцінювати репродуктивні ознаки кролематок за показниками кількості відлучених кроленят у віці 40 днів (інтенсивне вирощування) та середньодобові прирости.

Розроблений селекційний індекс для оцінки відтворювальної здатності кролематок, що включає BLUP AM - оцінки репродуктивних та материнських ознак. Значення селекційного індексу кролематок породи полтавське срібло за відтворювальною здатністю знаходилися в межах від -0,035 до +0,140. При відборі тварин доцільно використовувати значення селекційного індексу з урахуванням віку та порядкового номера лактації, а для покращення відтворювальної здатності значення BLUP AM – оцінок за окремими ознаками.

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

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

**Рецензенти:**

Бірюкова О.Д. – доктор с.-г. наук, завідувачка відділу селекції великої рогатої худоби 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 №7 від 30 жовтня 2024 року**).

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Популяційно-генетична структура стада кролів породи полтавське срібло за поліморфними варіантами гену міостатину та прогестеронового рецептора .....	5
2. BLUP оцінка кролів породи полтавське срібло за поліморфізмами гену міостатину та прогестеронового рецептора, продуктивних ознак та відтворної здатності.. ..	7
3. Комплексна оцінка кролів породи полтавське срібло за методами BLUP та gBLUP .....	10
4. Економічна ефективність від застосування індексної оцінки за системою BLUP .....	11
ВИСНОВКИ.....	14
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	15

## Вступ

Кролівництво займає важливе місце у сільському господарстві. Неабияке значення приділяється саме м'ясному напрямку ведення цієї галузі тваринництва. М'ясо кролів високо ціниться за свою харчову та дієтичну цінність, оскільки містить меншу кількість жиру та холестерину у порівнянні з м'ясом інших сільськогосподарських тварин. Через це пошук генів-кандидатів, асоційованих з м'ясною продуктивністю стало областю наукового інтересу. Серед них виявлений ген міостатину, зокрема *indel* мутація С34Т у кролів. Відомо, що білок міостатин, який кодований геном *MSTN*, сповільнює процеси росту і формування м'язів скелету у тварин. Уперше його функціональна роль була виявлена у 1997 році в дослідженнях на мишах, де було встановлено, що нокаут гена призводить до гіпертрофії і гіперплазії м'язевої тканини. У селекційному аспекті, використання BLUP AM оцінок за продуктивними якостями кролів дозволить проводити порівняння тварин, оцінених за різні періоди без застосування додаткових коефіцієнтів. При цьому визначення впливу MAS-селекції по SNP гену міостатину на екстер'єрні характеристики кролів породи полавське срібло істотно доповнюватимуть наявні відомості племінної цінності та сприяють відбору для відтворення високопродуктивних тварин.

**1. Популяційно-генетична структура стада кролів породи полтавське срібло за поліморфними варіантами гену міостатину та прогестеронового рецептора.** Для дослідів кров у кролів породи полтавське срібло для проведення досліджень (n=50) 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:

$$y = Xv + Zu + e$$

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 буде 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

Результати популяційно-генетичної структури стада кролів породи полтавське срібло за поліморфними варіантами гену міостатину та прогестеронового рецептора представлено у таблиці 1. Встановлено, що найвищі значення частоти алеля С гена MSTN мали кролі лінії 1847213, 1871817 та 1894136 (на 10,9 %, 3,7 % та 7,5 % вищі відносно до середнього значення). Мінімальні значення були відмічені у кролів лінії 1832221 (на 2 % нижчі відносно до середнього значення). Серед кролів лінії 1811231 найбільше зустрічався алель Т (на 10,1 % вищий відносно до середнього значення), а найменше — у тварин лінії 1941524 (на 13,4 % нижчий відносно до середнього значення).

**Таблиця 1.** Розподіл частот алелей по відношенню до поліморфних варіантів гену MSTN та PGR у кролів породи полтавське срібло в розрізі їх генеалогічних ліній (n=500)

Ген	Алель	Лінія				
MSTN	С					
	Т					
PGR	А					
	Г					
Кількість тварин	120	89	94	104	114	117

За показниками генного різноманіття кролів різних ліній породи полтавське срібло за поліморфізмами вище зазначених генів слід зазначити те, що індекс фіксації

Райта мав позитивне значення, що свідчить про перевагу гетерозигот за алелями С і Т (таблиця 2).

