



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519-2698 print

ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10015

<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.598:575

## Parameters of plasticity and stability of laying hens under the interaction “genotype × environment”

V. P. Khvostik<sup>1</sup>, G. A. Paskevych<sup>2✉</sup>, L. M. Fijalovych<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

<sup>2</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

### Article info

Received 22.01.2024

Received in revised form

26.02.2024

Accepted 27.02.2024

**Khvostik, V. P., Paskevych, G. A., & Fijalovych, L. M. (2024). Parameters of plasticity and stability of laying hens under the interaction “genotype × environment”. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(100), 100–104. doi: 10.32718/nvlvet-a10015**

Sumy National  
Agrarian University,  
Gerasim Kondratiev Str., 160,  
Sumy, 40000, Ukraine.

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel: +38-097-541-85-86  
E-mail: galinapaskevich14@gmail.com

The article presents the research results on the evaluation of the polygenically determined quantitative trait “laying” under the influence of the interaction “genotype × environment” on the comprehensive genetic material of chickens. Meat and egg hens of the original maternal form of domestic breeding, descendants of the first and second generations of different genesis, and improved synthetic populations performed it. The laying hens of the experimental groups were determined during seven months of egg laying. By using a two-factor variance analysis, a probable influence of genotypic affiliation ( $P < 0.05$ ) and the month of egg laying ( $P < 0.001$ ) on the level of manifestation of laying hens of the studied groups was established. The probable difference in the gradation of “condition” factors made it possible to evaluate the parameters of plasticity and stability in the studied groups of birds. The regression coefficient ( $b_i$ ) characterizes the average reaction of a group of individuals to a change in environmental conditions, that is, their plasticity, which makes it possible to predict the variability of the trait under the studied conditions. High  $b_i$ -indicators indicate a more significant response of a group of chickens to a change in environmental conditions, influenced by active factors. That is, the larger the value of  $b_i$ , the steeper the regression line, and the more sensitive the group is to changes in detention conditions. A zero or close to zero value of  $b_i$  indicates that the group reacts poorly to changes in environmental conditions (in our case, the months of egg-laying). Plasticity analysis makes it possible to identify genotypes of birds with significant adaptability to changes in environmental conditions. The laying hens of the created synthetic population, the offspring of the first generation of different genetic origins, and the F2 hens of the “K-51” group were more plastic in laying. This indicates the slightest response of this bird to changes in environmental conditions. The “Ross” birds of the “K-22” and “K-32” groups of different generations and the original maternal form F10 were less plastic according to this feature; that is, they were more sensitive to the influence of active factors. The variant of stability ( $S2i$ ) of the feature shows how reliably the selection feature of the studied group of birds corresponds to the plasticity estimated by the regression coefficient. The closer the  $S2i$  indicators are to zero, the less the empirical values of the characteristic differ from the theoretical values located on the regression line. The “Ross” hens of the second generation of the “K-22” and “K-32” groups were distinguished by their high laying stability ( $S2i=2.42-2.65$ ). The least stable in terms of this polygenic trait was the “Kobb” chickens of the “K-51” and “K-5” groups ( $S2i=6.01-9.53$ ). Hybrids of the first generation were characterized by more excellent laying stability than mothers.

**Key words:** hens, laying, “genotype × environment” interaction, plasticity, stability.

## Параметри пластичності та стабільності несучості курей за взаємодії “генотип × середовище”

В. П. Хвостик<sup>1</sup>, Г. А. Паскевич<sup>2✉</sup>, Л. М. Фіялович<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

