

УДК 638.145.4:612.397.23

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.33>

СКЛАД ЖИРНИХ КИСЛОТ ЗАГАЛЬНИХ ЛІПІДІВ І СОРБЦІЙНА ЗДАТНІСТЬ ТКАНИН ГОЛОВИ БДЖІЛ ЗА НАЯВНОСТІ РІЗНОЇ КІЛЬКОСТІ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ В КОРМОВІЙ ДОБАВЦІ

Саранчук І.І. – к.с.-г.н., старший науковий співробітник,
Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція
Національної академії аграрних наук України

Встановлено, що в результаті додавання до кормової добавки, яка складається з обезжиреного соєвого борошна та цукрового сиропу, соняшникової олії в кількості 10 і 20 г, в ній дозозалежно зростає вміст насичених, мононенасичених і особливо поліненасичених жирних кислот як у складі жирних кислот загальних ліпідів, так і в складі неестерифікованих жирних кислот. Згодуювання згадуваної кормової добавки, збагаченої соняшниковою олією, приводить до дозозалежного збільшення концентрації насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот загальних ліпідів у тканинах голови медоносних бджіл I та II дослідних груп. При цьому в тканинах голови наведених вище бджіл не змінюється співвідношення вмісту поліненасичених жирних кислот родини ω -3 до поліненасичених жирних кислот родини ω -6. Збільшення концентрації поліненасичених жирних кислот родин ω -3 і особливо ω -6 приводить до дозозалежного зростання сорбційної здатності тканин голови медоносних бджіл I та II дослідних груп. При цьому в тканинах голови медоносних бджіл I дослідної групи зростає вміст Кадмію, а в тканинах голови II дослідної групи – Феруму, Цинку, Купруму, Хрому, Ніколу, Плюмбуму та Кадмію. У кінцевому випадку в маток згадуваних груп зростає яйцекладка, а в робочих бджіл – медова продуктивність.

Ключові слова: медоносні бджоли, кормова добавка, жирні кислоти, відтворна здатність маток, медова продуктивність бджіл.

Саранчук И.И. Состав жирных кислот общих липидов и сорбционная способность тканей головы пчел при различном количестве подсолнечного масла в кормовой добавке

Установлено, что в результате добавления к кормовой добавки, состоящей из обезжиренной соевой муки и сахарного сиропа, подсолнечного масла в количестве 10 и 20 г, в ней дозозависимо возрастает содержание насыщенных, мононенасыщенных и особенно полиненасыщенных жирных кислот как в составе жирных кислот общих липидов, так и в составе незестерифицированных жирных кислот. Скармливание упомянутой кормовой добавки, обогащенной подсолнечным маслом, приводит к дозозависимому увеличению концентрации насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот общих липидов в тканях головы медоносных пчел I и II исследовательских групп. При этом в тканях головы приведенных выше пчел не меняется соотношение содержания полиненасыщенных жирных кислот семейства ω -3 до полиненасыщенных жирных кислот семейства ω -6. Увеличение концентрации полиненасыщенных жирных кислот семейств ω -3 и особенно ω -6 приводит к дозозависимому росту сорбционной способности тканей головы медоносных пчел I и II исследовательских групп. При этом в тканях головы медоносных пчел I исследовательской группы возрастает содержание Кадмия, а в тканях головы II исследовательской группы – Железа, Цинка, Меди, Хрома, Никола, Свинца и Кадмия. В конечном итоге у маток упомянутых групп растет яйцекладка, а у рабочих пчел – медовая продуктивность.

Ключевые слова: медоносные пчелы, кормовая добавка, жирные кислоты, воспроизводимая способность маток, медовая продуктивность пчел.

