

УДК 638.12+519.24

Морфометрія крил робочих бджіл центральної та північної частин України

Галатюк О.Є.¹ , Яровець В.І.² , Бабенко В.В.³ , Череватов В.Ф.⁴ ,

Григоренко А.М.⁵ , Стрільчук М.С.⁶ , Кривченко О.М.⁷

¹ Поліський національний університет

² Львів, пенсіонер

³ Львівський національний університет ім. Івана Франка

⁴ Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича

⁵ Київ, Матковивідна пасіка «АМГ»

⁶ Миколаїв, інженер з охорони праці ЦРЛ

⁷ Кагарлик, Матковивідне господарство «КОМ bee»



Е-mail: Галатюк О.Є. olekhalatyuk@gmail.com; Череватов В.Ф. v.cherevatov@chnu.edu.ua;

Григоренко А.М. realto@ukr.net; Стрільчук М.С. mihail-ves@ukr.net; Кривченко О.М. queens@kombee.com.ua

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



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 частин України. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2023. № 1. С. 74–87.

Galatyuk O., Yarovets V., Babenko V., Cherevatov V., Grigorenko A., Strilchuk M., Kryuchenko O. Wing morphometry of worker bees in the central and northern parts of Ukraine. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2023. № 1. PP. 74–87.

Рукопис отримано: 17.03.2023 р.

Прийнято: 31.03.2023 р.

Затверджено до друку: 25.05.2023 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2023-178-1-74-87

На рівнинній лісостеповій частині території України, як вважається, розповсюджено кілька еволюційних ліній медоносних бджіл підвидів *Apis mellifera: mellifera* L., *Apis mellifera macedonica* Ruttner та *Apis mellifera caucasica* Pollmann, територіальні межі яких потребують детального вивчення. Морфометрія крил бджіл є одним із доступних методів встановлення фенотипу крил та морфологічних ознак бджіл у цілому. Однак повнота та ступінь вивчення морфометричних ознак бджіл популяцій, присутніх на території України, є недостатньою.

Метою дослідження було – здійснити більш точну та досконалу класифікацію крил; встановити морфометричні еталони робочих бджіл місцевих популяцій українських степових бджіл, розробити методику оцінювання можливої гібридизації за фенотипом крил та спробувати віднайти бджолині сім'ї з матками, придатними для подальшої селекції. Для реалізації поставленої мети використано класичну морфометрію дослідження фенотипу крил з використанням 8 ознак: традиційних – Ci, Dbi, Disc.sh, Pci, Ri та додаткових, запропонованих авторами, – Ci.2, Ci.3, Ci.2.1, що дало змогу підвищити рівень довіри до якості опрацювання статистичних даних ознак крил. За допомогою дискримінантного аналізу даних та комплексу програм Statistica створено класифікатор та здійснено класифікацію 3717 крил. З достатньою достовірністю (95,6 %) крила 28 бджолиних сімей було розподілено на п'ять кластерів.

Сформовано п'ять еталонних масивів, два з яких, імовірно, належать до популяції українських степових бджіл підвиду *A. m. macedonica*, один – до підвиду *A. m. carnica* Pollmann, два – до гібридів українських степових бджіл та поліської популяції підвиду *A. m. mellifera*. Встановлено значну подібність за фенотипами двох кластерів досліджених крил з крилами бджіл регіону Карпат та гібридизацію робочих бджіл означеної території поліською популяцією підвиду *A. m. mellifera*.

Представлено, у який спосіб за наявності еталонних даних ознак крил робочих бджіл, можна оцінювати тип та ступінь гібридизації усіх комах.

Сформовані масиви п'яти нових еталонів можуть використовуватись у наступних дослідженнях як еталони порівняння.

Ключові слова: морфометрія крил, класифікація робочих бджіл, дискримінантний аналіз.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. На рівнинній лісостеповій частині території України, як вважається, розповсюджено декілька еволюційних гілок підвидів медоносних бджіл: *Apis mellifera mellifera* L. (гілка – М), *Apis mellifera carnica* Pollmann, *Apis mellifera macedonica* Ruttner (гілка – С) та *Apis mellifera caucasica* Pollmann (гілка – О).

За даними літературних джерел, бджоли означеної території можуть бути віднесені до популяції українських степових бджіл [1, 2]. Це підтверджують публікації [3, 4, 5, 6]. Ф. Рутнер коротко згадує українську степову популяцію у контексті її походження від карніки [7]. Інші автори, вважаючи її окремою популяцією підвидів *A. m. carnica* або *A. m. macedonica*, наводять назви *Apis mellifera acervorum* [8], *Apis mellifera sossimai* [9]. У публікації Meixner et al., присвяченій вивченню мінливості типового підвиду *A. m. mellifera* Польщі, Білорусії та України зазначається, що «...морфометричні дані вказують на південну Польщу та Україну як справжній «плавильний котел» штамів медоносних бджіл із Західної Європи, Балкан та Західної Азії. Однак справжній характер і поширеність цього регіону гібридизації залишаються значною мірою невідомими, оскільки медоносні бджоли з європейських регіонів на південь і схід залишаються невивченими» [10]. З контексту статті та цієї цитати зрозуміло, що «невивченість» стосується як генетичних даних, так і морфологічних показників бджіл та крил бджіл, яких навіть у вітчизняній літературі є обмаль, а ті, які є, не надають потрібної повноти та достовірності інформації щодо морфологічних ознак, за якими можна здійснити надійну класифікацію бджіл та встановити їх належність до певних підвидів, екотипів, популяцій, ліній. З метою дослідження фенотипічних ознак бджіл використовують ефективний, відносно простий, метод дослідження морфометрії крил бджіл. Більшість вітчизняних дослідників зазвичай обмежуються кількома ознаками (індексами): частіше визначають значення кубітального індексу (Сі) та дискоїдального зміщення (Disc.sh.), зрідка – гантельного індексу (Dbi). На основі цих ознак можна розрізнити бджіл в окремих випадках між підвидами, а от встановити внутрішньопідвидову структуру неможливо. Це, своєю чергою, унеможливує визначення породної/расової належності бджіл, зокрема оцінку ступеня гібридизації основної породи домішковими. Кількісні ознаки фенотипу (довжина хоботка, ширина

тергітів, розмір крил, довжини відрізків на крилі та ін.) є досить мінливими, залежать від умов формування імаго бджіл та інших зовнішніх чинників, тому використання їх з метою встановлення породної/расової належності окремих особин проблематичне. Навпаки, використання «індексів» (співвідношення кількох показників) морфометричних ознак, а не «абсолютних» значень, вимірених у певних одиницях, з метою класифікації та встановлення породності бджіл є більш ефективним. Сучасними методами обробки числової інформації одержаної зі світлин або сканів крил, є метод DAWINO [11], метод геометричної морфометрії крил [12], однак застосовуються такі методи українськими дослідниками спорадично. З вітчизняних праць, частково присвячених морфометричним дослідженням, відомі здобутки вчених філії ННЦ інституту бджільництва імені П. І. Прокоповича, які вивчали місцевий екотип карпатських бджіл з використанням програми BEEMORPH [13]. Дослідженню мітохондріальної ДНК бджіл присвячено роботу [14]. Важливий внесок до розв'язання питання таксономії українських бджіл зроблено завдяки зусиллям відомого українського пасічника А. Д. Комісара. Морфометричні дослідження крил українських бджіл, зібраних А. Комісаром та Л. Єгошиним (Суми), проведено в Чехії. Більшу частину досліджених крил було кваліфіковано як гібриди, водночас три зразки з особистої пасіки А. Д. Комісара було піддано подальшому аналізу мітохондріальної ДНК [15]. За результатом генетичного аналізу було зроблено висновки: а) досліджені зразки бджіл належать до підвиду *A. m. macedonica*; б) спростовано припущення про те, що українські бджоли є південною гілкою середньо-російських бджіл або результатом безсистемної гібридизації карпатськими бджолами, як це трактувалось, наприклад, у праці Білаша [16]. На нашу думку, невеликі за обсягом вибірки ([17, 10] та 3 бджолиних сім'ї [15]) не дають змоги узагальнити зроблені авторами висновки та розповсюдити їх на всю територію України.