<sup>2</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

У статті наведено результати досліджень з оцінки полігенно зумовленої кількісної ознаки “несучість” під впливом взаємодії “генотип × середовище” на широкому генетичному матеріалі курей. Ним слугували м'ясо-яєчні кури вихідної материнської форми вітчизняної селекції, нащадки першого та другого поколінь різного генезису та полішнена синтетична популяція. Несучість курей дослідних груп визначали протягом семи місяців яйцекладки. За допомогою двофакторного дисперсійного аналізу встановлено вірогідний вплив генотипової належності ( $P < 0,05$ ) та місяця яйцекладки ( $P < 0,001$ ) на рівень прояву несучок досліджуваних груп. Вірогідна різниця в градації факторів “умови” дала змогу оцінити параметри пластичності та стабільності досліджуваних груп птиці. Коефіцієнт регресії ( $b_i$ ) характеризує середню реакцію групи особин на зміну умов зовнішнього середовища, тобто їх пластичність, що дає змогу прогнозувати мінливість ознаки в досліджуваних умовах. Високі показники  $b_i$  свідчать про більшу реакцію групи курей на зміну умов середовища, на вплив активних факторів. Тобто, чим більше значення  $b_i$ , тим крутіша лінія регресії, тим чутливіша група до змін умов утримання. Нульове або близьке до нуля значення  $b_i$  свідчить про те, що угруповання погано реагує на зміни умов навколишнього середовища (у нашому випадку місяця яйцекладки). Аналіз пластичності дає змогу виділити генотипи птиці зі значною пристосованістю до змін умов середовища. Більш пластичними за несучістю були кури-несучки створеної синтетичної популяції, нащадки першого покоління різного генетичного походження, кури  $F_2$  групи “К-51”. Це свідчить про найменшу відповідь цієї птиці на зміни умов середовища. “Росівські” кури груп “К-22” і “К-32” виявилися пластичними, тобто більш чутливими до впливу діючих факторів. Варіанта стабільності ( $S^2_e$ ) ознаки показує, наскільки надійно селекційна ознака досліджуваної групи птиці відповідає тій пластичності, яка оцінена коефіцієнтом регресії. Чим ближче показники  $S^2_e$  наближаються до нуля, тим меншою мірою різняться емпіричні значення ознаки від теоретичних, котрі розташовані на лінії регресії. Високою стабільністю за несучістю вирізнялися “росівські” кури другого покоління груп “К-22” та “К-32” ( $S^2_e=2,42-2,65$ ). Найменш стабільними за даною полігенною ознакою були “кобівські” кури груп “К-51” та “К-5” ( $S^2_e = 6,01-9,53$ ). Гібриди першого покоління характеризувалися більшою стабільністю за несучістю, ніж матері.

**Ключові слова:** кури, несучість, взаємодія “генотип × середовище”, пластичність, стабільність.

## Вступ

Різні генотипи за будь-яких умов існування можуть по-різному реагувати на зміну умов середовища (Ibrahim, 2019; Trott et al., 2019). Це називається взаємодією генотипу та середовища (“Г × С”) (Chu et al., 2020).

Взаємодію “генотип-середовище” можна розглядати як зміну послідовності тих самих генотипів залежно від перебування в умовах різного середовища та як різницю в продуктивності, що спостерігається між середовищами, або як комбінацію цих двох факторів (Tixier-Boichard, 2018; Erdem & Savas, 2021; Greene et al., 2022).

За взаємодії “Г×С” продуктивність генотипів за певною ознакою може збільшуватися або зменшуватися. Або в одного генотипу ця ознака може збільшитися, а в іншого, навпаки, зменшитися, що є як біологічно, так і економічно важливим (Chodova et al., 2019; Nys et al., 2019; Sirri et al., 2019; Toussaint et al., 2019; Tumova et al., 2019; Trocino et al., 2022).

Якщо взаємодія “Г×С” незначна, генетичну продуктивність можна визначити за допомогою зміни фенотипових ознак у різних середовищах. Однак, якщо взаємодія “Г×С” є значною, це середнє значення буде замасковане субсередовищем, де генотипи значно відрізняються у відносній продуктивності (Chegini et al., 2018; Franzoni et al., 2018; Fijalovych et al., 2019, 2020).

Іншими словами, якщо існує взаємодія “Г×С”, найкращий генотип у будь-якому середовищі може не бути найкращим генотипом для того самого фенотипу в іншому середовищі (Mueller et al., 2018).

Існування взаємодії “Г×С” може знизити ефективність селекційних програм. З цієї причини взаємодія “Г×С” має важливе значення для ефективності та сталості програм розведення, щоб мати інформацію про те, який генотип має найкращі та найгірші показники в конкретному середовищі. Численними дослідженнями

доведено неоднакову реакцію різних генотипів на дію різнобічних паратипових факторів (Saeed Babiker Mahmoud et al., 2018; Tholance et al., 2018; Acman & Romero, 2022; Huerta et al., 2022; Duangnumswang et al., 2022, 2023).

У селекційному процесі створення нових селекційно значущих форм сільськогосподарської птиці чи покращенні окремих ознак існуючих слід значну увагу звертати на принцип адаптованості створюваних груп. Добра пристосованість особин створюваних генотипів до конкретних умов утримання і відтворення та здатність адекватно реагувати на постійні зміни у технологічному процесі розглядають як цінну генетичну особливість популяції, її екологічну пластичність. Поряд з нею важливою ознакою генотипу є здатність підтримувати високий рівень продуктивності в умовах зовнішнього середовища, яке змінюється, тобто екологічна стабільність (Chu, 2019; Bashchenko et al., 2020; Ostapyuk et al., 2020, 2021; Brezvyin et al., 2021; Kraikivska et al., 2023; Ostapyuk et al., 2023).

