

УДК 638.12+519.24

## Морфометрія крил робочих бджіл Харківської, Сумської та Полтавської областей України

Бабенко В.В.<sup>1</sup> , Галатюк О.Є.<sup>2</sup> , Череватов В.Ф.<sup>3</sup> , Яровець В.І. ,  
Григорків Л.М. , Калашніков О.Є. , Єгошин Л.Р. , Романишина Т.О. 

<sup>1</sup> Львівський національний університет ім. Івана Франка

<sup>2</sup> Поліський національний університет

<sup>3</sup> Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича

 Кореспондентний автор – Яровець В.І., 1951nadija@gmail.com



Бабенко В.В., Галатюк О.Є., Череватов В.Ф., Яровець В.І., Григорків Л.М., Калашніков О.Є., Єгошин Л.Р., Романишина Т.О. Морфометрія крил робочих бджіл Харківської, Сумської та Полтавської областей України. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2023. № 2. С. 78–89.

Babenco O., Galatyuk O., Cherevatov V., Yarovets V., Hryhorkiv L., Kalashnikov O., Egoshin L., Romanyshyna T. Wing morphology of worker bees of Kharkiv, Sumy and Poltava regions of Ukraine. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2023. № 2. PP. 78–89.

Рукопис отримано: 07.09.2023 р.

Прийнято: 21.09.2023 р.

Затверджено до друку: 23.11.2023 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2023-182-2-78-89

Належність місцевих популяцій бджіл, розповсюджених на території України, до підвидів *A. m. carnica*, *A. m. macedonica*, *A. m. mellifera* та *A. m. aucasica*, досліджувалися раніше за допомогою різних фенотипічних ознак, в окремих випадках – за допомогою вивчення мітохондріальної ДНК. За попередніми морфометричними дослідженнями, не вдалося виявити бджолині сім'ї, які можна було б кваліфікувати як «чистопородні».

Метою цієї роботи було вивчити три пасіки з різних областей України, на яких систематично проводяться селекційні заходи з відтворення та збереження місцевої популяції українських степових бджіл підвиду *A. m. macedonica*, підтвердити таке породне позиціонування та виявити бджолині сім'ї, придатні для подальшої селекційної роботи.

Предметом вивчення були фенотипи крил робочих бджіл. За фенотип крил у цій праці приймалися 10 ознак: сім індексів *Ci*, *Dbi*, *Disc.sh*, *Ri*, *Ci.2*, *Ci.3*, *Ci.2.1*, та три кути *A4*, *E9*, *J10*. Інструментом вивчення слугували методи статистичної обробки інформації та комплекс програм STATISTICA.

Вивчено 5200 крил робочих бджіл 53 пасік Харківської, Сумської та Полтавської областей. Класифікацію крил Сумської та Полтавської областей виконано за 4 кластерами, Харківської – за 3. Попередньо, за евклідовими відстанями, на підставі середніх значень ознак для окремих кластерів крил, остаточно з урахуванням відстаней Махаланобіса між центроїдами кластерів, сформовано три масиви даних, які позначені як «UkrStep» та «UkrStep.2», віднесені до підвиду *A. m. macedonica*, «Carnica» віднесено до підвиду *A. m. carnica*, які можуть використовуватися в подальшому як регіональні еталони для вивчення бджолиних сімей цієї частини України з метою встановлення їх імовірної породності.

Встановлено, що на досліджених пасіках переважає за фенотипом популяція «українські степові бджоли» підвиду *A. m. macedonica* (62,2 %). Для чотирьох бджолиних сімей з пасіки с. Куземин 92 %–100 % робочих бджіл віднесені до українських степових бджіл. На пасіці м. Харків тільки для однієї бджолиної сім'ї 86 % робочих бджіл віднесені до популяції українських степових бджіл. Рекомендовано використовувати для селекції бджолині матки чотирьох бджолиних сімей: одну з пасіки м. Харків, три з с. Куземин.

**Ключові слова:** класична морфометрія крил робочих бджіл, дискримінантний аналіз.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Фенотипи крил робочих бджіл *Apis mellifera* L., популяції яких розповсюджені на території України, вивчались лише в окремих регіонах нашої держави та пов'язані із науковими та селекційними центрами дослідження бджоли медоносною. Наприклад, для регіону Карпат у Закарпатській області з морфометричними даними постійно оперують співробітники лабораторії розведення і селекції карпатських бджіл ННЦ «Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича», філія якого знаходиться в м. Мукачево Закарпатської області. Застосовано програму ВЕЕМОРН, де використано 30 ознак крил, одержано стандарти робочих особин бджіл місцевих типів «Вучківський» та «Колочавський» [1]. Враховуючи географічне та кліматичне різноманіття гірських та рівнинних частин Закарпатської області, вчені філії ННЦ детально вивчають бджіл окремих районів [2–7], що дає змогу проводити селекційну роботу із збереження генотипу місцевих популяцій. Вивченню морфометричних показників карпатських бджіл присвячені також ряд інших робіт [8, 9].

Морфометрія бджіл північної, центральної, східної та південної України вивчалась епізодично і лише останнім часом цим дослідженням почали приділяти належну увагу. Так, вивчаючи окремі бджолині сім'ї рівнинних областей України за допомогою морфометрії крил робочих бджіл з використанням 8-и індексів – *Ci*, *Dbi*, *Disc.sh.*, *Pci*, *Ri*, *Ci.2*, *Ci.2.1*, *Ci.3* [10] – підтверджено висновок про значну строкатість розповсюдження фенотипів крил, які, ймовірно, належать до підвидів *A. m. carnica*, *A. m. mellifera*, *A. m. macedonica* та їх гібридів, про що було зауважено раніше у роботі Мейхнера [11]. Продовжуючи дослідження місцевих популяцій бджіл півночі та центру України, зроблено спробу виявити перспективні бджолині сім'ї українських степових бджіл, які можна було б використати з метою подальшої селекції [12]. Однак результат виявився незадовільним. Таких бджолиних сімей та маток, які б заслуговували на увагу, виявити не вдалось. Мабуть, однією з причин була недостатня кількість вивчених бджолиних сімей та досліджених регіонів.

**Мета роботи.** Здійснити морфометричні дослідження крил робочих бджіл на пасіках Харківської, Сумської та Полтавської областей, на яких проводяться селекційні роботи з метою покращення породного складу популяції українських степових бджіл, та виявити бджолині сім'ї, придатні для використання як «материнські» та «батьківські».

**Матеріал і методи дослідження.** Використано 1726 крил (18 бджолиних сімей, пасіка О. Є. Калашнікова м. Харків), 1882 крил (19 бджолиних сімей, пасіка Л. Р. Єгошина Сумська область, Охтирський район, с. Куземин), 1592 крил (16 бджолиних сімей, пасіка Л. М. Григорків Полтавська область, м. Гадяч). Усі бджолині сім'ї позиціонуються пасічниками як місцеві популяції українських степових бджіл. Пасіка Л. Р. Єгошина має статус племінного бджолорозплідника.

Світлини крил опрацьовано за допомогою програми TrpsDig2 [13].

