

УДК 595.799:661.732:577.4

І.І. САРАНЧУК, кандидат сільськогосподарських наук

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН

ВМІСТ ЖИРНИХ КИСЛОТ У ТКАНИНАХ ГОЛОВИ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ ЗА ВПЛИВУ ЛІТНЬОГО ПЕРІОДУ УТРИМАННЯ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ УМОВ ДОВКІЛЛЯ

Зменшення вмісту жирних кислот загальних ліпідів у тканинах голови бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, на початку та в кінці літнього періоду зумовлене зниженням рівня мононенасичених і поліненасичених жирних кислот. Найбільше змінюється вміст жирних кислот загальних ліпідів у тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств.

Ключові слова: *тканини медоносних бджіл, екологічні умови довкілля, важкі метали, жирні кислоти.*

Жирнокислотний склад ліпідів пилку медоносних рослин залежить, з одного боку, від їх виду [2, 8], а з другого – від впливу агротехнічних умов росту та екологічних факторів, зокрема, від ступеня антропогенного навантаження на території [1, 2]. Ліпіди пилку рослин після їх засвоєння використовуються в синтезі ліпідів тканин бджіл [1, 2, 8, 9]. Проте в синтезі ліпідів тканин бджіл використовуються не тільки екзогенні жирні кислоти, тобто ліпіди

© Саранчук І.І., 2013

Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2013. Вип. 55. Ч. I.

пилку, а й ендогенні жирні кислоти, які синтезуються в тканинах бджіл *de novo* [3, 9]. У літературі відсутні дані щодо впливу літнього періоду утримання та екологічних умов довкілля на вміст жирних кислот загальних ліпідів у тканинах голови медоносних бджіл.

Метою нашої роботи було дослідження вмісту жирних кислот загальних ліпідів у тканинах голови медоносних бджіл протягом літнього періоду утримання на екологічно забруднених територіях.

Дослідження проведено в різних екологічних зонах Львівщини. Контролем слугувала умовно екологічно чиста зона, в якій спостерігався помірний рух транспорту та були відсутні промислові підприємства (с. Перегноїв Золочівського району). Дослідними були екологічно забруднені зони інтенсивного руху електро- і автотранспорту 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 наведених вище екологічних зон Львівщини на початку та в кінці літнього періоду відбирали зразки медоносних бджіл. Відбір зразків бджіл проводили в трьох повторностях.

У відібраних тканинах голови медоносних бджіл методом газорідинної хроматографії визначали концентрацію жирних кислот загальних ліпідів [4]. Отримані результати досліджень оброблено за допомогою стандартного пакету статистичних програм *Microsoft EXCEL*.

Встановлено, що у тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, порівняно із тканинами голови бджіл, які утримуються на умовно екологічно чистій території, на початку та в кінці літнього періоду міститься більша кількість таких важких металів, як Мідь, Нікель та Свинець. Вміст Заліза, Цинку, Хрому та Кадмію значно коливається. Разом з тим, у тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, на початку та в кінці літнього періоду утримання змінюється вміст жирних кислот загальних ліпідів. Це впливає на енергетичну [1, 2, 5, 8], функціонально-метаболічну [1, 2, 6, 7, 9] та біологічну цінність [1, 2, 6, 7] жирних кислот загальних ліпідів для організму медоносних бджіл.

На початку літнього періоду вміст жирних кислот загальних ліпідів у тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, є меншим, ніж у тканинах голови бджіл, які вирощуються в умовно екологічно чистому середовищі

(табл. 1). Причому найменший вміст жирних кислот загальних ліпідів виявлено у тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств.