Saranchuk I.I. The composition of fatty acids of total lipids and the sorption capacity of the tissues of the head of bees with different amounts of sunflower oil in the feed additive

It was established that as a result of adding to the feed additive consisting of defatted soy flour and sugar syrup, sunflower oil in the amount of 10 and 20 g, the content of saturated, monounsaturated and especially polyunsaturated fatty acids in the total lipids as well as in fat content increases in a dose-dependent manner and as part of non-esterified fatty acids. Feeding the above-mentioned feed supplement enriched with sunflower oil leads to a dose-dependent increase

in the concentration of saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids of total lipids in the head tissues of honey bees I and II of experimental groups. At the same time, the ratio of the content of polyunsaturated fatty acids of the ω -3 family to the polyunsaturated fatty acids of the ω -6 family does not change in the head tissues of the above bees. An increase in the concentration of polyunsaturated fatty acids of the ω -3 and especially ω -6 families leads to a dose-dependent increase in the sorption capacity of the head tissues of honey bees of experimental groups I and II. At the same time, the content of Cadmium increases in the tissues of the head of honeybees I of the experimental group, and in the tissues of the head of the II experimental group – Ferum, Zinc, Copper, Chromium, Nickel, Plumbum and Cadmium. Ultimately, egg-laying grows in the queens of the groups mentioned, and in worker bees, honey productivity increases.

Key words: honey bees, feed additive, fatty acids, reproducibility of queens, honey productivity of bees.

Постановка проблеми. Аналіз літератури свідчить, що кількість і склад жирних кислот у кормі прямо та дуже швидко впливає на жирнокислотний склад і функціональну активність клітинних мембран [1–4]. Зокрема жирнокислотний склад клітинних мембран є основним фактором, що впливає на інтенсивність переходу різноманітних сполук, в т.ч. важких металів і різних форм жирних кислот, шляхом активного та пасивного транспорту, в тканини бджіл. У свою чергу, від вмісту різних форм жирних кислот у тканинах бджіл залежить функціонування їх нервової, імунної, відтворної та окисної систем. Організм бджіл дуже сильно реагує на кількість та склад жирних кислот у кормі [1; 5]. Проблема жирних кислот у системі корм – тканини бджіл – функціональна активність тканин полягає в наступному. Згадувані жирні кислоти в кормі і тканинах медоносних бджіл причетні до відтворної здатності та продуктивних ознак [1; 3; 6; 7]. Жирні кислоти залежно від кількості та складу можуть змінювати забезпеченість організму бджіл енергетичним, структурним і біологічно активним матеріалом [7–9]. Це зумовлено тим, що тканини бджіл за допомогою ензимних систем здатні синтезувати тільки насичені та мононенасичені довголанцюгові жирні кислоти. Тканини бджіл не здатні синтезувати довголанцюгові поліненасичені жирні кислоти [1; 4; 10]. Тому такі поліненасичені жирні кислоти, як лінолева та ліноленова, повинні надходити в їх організм за кормом. Основними джерелами незамінних (ессенціальних) лінолевої та ліноленової кислот у раціонах для бджіл є корм [1; 8; 9]. У жирнокислотному складі корму наведені вище поліненасичені жирні кислоти є домінуючими [1; 11]. Загальною ознакою дефіциту α -лінолевої та α -ліноленової кислот в організмі бджіл є зниження темпів росту, ефективності засвоєння поживних речовин корму, пригнічення імунітету та зниження продуктивних ознак і відтворної здатності [1; 3; 4; 9].

У літературі відсутні дані щодо вмісту насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот загальних ліпідів у тканинах медоносних бджіл залежно від їх кількості та складу в кормі. Також відсутні дані щодо функціонального стану тканин бджіл залежно від вказаних вище показників корму. Цим обумовлена актуальність теми роботи.

Метою досліджень є встановлення зв'язку між жирнокислотним складом і сорбційною здатністю тканин голови та відтворною здатністю й продуктивними ознаками медоносних бджіл залежно від кількості і складу жирних кислот у кормовій добавці.

