УДК 65.020.20; 65.140; 67.180.10

ВМІСТ ЖИРНИХ КИСЛОТ І ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ПИЛКУ З КУЛЬБАБИ ЛІКАРСЬКОЇ У РІЗНИХ ПРИРОДНО-ЕКОЛОГІЧНИХ ЗОНАХ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

О. Я. Клим[1]*, аспірант*

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшино Пустомитівського р-ну Львівської обл., 81115, Україна

Мета роботи полягала у дослідженні інтенсивності нагромадження різних форм жирних кислот і окремих важких металів у пилку з кульбаби лікарської, отриманого із вуликів, розміщених у гірській, передгірній та низинній зонах Карпатського регіону. Бджолине обніжжя (пилок з кульбаби лікарської) відбирали із трьох вуликів на трьох пасіках, розміщених у гірській, передгірній та низинній зонах Карпатського регіону. Вміст різних форм жирних кислот у досліджуваному біологічному матеріалі визначався методом газорідинної хроматографії, а окремих важких металів – на атомно-абсорбційному спектрофотометрі. Встановлено, що в пилку з кульбаби лікарської, отриманого із вуликів, розміщених у передгірній та, особливо, низинній зонах Карпатського регіону є більший вміст Феруму, Цинку, Купруму, Хрому, Нікелю, Плюмбуму та Кадмію. У пилку з кульбаби лікарської, отриманого із вуликів, розміщених у передгірній та, особливо, низинній зонах Карпатського регіону є високий рівень аніонних форм жирних кислот, але низький − неестерифікованих форм жирних кислот і жирних кислот загальних ліпідів. Рівень наведених вище форм жирних кислот змінюється з боку насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот. Низький рівень неестерифікованих форм жирних кислот і жирних кислот загальних ліпідів та велика кількість аніонних форм жирних кислот і важких металів у пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у передгірній та, особливо, низинній зонах Карпатського регіону, є наслідком великої урбанізації та індустріалізації.

Ключові слова: ЖИРНІ КИСЛОТИ, ВАЖКІ МЕТАЛИ, КУЛЬБАБА ЛІКАРСЬКА, ПРИРОДНО-ЕКОЛОГІЧНІ ЗОНИ, КАРПАТСЬКИЙ РЕГІОН.

Джерела емісії важких металів і шляхи їх надходження в навколишнє середовище відрізняються різноманітністю, але в основному вони мають техногенне походження як наслідок урбанізації та індустріалізації [1, 3, 9, 12, 18]. Розвиток промисловості, сільського господарства, енергетики та транспорту, інтенсивне видобування корисних копалин − все це призвело до надходження в повітря, воду, ґрунт, рослини високотоксичних мінеральних елементів [1, 3, 11, 18, 21].

Міграція важких металів в об’єктах зовнішнього середовища призвела до нагромадження їх у ґрунтах, рослинах, тканинах медоносних бджіл і продуктах бджільництва [2, 8, 10]. У результаті змінився характер (змінилися строки цвітіння) і розподіл (одні види медоносних рослин уступили місце іншим) рослинності, що призвело до погіршення умов медозбору [5, 14, 19]. Важкі метали причетні до обмінних процесів жирних кислот в організмі бджіл [6, 13, 20]. Зокрема, важкі метали, насамперед двовалентні, впливають на інтенсивність елонгації, десатурації та пероксидного окиснення жирних кислот в організмі бджіл [17]. Від важких металів залежить кількість жирних кислот, які знаходяться в організмі бджіл у аніонній формі та визначають біологічну цінність продукції

[1]Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук Й. Ф. Рівіс

бджільництва [7, 18]. У результаті змінюється забезпеченість організму бджіл енергетичним, структурним і біологічно активним матеріалом. Все це позначається на життєдіяльності медоносних бджіл і продуктивності бджолиних сімей [4]. З огляду на наведене вище, науково-практичний інтерес становлять дослідження вмісту жирних кислот і важких металів у бджолиному обніжжі, залежно від природно-екологічних умов довкілля.

Мета роботи полягала у дослідженні інтенсивності нагромадження різних форм жирних кислот і окремих важких металів у пилку з кульбаби лікарської, отриманого із вуликів, розміщених у гірській, передгірній та низинній зонах Карпатського регіону.

Матеріали і методи. Бджолине обніжжя (пилок з кульбаби лікарської − *Taraxacum officinale Wigg.)* відбирали з трьох вуликів на трьох пасіках, розміщених у гірській, передгірній та низинній зонах Карпатського регіону. Зокрема, у приватних пасічних господарствах гірської (с. Славське Сколівського району Львівської області), передгірної (с. Стинава Стрийського району Львівської області) та низинної (с. Миклашів Пустомитівського району Львівської області) зон Карпатського регіону. Для уточнення видової належності відібраного пилку із кульбаби лікарської проводили ідентифікаційні дослідження за допомогою комп'ютерних програм «LUCIA» (Laboratory Colour Image Analysis) і «Pollen Data Bank». Ці програми дають можливість визначити основні параметри пилкового зерна, відзнятого відеокамерою з мікроскопа, шляхом накладання зображень та порівняння з еталонними зразками.