На початку літнього періоду менша кількість ненасичених жирних кислот загальних ліпідів у тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, порівняно з тканинами голови бджіл, які вирощуються на умовно екологічно чистій території, зумовлена меншим вмістом у їх складі мононенасичених і поліненасичених жирних кислот (табл. 1). Менша кількість мононенасичених жирних кислот, у свою чергу, зумовлена меншим вмістом жирних кислот родин n-7 (0,06–0,08 проти 0,10 г/кг натуральної маси) і n-9 (3,53–3,63 проти 3,78), а поліненасичених жирних кислот – родин n-3 (8,11–8,52 проти 9,21) і n-6 (6,08–6,29 проти 6,79 г/кг натуральної маси). Співвідношення поліненасичених жирних кислот родини n-3 до поліненасичених жирних кислот родини n-6 при цьому становить 1,33–1,35 проти 1,36.

На початку літнього періоду в тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, порівняно з тканинами голови бджіл, які вирощуються на умовно екологічно чистій території, є дещо меншою інтенсивність перетворення лінолевої кислоти загальних ліпідів в її більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні (0,72–0,73 проти 0,71). При цьому, у тканинах голови є дуже низькою інтенсивність перетворення ліноленової кислоти загальних ліпідів в її більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні (0,69–0,70 проти 0,65).

На початку літнього періоду більша кількість насичених жирних кислот загальних ліпідів у тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, порівняно з тканинами голови бджіл, які вирощуються на умовно екологічно чистій території (табл. 1), зумовлена, головним чином, більшим вмістом у їх складі жирних кислот з парним числом вуглецевих атомів у ланцюгу (2,34–2,53 проти 2,11 г/кг натуральної маси). Найбільший вміст насичених жирних кислот загальних ліпідів виявлено в тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств.

1. Вміст жирних кислот загальних ліпідів у тканинах голови медоносних бджіл на початку літнього періоду утримання, г/кг натуральної маси, (M±m, n=3)

Жирні кислоти та їх код	Екологічні зони			
	територія з помірним рухом транспорту та відсутністю промислових підприємств	територія з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств	територія біля вугільних шахт і збагачувальних комбінатів	територія біля гірничо- видобувного комбінату та цементного заводу
1	2	3	4	5
Каприлова, 8:0	сліди	0,02±0,003	0,01±0,003	0,01±0,000
Капринова, 10:0	сліди	0,02±0,003	0,01±0,003	0,01±0,000
Лауринова, 12:0	0,02±0,003	0,04±0,003**	0,04±0,003**	0,03±0,003
Міристинова, 14:0	0,04±0,006	0,07±0,003*	0,06±0,003*	0,05±0,003
Пентадеканова, 15:0	0,08±0,006	0,11±0,006*	0,10±0,006	0,09±0,003
Пальмітинова, 16:0	1,12±0,026	1,29±0,012**	1,25±0,015*	1,22±0,023*
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,10±0,006	0,06±0,006**	0,07±0,006*	0,08±0,006
Стеаринова, 18:0	0,82±0,023	0,95±0,022*	0,92±0,020*	0,90±0,021
Олеїнова, 18:1	3,49±0,049	3,31±0,021*	3,33±0,020*	3,36±0,023
Лінолева, 18:2	2,81±0,043	2,57±0,037*	2,60±0,042*	2,63±0,048*
Ліноленова, 18:3	3,62±0,049	3,34±0,017**	3,37±0,021**	3,47±0,029
Арахінова, 20:0	0,11±0,006	0,14±0,006*	0,13±0,006	0,12±0,006
Ейкозаєнова, 20:1	0,29±0,020	0,22±0,011*	0,24±0,017	0,27±0,018