Матеріали та методи досліджень. Експериментальні дослідження проведені у весняно-літній період на приватній пасіці «Босовик» Заставнівського району Чернівецької області на клінічно здорових медоносних бджолах карпатської породи (*Apis mellifera carpatica*).

За принципом аналогів було сформовано 3 групи бджолиних сімей (по 3 бджолосім'ї в кожній). Бджолині сім'ї контрольної групи впродовж 36 днів щотижня отримували кормову добавку, яка складалася з 100 г обезжиреного борошна з бобів натуральної сої сорту Чернівецька-9 та 100 г цукрового сиропу (відношення цукру до води 1:1). Бджолині сім'ї I і II дослідних груп додатково до цієї кормової добавки отримували соняшникову олію в кількості відповідно 10 і 20 г / бджолосім'ю / тиждень. Під час проведення досліду контролювали відтворну здатність маток і медову продуктивність робочих бджіл.

Дослідження яйцекладки бджолиних маток проводили за Ф.А. Лаврьохіним і С.В. Панковою [12]. Для цього обліковували кількість печатного розплоду через кожні 12 днів за допомогою спеціальної рамки-сітки з розміром квадратів 5×5 см. Кількість одержаного товарного меду визначали методом зважування відібраних із гнізд медових стільників до й після відкачування.

По завершенню досліду для лабораторних досліджень були відібрані зразки медоносних бджіл. У тканинах голови медоносних бджіл визначали вміст жирних кислот загальних ліпідів, важких металів та сорбційну здатність. Вміст жирних кислот загальних ліпідів у досліджуваному матеріалі визначали методом газорідинної хроматографії за Й.Ф. Рівісом із співр. [13], а важких металів – методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії за І. Хавезовим і Д. Цалевим [14]. Сорбційну здатність досліджуваної тканини визначали методом забарвлення за М.В. Яковлевим [15].

Отриманий цифровий матеріал опрацьовували методом варіаційної статистики з використанням критерію Стьюдента. Обчислювали середні арифметичні величини (M) та похибки середніх арифметичних ($\pm m$). Зміни вважали вірогідними при $p < 0,05$. Для розрахунків використали комп'ютерну програму Origin 6.0, Excel (Microsoft, USA).

Виклад основного матеріалу дослідження. Встановлено, що в натуральній кормовій добавці, яка складається з обезжиреного соєвого борошна та цукрового сиропу, є певна кількість жирних кислот загальних ліпідів і легкодоступних для організму бджіл неестерифікованих жирних кислот (табл. 1). У результаті додавання до згадуваної кормової добавки соняшnikової олії, котра містить в своєму складі 61,8 % біологічно активної лінолевої кислоти, в кількості 10 і 20 г, в ній суттєво зростає вміст лауринової, міристинової, пентадеканової, пальмітинової, пальмітоолеїнової, стеаринової, олеїнової, лінолевої, ліноленової, арахінової та ейкозаснової кислот як у складі жирних кислот загальних ліпідів, так і в складі неестерифікованих жирних кислот.

Таблиця 1

Вміст жирних кислот у кормовій добавці без та з соняшnikовою олією, г/кг натуральної маси

Жирні кислоти та їх код	Кормова добавка (КД)	КД + 10 г соняшnikової олії	КД + 20 г соняшnikової олії
Жирні кислоти загальних ліпідів			
Лауринова, 12:0	0,01	0,06	0,11
Міристинова, 14:0	0,02	0,11	0,20
Пентадеканова, 15:0	0,04	0,22	0,41
Пальмітинова, 16:0	0,51	2,56	4,63

