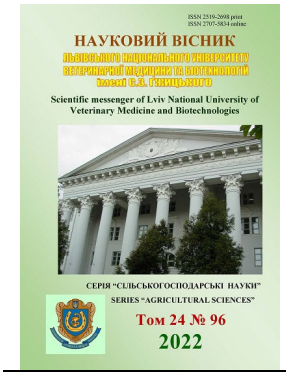

Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького. Серія: Сільськогосподарські науки

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-a9613
https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture

UDC 638.19:638.1:633.31

Exterior features and morphometric parameters of the bees' wing of different breeding crosses of the Carpathian breed

M. S. Petko[1,2], V. V. Fedorovych[2]✉

[1]*Institute of Animal Breeding and Genetics nd. a. M. V. Zubets of NAAS, Chubynske, Ukraine*
[2]*Institute of Animal Biology NAAS, Lviv, Ukraine*

Article info

Received 25.02.2022
Received in revised form 28.03.2022
Accepted 29.03.2022

Institute of Animal Breeding and Genetics nd. a. M. V. Zubets NAAS, Pogrebnyaka Str., 1, Chubynske, Kiev region, 08321, Ukraine.

Institute of Animal Biology NAAS, Vasyl Stus Str., 38, Lviv, 79034, Ukraine.
Tel.: +38-032-270-23-89
E-mail: logir@ukr.net

Petko, M. S., & Fedorovych, V. V. (2022). Exterior features and morphometric parameters of the bees' wing of different breeding crosses of the Carpathian breed. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 24(96), 101–105. doi: 10.32718/nvlvet-a9613

Honey bees are essential insects due to their ecological and economic value, as they are used not only to obtain valuable products (honey, pollen, Perga, etc.) but also to pollinate plants and increase yields. The Carpathian breed occupies a prominent place in the diversity of bees' further intensification, which depends on the efficiency of selection and breeding work on improvement of existent and creation of new types and lines between which genetic material can be exchanged. New breeding populations must be comprehensively evaluated for economically valuable traits, including the exterior, and the best ones must be identified. Given the stated, the purpose of our research was to study the external features and morphometric parameters of the wings of bees of different breeding crosses of the Carpathian breed. Studies have been conducted on bees of various genealogical formations of the Carpathian breeds in private apiaries in the Navariya village, Lviv region. 6 groups of 10 bee colonies in each were formed to conduct experimental studies: I – the control group – local bees of the Carpathian population (type "Vuchkivskyi"); II – the experimental group – inbred group ♀ micro population "915" x ♂ micro population "915"; III – the experimental group – selection cross ♀ line "Sto" x ♂ micro population "915"; IV – the experimental group – selection cross ♀ Vuchkivskyix ♂ micro population "915"; V – research group – selection cross ♀ line "Troisek 07" x ♂ micro population "915"; VI – research group – breeding cross ♀ micro population G. Macha x ♂ micro population "915". It is established that bees of different selection crosses of the Carpathian breed significantly differed in exterior features and morphometric parameters of wings, while the difference between the studied features ranged from insignificantly unreliable to significant reliable data. The fifth group was characterized by the most extended proboscis (6.72 mm) and the highest value of the cubital index (2.75 %), and - the sixth group by the most extensive length of the front wing (9.38 mm). The bees of the third group were characterized by the highest value of front wing width (3.33 mm), wax mirror length (1.43 mm), a sum of lengths of third and fourth tergites (4.54 mm), and dumbbell index (1.11 %), and the fourth group – by the most significant number of hooks on the rear wing (21.80 pcs.), the highest value of the tarsal index (53.51 %) and discoidal displacement (4.79 %). The insects of the first and the third group were characterized by the largest width of the wax mirror (2.26 mm). However, it is worth noting that all the studied features of the exterior of bees and morphometric parameters of the wings were within the standard of the Carpathian bees breed.