У відібраних зразках пилку з кульбаби лікарської визначали вміст важких металів, аніонних жирних кислот, неестерифікованих жирних кислот і жирних кислот загальних ліпідів.

Вміст важких металів (Феруму, Цинку, Купруму, Хрому, Нікелю, Плюмбуму та Кадмію) у пилку з кульбаби лікарської визначали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С–115 ПК [16, 18]. Концентрація аніонних жирних кислот, неестерифікованих жирних кислот і жирних кислот загальних ліпідів у пилку з кульбаби лікарської визначали методами газорідинної хроматографії [13, 16].

Розділення метилових естерів жирних кислот проводили на хроматографі „Chrom-5" ("Laboratorni pristroje", Praha). Для цього нержавіючу стальну колонку довжиною 3700 мм і внутрішнім діаметром 3 мм заповнювали Chromaton-N-AW, розміром частинок 60–80 меш, силанізованим HMDS (гексаметилдисилізаном) та покритим полідіетиленглікольадипінатом (нерухомою рідкою фазою) у кількості 10 %. Витрати газу-носія, хімічно чистого та осушеного азоту (рухома фаза) через колонку при вхідному тиску 1,5 х 10^5 Па склав 65 мл/хв. Горіння полум'я забезпечувалось воднем (25 мл/хв) і повітрям (380 мл/хв). Ізотермічний режим роботи набивної колонки з полярною рідкою фазою утримувався на рівні 196 ^{0}С, а випаровувача та детектора – 245 ^{0}С. Детектор − полум'яно-іонізаційний (FID) [13, 16]. За цих умов колонка забезпечувала добре розділення метилових естерів жирних кислот. Ефективність колонки визначена за Мак-Нейр і Бонеллі для загальноприйнятого середнього піка на хроматограмі – метилового естеру пальмітинової кислоти – склала 1285±104 теоретичних тарілок .

Ідентифікацію піків на хроматограмі проводили методом розрахунку "вуглецевих чисел", а також шляхом використання хімічно чистих, стандартних розчинів метилових естерів жирних кислот. Розрахунок вмісту окремих жирних кислот, за результатами газохроматографічного аналізу – хроматограмах – проводився за формулою, яка містить поправкові коефіцієнти для кожної із них. Поправкові коефіцієнти знаходились як відношення площ піків (зокрема висот піків) гептадеканової (внутрішній стандарт) та досліджуваної кислот за концентрації 1:1 та ізотермічному режимі роботи газорідинного хроматографа [6, 13, 16].

Отриманий цифровий матеріал опрацьовували методом варіаційної статистики з використанням критерію Стьюдента. Зокрема, вираховували середні арифметичні величини

(M) та похибки середніх арифметичних (±m). Різниці між середніми величинами вважали вірогідними за p<0,05. Для розрахунків було використано комп'ютерну програму Origin 6.0, Excel (Microsoft, USA).

Результати й обговорення. Констатовано, що в пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній та передгірній зонах Карпатського регіону, порівняно з пилком із кульбаби лікарської, відібраного з вуликів, розміщених у гірській зоні, є вірогідно більший вміст Феруму, Цинку, Купруму, Хрому, Нікелю, Плюмбуму та Кадмію (табл. 1). Із наведених у таблиці даних видно також, що в пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній зоні Карпатського регіону, міститься найбільша кількість згадуваних вище важких металів. Отримані дані характеризують рівень техногенного забруднення територій у досліджуваних природно-екологічних зонах. Слід відмітити наступне. Вміст досліджуваних важких металів у пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у гірській, низинній та передгірній зонах Карпатського регіону знаходиться у гранично-допустимих межах, визначених чинним на даний час ДСТУ.

Таблиця 1

Концентрація важких металів у пилку з кульбаби лікарської, мг/кг повітряно-сухої маси (M±m, n=3)

Важкі метали та їх символи	Природно-екологічні зони Карпатського регіону		
	Гірська	Передгірна	Низинна
Ферум, Fe	32,04±1,101	40,27±1,010**	49,95±1,144***
Цинк, Zn	43,54±0,773	52,70±1,169**	62,51±0,803***
Купрум, Cu	3,34±0,181	4,80±0,307*	6,57±0,338**
Хром, Cr	2,99±0,124	5,20±0,171***	7,81±0,146***
Нікель, Ni	0,46±0,029	0,62±0,029*	0,90±0,043**
Плюмбум, Pb	1,05±0,083	1,87±0,047**	2,53±0,104***
Кадмій, Cd	0,04±0,006	0,08±0,008*	0,13±0,008**

Примітка: тут і далі * − p< 0,05–0,02; ** − p< 0,01; *** − p< 0,001.

