

ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД БДЖОЛИНОГО ОБНІЖЖЯ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕКОЛОГІЧНИХ УМОВ ДОВКІЛЛЯ

I. I. Саранчук, Й. Ф. Рівіс

Інститут біології тварин УААН, Львів

Показано, що у пилку із кульбаби лікарської, яка росте на екологічно забруднених територіях міститься менша кількість жирних кислот: насичених, мононенасичених та поліненасичених. Найменша вона у пилку із кульбаби лікарської, яка росте на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств, а найбільша — на території, біля гірничо-видобувного комбінату та цементного заводу. У пилку із гречки посівної, яка росте на екологічно забруднених територіях зростає загальний вміст жирних кислот, в тому числі насичених, мононенасичених та поліненасичених. Найбільше він зростає у пилку із гречки посівної, яка росте на території, біля вугільних шахт та гірничо-збагачувального комбінату, а найменше — на території, біля гірничо-видобувного комбінату та цементного заводу. Пилок із кульбаби лікарської більш чутливий до екологічного забруднення довкілля, ніж пилок із гречки посівної.

Ключові слова: БЖОЛИНЕ ОБНІЖЖЯ, ЕКОЛОГІЧНІ УМОВИ ДОВКІЛЛЯ, ВИЩІ ЖИРНІ КИСЛОТИ.

Одним з основних джерел енергії для медоносних бджіл є жирні кислоти корму, зокрема пилку та його продукту — перги [2, 3]. Жирнокислотний склад пилку рослин впливає на продуктивні та репродуктивні показники бджіл [2, 3, 15]. Жирні кислоти в організмі бджіл відкладаються в жировому тілі у вигляді триацилгліцеролів і за необхідності використовуються як енергетичний та структурний матеріал [1]. Серед речовин пилку, що привертають увагу медоносних бджіл (атрактантів), є жирні кислоти [2, 3, 11, 12]. У літературі відсутні дані щодо впливу екологічних умов довкілля на вміст жирних кислот у пилку із різних видів рослин. У зв'язку з цим, метою наших досліджень було дослідження вмісту жирних кислот у бджолиному обніжжі залежно від екологічних умов довкілля.

Матеріали і методи

Дослідження проведені у різних екологічних зонах Львівщини. Контролем служила умовно екологічна чиста зона, в якій спостерігався помірний рух транспорту та були відсутні промислові підприємства (с. Перегноїв Золочівського району). Дослідними були екологічно забруднені зони інтенсивного руху транспорту та роботи промислових підприємств (м. Львів), діяльності вугільних шахт і збагачувальних комбінатів (м. Червоноград Сокальського району) та гірничо-видобувного комбінату і цементного заводу (с. Розвадів Миколаївського району).

У кожній із цих екологічних зон Львівщини у весняний період відбирали зразки бджолиного обніжжя із кульбаби лікарської, а у середині літнього періоду — із гречки посівної. Відбір бджолиного обніжжя у кожній із екологічних зон проводився загальноприйнятим методом на трьох приватних пасіках [4]. Для уточнення видової належності відбраного обніжжя 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 препаратами. Зразки монофлорного пилку у кожній із екологічних зон Львівщини відбирали у трьох повторностях.

У відібраних зразках бджолиного обніжжя методом газорідинної хроматографії [5–7] визначали концентрацію основних жирних кислот.

Отримані результати досліджень оброблено за допомогою стандартного пакету статистичних програм *Microsoft EXCEL*.

Результати та обговорення

Встановлено, що у пилку із кульбаби лікарської та гречки посівної, які ростуть в екологічно забруднених зонах, порівняно із пилком із кульбаби лікарської та гречки, які ростуть в умовно екологічно чистій зоні, у всіх випадках міститься більша кількість таких важких металів, як залізо, свинець та кадмій. Вміст інших важких металів (цинку, міді, хрому та нікелю) у пилку із кульбаби лікарської та гречки посівної в різних екологічно забруднених зонах значно коливається. Разом з тим, у пилку із кульбаби лікарської та гречки посівної, які проростають в екологічно забруднених зонах, змінюється вміст жирних кислот, що впливає на його енергетичну, атрактивну, функціонально-метаболичну та біологічну цінність. Зокрема, енергетичну цінність пилку для організму бджіл визначає загальна кількість жирних кислот [17]. В енергетичному відношенні жирні кислоти є набагато ціннішими за амінокислоти та вуглеводи [2, 9]. Вважається, що чим більша кількість жирних кислот (насичених, мононенасичених і поліненасичених) є у пилку, тим більша його енергетична цінність для організму медоносних бджіл [3].

Нами встановлено, що екологічні умови довкілля значно впливають на загальний вміст жирних кислот у пилку одного і того ж виду рослини. Так, загальний вміст жирних кислот у пилку із кульбаби лікарської, яка росте на екологічно забруднених територіях, менший, ніж у пилку із кульбаби лікарської, яка росте в умовно екологічно чистому середовищі (табл. 1). Найменший вміст жирних кислот виявлено у пилку із кульбаби лікарської, яка росте на території з інтенсивним рухом транспорту та біля промислових підприємств, а найменший — на території поблизу гірничо-видобувного комбінату та цементного заводу. Менша кількість насичених жирних кислот у пилку із кульбаби лікарської, яка росте на екологічно забруднених територіях, порівняно з пилком із кульбаби лікарської, яка росте на умовно екологічно чистій території, в основному зумовлена меншим вмістом у їх складі жирних кислот з парним (13,15–13,61 проти 14,57 г/кг повітряно-сухої маси) і непарним (однозначно 0,01 проти 0,02) числом вуглецевих атомів у ланцюгу, мононенасичених — жирних кислот родин n-7 (0,22–0,27 проти 0,42) і n-9 (5,12–5,28 проти 5,70), а поліненасичених — жирних кислот родин n-3 (32,00–32,97 проти 35,41) і n-6 (14,30–14,54 проти 16,36 г/кг повітряно-сухої маси). Відношення поліненасичених жирних кислот родини n-3 до поліненасичених жирних кислот родини n-6 при цьому становить 2,24–2,27 проти 2,16.

Загальний вміст жирних кислот у пилку із гречки посівної, яка росте на екологічно забруднених територіях, порівняно з пилком із гречки посівної, яка росте на умовно екологічно чистій території, більший. З таблиці 2 видно, що найбільше жирних кислот виявлено в пилку із гречки посівної, яка росте на території, на якій розміщені вугільні шахти та гірничо-збагачувальний комбінат, а найменше — на території біля гірничо-видобувного комбінату та цементного заводу.

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

Жирні кислоти та їх код	Екологічні зони Львівщини			
	помірного руху транспорту та відсутності промислових підприємств	інтенсивного руху транспорту та роботи промислових підприємств	діяльності вугільних шахт і збагачувальних комбінатів	інтенсивної роботи гірничо- видобувного комбінату та цементного заводу
Капринова, 10:0	1,14±0,064	0,90±0,023*	0,93±0,023*	0,96±0,028
Лауринова, 12:0	3,35±0,091	2,95±0,058*	3,02±0,043*	3,10±0,055
Міристинова, 14:0	0,35±0,023	0,23±0,011**	0,25±0,009*	0,28±0,012
Пентадеканова, 15:0	0,02±0,003	0,01±0,000*	0,01±0,003	0,01±0,003
Пальмітинова, 16:0	6,46±0,128	5,86±0,092*	5,97±0,095*	6,02±0,124
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,42±0,030	0,22±0,033**	0,27±0,028	0,26±0,025
Стеаринова, 18:0	3,27±0,099	3,21±0,092	3,23±0,093	3,25±0,093
Олеїнова, 18:1	5,70±0,132	5,12±0,055*	5,19±0,052*	5,28±0,069*
Лінолева, 18:2	16,36±0,552	14,30±0,318*	14,38±0,310*	14,54±0,360
Ліноленова, 18:3	35,41±0,880	32,00±0,528*	32,34±0,350*	32,97±0,528
Загальний вміст жирних кислот	72,10	64,60	65,35	66,44
в т. ч. насичені	14,59	13,16	13,41	13,62
мононенасичені	5,74	5,14	5,22	5,31
поліненасичені	51,77	46,30	46,72	47,51
n-3/n-6	2,16	2,24	2,25	2,27

Примітка : у цій і наступній таблиці * — P< 0,05—0,02 ; ** — P< 0,01.

Більша кількість насичених жирних кислот у пилку із гречки посівної, яка росте на екологічно забруднених територіях, порівняно з пилком із гречки посівної, яка росте на умовно екологічно чистій території, зумовлена більшим вмістом жирних кислот з парним (5,27–5,43 проти 4,92 г/кг повітряно-сухої маси) і непарним (однозначно 0,05 проти 0,04) числом вуглецевих атомів у ланцюгу, мононенасичених — жирних кислот родин n-7 (0,50–0,52 проти 0,42) і n-9 (1,29–1,31 проти 1,18), а поліненасичених — жирних кислот родин n-3 (35,77–35,96 проти 31,71) і n-6 (5,15–5,19 проти 4,48 г/кг повітряно-сухої маси). Відношення поліненасичених жирних кислот родини n-3 до поліненасичених жирних кислот родини n-6 при цьому становить 6,93–6,95 проти 7,08.

Таблиця 2

Вміст основних жирних кислот загальних ліпідів у пилку із гречки посівної, г/кг повітряно-сухої маси ($M \pm m$, n=3)

Жирні кислоти та їх код	Екологічні зони Львівщини		
	помірного руху транспорту та відсутності промислових підприємств	діяльності вугільних шахт і збагачувальних комбінатів	інтенсивної роботи гірничо-збагачувального комбінату та цементного заводу
Каприлова, 8:0	0,19±0,006	0,22±0,009	0,21±0,009
Капринова, 10:0	0,18±0,007	0,24±0,006**	0,23±0,003**
Лауринова, 12:0	0,11±0,006	0,13±0,003*	0,12±0,003
Міристинова, 14:0	0,13±0,006	0,15±0,006	0,14±0,006
Пентадеканова, 15:0	0,04±0,003	0,05±0,006	0,05±0,007
Пальмітинова, 16:0	3,84±0,068	4,12±0,065*	4,02±0,100
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,42±0,020	0,52±0,018*	0,50±0,018*
Стеаринова, 18:0	0,47±0,009	0,57±0,015**	0,55±0,013**
Олеїнова, 18:1	1,18±0,020	1,31±0,015**	1,29±0,013**
Лінолева, 18:2	4,48±0,136	5,19±0,099*	5,15±0,103*
Ліноленова, 18:3	31,71±1,227	35,96±0,929	35,77±1,010
Загальний вміст жирних кислот	42,75	48,46	48,03
в т. ч. насичені	4,96	5,48	5,32
мононенасичені	1,60	1,83	1,79
поліненасичені	36,19	41,15	40,92
n-3/n-6	7,08	6,93	6,95

Коротколанцюгові (10 і менше вуглецевих атомів у ланцюгу) та довголанцюгові (18 і більше вуглецевих атомів у ланцюгу) жирні кислоти бджолиного обніжжя володіють атрактантними властивостями [2, 12]. Тим самим, вони приваблюють медоносних бджіл до пилку [11]. Нами встановлено, що екологічні умови довкілля мають суттєвий вплив на загальний вміст коротколанцюгових та довголанцюгових жирних кислот у пилку одного і того ж виду рослини. Так, загальний вміст коротколанцюгових і довголанцюгових жирних кислот у пилку із кульбаби лікарської, яка росте на екологічно забруднених територіях, порівняно з пилком із кульбаби лікарської, яка росте в умовно екологічно чистому середовищі, менший: відповідно 0,90–0,96 проти 1,14 і 54,63–56,04 проти 60,74 г/кг повітряно-сухої маси. Найбільше він зменшується у пилку із кульбаби лікарської, яка росте на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств, а

найменше — на території, пов'язаною з роботою гірничо-видобувного комбінату та цементного заводу. Загальний вміст коротколанцюгових (0,44–0,46 проти 0,37 г/кг повітряно-сухої маси) і довголанцюгових (42,76–43,03 проти 37,84 г/кг повітряно-сухої маси) жирних кислот у пилку із гречки посівної, яка росте на екологічно забруднених територіях, порівняно з пилком із гречки посівної, яка росте на умовно екологічно чистих територіях, зростає. Найбільше він зростає у пилку із гречки посівної, яка росте на території з інтенсивною роботою вугільних шахт і збагачувального комбінату, а найменше — на території біля гірничо-видобувного комбінату та цементного заводу.

Жирні кислоти проявляють антибактеріальну та антигрибкову активність [2, 3, 16]. Антимікробна активність притаманна багатьом жирним кислотам (капринової, капринової, лауринової, олеїнової, лінолевої та ліноленої). Тому ці жирні кислоти відіграють важливу роль у гігієні вулика [3]. Встановлено також, що чим коротший вуглецевий ланцюг і більша кількість ненасичених зв'язків у ньому, тим більше жирні кислоти обніжжя забезпечують антибактеріальний та антигрибковий захист організму бджіл [15, 2]. Нами встановлено, що екологічні умови довкілля мають суттєвий вплив на загальну концентрацію цих жирних кислот у пилку одного і того ж виду рослини. Так, загальний вміст капринової, лауринової, олеїнової, лінолевої та ліноленої кислот у пилку із кульбаби лікарської, яка росте на екологічно забруднених територіях, порівняно з пилком із кульбаби лікарської, яка росте на умовно екологічно чистій території, менший (51,42–52,79 проти 57,47 г/кг повітряно-сухої маси). Найбільше він зменшується у пилку із кульбаби лікарської, яка росте на території з інтенсивним рухом транспорту та роботи промислових підприємств, а найменше — на території, біля гірничо-видобувного комбінату та цементного заводу. Загальний вміст капринової, лауринової, олеїнової, лінолевої та ліноленої кислот у пилку із гречки посівної, яка росте на екологічно забруднених територіях, порівняно з пилком із гречки посівної, яка росте на умовно екологічно чистій території, більший (42,21–42,46 проти 37,37 г/кг повітряно-сухої маси). Найбільший він є у пилку із гречки посівної, яка росте на території інтенсивної роботи вугільних шахт і збагачувального комбінату, а найменший — на території біля гірничо-видобувного комбінату та цементного заводу.

У бджолиному обніжжі є високий загальний вміст ненасичених жирних кислот — пальмітоолеїнової, олеїнової, лінолевої та ліноленої [2]. Нами встановлено, що екологічні умови довкілля мають значний вплив на загальний вміст ненасичених жирних кислот у пилку одного і того ж виду рослини. Так, загальний вміст ненасичених жирних кислот у пилку із кульбаби лікарської, яка росте на екологічно забруднених територіях, порівняно з пилком із кульбаби лікарської, яка росте в умовно екологічно чистому середовищі, менший (51,64–53,04 проти 57,89 г/кг повітряно-сухої маси). Найбільше він зменшується у пилку із кульбаби лікарської, яка росте на території з інтенсивним рухом транспорту та роботи промислових підприємств, а найменше — на території біля гірничо-видобувного комбінату та цементного заводу. Загальний вміст ненасичених жирних кислот у пилку із гречки посівної, яка росте на екологічно забруднених територіях, порівняно з пилком із гречки посівної, яка росте на умовно екологічно чистій території, зростає (42,71–42,98 проти 37,79 г/кг повітряно-сухої маси). Найбільше він зростає у пилку із гречки посівної, яка росте на території з інтенсивною роботою вугільних шахт і збагачувального комбінату, а найменше — на території біля гірничо-видобувного комбінату та цементного заводу.

Дуже високий загальний вміст ненасичених жирних кислот у бджолиному обніжжі може сприяти зростанню проникливості його структурних складових для води та водорозчинних речовин [2, 3]. Підвищену проникливість для таких речовин можуть мати і клітинні мембрани бджіл, при надходженні до їх організму великої кількості ненасичених жирних кислот, особливо поліненасичених [2, 10, 18].

З іншого боку, поліненасичені жирні кислоти життєво необхідні для організму медоносних бджіл [3]. Із таких жирних кислот в організмі бджіл синтезуються біологічно активні речовини — простагландини, тромбоксани та лейкотриєни [2]. Причому в організмі бджіл із лінолевої кислоти синтезується один ряд простагландинів, тромбоксанів і лейкотриєнів, а з ліноленої — другий [13, 2]. Крім того, поліненасичені жирні кислоти

входять у склад фосфоліпідів клітинних мембран [2, 3]. Ліолева кислота входить до складу більшості клітинних мембран, а ліоленова — переважно до мембран високоспеціалізованих нервових клітин [2].

Довголанцюгові жирні кислоти у пилку та в організмі бджіл здатні зв'язувати важкі мінеральні елементи, насамперед двохвалентні [14]. Разом з тим, жирні кислоти тісно зв'язані з обміном мінеральних елементів в організмі бджіл [2]. Так, від міді та цинку залежить активність ферментів, які приймають участь у видовженні вуглецевого ланцюга жирної кислоти та утворенні у ньому ненасичених зв'язків [2, 8]. Від мінеральних елементів, зокрема від двовалентних, залежить кількість жирних кислот, які знаходяться в аніонній формі і які визначають біологічну цінність корму та інтенсивність перебігу обмінних процесів в організмі медоносних бджіл [2].

З таблиці 1 видно, що у пилку із кульбаби лікарської, яка росте на території інтенсивного руху транспорту та роботи промислових підприємств, порівняно з пилком із кульбаби лікарської, яка росте на умовно екологічно чистій території, достовірно виявлено менший вміст наступних жирних кислот: насичених — капринової, лауринової, міристинової, пентадеканової та пальмітинової; мононенасичених — пальмітоолеїнової та олеїнової; поліненасичених — ліолевої та ліоленової. У пилку із кульбаби лікарської, яка росте на території діяльності вугільних шахт і збагачувальних комбінатів, порівняно з пилком із кульбаби лікарської, яка росте на умовно екологічно чистій території, достовірно зменшується концентрація наступних жирних кислот: насичених — капринової, лауринової, міристинової та пальмітинової; мононенасичених — олеїнової; поліненасичених — ліолевої та ліоленової. У пилку із кульбаби лікарської, яка росте на території біля гірничо-видобувного комбінату та цементного заводу, порівняно з пилком із кульбаби лікарської, яка росте на умовно екологічно чистій території, достовірно виявлено меншу кількість олеїнової кислоти.

З таблиці 2 видно, що у пилку із гречки посівної, яка росте на території біля вугільних шахт і збагачувальних комбінатів, порівняно з пилком із гречки посівної, яка росте на умовно екологічно чистій території, виявлено достовірно більшу концентрацію наступних жирних кислот: насичених — капринової, лауринової, пальмітинової та стеаринової; мононенасичених — пальмітоолеїнової та олеїнової; поліненасичених — ліолевої. У пилку із гречки посівної, яка росте на території поблизу гірничо-видобувного комбінату та цементного заводу, порівняно з пилком із гречки посівної, яка росте на умовно екологічно чистій території, виявлено достовірно більшу кількість наступних жирних кислот: насичених — капринової та стеаринової; мононенасичених — пальмітоолеїнової та олеїнової; поліненасичених — ліолевої.

Отже, у пилку із кульбаби лікарської, яка росте на екологічно забруднених територіях, порівняно з пилком із кульбаби лікарської, яка росте на умовно екологічно чистій території, зменшується загальний вміст жирних кислот, в тому числі насичених жирних кислот з парним і непарним числом вуглецевих атомів у ланцюгу, мононенасичених жирних кислот родин $n-7$ і $n-9$ та поліненасичених жирних кислот родин $n-3$ і $n-6$. Це призводить до зменшення енергетичної та біологічної цінності пилку кульбаби лікарської для організму медоносних бджіл.

У пилку із гречки посівної, яка росте на екологічно забруднених територіях, порівняно з пилком із гречки посівної, яка росте на умовно екологічно чистій території, зростає загальний вміст жирних кислот, в тому числі насичених жирних кислот з парним і непарним числом вуглецевих атомів у ланцюгу, мононенасичених жирних кислот родин $n-7$ і $n-9$ та поліненасичених жирних кислот родин $n-3$ і $n-6$. Це приводить до підвищення енергетичної та біологічної [2, 13] цінності пилку гречки посівної для організму медоносних бджіл.

Отже, пилок із кульбаби лікарської, порівняно з пилком із гречки посівної, містить у своєму складі набагато більшу кількість жирних кислот, в т. ч. поліненасичених. Різниця у жирнокислотному складі пилку із кульбаби лікарської та гречки посівної, можливо,

зумовлена різною стійкістю цих видів рослин до забруднення ґрунтів важкими мінеральними елементами.

Висновки

1. У пилку із кульбаби лікарської, яка росте на екологічно забруднених територіях виявлено менший загальний вміст жирних кислот — насичених жирних кислот з парним і непарним числом вуглецевих атомів у ланцюгу, мононенасичених жирних кислот родин n-7 і n-9 та поліненасичених жирних кислот родин n-3 і n-6. Найбільше він знижується у пилку із кульбаби лікарської, яка росте на території біля інтенсивного руху транспорту та промислових підприємств, а найменше — на території біля гірничо-видобувного комбінату та цементного заводу.

2. У пилку із гречки посівної, яка росте на екологічно забруднених територіях виявлено більший загальний вміст жирних кислот — насичених жирних кислот з парним і непарним числом вуглецевих атомів у ланцюгу, мононенасичених жирних кислот родин n-7 і n-9 та поліненасичених жирних кислот родин n-3 і n-6. Найбільше він зростає у пилку із гречки посівної, яка росте на території біля вугільних шахт та гірничо-збагачувального комбінату, а найменше — на території біля гірничо-видобувного комбінату та цементного заводу.

3. Пилок із кульбаби лікарської більш чутливий до екологічного забруднення довкілля, ніж пилок із гречки посівної.

I. I. Saranchuk, J. F. Ravis

THE FATTY ACID COMPOSITION OF BEE POLLEN IS DEPENDING ON THE ECOLOGICAL TERMS OF ENVIRONMENT

S u m m a r y

It is shown, that in the pollen of dandelion medical, that grows on ecological contaminated territories, decreases amount of fatty acids: saturated, monounsaturated and polyunsaturated. It is most decreased in the pollen of dandelion medical, that is growing on a territory with intensive traffic and working industrial factories, and less decreases — on a territory nearby mining works and cement plant. In the pollen of sative buckwheat, that is growing on ecological contaminated territories, increases total assay of fatty acids, including saturated, monounsaturated and polyunsaturated. It is most increased in the pollen of sative buckwheat, that is growing on a territory nearby mining works and less of all — on a territory, which is contaminated by working cement plant. Pollen from a dandelion medical is more sensible to ecological contamination of environment, than pollen of sative buckwheat.

Institute of Animal Biology UAAS, Lviv

И. И. Саранчук, И. Ф. Ривис

ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ПЧЕЛИНОЙ ОБНОЖКИ ЗАВИСИМО ОТ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СРЕДЫ

А н н о т а ц и я

Показано, что в пыльце из одуванчика лекарственного, который растет на экологически загрязненных территориях содержится меньше жирных кислот: насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенных. Наименее она в пыльце из одуванчика

лекарственного, который растет на территории с интенсивным движением транспорта и работой промышленных предприятий, а наиболее — на территории, возле горно-добывающего комбината и цементного завода. В пыльце из гречихи посевной, которая растет на экологически загрязненных территориях возрастает общее содержание жирных кислот, в том числе насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенных. Наиболее оно возрастает в пыльце из гречихи посевной, которая растет на территории, возле угольных шахт и горно-обогатительного комбината, а наименее — на территории, возле горно-добывающего комбината и цементного завода. Пыльца из одуванчика лекарственного более чувствительна к экологическому загрязнению территории, чем пыльца из гречихи посевной.

Институт биологии животных УААН, Львов

1. *Билаш Д. Г.* На XXX международном конгрессе [Текст] / Д. Г. Билаш // Пчеловодство. — 1986. — № 4. — С. 26–27.
2. *Богданов Г. О., Поліщук В. П., Рівіс Й. Ф., Локутова О. А.* // Науковий вісник ЛНУВМ ім. С. З. Гжицького. — 2005. — Т. 7 (№ 1), Ч. 2. — С. 227–239.
3. *Богданов Г. О.* Жирні кислоти пилку рослин (бджолиного обніжжя) та їх роль в метаболічних процесах і життєдіяльності бджіл [Текст] / Богданов Г. О., Поліщук В. П., Рівіс Й. Ф., Локутова О. А. // Біологія тварин. — 2003. — Т. 5, № 1–2. — С. 149–158.
4. *Поліщук В. П.* Біологічні особливості живлення бджіл і збирання квіткового пилку в умовах поліфлорного взятку [Текст] / В. П. Поліщук, О. А. Локутова // Біологія тварин. — 2002. — Т. 4, № 1–2. — С. 236–242.
5. *Ривис И. Ф.* Количественный метод определения некоторых высокомолекулярных жирных кислот в растениях, тканях и биологических жидкостях организма сельскохозяйственных животных [Текст] / И. Ф. Ривис, И. В. Скороход // Доклады ВАСХНИЛ. — 1981. — № 8. — С. 32–35.
6. *Рівіс Й. Ф.* Одночасне газохроматографічне визначення окремих етерифікованих і неетерифікованих високомолекулярних кислот у біологічному матеріалі [Текст] / Рівіс Й. Ф., Скорохід І. В., Данилик Б. Б., Процик Я. М. // Український біохімічний журнал. — 1997. — Т. 69, № 2. — С. 110–115.
7. *Рівіс Й. Ф.* Газохроматографічне визначення рівня та хімічного стану високомолекулярної жирної кислоти в біологічному матеріалі [Текст] / Й. Ф. Рівіс // Науково-технічний бюлетень Інституту фізіології і біохімії тварин. — 1997. — Вип. 19 (1). — С. 112–114.
8. *Чайковська Г. Б.* Роль ліпідів в адаптації мозку риб до дії важких металів [Текст] : автореф. дис. ... канд. біол. наук : 03.00.04 / Г. Б. Чайковська. — Чернівці, 2005. — 20 с.
9. *Casey W. M.* Effects of unsaturated fatty acid supplementation on phospholipid and triacylglycerol biosynthesis in *Saccharomyces cerevisiae* [Text] / W. M. Casey, C. E. Rolph, M. E. Tomeo // Biochem. and biophys. res. comm. — 1993. — № 3. — P. 1297–1303.
10. *Dietschy J. M.* High linoleic acid, low vegetable, and high oleic acid, high vegetable diets affect platelet activation similarly in healthy women and men [Text] / J. M. Dietschy // J. Nutr. — 2001. — Vol. 131. — P. 1700–1705.
11. *Dobson H. E. M.* Survey of pollen and pollenkitt lipids — chemical cues to flower visitors? [Text] / H. E. M. Dobson // American journal of botany. — 1988. — Vol. 75. — P. 180–182.
12. *Hopkins G. Y.* Influence of octadecan trans-2, cis-9, cis-12 linoleic acid in pollen active to the honey bee [Text] / G. Y. Hopkins, A. W. Evans, R. Boch // Canadian journal of biochemistry. — 1969. — Vol. 29. — P. 433–436.
13. *Howton D. R.* Metabolism of essential fatty acids [Text] / D. R. Howton, J. F. Mead // J. Biol. Chem. — 1991. — Vol. 235. — P. 3385–3389.

14. *Jenkins T. C.* Effect of added fat and calcium on in vitro formation of insoluble fatty acid soaps and cell wall digestibility [Text] / T. C. Jenkins, D. L. Palmquist // *J. of Anim. Sci.* — 1982. — Vol. 55. — P. 957–963.
15. *Manning R.* Fatty acids in pollen : a revive of their importance for honey bees [Text] / R. Manning // *Bee World.* — 2001. — Vol. 82 (2). — P. 60–75.
16. *Pauguel S. C.* Antimicrobial activity of pollen [Text] / Pauguel S. C., Bert M., Dolley S. et. al. // *Phytochemistry.* — 1993. — Vol. 33. — № 6. — P. 2503–2507.
17. *Powles J.* Effect of chemical structure of fats upon their apparent digestible energy value when given to young pigs [Text] / J. Powles, J. Wiseman, D. J. A. Cole, B. Hardy // *Anim. Prod.* — 1994. — Vol. 58, № 3. — P. 411–417.
18. *Susanne H. F.* Effects of dietary linolenic acid on the conversion and oxidation of ¹³C-linolenic acid [Text] / Susanne H. F., Ronald P. Mensink, Marianne M. G. Simonis, Gerard Hornstra Vermunt // *Lipids.* — 2000. — Vol. 35, № 2. — P. 137–142.