Пальмітоолеїнова, 16:1	0,04	0,22	0,40
Стеаринова, 18:0	0,38	1,95	3,53
Олеїнова, 18:1	2,65	14,22	26,08
Лінолева, 18:2	6,82	34,34	62,20
Ліноленова, 18:3	0,23	1,17	2,12
Арахінова, 20:0	0,04	0,21	0,37
Ейкозаснова, 20:1	0,03	0,17	0,30
в тому числі неестерифіковані жирні кислоти			
Лауринова, 12:0	сліди	0,002	0,004
Міристинова, 14:0	0,001	0,006	0,009
Пентадеканова, 15:0	0,002	0,010	0,016
Пальмітинова, 16:0	0,024	0,114	0,224
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,002	0,010	0,017
Стеаринова, 18:0	0,014	0,087	0,159
Олеїнова, 18:1	0,148	0,694	1,227
Лінолева, 18:2	0,320	1,412	2,814
Ліноленова, 18:3	0,010	0,048	0,098
Арахінова, 20:0	0,002	0,009	0,014
Ейкозаснова, 20:1	0,001	0,007	0,011

Зростання вмісту жирних кислот загальних ліпідів і неестерифікованих жирних кислот у кормовій добавці приводить до дозозалежного збільшення концентрації жирних кислот загальних ліпідів у тканинах голови медоносних бджіл (табл. 2). Наведене вище вказує на значне зростання забезпеченості тканин голови медоносних бджіл енергетичним і структурним матеріалом [9].

Таблиця 2

Вміст жирних кислот загальних ліпідів у тканинах голови медоносних бджіл, г / кг сирової маси ($M \pm m$, $n = 3$)

Жирні кислоти та їх код	Контрольна група (кормова добавка – КД)	I дослідна (КД + 10 г сояшникової олії)	II дослідна (КД + 20 г сояшникової олії)
1	2	3	4
Каприлова, 8:0	0,02±0,003	0,03±0,003	0,03±0,003
Капринова, 10:0	0,03±0,003	0,04±0,003	0,05±0,003*
Лауринова, 12:0	0,04±0,003	0,05±0,003	0,06±0,003*
Міристинова, 14:0	0,08±0,003	0,09±0,003	0,10±0,003*
Пентадеканова, 15:0	0,12±0,006	0,14±0,006	0,15±0,006*
Пальмітинова, 16:0	1,37±0,041	1,48±0,026	1,53±0,032*
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,06±0,003	0,07±0,003	0,08±0,003*
Стеаринова, 18:0	0,98±0,046	1,12±0,035	1,19±0,043*

Продовження таблиці 2

1	2	3	4
Олеїнова, 18:1	3,38±0,063	3,58±0,055	3,67±0,072*
Лінолева, 18:2	2,64±0,078	2,86±0,043	2,96±0,050*
Ліноленова, 18:3	3,43±0,099	3,76±0,081	3,82±0,080*
Арахінова, 20:0	0,16±0,009	0,18±0,006	0,19±0,006*
Ейкозаєнова, 20:1	0,23±0,009	0,25±0,007	0,27±0,009*
Ейкозадиснова, 20:2	0,18±0,003	0,20±0,006*	0,21±0,006**
Ейкозатриснова, 20:3	0,12±0,003	0,15±0,009*	0,16±0,006**
Арахідонова, 20:4	3,23±0,038	3,48±0,052*	3,59±0,063**
Ейкозапентаєнова, 20:5	2,31±0,061	2,49±0,043	2,56±0,046*
Докозадиснова, 22:2	0,19±0,007	0,23±0,011	0,24±0,011*
Докозатриснова, 22:3	0,20±0,003	0,22±0,006	0,23±0,006*
Докозатетраєнова, 22:4	0,44±0,014	0,51±0,020*	0,54±0,020*
Докозапентаєнова, 22:5	1,20±0,020	1,30±0,038	1,34±0,035*
Докозагексаєнова, 22:6	1,42±0,029	1,52±0,029	1,56±0,032*
Загальний вміст жирних кислот	21,83	23,75	24,47
в т. ч. насичені	2,80	3,13	3,30
мононенасичені	3,67	3,90	4,02
поліненасичені	15,36	16,72	17,21
ω-3/ω-6	1,41	1,42	1,40