Нами встановлено, що в пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній та передгірній зонах Карпатського регіону, порівняно з пилком із кульбаби лікарської, відібраного з вуликів, розміщених у гірській зоні, змінюється вміст аніонних і неестерифікованих форм жирних кислот, а також жирних кислот загальних ліпідів. Це впливає на енергетичну, атрактивну, функціонально-метаболічну та біологічну цінність пилку з наведеного вище виду рослин [2, 4, 5, 10].

Зокрема, нами встановлено, що загальна концентрація аніонних форм жирних кислот у пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній та передгірній зонах Карпатського регіону, порівняно з пилком із кульбаби лікарської, відібраного з вуликів, розміщених у гірській зоні, є більшою (табл. 2). Збільшення концентрації аніонних форм жирних кислот у пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній та передгірній зонах Карпатського регіону, може свідчити про зменшення в ньому кількості неестерифікованих форм жирних кислот. Зменшення кількості останніх може вказувати на зниження енергетичної, атрактивної та функціонально-метаболічної цінності бджолиного обніжжя. Це пов'язано з тим, що аніонні форми жирних кислот, на відміну від неестерифікованих, є малодоступними для організму медоносних бджіл.

Вищий рівень аніонних форм жирних кислот у пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній та передгірній зонах Карпатського регіону, порівняно з пилком із кульбаби лікарської, відібраного з вуликів, розміщених у гірській зоні, в основному зумовлений більшим вмістом у їх складі насичених жирних кислот з парною (відповідно 450,6 і 467,3 проти 429,7 г·10^{-3}/кг повітряно-сухої маси) та непарною (0,4 і 0,5 проти 0,2) кількістю вуглецевих атомів у ланцюгу, мононенасичених жирних кислот родин

ω-7 (8,2 і 8,7 проти 7,6) і ω -9 (164,9 і 171,7 проти 156,8) та поліненасичених жирних кислот родин ω-3 (1120,7 і 1129,8 проти 1103,0) і ω-6 (відповідно 518,4 і 525,5 проти 511,8 г·10^{-3}/кг повітряно-сухої маси). Відношення аніонних поліненасичених жирних кислот родини ω-3 до аніонних поліненасичених жирних кислот родини ω-6 при цьому становить відповідно 2,16 і 2,15 проти 2,16.

Таблиця 2

Вміст аніонних форм жирних кислот у пилку з кульбаби лікарської, г·10^{-3}/кг повітряно-сухої маси (M±m, n=3)

Жирні кислоти та їх коди	Природно-екологічні зони Карпатського регіону		
	Гірська	Передгірна	Низинна
Капринова, 10:0	23,4±0,52	26,2±0,52*	28,1±0,43**
Лауринова, 12:0	88,3±1,91	94,7±1,30**	98,9±0,86**
Міристинова, 14:0	6,6±0,20	7,6±0,23*	8,3±0,18**
Пентадеканова, 15:0	0,2±0,03	0,4±0,03*	0,5±0,01**
Пальмітинова, 16:0	216,9±1,58	222,5±1,27**	227,1±1,18**
Пальмітоолеїнова, 16:1	7,6±0,11	8,2±0,14*	8,7±0,08**
Стеаринова, 18:0	94,5±1,30	99,6±1,49**	104,9±0,83**
Олеїнова, 18:1	156,8±2,89	164,9±1,41**	171,7±1,62*
Лінолева, 18:2	511,8±2,02	518,4±1,01*	525,5±2,36*
Ліноленова, 18:3	1103,0±6,83	1120,7±2,47**	1129,8±2,00*
Загальний вміст жирних кислот	2209,1	2263,2	2303,5
в т. ч.: насичені	429,9	451,0	467,8
мононенасичені	164,4	173,1	180,4
поліненасичені	1614,8	1639,1	1655,3
Ω-3/ω -6	2,16	2,16	2,15

У пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній та передгірній зонах Карпатського регіону, порівняно з пилком із кульбаби лікарської, відібраного з вуликів, розміщених у гірській зоні, вірогідно збільшується концентрація таких аніонних форм насичених жирних кислот, як капринова, лауринова, міристинова, пентадеканова, пальмітинова та стеаринова; таких мононенасичених, як пальмітоолеїнова та олеїнова; таких поліненасичених, як лінолева та ліноленова.

Неестерифіковані форми жирних кислот є найбільш активними. Нами встановлено, що загальний вміст неестерифікованих форм жирних кислот у пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній та передгірній зонах Карпатського регіону, порівняно з пилком із кульбаби лікарської, відібраного з вуликів, розміщених у гірській зоні, є менший (табл. 3). Найменший загальний вміст неестерифікованих форм жирних кислот виявлено у пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній та передгірній зонах Карпатського регіону.