Перед дослідниками, які вивчають бджіл українських популяцій, постає декілька важливих завдань: напрацювати доступні для використання вітчизняними дослідниками методи вивчення морфологічних ознак, за допомогою яких можна було б встановлювати імовірну породну належність окремих особин з прийнятною точністю та достовірністю; розширити ареал досліджень, накопичити фактичний матеріал, що дасть можливість

оцінити складний характер взаємозв'язків між підвидами, присутніми як в окремих, регіонах, так і на всій території України.

Раніше нами було виконано попереднє вивчення крил робочих бджіл 44-х бджолиних сімей з пасік Харківської, Сумської, Київської, Хмельницької, Вінницької та Дніпропетровської областей [17]. Класифікація крил робочих бджіл, яка була проведена за п'ятьма ознаками (індексами) показала, що 28 сімей за фенотипом крил можуть бути віднесені до українських степових бджіл, 15 – до підвиду *A. m. Carnica* та їх помісей, а 11 бджолиних сімей мають кластери бджіл, віднесених за значеннями кубітального індекса ($C_i=1,988-2,111$) та дискоїдального зміщення ($Disc. sh. = -0,165-2,897$) до гібридів українських степових бджіл, імовірно, із підвидом *A. m. mellifera*. Для трьох бджолиних сімей не вдалося з'ясувати породну належність за фенотипом крил. Крім того, у кожному кластері була присутня певна кількість крил з достатньо відмінними ознаками. Така строкатість фенотипічних ознак в одному кластері вказує на наявність гібридизації, необхідність її вивчення як за типом, так і за величиною. Можна констатувати, що в цілому не вдалось достовірно інтерпретувати результати морфометричних досліджень, використовуючи для класифікації п'ять ознак (індексів) крил.

Мета дослідження – здійснити більш досконалу класифікацію крил, встановити морфометричні еталони робочих бджіл місцевих популяцій українських степових бджіл, вивчити тип та ступінь гібридизації, спробувати

віднайти бджолині сім'ї з матками, придатними для подальшої селекції.

Матеріал і методи дослідження. Використано 3717 крил робочих бджіл з пасік О. Галатюка (точки – м. Житомир, с. Буки та с. Городище Житомирської обл.), Г. Кевлюка (с.мт. Овруч Житомирської обл.); А. Григоренка та О. Кривченка (м. Кагарлик Київської обл.), С. Мостового (м. Городок Хмельницької обл.), С. Топольницького (с. Гатне Київської обл.), О. Безрука (Сумської обл.), І. Мицька (м. Бар Вінницької обл.), Р. Гуцала (с. Чечельник Вінницької обл.) (рис.1).

Світліни крил опрацьовано за допомогою програми TpsDig2 [18]. За допомогою дискримінантного аналізу даних та комплексу програм Statistica [19] здійснено класифікацію 3717 крил сімей з використанням 8 ознак: C_i , Db_i , $Disc.sh.$, Pc_i , R_i , $C_i.2$, $C_i.3$, $C_i.2.1$ [20], щодо яких була наявна орієнтовна інформація про можливу належність фенотипу крил до популяції української степової бджоли або її гібридів. З високою достовірністю (95,6 %) крила було розподілено на п'ять кластерів (табл. 1, 2, 3, 4). За фенотип крил у цій роботі приймається сукупність значень восьми зазначених вище індексів.

Послідовність розташування індексів у класифікації, згідно із зростанням їх вагомостей, наступна: $Disc.sh.$, R_i , $C_i.2.1$, Db_i , $C_i.3$, C_i , Pc_i , $C_i.2$ (табл. 2). Отже, радіальний R_i та $C_i.2.1$ індекси мають найменший вплив на класифікацію цього масиву крил робочих бджіл, а індекси Pc_i та $C_i.2$ – найбільший.

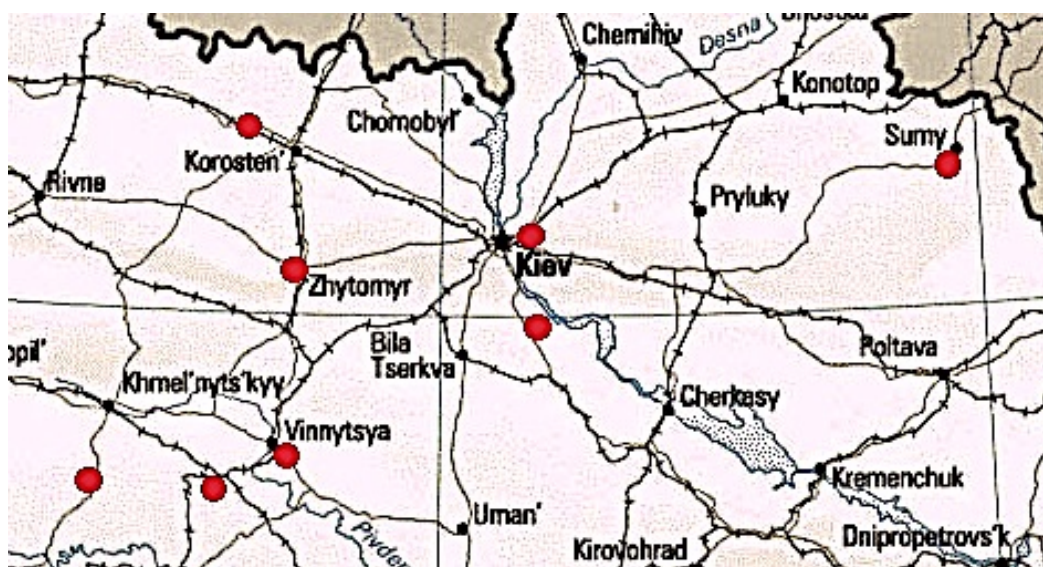


Рис.1. Мапа умовного розміщення пасічних точок центральної та північної частин території України.

Таблиця 1 – Підсумкові результати дискримінантного аналізу крил (n=3717) бджолиних сімей (n=28) центральної та північної частин України.

Індекси	Лямбда Вілкаса	Часткова лямбда	F-критерій 4,3705	p-рівень значущості	Толерант- ність	1-Толер. (R-Sqr.)
Ci	0,101	0,833	185,97	<0,001	0,942	0,058
Dbi	0,096	0,877	130,044	<0,001	0,878	0,122
Pci	0,102	0,826	195,407	<0,001	0,856	0,144
Disc.sh.	0,094	0,901	101,89	<0,001	0,712	0,288
Ri	0,094	0,9	102,976	<0,001	0,749	0,251
Ci.2	0,105	0,804	225,896	<0,001	0,835	0,165
Ci.3	0,099	0,855	156,524	<0,001	0,868	0,132
Ci.2.1	0,095	0,888	116,718	<0,001	0,802	0,198

Таблиця 2 – Класифікаційна матриця крил робочих бджіл бджолиних сімей (n=28) центральної та північної частин України.