Key words: *bees, Carpathian breed, cross, exterior, morphometric wing parameters.*

Екстер'єрні ознаки та морфометричні показники крила бджіл різних селекційних кросів карпатської породи

М. С. Петько[1,2], В. В. Федорович[2]✉

[1]*Інститут розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН, с. Чубинське, Київська обл., Україна*
[2]*Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна*

Медоносні бджоли є дуже важливими комахами завдяки їхній екологічній та економічній цінності, адже їх використовують не лише для отримання цінної продукції (меду, пилку, перги та ін.), а й для запилення рослин і підвищення врожайності. З-поміж різноманіття бджіл чільне місце займає карпатська порода, подальша інтенсифікація якої залежить від ефективності селекційно-племінної роботи з удосконалення існуючих та створення нових типів і ліній, між якими може відбуватись обмін генетичним матеріалом. Нові селекційні популяції необхідно всебічно оцінювати за господарсько корисними ознаками, зокрема й екстер'єром, і виявляти кращі. З огляду на зазначене метою наших досліджень було вивчити екстер'єрні ознаки та морфометричні параметри крила бджіл різних селекційних кросів карпатської породи. Дослідження проведені на бджолах різних генеалогічних формувань карпатської породи у приватних пасіках в с. Наварія Львівської області. Для проведення експериментальних досліджень було сформовано 6 груп по 10 бджолосімей у кожній: I – контрольна група – місцеві бджоли карпатської популяції (тип "Вучківський"); II – дослідна група – інбредна група ♀ мікропопуляція "915" х ♂ мікропопуляція "915"; III – дослідна група – селекційний крос ♀ лінія "Сто" х ♂ мікропопуляція "915"; IV – дослідна група – селекційний крос ♀ Вучківська х ♂ мікропопуляція "915"; V – дослідна група – селекційний крос ♀ лінія "Тройзек 07" х ♂ мікропопуляція "915"; VI – дослідна група – селекційний крос ♀ мікропопуляція G. Macha х ♂ мікропопуляція "915". Встановлено, що бджоли різних селекційних кросів карпатської породи досить суттєво відрізнялися за екстер'єрними ознаками та морфометричними параметрами крила, при цьому різниця між досліджуваними ознаками коливалася від незначних невірогідних до суттєвих достовірних значень. Найдовшим хоботком (6,72 мм) та найбільшим значенням кубітального індексу (2,75 %) характеризувалися комахи п'ятої групи, а найбільшою довжиною переднього крила (9,38 мм) – шостої групи. Найвищі значення ширини переднього крила (3,33 мм), довжини воскового дзеркальця (1,43 мм), суми довжин 3-го і 4-го тергітів (4,54 мм) та гантельного індексу (1,11 %) виявлені у бджіл третьої групи, а найбільша кількість зачепів на задньому крилі (21,80 шт.), найвище значення тарзального індексу (53,51 %) та дискоїдального зміщення (4,79 %) – у особин четвертої групи. Найбільшою шириною воскового дзеркальця характеризувалися комахи першої та третьої груп (2,26 мм). Втім, варто зазначити: всі досліджувані ознаки екстер'єру бджіл та морфометричних параметрів крила перебували в межах стандарту бджіл карпатської породи.

Ключові слова: *бджоли, карпатська порода, крос, екстер'єр, морфометричні параметри крила.*

Вступ

Бджільництво є важливою галуззю сільського господарства і для людства має значення не тільки як джерело цінних харчових дієтичних і лікувальних продуктів (меду, квіткового пилку, маточного молочка, воску, прополісу тощо), а й неоціненне в запиленні ентимофільних сільськогосподарських культур. Тепер загальновизнано, що вартість додаткової урожайності сільськогосподарських культур за використання бджіл як запилювачів у 10 разів перевищує вартість прямої продукції від бджолиних сімей (Mao et al., 2015; 2017; Pylypenko, 2019; Kovalchuk et al., 2019; Saranchuk et al., 2021).

Серед різноманіття бджіл землі певну нішу займає карпатська порода, яка за останні 50 років набула небаченого раніше поширення. Розведення карпатських бджіл за типами є природнім і найперспективнішим шляхом збереження та покращення їхніх породних і господарсько корисних ознак (Haidar et al., 2008; Papp et al., 2017; Arien et al., 2018; Kovalskyi et al., 2018).

Основним завданням селекції у бджільництві є поліпшення якості та продуктивності бджолосімей, забезпечення репродукції та збереження племінного матеріалу, створення високопродуктивних популяцій бджіл (Kondriuk & Yakubash, 2008; Wu et al., 2017, Vishchur et al., 2019).

Для вивчення систематики бджіл, визначення породних ознак у процесі селекційної роботи, а також для контролю за якістю особин важливою є оцінка їхнього екстер'єру.

З огляду на зазначене, **метою** наших досліджень було вивчити екстер'єр та морфометричні показники крил робочих бджіл різних селекційних кросів карпатської породи.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведені на бджолах карпатської породи в приватних пасіках у с. Наварія Львівської області.