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

Із згадуваної вище таблиці видно, що збільшення концентрації жирних кислот загальних ліпідів у тканинах голови медоносних бджіл I і II дослідних груп, порівняно з тканинами голови медоносних бджіл контрольної групи, відбувається за рахунок насичених, мононенасичених та поліненасичених жирних кислот. Зокрема зростання вмісту насичених жирних кислот спостерігається з боку жирних кислот з парною (у I і II дослідних групах відповідно до 2,99 і 3,15 проти 2,68 г / кг сирової маси) і непарною (0,14 і 0,15 проти 0,12) кількістю атомів Карбону в ланцюгу, мононенасичених жирних кислот родин ω-7 (0,07 і 0,08 проти 0,06) і ω-9 (3,83 і 3,94 проти 3,61) та поліненасичених жирних кислот родин ω-3 (9,80 і 10,05 проти 9,00) і ω-6 (у I і II дослідних групах відповідно до 6,92 і 7,16 проти 6,36 г / кг сирової маси у контролі). При цьому в тканинах голови медоносних бджіл I і II дослідних груп, порівняно з тканинами голови контрольної групи, не змінюється співвідношення вмісту поліненасичених жирних кислот родини ω-3 до поліненасичених жирних кислот родини ω-6 (табл. 2).

З таблиці 2 видно, що у тканинах голови медоносних бджіл I і II дослідних груп, порівняно з тканинами голови медоносних бджіл контрольної групи, вірогідно збільшується концентрація таких поліненасичених жирних кислот загальних ліпідів, як ейкозадиснова, ейкозатриснова, ейкозатетраєнова-арахідонова та докозатетраєнова. У тканинах голови медоносних бджіл II дослідної групи, крім того, зростає вміст таких насичених жирних кислот загальних ліпідів, як капри-

нова, лауринова, міристинова, пентадеканова, пальмітинова, стеаринова і арахінова, таких мононенасичених жирних кислот, як пальмітоолеїнова, олеїнова й ейкозаснова, та таких поліненасичених жирних кислот, як лінолева, ліноленова, ейкозапентаснова, докозатриєнова, докозатриєнова, докозапентаснова і докозагексаснова. Як видно із наведених вище даних, у тканинах голови медоносних бджіл зростає вміст поліненасичених жирних кислот родин ω -3 і ω -6. Кислоти цих родин вкрай необхідні для життєдіяльності тканин голови.

Збільшення концентрації поліненасичених жирних кислот родин ω -3 і ω -6 приводить до зростання сорбційної здатності тканин голови медоносних бджіл I ($5,7 \pm 0,14$ одиниць екстинції) і II ($6,0 \pm 0,20$, $p < 0,05$) дослідних груп, порівняно з тканинами голови контрольної групи ($5,1 \pm 0,14$ одиниць екстинції). Це вказує на збільшення проникливості наведених вище тканин медоносних бджіл для активованих і неактивованих сполук.

Зростання сорбційної здатності тканин голови медоносних бджіл I і II дослідних груп, порівняно з тканинами голови медоносних бджіл контрольної групи, сприяє збільшенню концентрації в них важких металів (табл. 3). Зокрема в тканинах голови медоносних бджіл I дослідної групи зростає вміст Кадмію, а в тканинах голови II дослідної групи – Феруму, Цинку, Купруму, Хрому, Ніколу, Плюмбуму та Кадмію. Можливо згадувані мінеральні елементи у більшій мірі всмоктуються у тканини із травного каналу. Наведене вище вказує на суттєве зростання проникливості тканин голови медоносних бджіл I і II дослідних груп, порівняно з тканинами голови медоносних бджіл контрольної групи, для води та водорозчинних речовин.