## Мета дослідження

Метою досліджень було визначити еколого-генетичні параметри полігенно обумовленої кількісної ознаки “несучість” у м'ясо-яєчних курей різного генетичного походження, отриманих у ході досліді з вивчення ефективності схрещування півнів імпортованих м'ясних кросів з м'ясо-яєчними самками вітчизняної селекції.

## Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведено в умовах Державного підприємства “Дослідне господарство “Бірки” Харківської області в ході досліді з покращення генетичного потенціалу м'ясо-яєчних курей вітчизняної селекції за ввідного схрещування. За схрещування півнів м'ясних кросів “Кобб-500” та “Росс-308” з м'ясо-яєчними курми отримано нащадків першої генерації ( $F_1$ ) відпо-

відно груп “К-1” та “К-2”. За зворотного схрещування переярних півнів кросів “Кобб-500” та “Росс-308” з молодими гібридними курми F<sub>1</sub> груп “К-1” і “К-2” одержано гібридів другого покоління (F<sub>2</sub>) відповідно груп “К-51” та “К-32”. Крім цього, гібриди F<sub>1</sub> груп “К-1” і “К-2” розводилися “у собі”, внаслідок чого отримали їх нащадків F<sub>2</sub> груп “К-11” та “К-22”. Шляхом об’єднання курей F<sub>2</sub> різних генотипових груп створено гетерогенну синтетичну популяцію “К-5” (Khvostik & Bondarenko, 2021).

Розрахунок еколого-генетичних параметрів (пластичність, стабільність) продуктивних ознак птиці проводили у два етапи згідно із загальноприйнятою методикою і формулою (Eberhart, 1966).

Усі експериментальні втручання проводили з дотриманням вимог “Європейської конвенції про захист хребетних тварин, яких використовують для експериментальних та наукових цілей” (Страсбург, 1985) та

ухвали Першого національного конгресу з біоетики (Київ, 2001).

### Результати та їх обговорення

Визначено показники пластичності й стабільності несучості м’ясо-яєчних курей різних генотипів. За допомогою двофакторного дисперсійного аналізу встановлено вірогідний вплив генотипової належності (P < 0,05) та місяця яйцекладки (P < 0,001) на рівень прояву полігенно зумовленої ознаки “несучість” м’ясо-яєчних курей досліджених груп за 7 місяців продуктивності (табл. 1).

Аналіз даних, наведених у таблиці 2, вказує на суттєві відмінності у рівні еколого-генетичних параметрів генотипів курей, що досліджувалися. Встановлено, що кури з різною спадковістю відрізняються різним рівнем пластичності.

**Таблиця 1**

Дисперсійний аналіз мінливості несучості м’ясо-яєчних курей різного генезису

Джерело мінливості	Дисперсія (С)	Число ступенів свободи	Варіанса (σ <sup>2</sup> )	Дисперсійне відношення (F)	Сила впливу (η <sup>2</sup> )
Генотип (А)	138,95	8	17,37	3,47*	0,07
Місяць яйцекладки (В)	1589,02	6	264,84	52,92***	0,81
Випадкові фактори	240,21	48	5,00	-	0,12
Сумарний вплив	1968,19	62	-	-	-

Примітка. \* – P < 0,05; \*\*\* – P < 0,001

**Таблиця 2**

Показники пластичності й стабільності несучості м’ясо-яєчних курей досліджених груп

Група	Несучість	
	коефіцієнт пластичності (b <sub>i</sub> )	варіанса стабільності (S <sup>2</sup> <sub>i</sub> )
“К”, F <sub>10</sub>	1,12	5,46
“К-1”, F <sub>1</sub>	0,87	3,85
“К-2”, F <sub>1</sub>	0,93	3,91
“К”, F <sub>11</sub>	1,05	4,05
“К-11”, F <sub>2</sub>	1,04	3,98
“К-22”, F <sub>2</sub>	1,09	2,42
“К-51”, F <sub>зв</sub>	0,92	9,53
“К-32”, F <sub>зв</sub>	1,26	2,65
“К-5”	0,78	6,01

Нащадки першого покоління за несучістю виявилися більш пластичними, ніж матері. З цього виходить, що м’ясо-яєчні кури F<sub>10</sub> вихідної родинної форми дещо у більшій мірі за птицю F<sub>1</sub> відреагували на зміни умов утримання, які мали місце протягом періоду їх яйцекладки.