Для проведення експериментальних досліджень було сформовано шість груп бджіл по десять бджолосімей у кожній:

I – контрольна група – місцеві бджоли карпатської популяції (тип "Вучківський").

II – дослідна група – інбредна група ♀UA3-5-9-15.112-2018 х ♂ UA3-5- 9-15.112-2018 (♀ мікропопуляція "915" х ♂ мікропопуляція "915").

III – дослідна група – селекційний крос ♀UA3-65-2019 х ♂ UA3-5-9-15.112-2018 (♀ лінія "Сто" х ♂ мікропопуляція "915".

IV – дослідна група – селекційний крос ♀UA3-5-35-2019 х ♂ UA3-5-9-15.112-2018 (♀ Вучківська х ♂ мікропопуляція "915").

V – дослідна група – селекційний крос ♀AE99-307/67-2018 х ♂ UA3-5-9-15.112-2018 (♀ лінія "Тройзек 07" х ♂ мікропопуляція "915").

VI – дослідна група – селекційний крос ♀G. Macha CT-07 х ♂ UA3-5-9-15.112-2018 (♀ мікропопуляція G. Macha х ♂ мікропопуляція "915").

Екстер'єрні ознаки окремих частин екзоскелета бджіл визначали за методикою В. В. Алпатова (Brovarskyi & Bahrii, 1995). Для цього у третій декаді серпня 2020 року з кожного дослідного вулика відбирали 50 однодобових бджіл, яких обливали окропом, після чого заливали 70 % етиловим спиртом. Екстер'єрні проміри визначали у 30 бджіл з кожної проби за допомогою інокулярного мікроскопа із застосуванням окуляр-мікрометра. Для дослідження морфометричних ознак крило бджоли відривали і акуратно приклеювали верхньою стороною до скотчу. Для отримання зображень крил використовували USB-мікроскоп. Для оцифровування зображень крилець, тобто розставляння точок на крилі та отримання їхніх координат, використовували програму TpsDig2. Обробляли результати оцифровування у програмі "MorphoXL". Програма робить висновки про селекційну цінність досліджуваних бджіл і надає рекомен-

дації щодо подальшого використання досліджуваної популяції. Це програмне забезпечення і методика оцінки морфологічних ознак бджіл гарантує високу точність вимірів та обчислень, яка зумовлена використанням новітніх методик, сучасного технічного оснащення та комплексу програмного забезпечення.

Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали методами математичної статистики і біометрії з використанням програмного забезпечення Microsoft Excel за А.Т. Опря (Opria et al., 2014). Ступінь міжгрупової диференціації оцінювали шляхом порівняння групових середніх арифметичних величин за кожною досліджуваною ознакою. Достовірність (вірогідність) різниці між груповими середніми оцінювали за критерієм достовірності Ст'юдента (t). Різницю між середніми значеннями вважали статистично вірогідною при $P < 0,05$ (*), $P < 0,01$ (**), $P < 0,001$ (***).

Результати та їх обговорення

Результати наших досліджень свідчать, що бджоли різних селекційних кросів карпатської породи відрізнялись між собою за екстер'єром та морфометричними параметрами крила.

Важливий показник, який характеризує здатність бджіл діставати нектар із квітів рослин і ефективно їх запилювати – довжина хоботка. Встановлено, що найдовшим хоботком характеризувалися бджоли п'ятої групи – 6,72 мм, що більше, ніж у особин контрольної групи на 0,04 мм ($P < 0,01$) (табл. 1). Їх перевага за цим показником над бджолами другої групи становила 0,02, третьої – 0,03, четвертої і п'ятої – 0,01 мм, проте в жодному випадку вона не була вірогідною. Варто зазначити, що достовірна різниця була виявлена і між особинами першої та четвертої груп, вона становила 0,03 мм ($P < 0,05$).

Здатність бджіл до збору корму значно залежить від довжини і ширини крила. Довжина переднього крила у підконтрольних бджіл перебувала в межах 9,24–9,38 мм, причому найбільшою вона була в особин шостої групи, а найменшою – у комах четвертої групи. Різниця за цим показником між контрольною та дослідними групами в жодному випадку не була достовірною. Найширше переднє крило виявлено у бджіл селекційного кросу ♀ лінія "Сто" х ♂ мікропопуляція "915" – 3,33 мм, а найвужче – в особин селекційного кросу ♀ лінія "Тройзек 07" х ♂ мікропопуляція "915" – 3,26 мм. Втім, вірогідна різниця за цим показником спостерігалася лише між комахами першої і третьої групи – 0,04 мм ($P < 0,05$), на користь останніх.