Таблиця 3

**Вміст важких металів у тканинах голови медоносних бджіл,
г/кг сирової маси ($M \pm m$, $n = 3$)**

Важкі метали та їх символ	Контрольна група (кормова добавка – КД)	I дослідна (КД + 10 г соняшникової олії)	II дослідна (КД + 20 г соняшникової олії)
Ферум, Fe	$34,32 \pm 1,029$	$36,92 \pm 0,549$	$37,53 \pm 0,417^*$
Цинк, Zn	$42,28 \pm 1,039$	$45,61 \pm 0,836$	$45,95 \pm 0,576^*$
Купрум, Cu	$16,99 \pm 0,572$	$18,86 \pm 0,494$	$19,14 \pm 0,412^*$
Хром, Cr	$9,06 \pm 0,191$	$9,81 \pm 0,214$	$9,99 \pm 0,134^*$
Нікол, Ni	$1,70 \pm 0,061$	$1,89 \pm 0,046$	$1,99 \pm 0,067^*$
Плюмбум, Pb	$1,67 \pm 0,055$	$1,84 \pm 0,040$	$1,97 \pm 0,087^*$
Кадмій, Cd	$0,11 \pm 0,003$	$0,13 \pm 0,003^*$	$0,14 \pm 0,006^*$

Зміни жирнокислотного складу та сорбційної здатності тканин голови медоносних бджіл I і II дослідних груп, порівняно з тканинами голови медоносних бджіл контрольної групи, супроводжуються змінами відтворної здатності маток і медової продуктивності робочих бджіл. Зокрема у маток I і II дослідних груп, порівняно з матками контрольної групи, у дослідний період зростає яйцекладка (табл. 4). Разом з тим у робочих бджіл I ($14,5 \pm 0,40$ кг, $p < 0,01$) і II ($15,7 \pm 0,34$, $p < 0,001$) дослідних груп порівняно з робочими бджолами контрольної групи ($12,4 \pm 0,36$ кг) підвищується медова продуктивність.

Таблиця 4

Відтворна здатність бджолиних маток, яєць за добу ($M \pm m$, $n = 3$)

Контрольна група (кормова добавка – КД)	I дослідна (КД + 10 г соняшникової олії)	II дослідна (КД + 20 г соняшникової олії)
Підготовчий період, 5 квітня		
201,2 ± 10,89	206,9 ± 16,35	202,3 ± 17,49
Дослідний період, 17 квітня		
757,4 ± 19,12	830,4 ± 24,99	896,7 ± 16,11**
Дослідний період, 29 квітня		
856,0 ± 18,56	956,1 ± 24,59**	1108,0 ± 20,17***
Дослідний період, 11 травня		
893,1 ± 14,50	1018,0 ± 24,76**	1163,8 ± 24,84***
Разом за дослідний період, 17 квітня – 11 травня		
2506,5	2804,5	3168,5

Висновки та перспективи досліджень:

1. У результаті додавання до кормової добавки, яка складається з обезжиреного соєвого борошна та цукрового сиропу, соняшникової олії в кількості 10 і 20 г, в ній дозозалежно зростає вміст насичених, мононенасичених і особливо поліненасичених жирних кислот як у складі жирних кислот загальних ліпідів, так і в складі неестерифікованих жирних кислот.

2. Згодовування кормової добавки, збагаченої соняшниковою олією в кількості 10 і 20 г, приводить до дозозалежного збільшення концентрації насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот загальних ліпідів у тканинах голови медоносних бджіл I та II дослідних груп. При цьому в тканинах голови наведених вище бджіл не змінюється співвідношення вмісту поліненасичених жирних кислот родини ω -3 до поліненасичених жирних кислот родини ω -6.

3. Збільшення концентрації поліненасичених жирних кислот родин ω -3 і особливо ω -6 приводить до дозозалежного зростання сорбційної здатності тканин голови медоносних бджіл I та II дослідних груп. При цьому в тканинах голови медоносних бджіл I дослідної групи зростає вміст Кадмію, а в тканинах голови II дослідної групи – Феруму, Цинку, Купруму, Хрому, Ніколу, Плюмбуму та Кадмію.