Менша загальна кількість неестерифікованих форм жирних кислот у пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній та передгірній зонах Карпатського регіону, порівняно з пилком із кульбаби лікарської, відібраного з вуликів, розміщених у гірській зоні, зумовлена насиченими жирними кислотами з парною (відповідно, 486,7 і 447,1 проти 532,7 г·10^{-3}/кг повітряно-сухої маси) і непарною (0,3 і 0,1 проти 0,6) кількістю вуглецевих атомів у ланцюгу, мононенасиченими жирними кислотами родин ω-7 (7,6 і 6,7 проти 8,7) і ω-9 (176,3 і 160,4 проти 201,8) та поліненасиченими жирними кислотами родин ω-3 (1446,2 і 1426,7 проти 1468,4) і ω-6 (відповідно 608,2 і 590,2 проти 628,6 г·10^{-3}/кг повітряно-сухої маси). При цьому відношення неестерифікованих форм поліненасичених жирних кислот родини ω-3 до неестерифікованих форм поліненасичених жирних кислот родини ω-6 становить відповідно 2,37 і 2,41 проти 2,33. Останнє вказує на те, що із зростанням інтенсивності техногенного навантаження на довкілля знижується активність десатураз у пилку з кульбаби лікарської.

Зменшення загального вмісту неестерифікованих форм жирних кислот у пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній та передгірній зонах Карпатського регіону, порівняно з пилком із кульбаби лікарської, відібраного з вуликів, розміщених у гірській зоні, може вказувати на зниження енергетичної забезпеченості організму медоносних бджіл. Як відомо, неестерифіковані форми жирних кислот є найбільш доступним для них видом енергії [11, 14, 15, 22, 23].

Серед речовин пилку, що привертають увагу медоносних бджіл, є жирні кислоти. Зокрема, коротколанцюгові (10 і менше вуглецевих атомів у ланцюгу) та довголанцюгові (18 і більше вуглецевих атомів у ланцюгу) жирні кислоти бджолиного обніжжя володіють атрактантними властивостями [9, 15, 18, 21, 25, 26].

Нами встановлено, що загальний вміст неестерифікованих форм жирних кислот, які володіють атрактантними властивостями, у пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній та передгірній зонах Карпатського регіону, порівняно з пилком із кульбаби лікарської, відібраного з вуликів, розміщених у гірській зоні, є менший (коротколанцюгових жирних кислот відповідно 26,0 і 24,7 проти 29,0 та довголанцюгових жирних кислот, відповідно, 2355,7 і 2292,9 проти 2435,0 г·10^{-3}/кг повітряно-сухої маси). Найбільше він зменшується у пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній зоні Карпатського регіону. Таким чином, на територіях з високою інтенсивністю техногенного навантаження зменшується атрактантні властивості пилку з кульбаби лікарської.

Нами також встановлено, що загальний вміст неестерифікованих форм капринової, лауринової, олеїнової, лінолевої та ліноленової кислот, які забезпечують антибактеріальний та антигрибковий захист організму медоносних бджіл і вулика, у пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній та передгірній зонах Карпатського регіону, порівняно з пилком із кульбаби лікарської, відібраного з вуликів, розміщених у гірській зоні, є менший (відповідно, 2355,1 і 2293,6 проти 2438,2 г·10^{-3}/кг повітряно-сухої маси). Найбільше він зменшується у пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній зоні Карпатського регіону.

Таблиця 3

Рівень неестерифікованих форм жирних кислот у пилку з кульбаби лікарської, г$^{-3}$/кг повітряно-сухої маси (M±m, n=3)

Жирні кислоти та їх коди	Природно-екологічні зони Карпатського регіону		
	Гірська	Передгірна	Низинна
Капринова, 10:0	29,0±0,60	26,0±0,46*	24,7±0,40**
Лауринова, 12:0	110,4±2,19	98,4±2,15*	91,6±1,56**
Міристинова, 14:0	8,7±0,26	7,2±0,34*	6,4±0,34**
Пентадеканова, 15:0	0,6±0,05	0,3±0,03*	0,1±0,03**
Пальмітинова, 16:0	247,8±3,12	229,8±2,46*	208,7±5,05**
Пальмітоолеїнова, 16:1	8,7±0,26	7,6±0,23*	6,7±0,20**
Стеаринова, 18:0	136,2±1,47	125,0±2,95*	115,6±2,22**
Олеїнова, 18:1	201,8±5,69	176,3±3,52*	160,4±4,53**
Лінолева, 18:2	628,6±5,02	608,2±5,36*	590,2±4,56**
Ліноленова, 18:3	1468,4±5,40	1446,2±5,08*	1426,7±4,53**
Загальний рівень жирних кислот	2840,2	2725,0	2633,1
в т. ч. насичених	532,7	486,7	447,0
мононенасичених	210,5	183,9	167,1
поліненасичених	2097,0	2054,4	2016,9
ω-3/ω-6	2,33	2,37	2,41

У бджолиному обніжжі є дуже високий загальний вміст легкодоступних неестерифікованих форм ненасичених жирних кислот — пальмітоолеїнової, олеїнової, лінолевої та ліноленової. Дуже високий вміст ненасичених жирних кислот у бджолиному

обніжжі може сприяти зростанню проникливості його структурних складових для води та водорозчинних речовин [7, 8, 16, 24]. Він може сприяти зростанню проникливості для наведених вище речовин також тканин організму медоносних бджіл [5, 9, 24].