Кластер	Коректність %	G_1:1 p=,18779	G_2:2 p=,24617	G_3:3 p=,20823	G_4:4 p=,15846	G_5:5 p=,19935
G_1:1	94,3	658	11	11	6	12
G_2:2	99,2	0	908	3	3	1
G_3:3	96,1	4	23	744	0	3
G_4:4	94,6	3	18	0	557	11
G_5:5	92,8	10	26	13	4	688
Разом	95,6	675	986	771	570	715

Таблиця 3 – Значення середніх ознак (індексів) для кластерів класифікаційної моделі.

Кластер	І н д е к с и								N крил шт.
	Ci		Dbi		Pci		Disc.sh.		
	M*	± m**	M	± m	M	± m	M	± m	
1	2,256	0,012	0,952	0,003	2,783	0,004	1,819	0,064	698
2	2,433	0,012	0,963	0,002	2,689	0,003	1,734	0,05	915
3	2,156	0,012	0,877	0,002	2,811	0,004	-0,099	0,057	774
4	2,636	0,017	1,065	0,003	2,683	0,004	4,607	0,066	589
5	2,13	0,01	0,969	0,002	2,83	0,003	3,713	0,057	741
							Разом		3717
Кластер	І н д е к с и								N крил шт.
	Ri		Ci.2		Ci.3		Ci.2.1		
	M*	± m**	M	± m	M	± m	M	± m	
1	1,444	0,003	4,241	0,02	1,708	0,005	1,664	0,004	698
2	1,476	0,002	3,166	0,012	1,486	0,004	1,539	0,003	915
3	1,388	0,002	3,383	0,016	1,465	0,004	1,53	0,003	774
4	1,576	0,003	3,452	0,02	1,608	0,005	1,7	0,004	589
5	1,566	0,003	3,402	0,014	1,51	0,004	1,71	0,004	741
							Разом		3717

Примітка: * - середнє арифметичне значення ознаки;

** - стандартна похибка середнього значення ознаки.

Таблиця 4 – Підсумкові результати класифікації крил робочих бджіл.

№ п/п	Назва бджолиної сім'ї	Кількість крил (%)					N крил шт.
		К л а с т е р и					
		1	2	3	4	5	
1	Gal.2.(21)	15,79	29,82	10,53	35,09	8,77	114
2	Most.18.(21)	28	29	0	34	9	100
3	Guzal.1.(21)	24	25	3	20	28	100
4	Myzko. III.(21)	6,06	56,57	31,31	2,02	4,04	99
5	Gal. 13.(21)	29	6	6	21	38	100
6	Kevl. 1.(22)	7	23,5	37,5	7,5	24,5	200
7	Kevl. 5.(22)	7	25	56	2	10	200
8	Kevl. 2.(22)	8,5	29,5	44,5	3	14,5	200
9	Kevl. 7.(22)	12	21	37	12,5	17,5	200
10	Gal. 2.(22)	3	10	0	83	4	100
11	Gal. Koloda.(22)	12	46	4	28	10	100
12	Gal. 15-141.(22)	34,55	15,76	7,88	23,03	18,79	165
13	Gal. 7.(22)	47,74	21,11	13,57	5,53	12,06	199
14	Gal. 2.(6-141)(22)	7	15	3	41	34	100
15	Gryg. 1.(22)	6,5	25	36,5	5,5	26,5	200
16	Gal. 15-3.(22)	28,81	12,99	31,07	7,34	19,77	177
17	Gal. 19.(22)	49	10	13,5	11,5	16	200
18	Krivch. 27/2.(21)	2	32	16	5	45	100
19	Krivch. 27/4.(21)	7,69	45,45	14,69	8,39	23,78	143
20	Krivch. 27/5.(21)	0	39,26	27,41	6,67	26,67	135
21	Krivch. 25/7.(21)	32	20	18	6	24	100
22	Krivch. 33/4.(21)	18	27	19	7	29	100
23	Krivch. 33.(21)	14	35	13	12	26	100
24	Krivch. 11-50.(21)	35	18	15	13	19	100
25	Krivch. 36.(21)	29	15	16	19	21	100
26	Bezr. 46.(21)	35,29	29,41	9,41	11,76	14,12	85
27	Top. 43.(21)	8	13	3	41	35	100
28	Top. 61.(21)	9	32	4	40	15	100
						Разом	3717

Результати дослідження та обговорення. Враховуючи середні значення кубітального індексу для кластерів 1, 2 та 5 ($C_i = 2,13-2,433$), додані значення дискоїдального зміщення ($Disc.sh. = 1,734-3,713$) та використовуючи дані стандарту для бджолиних сімей української степової породи [21], а також літературні дані (за Аватисяном значення C_i для української степової бджоли знаходяться в межах 2,0-2,3 [1]; за Григорків – 2,19-2,29 [6]; за Поліщуком – 2,16-2,62, $Disc.sh.(+) = 72\%-94\%$ крил [3]) можна припустити, що бджоли кластерів 1, 2, 5 за фенотипом крил належать до популяції українських степових бджіл підвиду *A. m. macedonica*. Для кластера $3C_i = 2,156$ вкладається у зазначені вище межі, однак з урахуванням того, що значення дискоїдального індекса дещо менше за «0» ($Disc.sh. = -0,1$), можна припустити певний вплив на фенотип крил кластера 3 підвиду *A. m. mellifera*, або на належність

останнього до підвиду *A. m. caucasica*. Підтвердженням останнього припущення можуть бути результати дослідження, присвяченого морфометрії крил робочих бджіл підвиду *A. m. caucasica* [22]. Для семи сімей з матками, за походженням з Грузії, було одержано такі значення: $C_i(2,07 - 2,265)$, $C_i(cep) = 2,173$; $Disc.sh. (-0,285 - -1,96)$, $Disc.sh.(cep) = -1,43$, що узгоджується з даними Ф. Рутнера, де наводиться значення $C_i = 2,16$ [23], та зі значеннями індексів кластера 3 (табл. 4). Фенотип кластера 4, імовірно, належить до підвиду *A. m. carnica*.

На підставі одержаних результатів класифікації крил робочих бджіл створено масиви еталонних даних: імовірно, українських степових бджіл позначено як (U.Step.), сумнівні відносно породної належності позначено (?); гібриду – підвиду *A. m. Mellifera* – (U.Step.-Mellif.) та підвиду *A. m. carnica*, або його гібриду – (Carnica(U.Step.)) (табл. 5-9).

Таблиця 5 – Значення індексів крил робочих бджіл сімей морфометричного еталону (U.Step.1).