4. Зміни жирнокислотного складу та сорбційних властивостей тканин голови медоносних бджіл I і II дослідних груп супроводжуються змінами відтворної здатності маток і медової продуктивності робочих бджіл. Бджоломаток згадуваних груп зростає яйцекладка, а у робочих бджіл – медова продуктивність.

5. У перспективі необхідно встановити зв'язок між жирнокислотним складом і сорбційною здатністю тканин грудей та відтворною здатністю й продуктивними ознаками медоносних бджіл залежно від кількості і складу жирних кислот у кормовій добавці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Arien Y., Dag A., Zarchin S. et al. Omega-3 deficiency impairs honey bee learning. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2015. Vol. 112, № 51. P. 15761–15766.
2. Couture P., Hulbert A.J. Membrane fatty acid composition is related to body mass in mammals. *The Journal of Membrane Biology*. 1995. Vol. 148, Is. 1. P. 27–39.

3. Ma L., Wang Y., Hang X. et al. Nutritional effect of alpha-linolenic acid on honey bee colony development (*Apis mellifera* L.). *Journal of Apicultural Science*. 2015. Vol. 59, № 2. P. 63–72.
4. Arien Y., Dag A., Shafir S. Omega-6:3 Ratio More Than Absolute Lipid Level in Diet Affects Associative Learning in Honey Bees. *Front. Psychol.* 2018. Vol. 9. P. 1–8. doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01001.
5. Gätschenberger H., Azzami K., Tautz J., Beier H. Antibacterial Immune Competence of Honey Bees (*Apis mellifera*) Is Adapted to Different Life Stages and Environmental Risks. *PLoS ONE*. 2013. Vol. 8, Is. 6. doi: 10.1371/journal.pone.0066415.
6. Wu Y., Zheng H., Corona M. et al. Comparative transcriptome analysis on the synthesis pathway of honey bee (*Apis mellifera*) mandibular gland secretions. *Scientific Reports*. 2017. Vol. 7 (1), 4530. doi: 10.1038/s41598-017-04879-z.
7. Rabiee F., Modaresi M., Gheisari A. The effect to various oleic acid levels on reproductive parameters in queen bee. *Der Pharmacia Lettre*. 2015. Vol. 7, Is. 12. P. 326–331.
8. Hulbert A.J., Kelly M.A., Abbott S.K. Polyunsaturated fats, membrane lipids and animal longevity. *Journal of Comparative Physiology B: biochemical, systemic, and environmental physiology*. 2014. Vol. 184, Is. 2. P. 149–166.
9. Hulbert A.J., Abbott S.K. Nutritional ecology of essential fatty acids: an evolutionary perspective. *Australian Journal of Zoology*. 2011. Vol. 59, № 6. P. 369–379.
10. Hulbert A.J. Metabolism and longevity: Is there a role for membrane fatty acids? *Integrative and Comparative Biology*. 2010. Vol. 50, Is. 5. P. 808–817.
11. AL-Kahtani S.N. Fatty Acids and B Vitamins Contents in Honey Bee Collected Pollen in Relation to Botanical Origin. *Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences)*. 2017. Vol. 18, № 2. P. 41–48.
12. Лаврехин Ф.А., Панкова С.В. Биология медоносной пчелы. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Колос, 1983. 303 с.
13. Кількісні хроматографічні методи визначення окремих ліпідів і жирних кислот у біологічному матеріалі: метод. посібник. 2-ге вид., уточн. та доп. / Рівіс Й.Ф. та ін. Львів : СПОЛОМ, 2017. 160 с.
14. Хавезов И., Цалев Д. Атомно-абсорбционный анализ / пер. с болг. Г.А. Шейниной. Ленинград : Химия, 1983. 144 с.
15. Яковлев М.В. Изучение сорбционных свойств некоторых органов при экспериментальном туберкулезе методом окрашивания. Исследование свойств селезенки и легких. Сообщение III. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. Москва : Медгиз, 1958. Т. XIV. С. 45–54.