**Таблиця 2.** Показники генного різноманіття кролів різних ліній породи полтавське срібло за поліморфізмами С34Т гену MSTN та G2464А гену PGR (n=500)

Ген	Показник	Лінія						
		1871817	1847213	1811231	1894136	1832221	1811231	1941524
MSTN	Ho	0,481	0,472	0,474	0,480	0,473	0,481	0,476
	He	0,519	0,528	0,526	0,520	0,527	0,519	0,524
	Fis	0,04	0,01	0,04	0,02	0,01	0,03	0,04
PGR	Ho	0,495	0,494	0,489	0,495	0,494	0,490	0,493
	He	0,505	0,506	0,511	0,505	0,506	0,510	0,507
	Fis	-0,01	-0,01	0,01	-0,01	0,02	0,01	-0,01
Кількість тварин		120	89	94	104	114	117	108

**2. ВЛ** Уроцінка кролів породи полтавське срібло за поліморфізмами гену міостатину та прогестеронового рецептора, продуктивних ознак та відтворної здатності. 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). Значення селекційного індексу кролів породи полтавське срібло знаходилися в межах від 0,015 до +0,157 (таблиця 3).

**Таблиця 3.** 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

Встановлено, що у масиві даних кролів породи полтавське срібло, що використовуються для оцінки тварин, за період 2022-2024 роки відбулося зближення кількісного складу плідників, отримавших оцінку. Аналіз результатів оцінки станом на 2024 рік дозволив виявити взаємозв'язок між кількістю дочок, що беруть участь в оцінці і силою взаємозв'язку між отриманими результатами оцінки племінної цінності. 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 (таблиця 4). Показник достовірності оцінки племінної цінності кролів коливався у межах  $\lim = 75,1-81,3$ .

**Таблиця 4.** BLUP-оцінка кролів породи полтавське срібло в розрізі генеалогічних ліній за відтворною 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

**3. Комплексна оцінка кролів породи полтавське срібло за методами BLUP та gBLUP.** Встановлено збільшення мінливості показників надійності зі зниження її величин у кролів оцінених двома методами за всіма досліджуваними ознаками. При цьому за всіма досліджуваними класами мінливість надійності племінної (генетичної) цінності, розрахована методом GBLUP, була значно нижчою, різниця між показниками, розрахованими BLUP, збільшувалася в міру зменшення надійності оцінок, по всіх досліджуваних ознаках (таблиця 5).

**Таблиця 5.** Порівняння різних підходів BLUP-оцінки кролів породи полтавське за м'ясною продуктивністю та відтворною здатністю (n=500)

Оцінювальні ознаки	Метод оцінки	Надійність REL, %					
		>= 90%	81-90	71-80	61-70	51-60	<=50
Середньодобові прирости	BLUP	2,81	2,82	2,88	2,79	2,81	2,90
	g-BLUP	2,63	2,74	2,71	2,70	2,63	2,81
Кількість відлучених кроленят у віці 40 днів	BLUP	2,57	2,85	2,85	2,81	2,74	2,80
	g-BLUP	2,49	2,54	2,48	2,63	2,61	2,71

Залучення даних молекулярно-генетичних маркерів до процедури оцінки племінної (генетичної) цінності кролів, які мають дані про продуктивність дочок, дозволило значно збільшити надійність оцінки племінної (генетичної) цінності на 2,2–2,4 % у групі тварин із надійністю BLUP 80–71 %; на 4,6–7,3 % у групі бугаїв з надійністю BLUP 70–61 %; на 7,6–8,4 % у групі кролів із надійністю BLUP 60–51 %; на 14,9–15,2 % у групі з надійністю BLUP 50 % і менше за ознаками м'ясної продуктивності та відтворної здатності. У самців кролів, отримавших високу надійність оцінки (81% і більше) методом BLUP, надійність ssGBLUP збільшилася до 1,6 %. одержані результати свідчать про доцільність використання геномних даних та методу GBLUP для

збільшення надійності оцінки племінної (генетичної) цінності кролів, які мають дані про продуктивності їх нащадків. Збільшення надійності оцінки племінної (генетичної) ознак м'ясної продуктивності та відтворної здатності становило від 0,1 до 15 % залежно від кількості тварин, оцінених методом BLUP AM.