Серед нащадків другого покоління різних генотипових груп, отриманих за різних методів розведення, більш пластичними за несучістю були “кобівські” кури групи “К-51” (b<sub>i</sub> = 0,92). Це свідчить про найменшу відповідь цієї птиці на зміни умов середовища. Тимчасом “росівські” кури групи “К-32”, отримані за зворотного схрещування, навпаки, характеризувалися найменшою пластичністю за даною ознакою (b<sub>i</sub> = 1,26).

Пластичність м’ясо-яєчних курей вихідної родинної форми суттєво не змінилася протягом двох суміжних генерацій, а навіть підвищилася. Можливо, це обумовлено високою адаптованістю цієї птиці до місцевих умов утримання й годівлі внаслідок тривалого розведення у локальних умовах за дії несприятливих стрес-факторів різної етіології у технологічно-му процесі експлуатації.

Найбільш пластичними за несучістю були м’ясо-яєчні кури створеної синтетичної популяції “К-5” (b<sub>i</sub> = 0,78). Одержані дані свідчать, що птиця менш інтенсивно відреагувала на зміни умов середовища, проявила меншу відповідь на вплив діючих факторів навколишнього середовища, які мали місце протягом періоду утримання.

Пластичність у курей другого покоління усіх чотирьох груп менша (0,92–1,26), ніж у потомків першої генерації (0,87–0,93). Це означає, що в останніх несучість значно менше відреагувала на зміну умов середовища за період яйцекладки, що, ймовірно, можна пояснити явищем гетерозису у нащадків F<sub>1</sub>.

Важливою ознакою будь-якої групи птиці виступає її стабільність, тобто здатність підтримувати високий рівень продуктивності в умовах навколишнього середовища, яке змінюється. У нашому випадку серед птиці досліджених груп найбільшою стабільністю за несучістю вирізнялися “росівські” кури другого покоління груп “К-22” та “К-32” – S<sup>2</sup><sub>i</sub> = 2,42–2,65. Найменш стабільними за даною полігенною ознакою були “кобівські” кури групи “К-51” – S<sup>2</sup><sub>i</sub> = 9,53. За ними слідували кури групи “К-5” з величиною 6,01.

Гібриди першого покоління характеризувалися більшою стабільністю за несучістю ( $S^2_i = 3,85-3,91$ ), ніж матері ( $S^2_i = 5,46$ ). Серед нащадків  $F_1$  більш стабільними були кури групи “К-1”, отримані за участі півнів кросу “Кобб-500”.

Серед потомків другого покоління різних генотипів, “росівські” кури груп “К-22” та “К-32” характеризувалися більшою стабільністю за несучістю ( $S^2_i = 2,42-2,65$ ), ніж “кобівські” ( $S^2_i = 3,98-9,53$ ).

Стабільність м'ясо-яєчних курей впродовж двох генерацій підвищилася – з 5,46 у  $F_{10}$  до 4,05 у  $F_{11}$ .

Певний інтерес представляють групи птиці з високими значеннями пластичності та низькими стабільності. У наших дослідженнях серед вивчених груп за такими параметрами можна виділити “росівських” курей груп “К-22” та “К-32”, “кобівських”  $F_2$  групи “К-11” і м'ясо-яєчних  $F_{11}$ .

Отже, метод оцінки еколого-генетичних параметрів несучості м'ясо-яєчних курей різного генетичного походження дав змогу повною мірою оцінити взаємодію “генотип × середовище” й відповідь генотипів на паратипові фактори.

### Висновки

За несучістю більш пластичними виявилися м'ясо-яєчні кури створеної синтетичної популяції, нащадки першого покоління різного генетичного походження та “кобівські” кури  $F_2$  групи “К-51”. Менш пластичними за цією ознакою була “росівська” птиця груп “К-22” та “К-32” різних генерацій та вихідної материнської форми  $F_{10}$ .

Найбільшою стабільністю за несучістю вирізнялися “росівські” кури другого покоління груп “К-22” та “К-32”. Найменш стабільними за даною полігенною ознакою були “кобівські” кури груп “К-51” та “К-5”. Гібриди першого покоління характеризувалися більшою стабільністю за несучістю, ніж матері.