Нами встановлено, що загальний вміст неестерифікованих форм ненасичених жирних кислот у пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній та передгірній зонах Карпатського регіону, порівняно з пилком із кульбаби лікарської, відібраного з вуликів, розміщених у гірській зоні, є менший (відповідно 2238,3 і 2184,0 проти 2307,5 г·10^{-3}/кг повітряно-сухої маси). Найбільше він зменшується у пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній зоні Карпатського регіону.

З таблиці 3 видно, що у пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній та передгірній зонах Карпатського регіону, порівняно з пилком із кульбаби лікарської, відібраного з вуликів, розміщених у гірській зоні, вірогідно зменшується вміст таких неестерифікованих форм насичених жирних кислот, як капринова, лауринова, міристинова, пентадеканова, пальмітинова та стеаринова, таких мононенасичених жирних кислот, як пальмітоолеїнова та олеїнова, і таких поліненасичених жирних кислот, як лінолева та ліноленова.

Нами встановлено, що в пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній та передгірній зонах Карпатського регіону, порівняно з пилком із кульбаби лікарської, відібраного з вуликів, розміщених у гірській зоні, змінюється вміст жирних кислот загальних ліпідів. Це впливає на енергетичну, атрактивну, функціонально-метаболічну та біологічну цінність пилку з наведеного вище виду рослини [1, 14].

В енергетичному відношенні ліпіди є набагато ціннішими за білки та вуглеводи [12]. Вважається, що чим більша кількість жирних кислот загальних ліпідів (насичених, мононенасичених і поліненасичених) є у пилку, тим більша його енергетична цінність для організму медоносних бджіл [9, 10].

Нами встановлено, що вміст насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот загальних ліпідів у пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній та передгірній зонах Карпатського регіону, порівняно з пилком із кульбаби лікарської, відібраного з вуликів, розміщених у гірській зоні, є менший, (табл. 4). Найменший вміст жирних кислот загальних ліпідів виявлено у пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній зоні Карпатського регіону.

Менша кількість насичених жирних кислот загальних ліпідів у пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній та передгірній зонах Карпатського регіону, порівняно з пилком із кульбаби лікарської, відібраного з вуликів, розміщених у гірській зоні, зумовлена нижчим рівнем в їх складі жирних кислот з парною (відповідно 11,09 і 10,27 проти 12,09 г/кг повітряно-сухої маси) та непарною (0,01 і сліди проти 0,02) кількістю вуглецевих атомів у ланцюгу. Менша кількість мононенасичених жирних кислот загальних ліпідів у пилку з кульбаби лікарської, яка росте на наведених вище територіях, зумовлена жирними кислотами родин ω-7 (відповідно, 0,14 і 0,12 проти 0,18 г/кг повітряно-сухої маси) і ω-9 (4,38 і 4,14 проти 4,66), а поліненасичених жирних кислот – жирних кислот родин ω-3 (28,41 і 27,86 проти 29,57) і ω-6 (відповідно, 13,29 і 12,88 проти 13,72 г/кг повітряно-сухої маси). Відношення поліненасичених жирних кислот родини ω-3 до поліненасичених жирних кислот родини ω-6 при цьому становить, відповідно, 2,13 і 2,16 проти 2,15. Це призводить до зміни енергетичної, атрактивної та біологічної цінності пилку з кульбаби лікарської для організму медоносних бджіл.

Загальний вміст коротколанцюгових (10 і менше вуглецевих атомів у ланцюгу) і довголанцюгових (18 і більше вуглецевих атомів у ланцюгу) жирних кислот загальних ліпідів, які виконують атрактивну функцію, у пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній та передгірній зонах Карпатського регіону, порівняно з пилком із кульбаби лікарської, відібраного з вуликів, розміщених у гірській зоні, є менший.

Зокрема, вміст коротколанцюгових жирних кислот загальних ліпідів у них становить відповідно 0,63 і 0,55 проти 0,73 г/кг повітряно-сухої маси, а довголанцюгових – 48,98 і 47,53 проти 54,08 г/кг повітряно-сухої маси. Найбільше зменшується їх вміст у пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній зоні Карпатського регіону.