№ п/п	Назва бджолоїної сім'ї	Кластер	Індекси				N крил
			Ci	Dbi	Pci	Disc.sh.	
5	Gal. 13.(21)	1	2,339	0,928	2,805	2,02	29
12	Gal. 15-141.(22)	1	2,074	0,977	2,746	2,437	57
13	Gal. 7.(22)	1	2,117	0,984	2,755	2,231	95
17	Gal. 19.(22)	1	2,43	0,9	2,858	2,353	98
21	Krivch. 25/7.(21)	1	2,191	0,897	2,768	1,54	32
24	Krivch.11-50.(21)	1	2,401	0,929	2,806	2,22	35
26	Bezr. 46.(21)	1	2,215	1,001	2,78	0,989	30
Середнє:			2,252	0,947	2,795	2,121	376
Стандартні відхилення:			0,139	0,042	0,038	0,524	
Коефіцієнти варіації (%):			6,2	4,4	1,4	24,7	
№ п/п	Назва бджолоїної сім'ї	Кластер	Індекси				N крил
			Ri	Ci.2.	Ci.3.	Ci.2.1	
5	Gal. 13.(21)	1	1,462	4,286	1,71	1,614	29
12	Gal. 15-141.(22)	1	1,414	4,232	1,732	1,663	57
13	Gal. 7.(22)	1	1,399	4,106	1,716	1,644	95
17	Gal. 19.(22)	1	1,439	4,096	1,751	1,718	98
21	Krivch. 25/7.(21)	1	1,433	4,069	1,786	1,691	32
24	Krivch.11-50.(21)	1	1,455	4,351	1,661	1,631	35
26	Bezr. 46.(21)	1	1,481	4,406	1,739	1,615	30
Середнє:			1,433	4,184	1,731	1,666	376
Стандартні відхилення:			0,028	0,134	0,039	0,039	
Коефіцієнти варіації (%):			2	3,2	2,2	2,4	

Серед результатів одержаних середніх значень індексів зазначених еталонів відзначимо суттєві підвищення значень коефіцієнтів варіації для індекса Disc.sh. еталонів U.Step.1 (24,7 %), U.Step.2 (18 %) та особливо U.Step.-Mellif. (68,2 %). Можливою причиною цього факту може бути гібридизація фенотипів крил різних підвидів *A. m. mellifera* або *A. m. caucasica*, про що зазначалося вище. Остаточну відповідь на це питання може дати лише генетичний аналіз для обох підвидів *A. m. mellifera* та *A. m. caucasica* Disc.sh.<0, однак конкретних даних, за якими можна було б розрізнити ці підвиди, у літературі нами не знайдено.

На сьогодні авторами створено кілька масивів значень з восьми індексів крил робочих бджіл окремих областей України, прийнятих як еталони порівняння. Для регіону Карпат (Стрийський район, Сколівська громада) чотири еталони позначено як Local Carpat., Carpatica.1, Carnica (Sk.), Carpatica.2 [24]; Полісся (Житомирська область) чотири еталони позначено як Hybr. Polis.1, Polish., Hybr. Maced., Hybr. Polis.2 (Галатюк та ін., знаходиться на стадії опублікування); карніки західноєвропейської селекції три еталони позначено як Carnica.1, Carnica.2, Troiseck [25]. Це дає змогу співставити зазначені еталони і по-

рівняння з новими еталонами, сформованими за результатами цього дослідження (див. табл. 10, 11).

З метою аналізу результатів, наведених у таблиці 13, використано запропоновану нами орієнтовну емпіричну шкалу меж подібностей фенотипів крил за допомогою відстаней Махаланобіса, зокрема: «0 – 2» – подібність висока, «2 – 3,5» – значна подібність, «> 3,5» – подібність незначна (або відсутня). Значення відстаней Махаланобіса між центроїдами масивів крил нових та раніш запропонованих еталонів показують значну подібність між окремими з них (табл. 10).

Подібність еталонів у парах U.Step.-Mellif./Hybr.Polis.2, Carn. (U.Step.)/Carpatica.2, U.Step.2/Hybr.Maced. відповідає запропонованому трактуванню приналежності фенотипів до порід: українських степових бджіл (або гібриду з участю підвиду *A. m. mellifera*), карніки (або її популяції карпатських бджіл) та українських степових бджіл (або гібриду українських степових бджіл) відповідно, що підтверджується даними розподілу переважаючої частини крил: 335 (77 %) з 434 віднесено до еталону Hybr. Polis.2, 239 (69 %) з 345 – Carpatica.2, 276 (60 %) з 457 – Hybr. Maced, відповідно (табл.11).

Таблиця 6 – Значення індексів крил робочих бджіл сімей морфометричного еталону (U.Step.(?)).

№ п/п	Назва бджолої сім'ї	Кластер	Індекси				N крил
			Ci	Dbi	Pci	Disc.sh.	
2	Most.18.(21)	2	2,458	0,974	2,646	1,91	29
4	Myzko. III.(21)	2	2,315	0,982	2,637	1,147	56
6	Kevl. 1.(22)	2	2,443	0,976	2,741	2,5	47
7	Kevl. 5.(22)	2	2,7	0,918	2,7	2,056	50
8	Kevl. 2.(22)	2	2,442	0,911	2,685	1,733	59
10	Gal.2.(21)	2	2,73	0,989	2,748	1,329	34
11	Gal. Koloda.(22)	2	2,384	0,981	2,639	1,95	46
13	Gal. 7.(22)	2	2,327	0,987	2,667	2,259	42
15	Gryg. 1.(22)	2	2,725	0,923	2,708	1,49	50
20	Krivch. 27/5.(21)	2	2,358	0,96	2,737	2,282	53
23	Krivch. 33.(21)	2	2,338	0,965	2,678	1,919	35
27	Top. 61.(21)	2	2,395	0,99	2,68	2,159	32
Середнє:			2,467	0,96	2,689	1,883	533
Стандартні відхилення:			0,158	0,029	0,039	0,407	
Коефіцієнти варіації (%):			6,4	3	1,4	21,6	
№ п/п	Назва бджолої сім'ї	Кластер	Індекси				N крил
			Ri	Ci.2.	Ci.3.	Ci.2.1	
2	Most.18.(21)	2	1,478	3,118	1,553	1,532	29
4	Myzko. III.(21)	2	1,481	3,157	1,438	1,49	56
6	Kevl. 1.(22)	2	1,451	2,876	1,486	1,553	47
7	Kevl. 5.(22)	2	1,434	3,386	1,462	1,462	50
8	Kevl. 2.(22)	2	1,476	3,166	1,46	1,503	59
10	Gal.2.(21)	2	1,519	3,248	1,532	1,528	34
11	Gal. Koloda.(22)	2	1,465	2,796	1,419	1,517	46
13	Gal. 7.(22)	2	1,422	3,388	1,55	1,567	42
15	Gryg. 1.(22)	2	1,442	3,107	1,469	1,574	50
20	Krivch. 27/5.(21)	2	1,521	3,066	1,417	1,526	53
23	Krivch. 33.(21)	2	1,52	3,211	1,477	1,534	35
27	Top. 61.(21)	2	1,519	3,178	1,522	1,488	32
Середнє:			1,475	3,137	1,475	1,522	533
Стандартні відхилення:			0,036	0,175	0,048	0,033	
Коефіцієнти варіації (%):			2,4	5,6	3,2	2,2	

Таблиця 7 – Значення індексів крил робочих бджіл сімей морфометричного еталону (U.Step.-Mellif.).

№ п/п	Назва бджолої сім'ї	Кластер	Індекси				N крил
			Ci	Dbi	Pci	Disc.sh.	
3	Gryg. 1.(22)	3	2,233	0,862	2,834	-0,696	73
4	Myzko. III.(21)	3	2,252	0,913	2,814	-0,229	31
7	Kevl. 5.(22)	3	2,126	0,859	2,809	-0,001	112
8	Kevl. 2.(22)	3	2,117	0,854	2,753	-0,584	89
9	Kevl. 7.(22)	3	2,101	0,884	2,826	-0,626	74
16	Gal.15-3.(22)	3	2,355	0,899	2,837	-0,304	55
Середнє:			2,176	0,872	2,809	-0,399	434
Стандартні відхилення:			0,1	0,024	0,031	0,272	
Коефіцієнти варіації (%):			4,6	2,8	1,1	68,2	
№ п/п	Назва бджолої сім'ї	Кластер	Індекси				N крил
			Ri	Ci.2.	Ci.3.	Ci.2.1	
3	Gryg. 1.(22)	3	1,385	3,156	1,424	1,572	73
4	Myzko. III.(21)	3	1,391	3,164	1,414	1,475	31
7	Kevl. 5.(22)	3	1,374	3,601	1,428	1,494	112
8	Kevl. 2.(22)	3	1,397	3,349	1,421	1,499	89
9	Kevl. 7.(22)	3	1,392	3,411	1,42	1,58	74
16	Gal.15-3.(22)	3	1,325	3,501	1,505	1,57	55
Середнє:			1,379	3,398	1,433	1,531	434
Стандартні відхилення:			0,027	0,179	0,034	0,047	
Коефіцієнти варіації (%):			1,9	5,3	2,4	3,1	

Таблиця 8 – Значення індексів крил робочих бджіл сімей морфометричного еталону (Carnica(U.Step.)).