Дослідженням кількості зачепів на задньому крилі у бджіл різних екотипів карпатської породи присвячено дуже мало наукових робіт. Ця ознака не піддається сезонній мінливості й тому становить значний інтерес для досліджень. За цією ознакою бджоли контрольної групи переважали лише особин третьої, п'ятої та шостої груп – відповідно на 0,59, 0,66 та 0,65 шт. відповідно при $P < 0,05$ у всіх випадках, однак поступалися комахам другої і четвертої груп на 0,96 ($P < 0,01$) і 0,09 шт.

Потенціальною ознакою воскової продуктивності бджіл служать довжина і ширина воскового дзеркальця. Найменшою довжиною воскового дзеркальця відзначалися бджоли контрольної групи – 1,36 мм, а найбільшою – особини третьої групи – 1,43 мм. За цим показником перші достовірно поступалися комахам інбредного кросу ♀ мікропопуляція "915" х ♂ мікропопуляція "915" на 0,05 мм ($P < 0,01$) та селекційного кросу ♀ лінія "Сто" х ♂ мікропопуляція "915" – на 0,07 мм ($P < 0,001$).

Ширина воскового дзеркальця у підконтрольних бджіл перебувала в межах 2,21–2,21 мм, при цьому найвище значення цього показника виявлено у комах контрольної і третьої групи. Втім, вірогідна різниця спостерігалася лише між особинами контрольної і п'ятої та контрольної і шостої груп – відповідно 0,04 та 0,05 мм при $P < 0,01$ в обох випадках.

Слабо піддається сезонній мінливості і тарзальний індекс, який визначається як відношення ширини першого членика правої задньої лапки до його довжини, виражене у відсотках. Цей індекс вказує на широколапість бджіл, його з успіхом використовують при визначенні породності комах. Цей показник, залежно від групи бджіл, коливався від 50,68 до 53,51 %. Однак різниця за тарзальним індексом між комахами дослідних груп та контрольною у жодному випадку не була вірогідною, проте особини другої, третьої та четвертої груп достовірно переважали бджіл п'ятої відповідно на 1,96 ($P < 0,05$), 2,21 ($P < 0,001$) та 2,83 % ($P < 0,001$), а комахи третьої і четвертої групи вірогідно переважали особин шостої на 1,91 та 2,52 % при $P < 0,001$ в обох випадках.

Надійним показником якості бджіл є сума довжини 3-го і 4-го тергітів, оскільки цей показник корелює з розмірами і масою бджіл. Встановлено, що цей показник найвищим був у особин селекційного кросу ♀ лінія "Сто" х ♂ мікропопуляція "915" – 4,54 мм, що більше, ніж у особин контрольної групи, на 0,21 ($P < 0,001$), другої групи – на 0,03, четвертої – на 0,16 ($P < 0,01$), п'ятої – на 0,01 і шостої – на 0,10 мм. Водночас комахи контрольної групи за вищенаведеним показником поступалися бджолам другої групи на 0,18 ($P < 0,01$), третьої – на 0,21 ($P < 0,001$), четвертої – на 0,05, п'ятої – на 0,20 ($P < 0,001$) і шостої – на 0,11 мм ($P < 0,05$).

Однією із основних породовизначальних ознак бджіл є кубітальний індекс. У результаті проведених досліджень встановлено, що кубітальний індекс у підконтрольних бджіл, залежно від групи, перебував у межах 2,60–2,75, причому найменше його значення було у бджіл першої та третьої груп, а найбільше – у п'ятої (табл. 2). Різниця за названим індексом між бджолами контрольної та дослідних груп коливалася від 0 до 0,15, однак варто зазначити, що в жодному випадку вона не була достовірною.

Гантельний індекс у бджіл перебував у межах 1,09–1,11 з найменшим його значенням у першій і другій, а найвищим – у третій групі, проте вірогідне значення різниці було виявлено лише між шостою та контрольною групою на користь останніх. За названим індексом бджоли контрольної і другої груп поступалися комахам третьої на 0,02, проте переважали особин четвертої групи на 0,01, п'ятої – на 0,02 і шостої – на 0,05 ($P < 0,01$).