Таблиця 4

Кількість жирних кислот загальних ліпідів у пилку з кульбаби лікарської, г/кг повітряно-сухої маси (M±m, n=3)

Жирні кислоти та їх коди	Природно-екологічні зони Карпатського регіону		
	Гірська	Передгірна	Низинна
Капринова, 10:0	0,73±0,024	0,63±0,020*	0,55±0,012**
Лауринова, 12:0	2,42±0,082	2,14±0,052*	1,97±0,040**
Міристинова, 14:0	0,16±0,008	0,12±0,008*	0,09±0,005**
Пентадеканова, 15:0	0,02±0,003	0,01±0,000*	Сліди
Пальмітинова, 16:0	5,63±0,098	5,29±0,086*	5,01±0,057**
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,18±0,01	0,14±0,006*	0,12±0,006**
Стеаринова, 18:0	3,13±0,043	2,9±0,069*	2,65±0,055**
Олеїнова, 18:1	4,66±0,063	4,38±0,059*	4,14±0,073**
Лінолева, 18:2	13,72±0,080	13,29±0,139	12,88±0,063**
Ліноленова, 18:3	29,57±0,540	28,41±0,208	27,86±0,124*
Загальна кількість жирних кислот	60,22	57,31	55,27
в т. ч. насичені	12,09	11,09	10,27
мононенасичені	4,84	4,52	4,26
поліненасичені	43,29	41,70	40,74
n-3/n-6	2,15	2,13	2,16

Виявлено, що вміст капринової, лауринової, олеїнової, лінолевої та ліноленової кислот загальних ліпідів, які забезпечують антибактеріальний та антигрибковий захист організму медоносних бджіл і вулика, у пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній та передгірній зонах Карпатського регіону, порівняно з пилком із кульбаби лікарської, відібраного з вуликів, розміщених у гірській зоні, є менший (відповідно, 48,85 і 47,40 проти 51,10 г/кг повітряно-сухої маси). Найбільше зменшується їх вміст у пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній зоні Карпатського регіону.

Встановлено, що вміст ненасичених жирних кислот загальних ліпідів (пальмітоолеїнової, олеїнової, лінолевої та ліноленової) у пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній та передгірній зонах Карпатського регіону, порівняно з пилком із кульбаби лікарської, відібраного з вуликів, розміщених у гірській зоні, є менший (відповідно, 46,22 і 45,00 проти 48,13 г/кг повітряно-сухої маси). Найбільше зменшується їх вміст у пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній зоні Карпатського регіону.

Дуже високий вміст ненасичених жирних кислот загальних ліпідів у пилку з кульбаби лікарської може сприяти зростанню проникливості його структурних складових для води та водорозчинних речовин [14]. Він також може сприяти зростанню проникливості для наведених вище речовин тканин організму медоносних бджіл [24].

З таблиці 4 видно, що в пилку з кульбаби лікарської, отриманого з вуликів, розміщених у низинній та передгірній зонах Карпатського регіону, порівняно з пилком із кульбаби лікарської, відібраного з вуликів, розміщених у гірській зоні, вірогідно зменшується концентрація таких насичених жирних кислот загальних ліпідів, як капринова, лауринова, міристинова, пентадеканова, пальмітинова та стеаринова, таких мононенасичених жирних кислот, як пальмітоолеїнова та олеїнова, і таких поліненасичених жирних кислот, як лінолева та ліноленова.

Наведене вище вказує на те, що в результаті зменшення техногенного навантаження на довкілля зростає енергетична, атрактивна, функціонально-метаболічна та біологічна цінність жирних кислот пилку з кульбаби лікарської для організму медоносних бджіл.

Високий рівень досліджуваних важких металів і аніонних форм жирних кислот, але низький неестерифікованих форм жирних кислот і жирних кислот загальних ліпідів у пилку з кульбаби лікарської, отриманого із вуликів, розміщених у низинній та передгірській зоні Карпатського регіону, видно, є наслідком великої урбанізації та індустріалізації.

В И С Н О В К И

1. У пилку з кульбаби лікарської, отриманого із вуликів, розміщених у передгірній та, особливо, низинній зонах Карпатського регіону є більший вміст Феруму, Цинку, Купруму, Хрому, Нікелю, Плюмбуму та Кадмію.

2. У пилку з кульбаби лікарської, отриманого із вуликів, розміщених у передгірній та, особливо, низинній зонах Карпатського регіону є високий рівень аніонних форм жирних кислот, але низький – неестерифікованих форм жирних кислот і жирних кислот загальних ліпідів. Рівень наведених вище форм жирних кислот змінюється з боку насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот.

3. Низький рівень неестерифікованих форм жирних кислот і жирних кислот загальних ліпідів та велика кількість аніонних форм жирних кислот і важких металів у пилку з кульбаби лікарської, отриманого із вуликів, розміщених у передгірній та, особливо, низинній зонах Карпатського регіону, є наслідком великої урбанізації та індустріалізації.

Перспективи досліджень. Будуть вивчатися аніонні жирні кислоти, неестерифіковані жирні кислоти та жирні кислоти загальних ліпідів у тканинах голови, черевця і грудей медоносних бджіл.