№ п/п	Назва бджолоїної сім'ї	Кластер	Індекси				N крил
			Ci	Dbi	Pci	Disc.sh.	
1	Gal.2.(21)	4	2,875	1,082	2,71	3,797	40
2	Most.18.(21)	4	2,529	1,078	2,642	4,429	34
10	Gal. 2.(22)	4	2,97	1,08	2,68	4,894	83
11	Gal. Koloda.(22)	4	2,585	1,051	2,593	4,647	28
12	Gal. 15-141.(22)	4	2,333	1,074	2,668	5,245	38
14	Gal.2.(6-141)(22)	4	2,619	1,084	2,631	5,098	41
27	Top. 43.(21)	4	2,563	1,048	2,732	4,77	41
28	Top. 61.(21)	4	2,597	1,044	2,683	4,912	40
Середнє:			2,684	1,071	2,675	4,756	345
Стандартні відхилення:			0,201	0,017	0,045	0,452	
Коефіцієнти варіації (%):			7,5	1,6	1,7	9,5	
№ п/п	Назва бджолоїної сім'ї	Кластер	Індекси				N крил
			Ri	Ci.2.	Ci.3.	Ci.2.1	
1	Gal.2.(21)	4	1,592	3,618	1,615	1,684	40
2	Most.18.(21)	4	1,599	3,277	1,67	1,645	34
10	Gal. 2.(22)	4	1,552	3,434	1,656	1,742	83
11	Gal. Koloda.(22)	4	1,526	3,262	1,614	1,739	28
12	Gal. 15-141.(22)	4	1,514	3,374	1,638	1,723	38
14	Gal.2.(6-141)(22)	4	1,594	3,35	1,508	1,753	41
27	Top. 43.(21)	4	1,625	3,338	1,598	1,697	41
28	Top. 61.(21)	4	1,653	3,405	1,584	1,612	40
Середнє:			1,582	3,398	1,616	1,706	345
Стандартні відхилення:			0,048	0,112	0,05	0,05	
Коефіцієнти варіації (%):			3	3,3	3,1	2,9	

Таблиця 9 – Значення індексів крил робочих бджіл сімей морфометричного еталону (U.Step.2).

№ п/п	Назва бджолоїної сім'ї	Кластер	Індекси				N крил
			Ci	Dbi	Pci	Disc.sh.	
5	Gal. 13.(21)	5	2,211	0,956	2,86	4,769	38
6	Kevl. 1.(22)	5	2,092	0,945	2,875	4,184	49
9	Kevl. 7.(22)	5	2,112	0,983	2,817	3,548	35
12	Gal. 15-141.(22)	5	1,998	1,011	2,765	4,165	31
14	Gal.2.(6-141)(22)	5	2,231	0,987	2,798	3,998	34
15	Gryg. 1.(22)	5	2,183	0,933	2,812	3,866	53
16	Gal. 15-3.(22)	5	2,283	0,978	2,834	4,008	35
17	Gal. 19.(22)	5	2,293	0,91	2,876	4,193	32
18	Krivch. 27/2.(21)	5	2,152	1,004	2,852	3,197	45
19	Krivch. 27/4.(21)	5	2,138	0,991	2,793	2,152	34
20	Krivch. 27/5.(21)	5	2,13	0,955	2,837	3,66	36
27	Top. 43.(21)	5	2,08	0,986	2,852	4,531	35
Середнє:			2,157	0,972	2,829	3,795	457
Стандартні відхилення:			0,086	0,03	0,035	0,682	
Коефіцієнти варіації (%):			4	3,1	1,2	18	
№ п/п	Назва бджолоїної сім'ї	Кластер	Індекси				N крил
			Ri	Ci.2.	Ci.3.	Ci.2.1	
5	Gal. 13.(21)	5	1,626	3,51	1,579	1,685	38
6	Kevl. 1.(22)	5	1,537	3,251	1,523	1,675	49
9	Kevl. 7.(22)	5	1,568	3,431	1,478	1,727	35
12	Gal. 15-141.(22)	5	1,489	3,284	1,536	1,728	31
14	Gal.2.(6-141)(22)	5	1,571	3,431	1,419	1,805	34
15	Gryg. 1.(22)	5	1,562	3,287	1,432	1,693	53
16	Gal. 15-3.(22)	5	1,523	3,539	1,506	1,753	35
17	Gal. 19.(22)	5	1,525	3,523	1,634	1,769	32
18	Krivch. 27/2.(21)	5	1,563	3,139	1,496	1,709	45
19	Krivch. 27/4.(21)	5	1,61	3,162	1,46	1,71	34
20	Krivch. 27/5.(21)	5	1,579	3,257	1,437	1,639	36
27	Top. 43.(21)	5	1,637	3,375	1,558	1,752	35
Середнє:			1,562	3,341	1,501	1,724	457
Стандартні відхилення:			0,044	0,139	0,065	0,045	
Коефіцієнти варіації (%):			2,8	4,2	4,3	2,6	

Таблиця 10 – Відстані Махаланобіса між центроїдами кластерів досліджуваних та найближчими до них центроїдами кластерів крил раніше встановлених еталонів порівняння.

Досліджуваний еталон	Відстань Махаланобіса	Еталони порівняння	Джерело еталонів порівняння
U.Step.1	3,179	LocalCarpat.	[22]
U.Step.(?)	3,318	Carnica(Sk.)	[22]
U.Step.-Mellif.	2,811	Hybr.Polis.2	[Галатюк та ін.]*
Carn.(U.Step)	3,105	Carpatica.2	[22]
U.Step.2	3,122	Hybr.Maced.	[Галатюк та ін.]*

Примітка: * - дані на стадії опублікування.

Таблиця 11 – Розподіл крил досліджуваних еталонів, за найближчими центроїдами раніше встановлених еталонів порівняння.

Досліджуваний еталон	N крил	%	Еталони	Досліджуваний еталон	N крил	%	Еталони
Ukr.Step.1	112	29,8	LocalCarpat.	Carn. (Ukr.Step)	0	0	LocalCarpat.
	72	19,1	Carpatica.1		35	10,1	Carpatica.1
	6	1,6	Carnica(Sk.)		49	14,2	Carnica(Sk.)
	1	0,3	Carpatica.2		239	69,3	Carpatica.2
	40	10,6	Hybr.Polis.1		0	0	Hybr.Polis.1
	1	0,3	Polish		0	0	Polish
	141	37,5	Hybr.Maced.		22	6,4	Hybr.Maced.
	3	0,8	Hybr.Polis.2		0	0	Hybr.Polis.2
Разом	376	100		Разом	345	100	
Ukr.Step.(?)	44	8,3	LocalCarpat.	Ukr.Step.2	28	6,1	LocalCarpat.
	1	0,2	Carpatica.1		39	8,5	Carpatica.1
	207	38,8	Carnica(Sk.)		4	0,9	Carnica(Sk.)
	48	9	Carpatica.2		89	19,5	Carpatica.2
	0	0	Hybr.Polis.1		12	2,6	Hybr.Polis.1
	0	0	Polish		0	0	Polish
	129	24,2	Hybr.Maced.		276	60,4	Hybr.Maced.
	104	19,5	Hybr.Polis.2		9	2	Hybr.Polis.2
Разом	533	100		Разом	457	100	
U.Step.- Mellif.	52	12	LocalCarpat.				
	0	0	Carpatica.1				
	8	1,8	Carnica(Sk.)				
	0	0	Carpatica.2				
	15	3,5	Hybr.Polis.1				
	16	3,7	Polish				
	8	1,8	Hybr.Maced.				
	335	77,2	Hybr.Polis.2				
Разом	434	100					

Результати порівнянь еталонних даних доводять факт значної подібності окремих клас-терів крил робочих бджіл різних регіонів, зокрема центральної та північної з одного боку, та карпатської частини України – з іншого у парах: U.Step.1/LocalCarpat.; Carnica(U.Step)/Carpat.2. Ця подібність настільки вагома, що дає змогу об'єднати зазначені пари еталонів у дві фенотипічні групи та одержати спільні масиви еталонних даних (табл. 12).

Значення коефіцієнта варіації індекса Disc.sh. для об'єднаних еталонів U.Step.1+LocalCarpat. незначно зростає до 28,6 % проти 24,7 % для еталону U.Step.1, для всіх інших індексів коефіцієнти варіації < 7 %, що підтверджує значну подібність між цими еталонами. Для об'єднаних еталонів Carnica(U.Step)+Carpat.2 значення коефіцієнтів варіації вказують на високу подібність обох еталонів та спонукають у майбутньому використовувати об'єднаний масив даних як загальний еталон підвиду *A. m. carnica*, популяції карпатських бджіл. Щодо подібності еталонів Carnica(U.Step)/Carpat.2, вона може бути пояснена неконтрольованою масовою експансією пакетів з бджолами та маток з регіону Карпат у рівнинну частину Східної

Європи у 70-80-і роки ХХ ст. Та й у наш час українські пасічники одержують бджіл саме з Карпат або із Закарпаття, що обумовлюється порівняно раннім розвитком бджолиних сімей. Для подібності еталонів U.Step.1/LocalCarpat. наразі пояснення відсутні. Можливо, має місце природне розповсюдження рівнинної популяції бджіл (та утворення там екотипів української степової) у передгірські райони Карпат.

Для пари U.Step.(?)/Carnica(Sk.) подібність менша (табл. 10), а в об'єднаному варіанті спостерігається значне зростання коефіцієнтів варіації для індексів Ci (9,6 % проти 6,4 %) та Disc.sh. (34,7 % проти 21,6 %). Це пояснюється відмінностями середніх значень індексів еталонів U.Step.(?)/Carnica(Sk.): Ci(2,467/2,906), Disc.sh.(1,883/3,274). Відмінності спостерігаються також для інших індексів, що свідчить про різницю між зазначеними еталонами. Однак розподіл окремих крил досліджуваного еталону U.Step.(?) між центроїдами раніше встановлених еталонів Carnica (Sk.)/Hybr. Maced./Hybr.Polis.2 = 207/129/104 (табл. 11) дає підстави припускати належність фенотипу крил до, гібридизованого підвиду *A. m. carnica* та позначати його в подальшому як Carnica(U. Step).2.

Таблиця 12 – Середні значення ознак (індексів) об'єднаних еталонів центральної, північної та карпатської частин України.

U.Step.1 + Local Carpat.	Індекси				N крил
	Ci	Dbi	Pci	Disc.sh.	
Середнє:	2,236	0,943	2,77	1,794	726
Стандартні відхилення:	0,127	0,034	0,042	0,514	
Коефіцієнти варіації (%):	5,7	3,6	1,5	28,6	
U.Step.1 + Local Carpat.	Індекси				N крил
	Ri	Ci.2	C.3	Ci.2.1	
Середнє:	1,423	4,023	1,67	1,659	726
Стандартні відхилення:	0,038	0,254	0,076	0,04	
Коефіцієнти варіації (%):	2,7	6,3	4,6	2,4	
Carnica(U.Step) + Carpat.2	Індекси				N крил
	Ci	Dbi	Pci	Disc.sh.	
Середнє:	2,674	1,066	2,688	5,294	1310
Стандартні відхилення:	0,157	0,02	0,039	0,597	
Коефіцієнти варіації (%):	5,9	1,8	1,4	11,3	
Carnica(U.Step) + Carpat.2	Індекси				N крил
	Ri	Ci.2	C.3	Ci.2.1	
Середнє:	1,571	3,264	1,593	1,704	1310
Стандартні відхилення:	0,043	0,192	0,042	0,061	
Коефіцієнти варіації (%):	2,8	5,9	2,6	3,6	

Для пар еталонів центральної та північної частин України, з одного боку, та Полісся – з іншого, U.Step.-Mellif./Hybr.Polis.2 та U.Step.2/Hybr.Maced. подібність цілком очікувана як за регіональним розташуванням окремих пасік, з яких одержано зразки крил (рис. 1), так і за трактуванням породної належності фенотипів кластерів крил. Це також дає змогу одержати два об'єднані масиви еталонних даних (табл. 13).

Значення коефіцієнта варіації індекса Disc.sh. для об'єднаних еталонів U.Step.-Mellif.+Hybr.Polis.2 незначно зменшується до 59,3 % проти 68,2 % для еталону U.Step.-Mellif., для всіх інших індексів коефіцієнти варіації < 7 %, що підтверджує значну подібність між даними еталонами. Значення коефіцієнта варіації індекса Disc.sh. для об'єднаних еталонів U.Step.2+Hybr.Maced. зростає до 28,9 % проти 18,0 % для еталону U.Step.2, що пояснюється різницею середніх значень індекса Disc.sh. для еталонів U.Step.2/Hybr.Maced. (3,795/2,428), однак для інших індексів коефіцієнти варіації < 8 %, що підтверджує подібність між даними еталонами та допускає використання об'єданого масиву даних як загального еталону порівняння.

Отже, ствердно відповісти на питання породної належності фенотипів крил одержаних ета-

лонів можливо для пар: U.Step.(?)/Carnica(Sk.), імовірно, відповідає гібриду підвиду *A. m. carnica*, Carnica(U.Step)/Carpatca.2 – відповідає підвиду *A. m. carnica*, U.Step.2/Hybr.Maced. – відповідає підвиду *A. m. macedonica*, популяції українських степових бджіл. Щоб правильно трактувати породну належність фенотипу крил пари U.Step.1/LocalCarpat. необхідні додаткові дослідження, бажано ядерного геному робочих бджіл за допомогою генетичного аналізу.

Важливим результатом цього дослідження є факт практичної відсутності впливу на фенотип крил робочих бджіл центральних та північних областей України карніки західно-європейської селекції. Використані нами еталони робочих бджіл ліній Troiseck, Sclenar та Peschetz показали, що тільки 38 крил з 345 для сформованого еталону Carnica (U.Step) можуть бути віднесені до вказаних ліній, для інших запропонованих у цій роботі еталонів таких крил взагалі не виявлено. Це пояснює, чому зазначені еталони західноєвропейської селекції не відображено у результуючій табл. 11. Водночас, встановлено значну гібридизацію бджіл означеної території екотипом карпатських бджіл підвиду *A. m. carnicata* місцевою популяцією поліських бджіл підвиду *A. m. mellifera*.

Таблиця 13 – Середні значення ознак об'єднаних еталонів центральної та північної частин України.

U.Stp.-Mellif. + Hybr.Polis.2	І н д е к с и				N крил
	Ci	Dbi	Pci	Disc.sh.	
Середнє:	2,106	0,885	2,801	-0,504	734
Стандартні відхилення:	0,142	0,024	0,035	0,299	
Коефіцієнти варіації (%):	6,7	2,7	1,2	59,3	
U.Stp.-Mellif. + Hybr.Polis.2	І н д е к с и				N крил
	Ri	Ci.2	C.3	Ci.2.1	
Середнє:	1,375	3,433	1,457	1,529	734
Стандартні відхилення :	0,024	0,166	0,05	0,048	
Коефіцієнти варіації (%) :	1,7	4,8	3,4	3,2	
U.Step.2 + Hybr.Maced.	І н д е к с и				N крил
	Ci	Dbi	Pci	Disc.sh.	
Середнє:	2,128	0,983	2,798	3,063	1043
Стандартні відхилення:	0,105	0,027	0,056	0,886	
Коефіцієнти варіації (%):	4,9	2,8	2	28,9	
U.Step.2 + Hybr.Maced.	І н д е к с и				N крил
	Ri	Ci.2	C.3	Ci.2.1	
Середнє:	1,525	3,554	1,582	1,698	1043
Стандартні відхилення:	0,054	0,274	0,094	0,046	
Коефіцієнти варіації (%):	3,5	7,7	6	2,7	

За одержаними результатами досліджень фенотипів 3717 робочих крил бджіл п'яти областей України можна констатувати, що наші зусилля у пошуку «чистопородних» українських степових бджіл зазнали невдачі. Чистопородними бджолиними сім'ями за фенотипом крил можна вважати ті, у яких матка продукує переважно кількість бджіл одного типу з ознаками, притаманними певному підвиду, екотипу, популяції, лінії. З 28 бджолиних сімей не виявлено жодної, у якій матка продукує переважачу частину робочих бджіл, віднесених до підвиду *A. m. macedonica* (табл. 4). Тобто, всі досліджені бджолині сім'ї є гібридами. Матки бджолиних сімей № 13 та 17 продукують приблизно 50 % бджіл, віднесених за фенотипом до еталону U.Step.1; № 4, 11, 19 – U.Step.(?); № 8 – U.Step.-Mellif. та № 18 – U.Step.2.

З певною пересторогою можна рекомендувати матку бджолиної сім'ї № 18 для подальшої селекційної роботи.

Висновки. Створено класифікатор крил робочих бджіл, розповсюджених у п'яти областях північної та центральної частин України, який дає змогу з високою достовірністю здійснювати дискримінацію крил між п'ятьма кластерами.

За результатом класифікації крил, для 28 бджолиних сімей сформовано п'ять масивів еталонних даних ознак (індексів), які можуть використовуватись у подальших дослідженнях як еталони порівняння.

Показано, у який спосіб за наявності еталонних даних ознак крил робочих бджіл, можна оцінювати тип та ступінь гібридизації цих комах.

Підтверджено висновки досліджень інших авторів про ймовірне розповсюдження на території України підвидів *A. m. macedonica*, *A. m. carnica*, *A. m. mellifera* та *A. m. caucasica*, що обумовило негативний результат спроб віднайти бджолині сім'ї «чистопородних» українських бджіл.

Виявлено значну подібність двох кластерів крил центральної та північної частин України з відповідними кластерами бджіл Карпатського регіону.

Встановлено імовірну гібридизацію українських степових бджіл поліською популяцією підвиду *A. m. mellifera* та карпатськими бджолами підвиду *A. m. carnica*.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Селекція та розведення бджіл: навчальний посібник / М. К. Богдан, Н. О. Кірович, В. М. Ясько, С. О. Петренко, Є. О. Котляр. Київ.: Видавничий дім КОНДОР, 2018. – 228 с. 2. Бджільництво/ Черкасова А. І. та ін.; за ред. А. І. Черкасової. К: Урожай. 1989. 304 с.

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

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

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

6. 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.

7. Ruttner. F. Zuchttechnik und Zuchtauslesebeider Biene. Ehrenwirth-Verlag. Germani. 1988. 138 p.

8. Подольский М. С., Буренін М. Л., Котова Г. М. Промислове бджільництво. Київ.: Вища школа, 1988. 336 с.

9. Engel M. S. The Taxonomy of Recent and Fossil HoneyBees. Journal of Hymenoptera Research. 1999. Vol. 8(2). P. 165–196. ISSN 1070-9428. Архів оригіналу за 15 березня 2017.

10. Apismellifera mellifera in eastern Europe - morphometric variation and determination of its range limits/ M. D. Meixner et al. Apidologie, Springer Verlag. 2007. Vol. 38(2). P. 191–197. URL:<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00892245>

11. DAWINO (Discriminant Analysis With Numerical Output). Morphometrical analysis and taxonomical classification of honey bees by wing characters. URL:http://beedol.cz/dawino/DAWINO_prosp_EN.pdf.

12. Tofilski, A. Using geometric morphometrics and standard morphometry to discriminate three honey bees subspecies. Apidologie. 2008. Vol. 39. P. 558–563

13. Папп В. В., Керек С. С. Дослідження породних ознак карпатських бджіл за допомогою програмного забезпечення «Веєморф». К: Бджільництво України. 2015. № 1. С. 103–109.

14. 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.

15. Галатюк О. Є. Збереження української степової породи бджіл. URL: <https://kernanych90.wixsite.com/mysite-1/single-post/2018/03/21/збереження-української-степової-породи-бджіл>.

16. Поліщук В. П. Бджільництво. Редакція журналу «Український пасічник». Львів, 2001 р. 296 с.

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

18. Tps Dig. URL:<https://ru.freownloadmanager.org/Windows-PC/tpsDig2.html>.

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

20. 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. К: Бджільництво України. 2022. Т. 1. № 8. С. 65–71. DOI:10.46913/beekeepingjournal.2022.8.10.

21. ДСТУ 4985:2008. Сім'ї бджолині української степової породи. Технічні умови. 2. Вимоги стандарту до морфологічних ознак бджіл. [Чинний від 2010-01-01]. Вид. офіц. Київ: 2008. 13 с.

22. Яровець В., Бабенко В., Можаровський І., Сакара П. Морфометрія крил деяких ліній породи «Сіра гірська кавказська». Львів: Український пацієнт. 2021. № 6. 4 с.

23. Ruttner F., Tassencourt L., Louveaux J. Biometrical-statistical analysis of the geographic variability of *Apis mellifera* L. *Apidologie*. 1978. Vol. 9(4). P. 363–381. DOI:10.1051/apido:19780408.

24. 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.

25. Липатов В., Яровець В. Морфометричні еталони крил робочих бджіл підвиду *A.m.carnica*. 2023. К: Пасіка. № 3. С. 16–18.

REFERENCES

1. Seleksiia ta rozvedennia bdzhil: navchalnyi posibnyk [Selection and breeding of bees: a study guide]. М. К. Bohdan, N. O. Kirovych, V. M. Yas'ko, S. O. Petrenko, YE. O. Kotlyar. Kyiv.: CONDOR Publishing House, 2018. – 228 p.