Таблиця 1
Екстер'єрні особливості робочих бджіл різних селекційних кросів карпатської породи (n = 10)

	Групи бджолосімей											
	I		II		III		IV		V		VI	
	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %
Довжина хоботка, мм	6,68 ± 0,010	0,4	6,70 ± 0,014	0,6	6,69 ± 0,016	0,7	6,71 ± 0,004*	0,2	6,72 ± 0,003**	0,1	6,71 ± 0,006	0,3
Довжина переднього крила, мм	9,30 ± 0,061	2,0	9,34 ± 0,016	0,5	9,34 ± 0,006	0,2	9,24 ± 0,021	0,7	9,32 ± 0,004	0,1	9,38 ± 0,044	1,4
Ширина переднього крила, мм	3,29 ± 0,013	1,2	3,30 ± 0,012	1,1	3,33 ± 0,010*	0,9	3,28 ± 0,007	0,6	3,26 ± 0,006	0,6	3,28 ± 0,007	0,6
Кількість зачепів на задньому крилі, шт	21,71 ± 0,226	3,1	20,75 ± 0,032**	0,5	21,12 ± 0,079*	1,1	21,80 ± 0,090	1,2	21,05 ± 0,039*	0,6	21,06 ± 0,084*	1,2
Довжина воскового дзеркальця, мм	1,36 ± 0,012	2,7	1,41 ± 0,003**	0,7	1,43 ± 0,007***	1,5	1,37 ± 0,003	0,6	1,37 ± 0,004	0,8	1,38 ± 0,004	0,8
Ширина воскового дзеркальця, мм	2,26 ± 0,014	1,8	2,23 ± 0,018	2,4	2,26 ± 0,005	0,7	2,24 ± 0,005	0,7	2,22 ± 0,003**	0,4	2,21 ± 0,009**	1,2
Тарзальний індекс, %	51,59 ± 0,794	4,6	52,64 ± 0,637	3,6	52,89 ± 0,331	1,9	53,51 ± 0,328	1,8	50,68 ± 0,116	0,7	50,98 ± 0,185	1,1
Сума довжин 3-го і 4-го тергітів, мм	4,33 ± 0,024	1,6	4,51 ± 0,031**	2,0	4,54 ± 0,027***	1,8	4,38 ± 0,023	1,6	4,53 ± 0,002***	0,2	4,44 ± 0,035*	2,4

Важливою ознакою, яка дозволяє робити висновок щодо породної належності бджіл, є дискоїдальне зміщення. Найвищий показник дискоїдального зміщення виявлено у бджіл четвертої групи (4,79), а найнижчий – у п'ятої (3,34). Місцеві карпатські бджоли (I група) за названим показником вірогідно (P < 0,05) переважали бджіл селекційного кросу ♀AE99-307/67- 2018 х ♂ UA3-5- 9-15.112-2018 на 1,38 і невірогідно – особин другої, третьої та шостої груп – відповідно на 0,30; 0,26 та 0,68. Водночас вони поступалися за показником дискоїдального зміщення бджолам четвертої групи на 0,06.

Таблиця 2
Морфометричні показники крила бджіл, % (n = 10)

Група бджіл	Кубітальний індекс		Гантельний індекс		Дискоїдальне зміщення	
	M ± m	Cv	M ± m	Cv	M ± m	Cv
I	2,60 ± 0,061	14,1	1,09 ± 0,011	5,9	4,72 ± 0,430	58,2
II	2,74 ± 0,054	12,1	1,09 ± 0,012	6,7	4,42 ± 0,344	37
III	2,60 ± 0,069	15,3	1,11 ± 0,013	6,6	4,46 ± 0,748	96,3
IV	2,72 ± 0,065	13,4	1,08 ± 0,016	7,9	4,79 ± 0,312	37,3
V	2,75 ± 0,062	15,3	1,07 ± 0,014	8,0	3,34 ± 0,293*	54,8
VI	2,70 ± 0,070	14,3	1,04 ± 0,013**	6,7	4,04 ± 0,312	42,4

Примітка: вірогідність різниці між показниками у цій і наступних таблицях вказана при порівнянні з I (контрольною) групою

Висновки

Бджоли різних селекційних кросів карпатської породи досить суттєво відрізнялися за екстер'єрними ознаками та морфометричними параметрами крила – від незначних невірогідних до суттєвих достовірних значень. Найдовшим хоботком та найбільшим значенням кубітального індексу характеризувалися комахи п'ятої групи, а найбільшою довжиною переднього крила – шостої групи. Найширше переднє крило, найбільша довжина воскового дзеркальця та найвище значення гантельного індексу виявлені у бджіл третьої групи, а найбільша кількість зачепів на задньому крилі та найбільше значення дискоїдального зміщення – в особин четвертої групи.

Перспективи подальших досліджень. Надалі буде досліджено продуктивні якості бджіл різних кросів карпатської породи.

Відомості про конфлікт інтересів. Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

Arien, Y., Dag, A., & Shafir, S. (2018). Omega-6:3 Ratio More Than Absolute Lipid Level in Diet Affects Associative Learning in Honey Bees. Front. Psychol, 9, 1–8. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.01001.

Brovarskyi, V. D., & Bahrii, I. H. (1995). Rozvedennia ta utrymannia bdzhil. Kyiv: Urozhai (in Ukrainian).

Haidar, V. A., Kerek, S. S., Papp, V. V., Kizman, A. A., & Keil, E. I. (2008). Poshuk avtokhtonnykh bdzhil karpatskoi porody dlia stvorennia yikh novoho typu. Ukrainskyi pasichnyk, 2, 6–10 (in Ukrainian).

Kondriuk, A. F., & Yakubash, N. O. (2008). Otsinka zymostiikosti ta produktyvnosti ukrainskoi porody bdzhil riznoi selektsii. Rozvedennia i henetyka tvaryn, 42, 108–114 (in Ukrainian).

Kovalchuk, I., Dvylyuk, I., Lecyk, Y., Dvylyuk, I., & Gutyj, B. (2019). Physiological relationship between content of certain microelements in the tissues of different anatomic sections of the organism of honey bees exposed to citrates of argentum and cuprum. Regulatory Mechanisms in Biosystems, 10(2), 177–181. DOI: 10.15421/021926.

Kovalskyi, Yu., Gucol, A. Gutyj, B., Sobolev, O., Kovalska, L., & Mironovych, A. (2018). Features of histolism and hystogenesis in the vital temperature range in the organism of honey bee (Apis mellifera L.) in the postembrional period. Ukrainian Journal of Ecology, 8(2), 301–307. DOI: 10.15421/2018_342.

Mao, W., Schuler, M. A. & Berenbaum, M. R. (2017). Disruption of quercetin metabolism by fungicide affects energy production in honey bees (Apis mellifera). Proc Natl Acad Sci USA, 114(10), 2538–2543. DOI: 10.1073/pnas.1614864114.

Mao, W., Schuler, M. A., & Berenbaum, M. R. (2015). Task-related differential expression of four cytochrome P450 genes in honeybee appendages. Insect Mol Biol, 24(5), 582–588. DOI: 10.1111/imb.12183.

Opria, A. T., Dorohan-Pysarenko, L. O., Yehorova, O. V., & Kononenko, Zh. A. (2014). Statystyka (modulnyi variant z prohramovanoiu formoiu kontroliu znan) (in Ukrainian).

Papp, V. V., Kizmanbaiza, A. A., & Plyska, V. M. (2017). Otsinka prostykh mizhtypovykh hibrydiv karpatskykh bdzhil v pari poiednan Synevyr ta Vuchkivskoho. Bdzhilnytstvo Ukrainy, 2, 158–165 (in Ukrainian).

Pylypenko, V. (2019). Istoriia doslidzhen karpatskykh bdzhil (z osnovamy matkovyvidnoi spravy): Lviv: Ukrainskyi pasichnyk (in Ukrainian).

Saranchuk, I. I., Vishchur, V. Ya., Gutyj, B. V., & Klim, O. Ya. (2021). Effect of various amounts of sunflower oil in feed additives on breast tissues' functional condition, reproductivity, and productivity of honey bees. Ukrainian Journal of Ecology, 11(1), 344–349. DOI: 10.15421/2021_51.

Vishchur, V. Y., Gutyj, B. V., Nischemenko, N. P., Kushnir, I. M., Salata, V. Z., Tarasenko, L. O., Khimych, M. S., Kushnir, V. I., Kalyn, B. M., Magrelo, N. V., Boiko, P. K., Kolotnytskyy, V. A., Velesyk, T., Pundyak, T. O., & Gubash, O. P. (2019). Effect of industry on the content of fatty acids in the tissues of the honey-bee head. Ukrainian Journal of Ecology, 9(3), 174–179. DOI: 10.15421/2019_727.

Wu, Y., Zheng, H., Corona, M. Pirk, C., Meng, F., Zheng, Y., & Hu, F. (2017). Comparative transcriptome analysis on the synthesis pathway of honey bee (Apis mellifera) mandibular gland secretions. Scientific Reports, 7(1), 4530. DOI: 10.1038/s41598-017-04879-z.