Класифікацію крил проведено незалежно для кожної з трьох пасік за допомогою дискримінантного аналізу даних та комплексу програм STATISTICA [14]. Для цього застосовано методику послідовного вилучення ознак, коли на початковому етапі використано 25 ознак класифікації крил: п'ять традиційних індексів *Ci*, *Dbi*, *Disc.sh.*, *Pci*, *Ri*; три запропонованих нами – *Ci.2*, *Ci.3*, *Ci.2.1* [15], та 17 кутів – *A1*, *A4*, *B3*, *B4*, *D7*, *E9*, *G7*, *G18*, *H12*, *J10*, *J16*, *K19*, *L13*, *M17*, *N23*, *O26*, *Q21*, згідно з протоколом DAWINO [16]. На кожному наступному етапі послідовно вилучались найменш інформативні ознаки або такі, які вносили значний дисбаланс у класифікацію. Таким чином, було досягнуто оптимального, з точки зору достовірності, результату класифікації, зокрема в підсумку використано 10 ознак: сім індексів *Ci*, *Dbi*, *Disc.sh.*, *Ri*, *Ci.2*, *Ci.3*, *Ci.2.1*, та три кути *A4*, *E9*, *J10*.

**Результати дослідження та обговорення.** З метою ілюстрації якості проведеної класифікації наведемо один приклад результату класифікації крил робочих бджіл з пасіки Л. М. Григорків (м. Гадяч, Полтавської області) за чотирма кластерами (табл. 1, 2).

У графі «Часткова лямбда» вагомість внеску кожної ознаки у класифікацію зростає у послідовності: *Ci*, *J10*, *Ci.2*, *E9*, *Ci.2.1*, *Disc.sh.*, *Ri*, *A4*, *Dbi*, *Ci.3*. Отже, найменш значущою є ознака *Ci*, а найбільш значущою – *Ci.3*. Парні кореляції між значеннями усіх ознак перебувають в межах 0–0,3 ( $p < 0,05$ ). Тобто, кореляційні зв'язки між ними є незначними, а це свідчить про важливість усіх використаних ознак для класифікації даних. Окремо перевірялись кореляційні зв'язки між ознаками, які залишилися у підсумковому варіанті класифікаційної моделі. Встановлено, що парні кореляції між значеннями усіх ознак перебувають в межах 0–0,3 ( $p < 0,05$ ). Тобто кореляційні зв'язки між ними є незначними, а це свідчить про важливість усіх використаних ознак для класифікації даних.

Таблиця 1 – Підсумкові результати дискримінантного аналізу крил (n=1592) робочих бджіл бджолиних сімей (n=16) Полтавської обл.

Індекси	Лямбда Вілкса	Часткова лямбда	F - критерій 3,1579	p-рівень значущості	Толерант- ність	1-толер. (R-Sqr.)
Ci	0,1154	0,9823	9,4609	0,000003	0,7619	0,2381
Dbi	0,1201	0,944	31,2149	<0,000001	0,6661	0,3339
Disc.sh.	0,1175	0,9647	19,2848	<0,000001	0,6044	0,3956
Ri	0,1192	0,9509	27,1609	<0,000001	0,5477	0,4523
Ci.2	0,1163	0,9749	13,5784	<0,000001	0,1857	0,8143
Ci.3	0,1201	0,9434	31,5504	<0,000001	0,7199	0,2801
Ci.2.1	0,117	0,9689	16,8733	<0,000001	0,5162	0,4838
A4	0,1199	0,9452	30,5278	<0,000001	0,5411	0,4589
E9	0,1167	0,9715	15,4218	<0,000001	0,264	0,736
J10	0,1158	0,9789	11,3337	<0,000001	0,2366	0,7634

Таблиця 2 – Матриця коректності класифікації крил робочих бджіл бджолиних сімей (n=16) Полтавської обл.

Кластери	Коректність	G_1:1 p=,28957	G_2:2 p=,27073	G_3:3 p=,21985	G_4:4 p=,21985	Всього крил
G_1:1	98,48	454	4	0	3	
G_2:2	95,13	8	410	9	4	
G_3:3	96	11	3	336	0	
G_4:4	93,14	13	11	0	326	
Разом	95,85	486	428	345	333	1592

Коректність класифікації становить 95,85 % і є цілком прийнятною (табл. 2). 1726 крил (О. Є. Калашніков м. Харків) 18-ти бджолиних сімей розподілені на три кластери з коректністю 95,6 %, 1882 крил (Л. Р. Єгошин Сумська область, с. Куземин) 19 бджолиних сімей розподілені на чотири кластери з коректністю 95,2 %.

**Морфометричні еталони.** На підставі отриманих результатів класифікації за евклідовими відстанями середніх значень індексів кластерів крил робочих бджіл сформовано чотири групи кластерів. На їх основі одержано остаточний склад масивів еталонних даних, з урахуванням значень відстаней Махаланобіса між центроїдами кластерів у кожній групі окремо. До еталонних даних включено тільки ті кластери, відстані Махаланобіса між центроїдами яких не перевищували значення 2,6.

Ідентифікація фенотипів крил еталонів робочих бджіл здійснювалась переважно на під-

ставі відомих літературних даних. За фенотип крил у цьому дослідженні приймається сукупність значень десяти вказаних вище ознак.

Для популяції українських степових бджіл підвиду *A. t. macedonica* значення кубітального індексу перебувають у межах: за Григорків  $Ci=2,19-2,29$  [17]; за Поліщуком –  $Ci=2,16-2,62$ , значення індексу Disc.sh. існує в межах: (+) 72 %–94 % крил [18, 19, 20]. Дослідження крил робочих бджіл республіки Північна Македонія дає значення кубітального індексу підвиду *A. t. macedonica* у межах 2,3363–2,5392 [21]; згідно з протоколом DAWINO, за даними цієї ж праці, значення індексів становлять:  $Ci=2,6$ ,  $Pci=2,7$ ,  $Dbi=1,0$ ,  $Ri=1,4$ . Враховуючи наведену інформацію, та порівнюючи її із середніми значеннями індексів двох еталонних масивів, позначених як «UkrStep.1», та «UkrStep.2», фенотипи крил обох можна віднести до підвиду *A. t. macedonica* популяції українських степових бджіл (табл. 3, 4).

Дані, наведені у таблиці 3 та в усіх наступних таблицях, обчислювались за середніми значеннями ознак кожного окремого кластера, які входять до складу цього еталону. До масиву еталонних даних «UkrStep.1» включено 6 кластерів крил з пасіки Калашнікова м. Харків, 5 – Єгошина Сумської області та 1 – Григорків Полтавської області, разом 12 кластерів.

До вказаного масиву еталонних даних включено 5 кластерів крил з пасіки Калашнікова, м. Харків, 6 – Єгошина, Сумської області, та 3 – Григорків, Полтавської області, разом 14 кластерів.