2. Apiculture. / Cherkasova, A. I. etc.; under the editorship A. I. Cherkasova. K: Harvest, 1989. 304 p. (in Ukrainian).

3. Polishchuk, V. P. (2001). Apiculture. K: Ukrainian Beekeeper Publishing House, 296 p. (in Ukrainian).

4. Polishchuk, V.P. (2006). Intra-breed type of Ukrainian bees "Khmelnyskyi". K: Beekeeper, no. 1, pp. 12–13. (in Ukrainian).

5. Polishchuk, V. P. (2007). Selection of Ukrainian bees. K: Apiary, no. 11, pp. 2–5. (in Ukrainian).

6. Hryhorkiv, L. M. (2018). 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 (in Ukrainian).

7. Ruttner, F. (1988). Zuchttechnik und Zuchtauslese bei der Biene. Ehrenwirth-Verlag, Germani, 138 p.

8. Podolsky M. S., Burenin M. L., Kotova H. M. Promyslove bdzhilnytstvo [Industrial beekeeping]. Kyiv.: Higher School, 1988. 336 p.

9. Engel, Machael S. (1999). The Taxonomy of Recent and Fossil Honey Bees. *Journal of Hymenoptera Research*. Vol. 8 (2), pp. 165–196. ISSN 1070-9428. Archived from the original on March 15, 2017.

10. 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(2), pp. 191–197. Available at: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00892245>.

11. DAWINO (Discriminant Analysis With Numerical Output). Morphometrical analysis and tax-

onomical classification of honey bees by wing characters. Available at: http://beedol.cz/dawino/DAWINO_prosp_EN.pdf.

12. Tofilski, A. (2008). Using geometric morphometrics and standard morphometry to discriminate three honey bee sub species. *Apidologie*. Vol. 39, pp. 558–563.

13. Papp, V. V., Kerek, S. S. (2015). Study of breed characteristics of Carpathian bees using the "Beemorph" software. K: Beekeeping of Ukraine, no. 1, pp. 103–109. (in Ukrainian).

14. Cherevatov, O. V., Panchuk, I. I., Kerek, S. S., Volkov, R. A. (2019). Molecular diversity of the CoI-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.

15. Galatiuk O. Ye. Zberezhennia ukraïnskoi stepovoi porody bdzhil [Preservation of the Ukrainian steppe breed of bees], URL: <https://kermanych90.wixsite.com/mysite-1/single-post/2018/03/21/zberezhennia-ukraïnskoi-stepovoi-porody-bdzhil>.

16. Polishchuk V. P. Bdzhilnytstvo [Beekeeping]. Editorial office of the magazine "Ukrainian beekeeper". Lviv. 2001. 296 p.

17. Yarovets, V., Babenko, V., Kryvchenko, O. (2022). Morphometry of the wings of bees in the central and eastern regions of Ukraine. K: Apiary, no. 2, pp. 22–25. (in Ukrainian).

18. Tps Dig. Available at: [https://ru.freownload-manager.org/Windows-PC/tps Dig2.html](https://ru.freownload-manager.org/Windows-PC/tps%20Dig2.html).

19. Yerina, A.M., Yerin, D.L. (2014). Statistical modeling and forecasting: a textbook. K: KNEU, 348 p. (in Ukrainian).

20. Yarovets, V. I., Babenko, V. V., Galatiuk, O. E. (2022). Morphometry of bee wings according to eight signs (indexes): Ci, Dbi, Disc.sh, Pci, Ri, Ci.2, Ci.2.1, Ci.3. K: Beekeeping of Ukraine, Vol. 1, no. 8, pp. 65–71. DOI:10.46913/beekeeping_journal.2022.8.10 (in Ukrainian).

21. DSTU 4985:2008. Bee families of the Ukrainian steppe breed. Specifications. 2. Requirements of the standard for morpho-ethological features of bees. [Effective from 2010-01-01]. Kind. officer Kyiv: 2008, 13 p. (in Ukrainian).

22. Yarovets, V., Babenko, V., Mozharovskyi, I., Sakara, P. (2021). Wing morphometry of some lines of the "Caucasian Mountain Gray" breed. Lviv: Ukrainian beekeeper, no. 6, 4 p. (in Ukrainian).

23. Ruttner, F., Tassencourt, L., Louveaux, J. (1978). Biometrical-statistical analysis of the geographic variability of *Apis mellifera* L. *Apidologie*. Vol. 9(4), pp. 363–381. DOI:10.1051/apido:19780408.

24. Yarovets, V., Babenko, V., Fertsak, M., Shved, O. (2023). Morphometry of the wings of worker bees of the Carpathian region (Strytsky district, Skolivska hromad). K: Apiary, no. 1, pp. 21–23. (in Ukrainian).

25. Lipatov, V., Yarovets, V. (2023). Morphometric standards of wings of worker bees of the subspecies *A.m.carnica*. K: Pasika, no. 3, pp. 16–18. (in Ukrainian).

Wing morphometry of worker bees in the central and northern parts of Ukraine.

Galatyuk O., Yarovets V., Babenko V., Cherevatov V., Grigorenko A., Strilchuk M., Kryvchenko O.

In the flat forest-steppe region of Ukraine, several evolutionary lines of honey bees subspecies *Apis mellifera mellifera* L., *Apis mellifera macedonica* Ruttner, and *Apis mellifera caucasica* Pollmann are believed to be widespread, the territorial boundaries and within-population relationships of which require detailed study. Wing morphometry is one of the available methods for establishing the wing phenotype and morphological features of bees in general. However, the completeness and degree of study of the morphometric features of bee populations present in the territory of Ukraine are insufficient.

The aim of the study was to carry out a more accurate and thorough classification of wings, establish morphometric standards of worker bees of local populations of Ukrainian steppe bees, create a methodology for assessing possible hybridization by wing phenotype, and attempt to find bee families with queens suitable for further breeding. To achieve this goal, classical morphometry was used to study the wing phenotype using 8 features: traditional - Ci, Dbi, Disc.sh, Pci, Ri, and additional features proposed by the authors - Ci.2, Ci.3, Ci.2.1, which allowed to increase the level of con-

fidence in the quality of statistical data processing of wing features.

Using discriminant analysis of the data and the Statistica software package, a classifier was created and 3717 wings were classified. With sufficient reliability (95.6 %), the wings of 28 bee families were divided into five clusters.

Five arrays of standards were formed, two of which probably belong to the population of Ukrainian steppe bees subspecies *A. m. macedonica*, one to subspecies *A. m. Carnica* Pollmann, two to hybrids of Ukrainian steppe bees and the Polissya population of subspecies *A. m. mellifera*. A significant similarity in phenotypes was established between two clusters of investigated wings and wings of bees from the Carpathian region, and the hybridization of worker bees of the indicated territory was determined by the Polissya population of subspecies *A. m. mellifera*.

It is shown how, in the presence of standard data of worker bee wing features obtained as a result of this work and others formed in another, it is possible to use discriminant analysis to correctly classify wings and assess the possible hybridization of bees.

Formed arrays of five new standards can be used in subsequent studies as standards of comparison.

Key words: Morphometry of wings, classification of worker bees, discriminant analysis.



Copyright: Галатюк О.Є. 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:

Галатюк О.Є.

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

Яровець В.І.

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

Бабенко В.В.

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

Череватов В.Ф.

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

Григоренко А.М.

<https://orcid.org/0000-0003-4301-0674>

Стрільчук М.С.

<https://orcid.org/0000-0001-6799-073X>