FATTY ACIDS AND HEAVY METALS IN THE DANDELION POLLEN IN DIFFERENT NATURAL ENVIRONMENTAL AREAS OF THE CARPATHIAN REGION

O. Ya. Klym

Institute of Agriculture of the Carpathian region of NAAS
5, Grushevskogo str., Obroshyno village, Pustomyty district, Lviv region, 81115, Ukraine

S U M M A R Y

The aim of this study was to research the intensity of accumulation of different fatty acids and some specific heavy metals in the dandelion pollen, taken from the beehives located in the mountain, foothill and lowland areas of the Carpathian region. Pollen basket (dandelion pollen) was taken from three beehives in three apiaries located in the mountain, foothill and lowland areas of the Carpathian region. Fatty acids, in the studied biological material, were determined with the help of the gas-liquid chromatography, and some specific heavy metals were determined by the atomic absorption spectrophotometer. It is stated that the dandelion pollen, taken from beehives located in the foothills, and especially in the lowlands of the Carpathian region, contains more iron, zinc, copper, chromium, nickel, lead and cadmium. The dandelion pollen, taken from beehives located in the foothills, and especially in the lowlands of the Carpathian region, contains a high level of anionic forms of fatty acids but a low level of non-esterified forms of fatty acids and fatty acids of lipids. The level of the given forms of fatty acids changes from the side of saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids. Low level of non-esterified forms of fatty acids, fatty acids of lipids, and a great amount of anionic forms of fatty acids and heavy metals in the

dandelion pollen, taken from the beehives located in the foothill, and especially in the lowland areas of the Carpathian region, is the result of great urbanization and industrialization.

Keywords: FATTY ACIDS, HEAVY METALS, DANDELION, NATURAL ENVIRONMENTAL AREAS, CARPATHIAN REGION.

СОДЕРЖАНИЕ ЖИРНЫХ КИСЛОТ И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПЫЛЬЦЕ ИЗ ОДУВАНЧИКА ЛЕКАРСТВЕННОГО В РАЗНЫХ ПРИРОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗОНАХ КАРПАТСКОГО РЕГИОНА

О. Я. Клим

Институт сельского хозяйства Карпатского региона НААН
ул. Грушевского, 5, с. Оброшино Пустомытовского р-на Львовской обл., 81115, Украина

А Н Н О Т А Ц И Я

Целью работы являлось исследование интенсивности накопления разных форм жирных кислот и отдельных тяжелых металлов в пыльце из одуванчика лекарственного, полученной из ульев, размещенных в горной, предгорной и низинной зонах Карпатского региона. Пчелиная обножка (пыльца из одуванчика лекарственного) отбиралась из трех ульев на трех пасеках, размещенных в горной, предгорной и низинной зонах Карпатского региона. Содержание разных форм жирных кислот в исследованном биологическом материале определяли методом газожидкостной хроматографии, а отдельных тяжелых металлов − на атомно-абсорбционном спектрофотометре. Установлено, что в пыльце из одуванчика лекарственного, полученной из ульев, размещенных в предгорной и, особенно, низинной зонах Карпатского региона, имеется большое содержание Железа, Цинка, Меди, Хрома, Никеля, Свинца и Кадмия. В пыльце из одуванчика лекарственного, полученной из ульев, размещенных в предгорной и, особенно, низинной зонах Карпатского региона, содержится высокий уровень анионных форм жирных кислот, но низкий – неэстерифицированных кислот и жирных кислот общих липидов. Уровень приведенных выше форм жирных кислот изменяется со стороны насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот. Низкий уровень неэстерифицированных форм жирных кислот и тяжелых металлов в пыльце из одуванчика лекарственного, полученной из ульев, размещенных в предгорной и, особенно, низинной зонах Карпатского региона, является следствием большой урбанизации и индустриализации.

Ключевые слова: ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ, ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, ОДУВАНЧИК ЛЕКАРСТВЕННЫЙ, ЕСТЕСТВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЗОНЫ, КАРПАТСКИЙ РЕГИОН.

Л І Т Е Р А Т У Р А

1. Аккумуляция тяжелых металлов в теле пчел / Е. К. Еськов, Г. С. Ярошевич, М. Д. Еськова [и др.] // Пчеловодство. – 2008. – № 2. – С. 14–16.

2. *Асафова Н. Н.* Физиологически активные продукты пчелиной семьи / Н. Н. Асафова, Б. Н. Орлова, Р. Б. Козин. – Нижний Новгород : Изд. Ю. А. Николаев, 2001. – 368 с.

3. *Багрій І. Г.* Заготівля квіткового пилку / І. Г. Багрій // Пасіка. – 2001. – № 5 – С. 37.

4. Биохимическая характеристика обножки / Д. К. Шапиро, М. Ф. Шеметков, Л. В. Анихимовская [и др.] // Пчеловодство. – 1989. – № 8. – С. 48–49.

5. Біологічна дія поліненасичених N-3 жирних кислот в організмі людини та основні джерела забезпечення їх потреби / І. І. Грициняк, К. Б. Смолянінов, І. В. Вудмаска, [та ін.] // Біологія тварин. – 2010. – Т. 12, № 2. – С. 34–44.