1	2	3	4	5
Ейкозациєнова, 20:2	0,30±0,017	0,21±0,006**	0,23±0,007*	0,24±0,009*
Ейкозатриєнова, 20:3	0,20±0,011	0,14±0,006**	0,15±0,006*	0,16±0,006*
Арахідонова, 20:4	3,20±0,061	2,97±0,035*	3,00±0,026*	3,03±0,032
Ейкозапентаєнова, 20:5	2,40±0,032	2,18±0,022**	2,23±0,015**	2,28±0,032
Докозациєнова, 22:2	0,28±0,011	0,19±0,012**	0,21±0,015*	0,23±0,014*
Докозатриєнова, 22:3	0,31±0,029	0,19±0,010*	0,22±0,012*	0,24±0,012
Докозатетраєнова, 22:4	0,56±0,032	0,41±0,020*	0,43±0,026*	0,45±0,023*
Докозапентаєнова, 22:5	1,01±0,040	0,86±0,009*	0,88±0,014*	0,90±0,017
Докозагексаєнова, 22:6	1,31±0,055	1,13±0,011*	1,15±0,012*	1,18±0,017
Загальна концентрація жирних кислот	22,07	20,42	20,63	20,95
в т. ч. насичені	2,19	2,64	2,52	2,43
мононенасичені	3,88	3,59	3,64	3,71
поліненасичені	16,00	14,19	14,47	14,81
n-3/n-6	1,36	1,33	1,34	1,35

Примітка: в цій і наступній таблиці * – $p < 0,05-0,02$; ** – $p < 0,01$

Довголанцюгові насичені, мононенасичені та поліненасичені жирні кислоти (18 і більше атомів вуглецю в ланцюгу) в тканинах бджіл здатні зв'язувати важкі мінеральні елементи, насамперед, двовалентні [7]. Нами встановлено, що на початку літнього періоду вміст довголанцюгових жирних кислот загальних ліпідів у тканинах голови бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, є менший, ніж у тканинах голови бджіл, які вирощуються в умовно екологічно чистому середовищі (18,81–19,46 проти 20,71 г/кг натуральної маси). На початку літнього періоду найменший вміст довголанцюгових жирних кислот загальних ліпідів виявлено в тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств.

З таблиці 1 видно, що на початку літнього періоду в тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на території біля гірничо-видобувного комбінату та цементного заводу, порівняно з тканинами голови бджіл, які вирощуються на умовно екологічно чистій території, вірогідно зростає вміст такої насиченої жирної кислоти загальних ліпідів, як пальмітинова, але зменшується таких поліненасичених, як лінолева, ейкозациєнова, ейкозатриєнова, докозациєнова та докозатетраєнова. У тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються в зоні діяльності вугільних шахт і збагачувальних комбінатів, крім того, вірогідно збільшується концентрація таких насичених жирних кислот загальних ліпідів, як лауринова, міристинова та стеаринова, але зменшується – таких мононенасичених жирних кислот, як пальмітоолеїнова та олеїнова, і таких поліненасичених жирних кислот, як ліноленова, ейкозатетраєнова-арахідонова, ейкозапентаєнова, докозатриєнова, докозапентаєнова та докозагексаєнова. У тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств, крім того, вірогідно підвищується рівень таких насичених жирних кислот загальних ліпідів, як пентадеканова та арахідова, але знижується – такої мононенасиченої жирної кислоти, як ейкозаснова.

В кінці літнього періоду утримання, порівняно з його початком, вміст жирних кислот загальних ліпідів у тканинах голови медоносних бджіл у 1,03–1,06 рази є більшим. Разом з тим, у кінці літнього періоду вміст жирних кислот загальних ліпідів у тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, також є менший, ніж у тканинах голови бджіл, які утримуються в умовно екологічно чистому середовищі (табл. 2). В кінці літнього періоду найменший вміст жирних кислот загальних

ліпідів також спостерігається в тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на території з інтенсивним рухом транспорту та біля промислових підприємств.

У кінці літнього періоду менша кількість ненасичених жирних кислот загальних ліпідів у тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, порівняно з тканинами голови бджіл, які вирощуються на умовно екологічно чистій території, також зумовлена меншим вмістом у їх складі мононенасичених і поліненасичених жирних кислот (табл. 2). Менша кількість мононенасичених жирних кислот, у свою чергу, зумовлена меншим вмістом жирних кислот родин n-7 (0,07–0,08 проти 0,09 г/кг натуральної маси) і n-9 (3,91–3,98 проти 4,05), а поліненасичених жирних кислот – родин n-3 (8,17–8,55 проти 9,02) і n-6 (6,92–7,18 проти 7,48 г/кг натуральної маси). Співвідношення поліненасичених жирних кислот родини n-3 до поліненасичених жирних кислот родини n-6 при цьому становить 1,18–1,19 проти 1,20.

У кінці літнього періоду в тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, порівняно з тканинами голови бджіл, які утримуються на умовно екологічно чистій території, не змінюється інтенсивність перетворення лінолевої кислоти загальних ліпідів в її більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні (0,63–0,64 проти 0,64), але зменшується – ліноленової (0,48–0,49 проти 0,47).

У кінці літнього періоду більша кількість насичених жирних кислот загальних ліпідів у тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, порівняно з тканинами голови бджіл, які утримуються на умовно екологічно чистій території (табл. 2), зумовлена більшим вмістом в їх складі жирних кислот з парним (2,21–2,34 проти 2,11 г/кг натуральної маси) і непарним (0,09–0,11 проти 0,08 г/кг натуральної маси) числом вуглецевих атомів у ланцюгу. Найбільший вміст насичених жирних кислот загальних ліпідів у кінці літнього періоду, так само як і на його початку, виявлено в тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на території з інтенсивним рухом транспорту та біля промислових підприємств.

2. Рівень жирних кислот загальних ліпідів у тканинах голови медоносних бджіл у кінці літнього періоду утримання, г/кг натуральної маси, $M \pm m$, $n=3$

Жирні кислоти та їх код	Екологічні зони			
	територія з помірним рухом транспорту та відсутністю промислових підприємств	територія з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств	територія біля вугільних шахт і збагачувальних комбінатів	територія біля гірничо- видобувного комбінату та цементного заводу
1	2	3	4	5
Каприлова, 8:0	0,01 ± 0,003	0,03 ± 0,003**	0,02 ± 0,003	0,02 ± 0,003
Капринова, 10:0	0,01 ± 0,003	0,03 ± 0,003**	0,03 ± 0,003**	0,02 ± 0,003
Лауринова, 12:0	0,02 ± 0,003	0,04 ± 0,003**	0,03 ± 0,004	0,03 ± 0,003
Міристинова, 14:0	0,05 ± 0,003	0,08 ± 0,003**	0,07 ± 0,003**	0,06 ± 0,003
Пентадеканова, 15:0	0,08 ± 0,003	0,11 ± 0,003**	0,10 ± 0,003**	0,09 ± 0,003
Пальмітинова, 16:0	1,13 ± 0,009	1,17 ± 0,009*	1,16 ± 0,009	1,15 ± 0,009
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,09 ± 0,003	0,07 ± 0,003**	0,08 ± 0,003	0,08 ± 0,003
Стеаринова, 18:0	0,79 ± 0,018	0,92 ± 0,018**	0,88 ± 0,023*	0,84 ± 0,021
Олеїнова, 18:1	3,77 ± 0,048	3,71 ± 0,067	3,74 ± 0,076	3,74 ± 0,047
Лінолева, 18:2	2,91 ± 0,049	2,72 ± 0,026*	2,75 ± 0,029*	2,77 ± 0,029
Ліноленова, 18:3	2,90 ± 0,049	2,69 ± 0,039*	2,72 ± 0,027*	2,75 ± 0,032
Арахінова, 20:0	0,10 ± 0,003	0,07 ± 0,003**	0,08 ± 0,006*	0,09 ± 0,003
Ейкозаснова, 20:1	0,28 ± 0,017	0,20 ± 0,009*	0,22 ± 0,009*	0,24 ± 0,014

1	2	3	4	5
Ейкозадиснова, 20:2	0,34 ± 0,017	0,26 ± 0,003**	0,27 ± 0,012*	0,29 ± 0,011
Ейкозатриєнова, 20:3	0,26 ± 0,011	0,18 ± 0,009**	0,20 ± 0,007*	0,22 ± 0,011
Арахідонова, 20:4	3,60 ± 0,112	3,48 ± 0,104	3,52 ± 0,107	3,56 ± 0,110
Ейкозапентаєнова, 20:5	2,60 ± 0,046	2,46 ± 0,045	2,50 ± 0,051	2,55 ± 0,048
Докозадиснова, 22:2	0,37 ± 0,020	0,28 ± 0,017*	0,31 ± 0,020	0,34 ± 0,020
Докозатриєнова, 22:3	0,38 ± 0,023	0,30 ± 0,020	0,33 ± 0,023	0,35 ± 0,023
Докозатетраєнова, 22:4	0,69 ± 0,023	0,59 ± 0,027*	0,62 ± 0,026	0,66 ± 0,029
Докозапентаєнова, 22:5	1,03 ± 0,035	0,86 ± 0,030*	0,88 ± 0,033*	0,92 ± 0,020
Докозагексаєнова, 22:6	1,42 ± 0,026	1,27 ± 0,020*	1,30 ± 0,023*	1,32 ± 0,026
Загальна концентрація жирних кислот	22,83	21,52	21,81	22,09
в т. ч. насичені	2,19	2,45	2,37	2,30
мононенасичені	4,14	3,98	4,04	4,06
поліненасичені	16,50	15,09	15,40	15,73
n-3/n-6	1,20	1,18	1,18	1,19

Нами встановлено, що в кінці літнього періоду вміст довголанцюгових жирних кислот загальних ліпідів, здатних зв'язувати важкі метали, в тканинах голови бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, також є менший, ніж у тканинах голови бджіл, які вирощуються в умовно екологічно чистому середовищі (19,99–20,64 проти 21,44 г/кг натуральної маси). У кінці літнього періоду найменший вміст довголанцюгових жирних кислот загальних ліпідів виявлено в тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на території з інтенсивним рухом транспорту та біля промислових підприємств.

З таблиці 2 видно, що в кінці літнього періоду в тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на території діяльності вугільних шахт і збагачувальних комбінатів, порівняно з тканинами голови бджіл, які вирощуються на умовно екологічно чистій території, вірогідно зростає вміст таких насичених жирних кислот загальних ліпідів, як капринова, міристинова, пентадеканова та стеаринова. Одночасно зменшується вміст такої насиченої жирної кислоти, як арахінова, такої мононенасиченої жирної кислоти, як ейкозаєнова, і таких поліненасичених жирних кислот, як лінолева, ліноленова, ейкозадиєнова, ейкозатриєнова, докозапентаєнова та докозагексаєнова. У тканинах голови бджіл, які утримуються на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств, крім того, вірогідно підвищується рівень насичених жирних кислот загальних ліпідів каприлової, лауринової та пальмітинової, але знижується – мононенасиченої жирної кислоти пальмітоолеїнової, і таких поліненасичених жирних кислот, як докозадиєнова та докозатетраєнова.

Отже, в кінці літнього періоду утримання, порівняно з його початком, вміст жирних кислот загальних ліпідів у тканинах голови медоносних бджіл у 1,03–1,06 рази є більшим. Це може вказувати на те, що в тканинах голови бджіл жирні кислоти дещо відкладаються про запас. Незважаючи на наведене вище, у тканинах голови бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, як на початку, так і в кінці літнього періоду утримання, є меншим вміст жирних кислот загальних ліпідів. Це може вказувати на зниження енергетичної забезпеченості організму медоносних бджіл. Зменшення вмісту жирних кислот загальних ліпідів у тканинах голови бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, зумовлено зниженням рівня мононенасичених жирних кислот родин n-7 і n-9 та поліненасичених жирних кислот родин n-3 і n-6. Поліненасичені жирні кислоти життєво необхідні для організму медоносних бджіл [1]. З

таких жирних кислот в організмі бджіл синтезуються біологічно активні речовини – простагландини, тромбокساني та лейкотриєни [2]. Причому в організмі бджіл із лінолевої кислоти синтезується один ряд простагландинів, тромбоксанів і лейкотриєнів, а з ліноленової – другий [2, 6]. При цьому, на початку літнього періоду в тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, порівняно з тканинами голови бджіл, які вирощуються на умовно екологічно чистій території, є меншою інтенсивність перетворення лінолевої та, особливо, ліноленової кислот загальних ліпідів у її більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні. В кінці літнього періоду в тканинах голови не змінюється інтенсивність перетворення лінолевої кислоти загальних ліпідів у її більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні, але зменшується – ліноленової. Натомість, на початку та в кінці літнього періоду в тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, є вищим рівень насичених (з парним і непарним числом вуглецевих атомів у ланцюгу) жирних кислот загальних ліпідів. На початку та в кінці літнього періоду в тканинах голови є меншим вміст довголанцюгових насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот загальних ліпідів (18 і більше атомів вуглецю в ланцюгу), здатних зв'язувати важкі метали. На початку та в кінці літнього періоду найбільше змінюється вміст насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот загальних ліпідів у тканинах голови бджіл, які утримуються на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств.

Висновки

1. У кінці літнього періоду утримання, порівняно з його початком, вміст жирних кислот загальних ліпідів у тканинах голови медоносних бджіл у 1,03–1,06 рази є більшим.

2. На початку літнього періоду в тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, порівняно з тканинами голови бджіл, які утримуються на умовно екологічно чистій території, є меншою інтенсивність перетворення лінолевої та, особливо, ліноленової кислот загальних ліпідів у її більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні. В кінці літнього періоду в тканинах голови не змінюється інтенсивність перетворення лінолевої кислоти загальних ліпідів у її більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні, але зменшується – ліноленової.

3. На початку та в кінці літнього періоду в тканинах голови бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, є меншим вміст довголанцюгових (18 і більше атомів вуглецю в

ланцюгу) насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот загальних ліпідів, здатних зв'язувати важкі метали.

4. На початку та в кінці літнього періоду найбільше змінюється вміст насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот загальних ліпідів у тканинах голови бджіл, які утримуються на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств.

Література

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

2. Жирні кислоти пилку рослин (бджолиного обніжжя) та їх роль в метаболічних процесах і життєдіяльності бджіл / Г. О. Богданов, В. П. Поліщук, Й. Ф. Рівіс, О. А. Локутова. // Біологія тварин. – 2003. – Т. 5, № 1–2. – С. 149–158.

3. Ленинджер А. Биохимия. Молекулярные основы структуры и функций клетки / А. Ленинджер; пер. с англ., под ред. А. А. Баева и Я. М. Варшавского. – М. : Мир, 1974. – 957 с.

4. Рівіс Й. Ф. Кількісні хроматографічні методи визначення окремих ліпідів і жирних кислот у біологічному матеріалі / Й. Ф. Рівіс, Р. С. Федорук. – Львів : Сполом, 2010. – 109 с.

5. Casey W. M. Effects of unsaturated fatty acid supplementation on phospholipid and triacylglycerol biosynthesis in *Saccharomyces cerevisiae* / W. M. Casey, C. E. Rolph, M. E. Tomeo // *Biochem. and biophys. res. comm.* – 1993. – № 3. – P. 1297–1303.

6. Howton D. R. Metabolism of essential fatty acids / D. R. Howton, J. F. Mead // *J. Biol. Chem.* – 1991. – Vol. 235. – P. 3385–3389.

7. Jenkins T. C. Effect of added fat and calcium on in vitro formation of insoluble fatty acid soaps and cell wall digestibility / T. C. Jenkins, D. L. Palmquist // *J. of Anim. Sci.* – 1982. – Vol. 55. – P. 957–963.

8. Lipid-enhanced pollen and lipid-reduced flour diets and their effect on the longevity of honey bees (*Apis mellifera* L.) / R. Manning, A. Rutkay, L. Eaton, B. Dell // *Aust. J. Entomol.* – 2007. – Vol. 46, Issue 3. – P. 251–257.

9. Manning R. Fatty acids in pollen : a revive of their importance for honey bees / R. Manning // *Bee World.* – 2001. – Vol. 82 (2). – P. 60–75.