Для ідентифікації третього масиву еталонних даних використано морфометричні дослідження крил Закарпатської області за 2014–2019 рр., які продемонстрували стабільні значення кубітального індексу в межах  $Ci=2,46-2,54$  [2, 3, 4], а значення індексу Disc.sh., переважно – (+) для 100 % крил для всіх рівнинних та гірських районів. Враховуючи близькість середнього значення кубітального індексу (2,437), сформованого еталону та високе значення Disc.sh.=5,865, зроблено припущення про належність фенотипу крил робочих бджіл до підвиду *A.m.carnica*, позначено як «Carnica» (табл. 5).

Таблиця 3 – Значення індексів крил робочих бджіл морфометричного еталону «UkrStep.1»

«UkrStep.1»	І н д е к с и					N крил
	Ci	Dbi	Disc.sh.	Ri	Ci.2	
Середнє :	2,338	0,95	2,972	1,462	4,247	404
Ст. відхилення:	0,109	0,03	0,47	0,024	0,234	
Коеф. варіації (%):	4,7	3,1	15,8	1,6	5,5	
	І н д е к с и		К у т и *			N крил
	Ci.3	Ci.2.1	A4	E9	J10	
Середнє :	1,668	1,653	0,54	0,373	1,004	404
Ст. відхилення:	0,049	0,044	0,011	0,015	0,029	
Коеф. варіації (%):	2,9	2,6	2,1	4,2	2,9	

Примітка: \* – кути наведені у радіанах.

Таблиця 4 – Значення індексів крил робочих бджіл морфометричного еталону «UkrStep.2»

«UkrStep.2»	І н д е к с и					N крил
	Ci	Dbi	Disc.sh.	Ri	Ci.2	
Середнє :	2,334	0,943	2,897	1,452	3,273	533
Ст. відхилення:	0,134	0,021	0,543	0,023	0,14	
Коеф. варіації (%):	5,7	2,2	18,8	1,6	4,3	
	І н д е к с и		К у т и *			N крил
	Ci.3	Ci.2.1	A4	E9	J10	
Середнє :	1,502	1,587	0,546	0,392	0,912	533
Ст. відхилення:	0,035	0,041	0,011	0,01	0,012	
Коеф. варіації (%):	2,3	2,6	2	2,4	1,3	

Примітка: \* – кути наведені у радіанах.

Таблиця 5 – Значення індексів крил робочих бджіл морфометричного еталону «Carnica»

«Carnica»	І н д е к с и					N крил
	Ci	Dbi	Disc.sh.	Ri	Ci.2	
Середнє :	2,437	1,038	5,865	1,591	3,555	669
Ст. відхилення:	0,098	0,022	0,402	0,022	0,259	
Коеф. варіації (%):	4	2,1	6,9	1,4	7,3	
	І н д е к с и		К у т и *			N крил
	Ci.3	Ci.2.1	A4	E9	J10	
Середнє :	1,573	1,724	0,489	0,403	0,943	669
Ст. відхилення:	0,043	0,043	0,009	0,011	0,019	
Коеф. варіації (%):	2,7	2,5	1,9	2,8	2	

Примітка: \* – кути наведені у радіанах.

До вказаного масиву еталонних даних включено 10 кластерів крил з пасіки Калашнікова, м. Харків, 4 – Єгошина, Сумської області та 3 – Григорків, Полтавської області, разом 17 кластерів.

З метою перевірки правильності припущення віднесення цього фенотипу крил до підвиду *A. m. carnica* зроблено порівняння еталону «Carnica» з раніше одержаними локальними еталонами невеликого регіону Карпат (Сколівська громада), [22] (табл. 6).

Значення відстаней Махаланобіса між еталонами «Carnica» та раніше одержаними еталонами «Carpatica.1» та «Carpatica.2» мають значення менше 2,0, що вказує на значну подібність між ними та правильність ідентифікації фенотипу крил еталону «Carnica». Оцінювання подібності здійснювалось за дещо уточненою емпіричною шкалою подібностей, яку запропоновано у праці [23], зокрема: 0–2 – подібність значна, 2–2,6 – подібність помірна, 2,6–3,5 – подібність незначна, >3,5 – подібність відсутня.

Ідентифікація четвертого масиву еталонних даних виявилась проблематичною через низькі значення для кубітального індексу, що характерно для підвидів генеалогічної (еволюційної) лінії O [24], та високе середнє значення  $Disc.sh.=3,589$ , що характерно для підвидів генеалогічної лінії C. До вказаного масиву еталонних даних включено тільки 4 кластери крил з пасіки Григорків, Полтавської обл. Середні значення індексів  $C_i$  та  $Disc.sh.$  кластера крил бджолоїної сім'ї № G.11, що включено до цього масиву, становлять 1,761 та 4,16, відповідно. Для інших трьох кластерів – змінюються в межах  $C_i=1,905-2,091$ ,  $Disc.sh.=3,11-3,54$ . Такі малі значення кубітального індексу дають підставу припустити належність цього фенотипу крил робочих бджіл до певного гібриду з участю підвидів *A. m. caucasica* або *A. m. mellifera* (позначено як «XXXX») (табл. 7).

Остаточне формування складу еталону «XXXX» здійснено з урахуванням значень відстаней Махаланобіса між кластерами, які включено до еталону «XXXX» на попередньому етапі (табл. 8). Подібні дії виконано також з іншими трьома масивами еталонних даних.

Відстані Махаланобіса між кластерами масиву еталонних даних «XXXX» приймають значення в діапазоні 1,8–2,6, що є підставою врахувати їх в остаточному варіанті. Кластери, для яких відстані Махаланобіса >2,6 вилучались з усіх масивів еталонних даних як такі, що мають недостатню подібність.

Взаємовідносини між одержаними чотирма масивами сформованих еталонних даних теж досліджено за допомогою відстаней Махаланобіса (табл. 9).

Таблиця 6 – Відстані Махаланобіса між центроїдами кластерів крил регіону Карпат (n=4) та еталону «Carnica»

Еталони	Local Carpathian	Carnica (Skole)	Carpatica.1	Carpatica.2	Carnica
Local Carpathian	0	2,6	2	3,3	3,1
Carnica (Skole)	2,6	0	2,3	1,8	2,5
Carpatica.1	2	2,3	0	1,9	1,8
Carpatica.2	3,3	1,8	1,9	0	1,2
Carnica	3,1	2,5	1,8	1,2	0

Таблиця 7 – Значення індексів крил робочих бджіл морфометричного еталону «XXXX»

«XXXX»	І н д е к с и					N крил
	$C_i$	$Db_i$	$Disc.sh.$	$R_i$	$C_i.2$	
Середнє :	1,949	0,936	3,589	1,479	4,075	133
Ст. відхилення:	0,145	0,011	0,429	0,041	0,062	
Коеф. варіації (%):	7,4	1,2	12	2,8	1,5	
	І н д е к с и			К у т и *		N крил
	$C_i.3$	$C_i.2.1$	A4	E9	J10	
Середнє :	1,641	1,65	0,532	0,384	1,004	133
Ст. відхилення:	0,059	0,044	0,006	0,004	0,02	
Коеф. варіації (%):	3,6	2,6	1,1	1	2	

Примітка: \* – кути наведені у радіанах.

Таблиця 8 – Відстані Махаланобіса між центроїдами кластерів крил (n=4) еталону «XXXX»

Кластери	G.129-41.2	G.56-11.2	G.46-11.2	G.11.2
G.129-41.2	0	1,8	1,9	2,5
G.56-11.2	1,8	0	2,6	2,4
G.46-11.2	1,9	2,6	0	2,3
G.11.2 G.46-11.2	2,5	2,4	2,3	0

**Примітка:** G – належність кластера крил до пасіки Григорків (Полтавської обл.).

Таблиця 9 – Відстані Махаланобіса між центроїдами масивів еталонних даних (n=4)

	UkrStep.1	UkrStep.2	Carnica	XXXX
UkrStep.1	0	2,4	3	1,2
UkrStep.2	2,4	0	3	2,6
Carnica	3	3	0	3,2
XXXX	1,2	2,6	3,2	0

Згідно з даними, наведеними у таблиці 9, констатуємо, що еталони «UkrStep.1» та «UkrStep.2», хоч і різняться між собою, однак помірно подібні – еталони «UkrStep.1», «UkrStep.2», з одного боку, достатньо відрізняються від еталону «Carnica», з іншого, еталони «Carnica» та «XXXX» найменш подібні між собою з усіх розглянутих. Відзначено малу відстань Махаланобіса між центроїдами еталонів «UkrStep.1» та «XXXX». Це означає, що, незважаючи на значну відмінність у значеннях кубітального індексу «UkrStep.1»/«XXXX»=2,338/1,949, насправді ці еталони надзвичайно подібні та можуть бути об'єднані в один загальний еталон, позначений як «UkrStep» (табл. 10). Зроблений висновок підтверджується значеннями відстаней Махаланобіса між центроїдами окремих кластерів G.129-41.2, G.56-11.2, G.46-11.2, G.46-11.2 до еталонів «UkrStep.1», «UkrStep.2», а саме 1,3–2,1.

Очевидно, наше попереднє міркування щодо еталону «XXXX» було передчасним. Вплив генеологічної лінії O на фенотип крил цього кластера якщо і є, то він не настільки значний, щоб кардинально змінити фенотип крил підвиду *A. t. macedonica*.

Проаналізувавши дані таблиці 10, можна підсумувати, що коефіцієнти варіації дещо зростають, однак в межах «розумного». Особливо це помітно для індексу Ci, що цілком зрозуміло через велику різницю між значеннями для окремих еталонів, про що згадувалось вище у тексті. Тобто, значення кубітального індексу, яким широко послуговуються для інтерпретації «породності» за фенотипом крил, у цьому випадку не може використовуватись повною мірою. Цей факт певним чином корелює з раніше проведеним аналізом даних таблиці 1 щодо відносно малої значимості кубітального індексу на класифікацію крил робочих бджіл.

Таблиця 10 – Значення індексів крил робочих бджіл об'єданого морфометричного еталону «UkrStep»

«UkrStep»	І н д е к с и					N крил
	Ci	Dbi	Disc.sh.	Ri	Ci.2	
Середнє :	2,237	0,944	3,118	1,463	4,197	537
Ст. відхилення:	0,209	0,027	0,533	0,028	0,218	
Коеф. варіації (%):	9,4	2,8	17,1	1,9	5,2	
	І н д е к с и			К у т и*		N крил
	Ci.3	Ci.2.1	A4	E9	J10	
Середнє :	1,658	1,649	0,537	0,375	1,002	537
Ст. відхилення:	0,051	0,042	0,011	0,015	0,026	
Коеф. варіації (%):	3	2,6	2	3,9	2,6	

**Примітка:** \* – кути наведені у радіанах.

Серед досліджених бджолиних сімей пасік Григорків (Полтавська область, м. Гадяч), та Єгошина (Сумська область, с. Куземин) виявлено чотири кластера крил (по два кластера з кожної пасіки), які за значеннями індексів  $Disc.sh. = -0,905 - -0,502$  та  $Ci = 2,04 - 2,39$  можуть бути віднесені до підвиду *A. m. caucasica* (табл. 11). Такий висновок ґрунтується на морфометричних даних дослідженої бджолиної сім'ї з Грузії (Кутаїсі) [25]. Наведені у цій роботі значення індексів для двох кластерів крил 39 робочих бджіл становлять: для кластера Сс307.1 –  $Ci = 2,171$ ,  $Disc.sh. = - 0,44$  (25 крил); кластера Сс307.2 –  $Ci = 2,228$ ,  $Disc.sh. = - 2,29$  (14 крил), які за евклідовими відстанями узгоджуються із чотирма кластерами з пасік с. Куземин та м. Гадяч. Точніше оцінювання подібності зазначених кластерів крил до кластерів крил робочих бджіл (походженням з Грузії) виконано за допомогою відстаней Махаланобіса (табл. 11).

Наведені дані вказують, що є помірність між кластерами робочих крил з пасіки Григорків (Полтавська обл., Гадяч) G.48-41.4, та бджолиної сім'ї з Грузії Сс307.1. Однак відстані між іншими трьома кластерами G.14-41.4, G.48-41.4 та J.49.4, та кластерами Сс307.1, Сс307.2 перевищують значення 2,6. Ця не-

лика кількість досліджених крил бджолиної сім'ї з Грузії змушує критично поставитися до наведеної інформації. Навіть, якщо цей факт подібності справді існує, зважаючи що він стоюється незначної кількості 162 шт. (3,1 %) досліджених крил, можна стверджувати обмежений вплив підвиду *A. m. caucasica* на породний склад фенотипів бджіл, присутніх на вивчених пасіках трьох областей України.

На перший погляд, зважаючи на дані, наведені у таблиці 12, можна було б сформулювати відповідний масив еталонних даних. Однак аналіз відстаней Махаланобіса між кластерами крил, які утворюють цей масив даних, демонструє значні відмінності між окремими кластерами, що не дозволяє одержати достовірні середні значення фенотипу такого еталону (табл. 11).

Хоч між парами кластерів J.104.4 та G.48-41.4, G.48-41.4 та J.49.4 відстань Махаланобіса не перевищує значення 2,0, що вказує на надзвичайно високу подібність присутніх на різних пасіках кластерів крил робочих бджіл між собою. Пояснити цей факт можливо двома обставинами. По-перше, пасіки розташовані географічно на достатньо невеликій відстані (70 км), по-друге, пасічники вказують на періодичний обмін племінним матеріалом.

Таблиця 11 – Відстані Махаланобіса між центроїдами кластерів з пасік м. Гадяч та с. Куземин (n=4) та кластерів крил (n=2) підвиду *A. m. caucasica*

Кластери	Сс307.1	Сс307.2	G.14-41.5	G.48-41.5	J.104.5	J.49.5
Сс307.1	0	2,7	3,7	2,7	2,3	2,7
Сс307.2	2,7	0	4,6	2,8	2,9	3,4
G.14-41.4	3,7	4,6	0	3	3,2	2,3
G.48-41.4	2,7	2,8	3	0	1,9	1,7
J.104.4	2,3	2,9	3,2	1,9	0	2,5
J.49.4	2,7	3,4	2,3	1,7	2,5	0

**Примітка:** G – належність кластера крил до пасіки Григорків (Полтавської обл.), J – Єгошина (Сумська обл.).

Таблиця 12 – Середні значення індексів крил робочих бджіл кластерів G.14-41.4, G.48-41.4, J.104.4, J.49.4 об'єднаних в один масив даних

	І н д е к с и					N крил
	Ci	Dbi	Disc.sh.	Ri	Ci.2	
Середнє :	2,195	0,867	-0,731	1,348	3,71	162
Ст. відхилення:	0,157	0,034	0,196	0,026	0,284	
Коеф. варіації (%):	7,1	4	26,8	1,9	7,6	
	І н д е к с и		К у т и *			N крил
	Ci.3	Ci.2.1	A4	E9	J10	
Середнє :	1,581	1,51	0,595	0,366	0,95	162
Ст. відхилення:	0,106	0,054	0,008	0,01	0,017	
Коеф. варіації (%):	6,7	3,6	1,3	2,6	1,7	

**Примітка:** \* – кути наведені у радіанах.

Зведені результати досліджень крил із Харкова, Полтавської та Сумської областей за породним та, відповідно, підвидовим (українська степова – *A. m. macedonica*, карніка – *A. m. carnica*) розподілом наведені у таблиці 13. Необхідно зауважити, що до графи «Інші» віднесено кластери фенотипів крил, які з вагомих причин можуть інтерпретуватись приналежністю до підвиду *A. m. caucasica*, та крила кластерів, що не мали достатніх підстав інтерпретації фенотипів з огляду на те, якими підвидами вони обумовлюються.

ідентифікації. Це єдина бджолина сім'я серед усіх досліджених, до якої можуть бути підозри щодо гібридизації підвидом *A. m. mellifera* через аномально мале значення кубітального індексу. Хоч на початку дослідження в авторів були підстави побачити вплив підвиду *A. m. mellifera* на фенотип крил робочих бджіл, враховуючи географічне розташування території Сумської та північної частини Полтавської областей, де розташоване м. Гадяч, та які входять до складу, або межують з регіоном Полісся. Однак результати спростували ці очікування.

Таблиця 13 – Породний розподіл крил робочих бджіл пасік (n=3) м.Харків, Полтавської та Сумської областей

Пасіки	Українські степові бджоли (шт.,%)	Карніка (шт.,%)	Інші (шт.,%)	Разом крил (шт.)
Калашніков м. Харків	1111 (64,4%)	615 (35,6%)	-	1726
Єгошин с. Куземин	1220 (64,8%)	406 (21,6%)	256 (13,6%)	1882
Григорків м. Гадяч	905 (56,8%)	345 (21,7%)	342 (21,5%)	1592
Разом	3236 (62,2%)	1366 (26,3%)	598 (11,5%)	5200

Серед 53 досліджених бджолиних сімей та 5200 крил 3236 (62,2 %) крил разом з кластерами не були включені до результуючих масивів еталонних даних «UkrStep», «UkrStep.2» через значні відмінності у значеннях окремих ознак (віднесені до українських степових бджіл). У першу чергу, відмінності від типових значень ознак стосуються індексів  $C_i$  та  $Disc.sh.$  Згідно з даними таблиць 3, 4, 10, типові значення індексів  $C_i$  та  $Disc.sh.$  для популяції українських степових бджіл підвиду *A. m. macedonica* для дослідженого регіону України коливаються в межах 2,237–2,338 та 2,897–3,118, відповідно. Однак окремі кластери, які в цілому за фенотипом крил вкладаються у прийнятий нами поріг допустимої мінімальної подібності для відстаней Махаланобіса ( $2,6 <$ ), віднесені до популяції українських степових бджіл, показують значні відмінності від зазначених типових значень у розумінні окремих ознак. Це стосується кластерів крил бджолиних сімей J.129.4, J.132.4, J.84.4, J.50.4, J.192.4, для яких значення  $Disc.sh.=0,11-1,16$ . Необхідно звернути увагу на кластер G.11.4, для якого значення  $C_i=1,694$ ,  $Disc.sh.=1,29$ , а найменша відстань Махаланобіса до еталону «UkrStep.1» становить 3,5, тому немає підстав до його ймовірної

Для кластерів K.140.3, K.280.3 значення  $C_i$  становлять 2,277 та 2,252, відповідно, а відстань Махаланобіса між центроїдами кластерів до еталону «Carnica» – 1,1, для G.46-11.3, G.58-41.3, G.34-44.3, G.52.3 значення  $C_i = 2,037-2,317$ , відстані Махаланобіса до еталону «Carnica» приймають значення в межах 1,5-2,2, що є підставою віднести фенотипи цих кластерів до підвиду *A. m. carnica*. Мале значення  $C_i=2,037$  для кластера G.46-11.3 може вказувати на гібридизацію за участю підвидів *A. m. mellifera* або *A. m. caucasica*. Значення індексу  $C_i$  для кластера K.300.2 становить 2,477, тимчасом найменша відстань Махаланобіса до еталону «UkrStep.2» – 1,9, що свідчить про належність крил цього кластеру до популяції українських степових бджіл.

Вісім кластерів: J.49.4, J.51.4, G.129-41.4, G.76-11.4, G.56-11.4, G.11.4, G.41.4, K.300.2, для яких відстані Махаланобіса до трьох сформованих еталонів  $>2,9$ , не отримали прийнятої інтерпретації фенотипів крил.

Дослідження бджіл підвиду *A. m. carnica* не було предметом зацікавленості авторів. Однак значна кількість крил – 1366 шт. (26,3 %), віднесена за фенотипом до цього підвиду, змушує зробити декілька коментарів. Необхідно



звернути увагу на встановлені «типові» значення окремих індексів популяцій підвиду *A. m. carnica*, що характерні для дослідженого регіону:  $C_i=2,437$  та  $Disc.sh.=5,865$ , які добре узгоджуються з даними досліджень місцевих бджіл усіх районів Закарпатської обл. [2, 3, 4], та з нашими дослідженнями бджіл Сколівської громади [22]. Однак за значенням  $C_i$ , ці дані відрізняються від наведених у праць [1], де  $C_i = 2,6-2,75$  та [8], де  $C_i=2,68-2,78$ . Наявність значної кількості бджіл підвиду *A. m. carnica* повинно змусити пасічників певним чином відкоригувати напрям селекційної діяльності з метою зменшити вплив, а в перспективі довести до повної відсутності бджіл підвиду *A. m. carnica* на своїх пасіках, зважаючи на наміри утримувати бджіл місцевих популяцій.

Достатня кількість кластерів, які мають відхилення значень окремих ознак від типових, або такі, що не одержали однозначної прийнятної ідентифікації належності до певних підвидів, вказує ще й на присутність різноманітних комбінацій у межах хромосомних наборів бджолиних маток на досліджуваних пасіках. Якщо такий геном зі значною мірою гомозиготний, то значення ознак фенотипу крил будуть відповідати означеним типовим межах. Тобто, хромосомні набори варіабельні в межах певного підвиду. Якщо ж хромосомний набір характеризується значною гетерозиготністю, можливі відхилення значень окремих ознак фенотипу крил. Такі відхилення можуть вказувати на приналежність хромосомних наборів до різних підвидів. У цьому контексті достовірна інтерпретація фенотипів крил («Інші») можлива шляхом встановлення фенотипів крил трутнів для певних бджолиних сімей. Таке дослідження крил трутнів дасть змогу виявити ймовірну комбінацію приналежності хромосомних наборів до певних підвидів у геномах маток і, таким чином, пов'язати одержані значення ознак робочих бджіл з породністю фенотипів. Тому автори мають намір продовжити дослідження саме в цьому напрямі.

**Висновки.** Таким чином, на підставі вивчення фенотипів крил робочих бджіл трьох пасік Харківської, Полтавської та Сумської областей вдалось одержати три масиви регіональних еталонних даних позначені як «UkrStep», «UkrStep.2» та «Carnica», які можуть використовуватись в подальшому для вивчення бджолиних сімей цієї частини України, з метою встановлення їх ймовірної породності.

Враховуючи, що метою роботи був пошук можливого племінного матеріалу бджіл підвиду *A. m. macedonica*, необхідно відзначити ті

бджолині сім'ї та матки, які можуть бути використані для подальшої селекції. З пасіки Калашнікова це бджолині сім'ї № 290, 377, 363 ( $\Rightarrow 75\%$  крил віднесено до українських степових бджіл), 110 та 170 (81%), 260 (86%), з пасіки Єгошина – № 102 та 193 (69%), 132, 84, 89 та 192 (92%–100%), з пасіки Григорків – № 52 (77%).

З'ясовано, що відвертих ознак належності фенотипів крил до підвиду або до гібридів *A. m. mellifera* не було виявлено, незважаючи на те, що дослідні пасіки знаходяться в межах районування цього підвиду, або на межі такого регіону. Навпаки, виявлено можливу присутність бджіл підвиду *A. m. caucasica* на двох пасіках з трьох досліджених. Це припущення потребує додаткового вивчення та підтвердження. У загальному розповсюдженні та вплив цього підвиду бджіл можна вважати незначним.

**Відомості про конфлікт інтересів.** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Пап В. В., Керек С. С. Дослідження породних ознак карпатських бджіл за допомогою програмного забезпечення «Veemorph». Бджільництво України. 2015. № 1. С. 103–109.
2. Керек С. С., Керек П. М. Особливості породної характеристики місцевих бджіл низинних районів Закарпатської області. Бджільництво України. 2017. № 2. С. 115–128.
3. Керек С. С., Керек П. М. Породна характеристика бджіл, що населяють райони Закарпатської області з гористою місцевістю. Бджільництво України. 2018. № 3. С. 50–62.
4. Дослідження породних особливостей місцевих бджіл Рахівського району Закарпатської області / С. С. Керек та ін. Бджільництво України. 2020. № 4. С. 25–27. DOI:10.46913/beekeepingjournal.2020.4.04.
5. Пап В. В., Кірман-Байза А. А., Плиська В. М. Оцінка простих міжтипових гібридів карпатських бджіл в парі поєднань Синевір та Вучківського. Бджільництво України. 2017. № 2. С. 158–165.
6. Пап В. В., Метлицька О. І., Палькіна М. Д. Генетичні особливості популяції карпатських бджіл чотирьох провідних типів. Розведення і генетика тварин. 2017. № 53. С. 228–235.
7. Cherevatov O. V., Panchuk I. I., Kerek S. S., Volkov R. A. Molecular diversity of the CoI-CoII spacer region in the mitochondrial genome and the origin of the Carpathian bee. Cytology and Genetics. 2019. No 4. P. 13–14. DOI:10.3103/S0095452719040030.
8. Петько М., Федорович В. Екстер'єрні ознаки та морфометричні показники крила бджіл різних селекційних кросів карпатської породи. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького. 2022. Т. 24. № 96. С. 101–105.
9. Череватов В. Ф., Феркаляк В. Ю., Волков Р. А. Неконтрольована гібридизація бджоли медоносною (*Apis mellifera* L.) на території Івано-Франківської

області. Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів. 2014. Т.12. № 2. С. 234-240.

10. Яровець В., Бабенко В., Кривченко О. Морфометрія крил бджіл центральних та східних регіонів України. К: Пасіка. 2022. № 2. С. 22–25.

11. *Apis mellifera mellifera* in eastern Europe - morphometric variation and determination of its range limits / M. D. Meixner et al. *Apidologie*, Springer Verlag. 2007. Vol. 38. No 2. P. 191–197. URL:<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00892245>.

12. Галатюк О. Є., Яровець В. І., Бабенко В. В., Череватов В. Ф., Григоренко А. М., Стрільчук М. С., Кривченко О. М. Морфометрія крил робочих бджіл центральної та північної частини України. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва». 2023. № 1. С. 74–87. DOI: 10.33245/2310-9289-2023-178-1-74-87.

13. TpsDig. URL:<https://ru.freedownloadmanager.org/WindowsPC/tpsDig2.html>.

14. Єрина А. М., Єрін Д. Л. Статистичне моделювання та прогнозування: підручник. К: КНЕУ. 2014. 348 с.

15. Яровець В. І., Бабенко В. В., Галатюк О. Є. Морфометрія крил бджіл за вісьмома ознаками (індексами): Ci, Dbi, Disc.sh., Pci, Ri, Ci.2, Ci.2.1, Ci.3. Бджільництво України. 2022. № 8. С. 65–71. DOI:10.46913/beekeepingjournal.2022.8.10.

16. A review of methods for discrimination of honey bee populations as applied to European beekeeping / M. Bouga et al. *Journal of Apicultural Research*. 2011. Vol. 50. No 1. P. 51–84. DOI: 10.3896/IBRA.1.50.1.06.

17. Григорків Л. М. Порівняльна оцінка якості бджіл від маток різних поколінь генеалогічних груп. К: Бджільництво України. 2018. Т. 1. № 3. С. 29–35. URL:[https://www.journalbeekeeping.com.ua/index.php/1\\_4/article/view/107](https://www.journalbeekeeping.com.ua/index.php/1_4/article/view/107).

18. Поліщук В. П. Бджільництво. К: Видавництво «Український пасічник», 2001. 296 с.

19. Поліщук В. П. Внутрішньопородний тип українських бджіл «Хмельницький». К: Пасічник. 2006. № 1. С. 12–13.

20. Поліщук В. П. Селекція українських бджіл. К: Пасіка. 2007. № 11. С. 2–5.

21. Morphological diversity and racial determination of the honey bee (*Apis mellifera* L.) population in the Republic of Macedonia / A. Uzunov et al. *Journal of Apicultural Research and Bee World*. 2009. Vol. 48. No 3. P. 196–203. DOI:10.3896/IBRA.1.48.3.08.

22. Яровець В., Бабенко В., Ферцак М., Швед О. Морфометрія крил робочих бджіл регіону Карпат (Стрийський район, Сколівська громада). К: Пасіка. 2023. № 1. С. 21–23.

23. Morphometry of wings of worker bees of the subspecies *Apis mellifera mellifera* L. (Polissya population of Zhyto- myr region) / O. Galatiuk et al. *Science Rise: Biological Science*. 2023. 1 (34). P. 38–49. DOI:10.15587/2519-8025.2023.275588.

24. Han F., Wallberg A., Matthew T. Webster From where did the Western honeybee (*Apis mellifera*) originate? *Ecology and Evolution*, 2012. Vol. 2. No 8. P. 1949–1957. DOI:10.1002/ece 3.312.

25. Труш Р., Галатюк О., Бабенко В., Яровець В. Дослідження гібридів за допомогою морфометрії крил робочих бджіл. Хмельницький: Пасічник. 2023. № 6 (231). С. 20–22.

## REFERENCES

1. Papp, V. V., Kerek, S. S. (2015). Doslidzhennja porodnyh oznak karpats'kyh bdzhil za dopomogou programnogo zabezpechennja «Beemorph» [Study of breed characteristics of Carpathian bees with the help of «Beemorph» software]. *Bdzhil'nyctvo Ukrai'ny* [Beekeeping of Ukraine]. no. 1, pp. 103–109. (in Ukrainian)..

2. Kerek, S. S., Kerek, P. M. (2017). Osoblyvosti porodnoi' harakterystyky miscevyh bdzhil nyzynnyh rajoniv Zakarpats'koi' oblasti [Peculiarities of breed characteristics of local bees in the lowland areas of the Transcarpathian region]. *Bdzhil'nyctvo Ukrai'ny* [Beekeeping of Ukraine]. no. 2, pp. 115–128. (in Ukrainian)..

3. Kerek, S. S., Kerek, P. M. (2018). Porodna harakterystyka bdzhil, shho nasel'jajut' rajony Zakarpats'koi' oblasti z gorystoju miscevistju [Breed characteristics of bees inhabiting regions of Zakarpattia region with mountainous terrain]. *Bdzhil'nyctvo Ukrai'ny* [Beekeeping of Ukraine]. no. 3, pp. 50–62. (in Ukrainian)..

4. Kerek, S. S., Keil, E. I., Kerek, P. M., Kizman-Baiza, A. A., Mertsyn, I. I., Papp, V. V. (2020). Doslidzhennja porodnyh osoblyvostej miscevyh bdzhil Rahivs'kogo rajonu Zakarpats'koi' oblasti [Study of breed characteristics of local bees of the Rakhiv district of Zakarpattia region]. *Bdzhil'nyctvo Ukrai'ny* [Beekeeping of Ukraine]. no. 4, pp. 25–DOI:10.46913/beekeepingjournal. 2020.4.04. (in Ukrainian).

5. Papp, V. V., Kizman-Baiza, A. A., Plyska, V. M. (2017). Ocinka prostyh mizhtypovyh gibrydiv karpats'kyh bdzhil v pari pojednan' Synevir ta Vuchkivsk'kogo [Evaluation of simple interspecific hybrids of Carpathian bees in a pair of Synevir and Vuchkivsky combinations]. *Bdzhil'nyctvo Ukrai'ny* [Beekeeping of Ukraine]. no. 2, pp. 158–165. (in Ukrainian)..

6. Papp, V. V., Metlytska, O. I., Palkina, M. D. (2017). Genetychni osoblyvosti populjacii' karpats'kyh bdzhil chotyroh providnyh typiv [Genetic features of the Carpathian bee population of the four leading types]. *Rozvedennja i genetyka tvaryn* [Animal breeding and genetics]. Vol. 53, pp. 228–235. (in Ukrainian)..

7. Cherevatov O. V., Panchuk I. I., Kerek S. S., Volkov R. A. (2019). Molecular diversity of the Col-CoII spacer region in the mitochondrial genome and the origin of the Carpathian bee. *Cytology and Genetics*, no 4, pp. 13–14. DOI:10.3103/S0095452719040030. (in Ukrainian)..

8. Petko, M. S., Fedorovych, V. V. (2022). Ekster'jerni oznaky ta morfometrychni pokaznyky kryla bdzhil riznyh selekcijnyh krosiv karpats'koi' porody [Exterior features and morphometric parameters of the bees' wing of different breeding crosses of the Carpathian breed]. *Naukovyj visnyk LNUVMB imeni S. Z. G'zhyc'kogo* [Scientific Bulletin LNUVMB named after S. Z. Gzhitsky]. Vol. 24, no. 96, pp. 101–105. DOI:10.32718/nvlvet-a9613. (in Ukrainian).