*Перспективи подальших досліджень.* Перспективним напрямом досліджень буде визначення впливу взаємодії “генотип × середовище” несучості курей різного напрямку продуктивності (яєчного, м'ясного).

### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

Acman, M., & Romero, L. (2022). Pathway activation analysis of liver gene expression data from chickens under heat stress reveals short- and long-term metabolic effects. *Proceedings of the 26th World's Poultry Congress*, 45.

Bashchenko, M. I., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Gutyj, B. V., Lesyk, Y. V., Ostapyuk, A. Y., Kovalchuk, I. I., & Leskiv, Kh. Ya. (2020). The effect of milk thistle, metiphen, and silimevit on the protein-synthesizing function of the liver of laying hens in experimental chronic cadmium toxicosis. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(6), 164–168. DOI: 10.15421/2020\_276.

Brezvyn, O. M., Guta, Z. A., Gutyj, B. V., Fijalovych, L. M., Karpovskiy, V. I., Shnaider, V. L., Farionik, T. V., Dankovych, R. S., Lisovska, T. O., Bushuieva, I. V., Parchenko, V. V., Magrelo, N. V., Slobodjuk, N. M., Demus, N. V., Leskiv, Kh. Ya. (2021). The influence of HamekoTox on the morphological and biochemical indices of the blood of laying hens in spontaneous fumonisin toxicosis. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(2), 249–253. DOI: 10.15421/2021\_107.

Chegini, S., Nourmohammadi, R., & Afzali, N. (2018). Effect of group size on the production parameters of breeding ostriches (*Struthio camelus*) in a grazing environment. *Proceedings of the VI Mediterranean Poultry Summit*, 45.

Chodova, D., Tumova, E., & Machander, V. (2019). Effect of diet protein level on carcass value and meat quality in fast-, medium- and slow-growing chickens. *Proceedings of the 22nd European Symposium on Poultry Nutrition*, 286.

Chu, T. T. (2019). *Genotype by environment interaction in poultry breeding programs*. PhD thesis, Aarhus University. DOI: 10.18174/506477.

Chu, T. T., Madsen, P., Norberg, E., Wang, L., Marois, D., Henshall, J., & Jensen, J. (2020). Genetic analysis on body weight at different ages in broiler chicken raised in commercial environment. *J Anim Breed Genet*, 137(2), 245–259. DOI: 10.1111/jbg.12448.

Duangnumswang, Y., Goodarzi Borojeni, F., & Vahjen, W. (2022). Effect of age, breed, sex and dietary factors on metabolite concentration and immunological traits in the caecum of broilers. *Proceedings of the 26th World's Poultry Congress*, 52.

Duangnumswang, Y., Zentek, J., Vahjen, W., et al. (2023). Impact of feed additives and host-related factors on bacterial metabolites, mucosal integrity and immune response in the ileum of broilers. *Vet Res Commun*, 47, 1861–1878. DOI: 10.1007/s11259-023-10135-9.

Eberhart, S. A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.*, 6(1), 36–40. DOI: 10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x.

Erdem, H., & Savas, T. (2021). Genotype–environment interaction in layer chickens in the growing stage: comparison of three genotypes at two different feeding levels with or without red mite (*Dermanyssus gallinae*) infestation. *Arch. Anim. Breed*, 64(2), 447–455. DOI: 10.5194/aab-64-447-2021.

Fijalovych, L., Kyrlyliv, Y., & Paskevych, G. (2019). Features of providing broiler chickens with exchange energy and protein as important indicators of productivity and quality of the obtained products. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 21(91), 60–64. DOI: 10.32718/nvlvet-a9110.

Fijalovych, L., Kyrlyliv, Y., & Paskevych, G. (2020). Efficiency of application of the mixed fodders is at growing of chickens-broilers. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 22(93), 69–73. DOI: 10.32718/nvlvet-a9312.

Franzoni, A., Schiavone, A., & Marzoni, M. (2018). Phenotypic characterisation of Italian local chicken popu-

- lations. Proceedings of the VI Mediterranean Poultry Summit, 37.
- Greene, E., Brugaletta, G., & Tabler, T. (2022). Effect of cyclic heat stress on feeding-related hypothalamic neuropeptides of three broiler populations and their ancestor Jungle fowl. Proceedings of the 26th World's Poultry Congress, 46.
- Huerta, A., Trocino, A., & Xiccato, G. (2022). Sustainability of poultry meat production: growth performance and carcass traits of slow-growing genotypes fed low input diets. Proceedings of the 26th World's Poultry Congress, 50.
- Ibrahim, D. (2019). Dual-purpose production of 10 genetically different breeds & crossbreeds in Ethiopia. Proceedings of the XI<sup>th</sup> European symposium on Poultry Genetics, 42–45.
- Khvostik, V., & Bondarenko, Y. (2021). Breeding and genetic approaches to the breeding of new genotypes of dymorphous geese. Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock, 2(45), 47–53. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2021.2.7.
- Kraikivska, H., Gutyj, B., Hunchak, A., Hunchak, V., Horalskyi, L., Sokulskyi, I., Martyshuk, T., Khariv, I., Slobodiuk, N., Demus, N., & Vus, U. (2023). Functional state and protein-synthesizing function of the liver of laying hens under conditions of cadmium loading. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences, 25(99), 171–175. DOI: 10.32718/nvlvet-a9928.
- Mueller, S., Kreuzer, M., & Siegrist, M. (2018). Carcass and meat quality of dual-purpose chickens (Lohmann Dual, Belgian Malines, Schweizerhuhn) in comparison to broiler and layer chicken types. Poultry Science, 97, 3325–3336.
- Nys, Y., Gloux, A., & Narcy, A. (2019). Laying hen nutrition: reaching the full potential of the bird. Proceedings of the XVIII European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products and XXIV European Symposium on the Quality of Poultry Meat, 61–70.
- Ostapyuk, A. Y., & Gutyj, B. V. (2020). Influence of milk thistle, methifene and sylimevit on the morphological parameters of laying hens in experimental chronic cadmium toxicosis. Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences, 3(1), 42–46. DOI: 10.32718/ujvas3-1.08.
- Ostapyuk, A. Y., Gutyj, B. V., Horalskyi, L. P., Mylostyvyi, R. V., Sokulskyi, I. M., Butsyak, A. A., Popadiuk, S. S., & Leskiv, Kh. Ya. (2023). Effect of milk thistle and silimevit on the functional state and protein synthesizing-function of the liver of laying hens under conditions of cadmium load. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 145–150. DOI: 10.32718/nvlvet11224.
- Ostapyuk, A. Y., Holubieva, T. A., Gutyj, B. V., & Slobodian, S. O. (2021). The effect of sylimevit, metifen, and milk thistle on the intensity of the processes of peroxidation of lipids in the body of laying hens in experimental chronic cadmium toxicosis. Ukrainian Journal of Ecology, 11(4), 57–63. DOI: 10.15421/2021\_199.
- Saeed Babiker Mahmoud, M., Abdalla Abd Elrheem Abdalla, S., & Osman Abdalla, H. (2018). Effect of sexing and dietary incorporation of sugar cane molasses on broiler performance and carcass characteristics. Proceedings of the XV<sup>th</sup> European Poultry Conference, 50.
- Sirri, F., Ferrari, P., & Zampiga, M. (2019). Effects of genotype and age on eggshell cuticle coverage in modern hen strains. Proceedings of the XVIII European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products and XXIV European Symposium on the Quality of Poultry Meat, 78–79.
- Tholance, A., Nyuiadzi, D., & Darras, V. M. (2018). Effect of long-term heat stress on production, egg quality and physiological traits in four experimental lines of layers differing in heat tolerance and feed efficiency. Proceedings of the XV<sup>th</sup> European Poultry Conference, 88.
- Tixier-Boichard, M. (2018). Are there limits to selection in poultry: theoretical, biological, ethical, environmental? Proceedings of the XV<sup>th</sup> European Poultry Conference, 1–11.
- Toussaint, S., Klein, S., & Brévaux, N. (2019). Effect of chickens breed, lysine depletion and feed form on breast meat quality. Proceedings of the XVIII European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products and XXIV European Symposium on the Quality of Poultry Meat, 160.
- Trocino, A., Bertotto, D., & Ferrante, V. (2022). Effect of feeding system, genotype and gender on behaviour and stress in broiler chickens. Proceedings of the 26th World's Poultry Congress, 479–480.
- Trott, R., Tylleroová, H., & Tyllér, M. (2019). Traditional approach to dual purpose chicken breeding. Proceedings of the XI<sup>th</sup> European symposium on Poultry Genetics, 40–41.
- Tumova, E., Chodova, D., & Machander, V. (2019). The effect of genotype and crude protein on chicken meat nutritional value. Proceedings of the 22nd European Symposium on Poultry Nutrition, 298.