**4. Економічна ефективність від застосування індексної оцінки за системою BLUP.** Для визначення рентабельності розведення кролів породи полтавське срібло нами був проведений аналіз вартості отриманої продукції з розрахунку на самця та кролематку.

Економічну ефективність одержаних результатів досліджень вивчали на підставі порівняння рівня виробництва м'ясної продукції кролівництва з урахуванням обліку плодючості самиць, виходу молодняку на основну самицю і рівня його збереження до відлучення, а також собівартості прибутку від реалізації та рентабельності виробництва.

Економічні показники рентабельності розведення кролів в залежності від рівня їх продуктивності в умовах дослідної кролеферми наведено в таблиці 6.

**Таблиця 6.** Економічна ефективність розведення кролів породи полтавське срібло при використанні BLUP оцінки

Показники	Роки					
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
поголів'я кролів на початок року, гол	363	1086	1060	1434	2002	2268
в.т.ч. самців, гол.	14	13	13	15	20	23
основних самок, гол.	144	139	133	153	207	230

ремонтних самок, гол.	22	18	36	23	53	161
Отримано приплоду всього, гол.	552	214	445	656	1112	1115
вихід ділових кроленят, гол.	83	501	468	602	627	765
Середньодобові прирости, г	26	26	27	27	28	30
Валове виробництво м'яса:						
в забійній вазі, кг	208	1253	1170	1505	1568	1913
чистий вихід м'яса, кг	141	852	796	1023	1066	1301
Рентабельність виробництва м'яса, %	60	66	67	67	69	75

Економічна ефективність методу індексної оцінки визначається підвищенням точності та об'єктивності відбору кролів за фенотиповим ознаками з врахуванням економічних показників.

Економічні показники при цьому мали тенденцію до підвищення в розрізі років. Так, поголів'я кролів за період 2019-2024 років збільшилось в середньому на 44,9 %. За 2024 рік було отримано приплоду на 55,5 % більше, в порівнянні з минулими роками, при цьому вихід ділових кроленят збільшився на 18,1 %.

Щодо валового виробництва м'яса, слід зазначити те, що найвищий чистий вихід продукції було зафіксовано у 2024 звітному році (на 14,8 %, в порівнянні з минулими роками).

Встановлено, що використання методу індексної оцінки кролів дозволить підвищити живу масу молодняку на 30-60 г і знизити затрати корму на 13 %.

В розрахунку на 1 кролеферму з поголів'ям 170 основних кролематок економічний ефект склав 1105 грн./рік, в розрахунку на 1 кролематку – 6,5 грн./рік та на все поголів'я – 30045 грн./рік. Фактичний економічний ефект: зниження собівартості отриманої продукції відібраних тварин на 1-3 %.

## 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.

При складанні лінійних моделей за BLUP Animal Model запропоновано оцінювати репродуктивні ознаки кролематок за показниками кількості відлучених кроленят у віці 40 днів (інтенсивне вирощування) та середньодобові прирости.

Розроблений селекційний індекс для оцінки відтворювальної здатності кролематок, що включає BLUP AM - оцінки репродуктивних та материнських ознак. Значення селекційного індексу кролематок породи полтавське срібло за відтворювальною здатністю знаходилися в межах від  $-0,035$  до  $+0,140$ .

При відборі тварин доцільно використовувати значення селекційного індексу з урахуванням віку та порядкового номера лактації, а для покращення відтворювальної здатності значення BLUP AM – оцінок за окремими ознаками.

## 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. Геномната 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. – С.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 // –ЖивотновъдниНауки (Journal of animal science). 2013 Т.50, № 4 . – Р. 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

**Система підбору кролів плідників за використанням  
BLUP-AM моделі**

**Наукове видання**

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

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 **16.01.2024**. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Наклад 300 прим. Папір офсетний.  
Оригінал-макет виконано в ЧДСБ НААН  
18036 м. Черкаси, вул. Пастерівська, 76

Видавець Чорнобаївське комунальне поліграфічне підприємство  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців  
Серія ДК № 3791 від 27.05.2010 року  
Друк Чорнобаївське комунальне поліграфічне підприємство  
19900, Україна, смт. Чорнобай, вул. Центральна, 211  
Тел. (04739) 2-26-42; E-mail: printh1932@urk.net