9. Cherevatov, V. F., Ferkalyak, V. Yu., Volkov, R. A. (2014). Nekontrol'ovana gibrydyzacija bdzholy medonosnoi' (*Apis mellifera* L.) na terytorii' Ivano-Frankivs'koi' oblasti [Uncontrolled hybridization of the honey bee (*Apis mellifera* L.) in the territory of the Ivano-Frankivsk region]. *Visnyk Ukraïns'kogo tovarystva genetykiv i selekcioneriv* [Bulletin of the Ukrainian Society of Geneticists and Breeders]. Vol. 12, no. 2, pp. 234–240. (in Ukrainian).
10. Yarovets V., Babenko V., Kryvchenko O. (2022). Morfometrija kryl bdzhil central'nyh ta shidnyh regioniv Ukraïny [Morphometry of the wings of bees in the central and eastern regions of Ukraine]. *K: Apiary*, no. 2, pp. 22–25. (in Ukrainian).
11. Meixner, M. D., Worobik, M., Wilde, J., Fuchs, S., Koenigen, N. (2007). *Apis mellifera mellifera* in eastern Europe - morphometric variation and determination of its range limits. *Apidologie*, Springer Verlag. Vol. 38, no. 2, pp. 191–197. Available at: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00892245>.
12. Galatyuk, O., Yarovets, V., Babenko, V., Cherevatov, V., Grigorenko, A., Strilchuk, M., Kryvchenko, O. (2023). Morfometrija kryl robochyh bdzhil central'noi ta pivnichnoi chastyn Ukraïny [Wing morphometry of worker bees in the central and northern parts of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkciï tvarynnyctva»* [Collection of scientific works "Technology of production and processing of animal husbandry products"]. no. 1, pp. 74–87. DOI:10.33245/2310-9289-2023-178-1-74-87. (in Ukrainian).
13. TpsDig. Available at: <https://ru.freedomload-manager.org/Windows-PC/tpsDig2.html>.
14. Yerina A. M., Yerin D. L. (2014). *Statistical modeling and forecasting: a textbook* [Statistical modeling and forecasting: a textbook]. K: KNEU, 348 p. (in Ukrainian).
15. Yarovets V. I., Babenko V. V., Halatiuk O. Ie. (2022). Morfometrija kryl bdzhil za vis'moma oznakamy (indeksamy): Ci, Dbi, Disc.sh., Pci, Ri, Ci.2, Ci.2.1, Ci.3. [Morphometry of bee wings according to eight signs (indexes): Ci, Dbi, Disc.sh, Pci, Ri, Ci.2, Ci.2.1, Ci.3.]. *Bdzhil'nyctvo Ukraïny* [Beekeeping of Ukraine]. Vol. 8, pp. 65–71. DOI:10.46913/beekeepingjournal.2022.8.10. (in Ukrainian).
16. Bouga, M., Alaux, C., Bienkowska, M., Buchler, R., Carreck, N. L., Cauia, E., Chlebo, R., Dahle, B., Dall'Olio, R., De la Rúa, P., Gregorc, A., Ivanova, E., Kence, A., Kence, M., Kezic, N., Kiprijanovska, H., Kozmus, P., Kryger, P., Le Conte, Y., Lodesani, M., Murilhas, A. M., Siceanu, A., Soland, G., Uzunov, G., Wilde, J. (2011). A review of methods for discrimination of honey bee populations as applied to European beekeeping. *Journal of Apicultural Research*, Vol. 50, no. 1, pp. 51–84. DOI:10.3896/IBRA.1.50.1.06.
17. Hryhorkiv, L. M. (2018). Porivnialna otsinka yakosti bdzhil vid matok riznykh pokolin henealohichnykh hrup [Comparative assessment of the quality of bees from queens of different generations of genealogical groups]. *K: Beekeeping of Ukraine*, Vol. 1, no. 3, pp. 29–35. Available at: [https://www.journalbeekeeping.com.ua/index.php/1\\_4/article/view/107](https://www.journalbeekeeping.com.ua/index.php/1_4/article/view/107). (in Ukrainian).
18. Polishchuk, V. P. (2001). *Bdzhil'nyctvo* [Apiculture]. K: Ukrainian Beekeeper Publishing House, 296 p. (in Ukrainian).
19. Polishchuk V. P. (2006). Vnutrishn'oporodnyj typ ukraïns'kyh bdzhil «Hmel'nyc'kyj» [Intrabreed type of Ukrainian bees "Khmelnyskyi"]. *K: Beekeeper*, no. 1, pp. 12–13. (in Ukrainian).
20. Polishchuk, V. P. (2007). Selekcija ukraïns'kyh bdzhil [Selection of Ukrainian bees]. *K: Apiary*, no. 11, pp. 2–5. (in Ukrainian).
21. Uzunov, A., Kiprijanovska, H., Andonov, S., Naumovski, M., Gregorc, A. (2009). Morphological diversity and racial determination of the honey bee (*Apis mellifera* L.) population in the Republic of Macedonia. *Journal of Apicultural Research and Bee World*, Vol. 48, no. 3, pp. 196–203. DOI:10.3896/IBRA.1.48.3.08.
22. Yarovets, V., Babenko, V., Fertsak, M., Shved, O. (2023). Morfometrija kryl robochyh bdzhil regionu Karpat (Stryjs'kyj rajon, Skolivska gromada) [Morphometry of the wings of worker bees of the Carpathian region (Strytsky district, Skolivska hromad)]. *K: Apiary*, no. 1, pp. 21–23. (in Ukrainian).
23. Galatiuk, O., Yarovets, V., Babenko, V., Cherevatov, V., Gutiy, B., Hryhorenko, A., Strilchuk, M., Stolyar, I. (2023). Morphometry of wings of worker bees of the subspecies *Apis mellifera mellifera* L. (Polissya population of Zhytomyr region). *Science Rise: Biological Science*, 1 (34), pp. 38–49. DOI:10.15587/2519-8025.2023.275588. (in Ukrainian).
24. Han, F., Wallberg, A., Matthew, T. (2012). Webster From where did the Western honeybee (*Apis mellifera*) originate? *Ecology and Evolution*, Vol. 2, no. 8, pp. 1949–1957. DOI:10.1002/ece3.312.
25. Trush, R., Galatyuk, O., Babenko, V., Yarovets, V. (2023). Doslidzhennja gibrydiv za dopomogoju morfometrii' kryl robochyh bdzhil [Study of hybrids using wing morphometry of worker bees]. *Khmelnyskyi: Beekeeper*, no. 6 (231), pp. 20–22. (in Ukrainian).

### Wing morphometry of worker bees of Kharkiv, Sumy and Poltava regions of Ukraine

**Babenko O., Galatyuk O., Cherevatov V., Yarovets V., Hryhorkiv L., Kalashnikov O., Egoshin L., Romanyshyn T.**

The affiliation of local bee populations spread across the territory of Ukraine to the subspecies *A. m. carnica*, *A. m. macedonica*, *A. m. mellifera*, and *A. m. caucasica* has been studied previously in most cases using various phenotypic characteristics, and in some cases, through the study of mitochondrial DNA. According to previous morphometric studies, it was not possible to identify bee families that could be qualified as "purebred".

The aim of this study was to investigate three apiaries from different regions of Ukraine where selection measures are systematically carried out to reproduce and preserve the local population of Ukrainian steppe bees, subspecies *A. m. macedonica*. The goal was to confirm this breeding positioning and find bee families suitable for further breeding work.

The study focused on the wing phenotypes of worker bees. In this work, 10 traits were considered as

wing phenotypes: seven indices Ci, Dbi, Disc.sh, Ri, Ci.2, Ci.3, Ci.2.1, and three angles A4, E9, J10. Statistical data processing methods and the STATISTICA software package were used as research tools.

A total of 5200 wings of worker bees from 53 apiaries in the Kharkiv, Sumy, and Poltava regions were studied. The classification of wings in the Sumy and Poltava regions was carried out into four clusters, while in Kharkiv, it was into three clusters. Preliminary classification based on Euclidean distances using the mean values of traits for individual wing clusters and taking into account the Mahalanobis distances between cluster centroids formed three data arrays labeled as "UkrStep" and "UkrStep.2," which were attributed to the subspecies *A. m. macedonica*, and "Carnica," attributed to the subspe-

cies *A. m. carnica*. These can be used as regional standards for studying bee families in this part of Ukraine with the aim of establishing their probable breed.

It was found that the population of Ukrainian steppe bees (62.2%) predominates by phenotype on the studied apiaries. For four bee families from the Kuzemin apiary, 92%-100% of worker bees belong to Ukrainian steppe bees. AOn the apiary in Kharkiv, only one bee family had 86% of worker bees belonging to the population of Ukrainian steppe bees. It is recommended to use queens from four bee families for breeding purposes: one queen from the Kharkiv apiary and three queens from the Kuzemin apiary.

**Key words:** Classical morphometry of worker bee wings, discriminant analysis.



Copyright: Бабенко В.В. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Бабенко В.В.

Галатюк О.Є.

Череватов В.Ф.

Яровець В.І.

Григорків Л.М.

Калашніков О.Є.

Єгошин Л.Р.

Романишина Т.О.

<https://orcid.org/0000-0002-4278-6473>

<https://orcid.org/0000-0002-9720-0660>

<https://orcid.org/0000-0003-4785-1913>

<https://orcid.org/0000-0001-7083-8130>

<https://orcid.org/0009-0000-7371-8169>

<https://orcid.org/0009-0001-2804-7607>

<https://orcid.org/0009-0002-4994-6414>

<https://orcid.org/0000-0003-3483-2887>