6. Біологічна оцінка бджолиного обніжжя / [Г. О. Богданов, В. П. Поліщук, Й. Ф. Рівіс, О. А. Локутова] // Науковий вісник Львівської національної академії ветеринарної медицини імені С. З. Гжицького. – 2005. – Т. 7 (№ 1), Ч. 2. – С. 227–239.

7. Біофармацевтичні дослідження косметичних кремів із квітковим пилком (бджолиним обніжжям) / В. О. Головкін, В. П. Соловйова, В. В. Скрипникова [та ін.] // Бджільництво. – К. : Урожай, 1994. – Вип. 21. – С. 82–84.

8. *Богданов Г. О.* Мінеральні елементи в контексті екологічної оцінки квіткового пилку (бджолине обніжжя) / Г. О. Богданов, В. П. Поліщук, О. А. Локутова // Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин. – Львів, 2004. – Вип. 5, № 3. – С. 133–140.

9. *Ковальська Л. М.* Ліпідний склад квіткового обніжжя та маточного молочка медоносних бджіл / Л. М. Ковальська, Я. І. Кирилів // Український пасічник. – 2006. – № 11. – С. 6–8.

10. *Ковальський Ю. В.* Порівняльна характеристика мінерального складу бджолиного обніжжя / Ю. В. Ковальський, Я. І. Кирилів // Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок. – Львів, 2006. – Вип. 7, № 1, 2. – С. 56–59.

11. *Котенко О. М.* Вивчення хімічного складу ліпофільного екстракту обніжжя бджолиного / О. М. Котенко // Вісник фармації. – 2004. – № 3. – С. 32–37.

12. *Мецлер Д.* Биохимия. Химические реакции в живой клетке / Д. Мецлер. – М. : Мир, 1980.– Т. 1. – 408 с.

13. *Осинцева Л. А.* Пчелиная обножка – индикатор состояния окружающей среды / Л. А. Осинцева // Пчеловодство. – 2004. – № 3. – С. 10–11.

14. *Поліщук В. П.* Біологічні особливості живлення бджіл і збирання квіткового пилку в умовах поліфлорного взятку / В. П. Поліщук, О. А. Локутова // Біологія тварин. – 2002. – Т. 4, № 1–2. – С. 236–242.

15. *Поліщук В. П.* Пасіка / В. П. Поліщук, В. А. Гайдар. – К. : Ділова Україна, 2008. – 284 с.

16. *Постоєнко В. О.* Біоіндикатор довкілля – мед / В. Постоєнко, Р. Галенко // Тваринництво України. – 2007. – № 9. – С. 4–9.

17. *Шапиро Д. К.* Пыльца растений-концентрат биологически активных вещетв / Д. К. Шапиро, В. А. Бандюкова, М. Ф. Шеметков. – Минск: Наука и техника, 1985. – 72 с.

18. Antimicrobial activity of pollen / S. C. Pauguel, M. Bert, S. Dolley [et al.] // Phytochemistry. – 1993. – Vol. 33, № 6. – P. 2503–2507.

19. *Dimou M.* Pollen analysis of honeybee rectum as a method to record the bee pollen flora of an area / M. Dimou, A. Thrasyvoulou // Apidologie. – 2009. – Vol. 40, № 2. – P. 124–133.

20. *Dobson H. E. M.* Survey of pollen and pollenkitt lipids – chemical cues to flower visitors? / H. E. M. Dobson // American journal of botany. – 1988. – Vol. 75, № 2. – P. 170–182.

21. *Fakhim-Zadeh K.* Schwermetalle im Honig, Pollen und den Honigbienen Finnlands / K. Fakhim-Zadeh, M. Lodenius // Apiacta. – 2000. – Vol. 35. – P. 85–95.

22. Fatty acid composition and palynological analysis of bee (Apis) pollen loads in the states of Sao Paulo and Minas Gerais, Brazil / D. H. Markowicz Bastos, O. M. Barth, C. I. Rocha [et al.] // Journal of Apicultural Research. – 2004. – Vol. 43, № 2. – P. 35–39.

23. *Loidl A.* Free fatty acids digested from pollen and triolein in the honeybee (Apis mellifera carnica Pollmann) midgut / A. Loidl, K. Crailsheim // Journal of comparative physiology. Biochemical, systemic, and environmental physiology. – 2001. – Vol. 171, № 4. – P. 313–322.

24. *Szczęsna T.* Concentration of selected elements in honeybee-collected pollen / T. Szczęsna // Journal of Apicultural Science. – 2007. – Vol. 51, № 1. – P. 5–13.

25. *Szczęsna T.* Long-chain fatty acids composition of honeybee-collected pollen / T. Szczęsna // Journal of Apicultural Science. – 2006. – Vol. 50, № 4. – P. 65–79.

26. *Szczęsna T.* Study on the sugar composition of honeybee-collected pollen / T. Szczęsna // Journal of Apicultural Science. – 2007. – Vol. 51, № 1. – P. 15–22.

Рецензент – В. В. Каплінський, к. вет. н., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН.