

ВМІСТ ЛІПІДІВ У ТКАНИНАХ ОРГАНІЗМУ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ ЗА УМОВ ПІДГОДІВЛІ ЦИТРАТАМИ АРГЕНТУМУ І КУПРУМУ У ЛІТНЬО-ОСІННІЙ ПЕРІОД

*І. І. Двилюк, мол. наук. співр.,
І. І. Ковальчук, д-р вет. наук, с. н. с.
Л. І. Романів, канд. с-г. наук*

Інститут біології тварин НААН,
вул. В. Стуса, 38, м. Львів, 79034, Україна

У статті подано дані про вміст загальних ліпідів і співвідношення їхніх класів в організмі медоносних бджіл за умов підгодівлі цукровим сиропом з добавкою наноцитратів Аргентуму та Купруму у літньо-осінній період. За результатами проведених досліджень відмічено зростання вмісту загальних ліпідів в тканинах голови, грудного і черевного відділів організму бджіл та виражені вірогідні різниці фракційного розподілу ліпідів.

Дослідження проведено на 5 групах медоносних бджіл, по 3 бджолосім'ї в кожній. Контрольна група (I) отримувала підгодівлю цукровим сиропом (1000 мл/тиждень/бджолосім'ю), II дослідна група – за аналогічних умов отримувала цукровий сироп з додаванням Ag 0,5 мг у вигляді цитрату, III дослідна група – за аналогічних умов отримувала Ag у вигляді цитрату в дозі 1 мг на 1000 мл цукрового сиропу на бджолосім'ю на тиждень, а IV і V — відповідно по 0,5 і 1 мг Си у вигляді цитрату на 1000мл цукрового сиропу. Екстрагування загальних ліпідів у зразках тканин медоносних бджіл проводили за методом Фолча, а їх кількість визначали гравіметричним методом.

За умов підгодівлі медоносних бджіл цукровим сиропом і добавок цитратів Аргентуму і Купруму спостерігали вірогідно вищий вміст загальних ліпідів у тканинах грудного відділу IV групи ($p < 0,05$). Крім того, встановлено виражені різниці щодо співвідношення окремих класів ліпідів у тканинах бджіл дослідних груп, а саме: вищий вміст фосфоліпідів, моно- і диацилгліцеролів та триацилгліцеролів у тканинах окремих відділів організму медоносних бджіл дослідних груп на тлі зменшення відносного вмісту НЕЖК та вільного холестеролу. Отримані результати свідчать про позитивні зміни щодо вмісту окремих фракцій ліпідів, що посилюють процеси метаболічного нагромадження енергетичних і пластичних компонентів трофічного ланцюга.

Ключові слова: МЕДОНОСНІ БДЖОЛИ, ЦИТРАТ АРГЕНТУМУ, ЦИТРАТ КУПРУМУ, ФОСФОЛІПІДИ, МОНО- І ДИАЦИЛГЛІЦЕРОЛИ, ТРИАЦИЛГЛІЦЕРОЛИ, НЕЕТЕРИФІКОВАНІ ЖИРНІ КИСЛОТИ, ЕТЕРИФІКОВАНИЙ ХОЛЕСТЕРОЛ, ВІЛЬНИЙ ХОЛЕСТЕРОЛ.

Ліпіди формують групу сполук, що входять до складу всіх живих організмів і забезпечують важливу біоенергетичну і пластичну функції, а також є складовою структурних елементів клітин (переважно мембран) і забезпечують активний транспорт молекул та йонів [1-3]. Вони забезпечують восковидільну діяльність та вироблення маточного молочка залозами при вигодовуванні личинок та є резервним компонентом, що депонується в тканинах жирового тіла і активно використовується як в процесі метаморфозу, так і в стані зимового гіпобіозу [4-6]. Кількість резервних ліпідів, відкладених в організмі бджіл змінюється залежно від їх фізіологічного стану, кормової бази та кліматичних умов [7-9]. За відсутності підтримуючого медозбору для поповнення кормових запасів медоносним бджолам застосовується часткова підгодівля цукровим сиропом [10, 11]. Виникає

необхідність стабілізувати живлення бджіл і обмін речовин у їхньому організмі збагаченням цукрового сиропу біологічно активними речовинами як органічного, так і мінерального походження, а також стимулювати ріст і розвиток бджолосімей [12-16].

Особливої уваги заслуговують експериментальні дані у напрямку нанотехнологій з використанням наносполук окремих металів в тому числі карбоксилатів біогенних мікроелементів [17, 18]. Дослідженнями доведено, що нанокарбоксилати даних мікроелементів не токсичні, йони металів з таких комплексів швидко і ефективно засвоюються живим організмом в якості життєвонеобхідних мікроелементів впливають на фізіолого-біохімічні процеси в організмі тварин, коригуючи функції ензимів і біологічних мембран [19]. Аналізуючи дані досліджень з нанобіотехнологій відсутні результати щодо впливу цитратів Аргентуму і Купруму на обмінні процеси в організмі медоносних бджіл. Відомо, що сполуки даних мікроелементів широко використовуються в якості бактерицидних, фунгіцидних засобів, встановлено антиоксидантні, імуностимулюючі і протизапальні властивості Аргентуму і Купруму.

Метою наших досліджень було вивчити вплив цитратів Аргентуму і Купруму на вміст ліпідних компонентів у тканинах окремих анатомічних відділів організму медоносних бджіл.

Матеріали і методи. Дослідження проведені на пасіці ЛНУВМ та БТ ім. С.З. Гжицького на 5 групах бджолиних сімей, по три бджолосім'ї у кожній. Контрольна група (I) отримувала підгодівлю цукровим сиропом (1000 мл/тиждень/бджолосім'ю), II дослідна група – за аналогічних умов отримувала цукровий сироп з додаванням Ag 0,5 мг у вигляді цитрату, III дослідна група – за аналогічних умов отримувала Ag у вигляді цитрату в дозах 1 мг на 1000 мл цукрового сиропу на бджолосім'ю на тиждень, а IV і V — відповідно по 0,5 і 1 мг Cu у вигляді цитрату на 1000 мл цукрового сиропу. Дослід проводили в серпні – вересні тривалістю 28 діб з інтервалом підгодівлі 7 діб. Мікроелементи додавали до цукрового сиропу у вигляді цитратів, що отримані від ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології» м. Київ і виготовлені методом нанобіотехнології (М. В. Косінов, В. Г. Каплуненко) [20].

Для дослідження відбирали зразки тканин окремих анатомічних відділів (голова, грудний і черевний) медоносних бджіл з бджолосімей контрольної та дослідних груп. Зразки відбирали в кількості 30-35 комах із кожної бджолосім'ї, які використовували для приготування гомогенату тканин з окремих анатомічних відділів організму медоносних бджіл у зразках гомогенатів тканин організму бджіл визначали вміст загальних ліпідів за методом Фолча [21]. Співвідношення окремих фракцій ліпідів: фосфоліпідів (ФЛ), моно- і диацилгліцеролів (МДГ), вільного холестеролу ВХ, неетерифікованих жирних кислот (НЕЖК), триацилгліцеролів (ТГ), етерифікованого холестеролу (ЕХ) досліджували за допомогою тонкошарової хроматографії з використанням силікагелевих пластин Sorbfil (ПТСХ-П-А) з подальшим вимірюванням показників оптичної густини у дослідних зразках тканин на спектрофотометрі СФ-46 при довжині хвилі 440 нм [22].

Одержані числові дані опрацьовані за допомогою стандартного пакету статистичних програм Microsoft EXCEL 7.

Результати й обговорення. За результатами досліджень відзначено, що згодовування з цукровим сиропом різної кількості добавок цитратів Ag і Cu медоносним бджолам зумовлювало відмінності вмісту загальних ліпідів в тканинах голови бджіл усіх дослідних груп порівняно із контролем. Однак різниці між цими групами не були вірогідні і не перевищували величин середньо статичних відхилень. Це свідчить про неоднаковий вплив добавок на вміст загальних ліпідів і співвідношення їх класів ліпідів у тканинах медоносних бджіл.

Поряд з цим, суттєвіші різниці встановлено щодо співвідношення окремих класів ліпідів у тканинах голови медоносних бджіл за згодовування цукрового сиропу з цитратами Ag та Cu (табл. 1). Зокрема, у зразках тканин голови медоносних бджіл встановлено

вірогідне зниження вмісту моно- і диацилгліцеролів (II, III, IV і V групи) ($p < 0,05-0,001$) та вільного холестеролу (крім III групи) порівняно до зразків контрольної групи. За результатами вмісту фосфоліпідів спостерігали зростання у III і V дослідних групах порівняно до контролю, проте різниці були не вірогідні.

Слід відмітити вірогідно вищий вміст НЕЖК у зразках тканин голови медоносних бджіл II, III і IV дослідних груп ($p < 0,01-0,001$) порівняно до контролю. Вміст триацилгліцеролів був вищим у зразках тканин усіх дослідних груп (II – $p < 0,05$) порівняно до контролю. Характерне підвищення вмісту триацилгліцеролів у тканинах бджіл може вказувати на активацію метаболізму ліпідів за дії Аргентуму і Купруму. Найвищу кількість етерифікованого холестеролу спостерігали у тканинах голови медоносних бджіл V групи, що була в 1,3 раза вищою ($p < 0,05$), порівняно до контролю. У тканинах II-IV дослідних груп цей показник був дещо вищим порівняно до контролю, проте різниці були не вірогідно.

Таблиця 1

Вміст загальних ліпідів і співвідношення окремих їхніх класів у тканинах голови медоносних бджіл, % (M±m, n=3)

Класи ліпідів	Групи бджіл				
	I контрольна	II дослідна	III дослідна	IV дослідна	V дослідна
Загальні ліпіди, г%	2,43±0,09	2,53±0,09	2,33±0,09	2,70±0,11	2,60±0,06
Фосфоліпіди	24,42±0,71	23,72±0,63	25,06±0,47	24,59±0,59	25,37±0,68
Моно-і диацилгліцероли	19,91±0,33	16,52±0,16***	13,64±1,09**	16,34±0,73*	15,70±0,51**
Вільний холестерол	15,02±0,14	11,91±0,39***	12,84±1,10	10,20±0,81**	11,21±0,64**
НЕЖК	11,99±0,66	16,08±0,48**	18,06±0,61**	18,69±0,44***	14,10±0,83
Триацилгліцероли	16,68±0,62	18,51±0,40*	16,61±0,41	17,17±0,28	17,96±0,74
Етерифікований холестерол	11,95±0,97	13,24±0,43	13,76±0,78	12,98±0,37	15,64±0,81*

Примітка: У цій і наступних таблицях :*— $p < 0,02-0,05$; **— $p < 0,01$, *** — $p < 0,001$

Встановлені відмінності фракційного розподілу ліпідів тканин голови медоносних бджіл, очевидно можуть зумовлюватися безпосереднім впливом добавок цитратів Ag і Cu на інтенсивність ліпідного обміну в організмі, функціонування залоз якими насичений головний відділ і дією цих елементів на процеси живлення медоносних бджіл.

Суттєві різниці щодо співвідношення окремих класів ліпідів спостерігали у грудному відділі, що більше містить м'язової тканини (табл. 2). Зокрема, вищий вміст загальних ліпідів спостерігали у II, III, IV ($p < 0,05$) і V дослідних групах за умов згодовування різних доз цитратів Ag і Cu. Вірогідно вищий вміст фосфоліпідів спостерігали у зразках тканин грудного відділу бджіл IV і V дослідних груп ($p < 0,05$) порівняно до контролю. Аналогічно вищі різниці спостерігали для моно- і диацилгліцеролів у зразках II групи у 1,3 раза ($p < 0,01$) на тлі вірогідно нижчого вмісту у 1,2 раза — V групі ($p < 0,05$) порівняно до контролю. Слід зазначити, що вміст НЕЖК у зразках тканин грудного відділу організму бджіл був вірогідно нижчим у всіх дослідних групах ($p < 0,05-0,001$) порівняно до контролю. Рівень триацилгліцеролів у зразках бджіл III ($p < 0,05$) і V ($p < 0,01$) був вищим порівняно з контролем.

Встановлені відмінності фракційного розподілу ліпідів тканин грудного відділу медоносних бджіл можуть зумовлюватися як безпосереднім метаболічним впливом добавок Аргентуму і Купруму, так і опосередковано через взаємодію з іншими мінеральними елементами, через активацію ферментних систем, у які ці мікроелементи включаються в процесі обміну проявляючи, очевидно, антагоністичний та синергічний вплив.

Вміст загальних ліпідів і співвідношення окремих їхніх класів у тканинах грудного відділу організму медоносних бджіл, % (M±m, n=3)

Класи ліпідів	Групи бджолосімей				
	I контрольна	II дослідна	III дослідна	IV дослідна	V дослідна
Загальні ліпіди, г%	3,30±0,09	3,57±0,12	3,40±0,11	3,63±0,05*	3,50±0,17
Фосфоліпіди	18,03±0,50	16,97±0,50	18,80±0,38	20,23±0,49*	20,40±0,50*
Моно- і диацилгліцероли	13,42±0,28	17,98±0,86**	14,58±0,49	14,12±0,77	11,66±0,58*
Вільний холестерол	13,24±0,37	14,95±0,50*	12,51±0,48	14,19±0,28	14,64±0,84
НЕЖК	21,27±0,44	16,27±0,61**	19,61±0,35*	16,36±0,28***	17,16±0,33***
Триацилгліцероли	15,81±0,24	15,85±0,55	17,97±0,70*	17,00 ±0,44	18,74±0,58**
Етерифікований холестерол	18,21±0,89	17,95±0,48	16,50±0,27	18,08±0,38	17,38±0,74

Дослідженнями тканин черевного відділу медоносних бджіл виявлено найбільш значні зміни у структурі ліпідів всіх груп (табл. 3), що вказує на важливе значення Аргентуму і Купруму в обміні ліпідів і функціонуванні черевного відділу, а отже й життєздатності бджіл. Вірогідні різниці вищого відносного вмісту фосфоліпідів у тканинах черевного відділу бджіл II, III і IV дослідних груп в середньому в 1,2 раза, порівняно до контролю підтверджують це припущення.

Таблиця 3

Вміст загальних ліпідів і співвідношення окремих їхніх класів у тканинах черевного відділу організму медоносних бджіл, % (M±m, n=3)

Класи ліпідів	Групи бджіл				
	I контрольна	II дослідна	III дослідна	IV дослідна	V дослідна
Загальні ліпіди, г%	4,63±0,17	4,80±0,11	4,56±0,06	4,76±0,09	4,87±0,14
Фосфоліпіди	19,55±0,54	21,60±0,50*	22,71±0,55*	23,89±0,37**	20,25±0,41
Моно - і диацилгліцероли	10,59±0,54	10,41±0,76	10,25±0,48	12,82±0,20*	13,97±0,43**
Вільний холестерол	16,25±0,46	13,75±0,52*	13,57±0,37*	14,46±0,45*	12,96±0,43**
НЕЖК	20,50±0,84	16,44±0,45*	17,43±0,56*	13,38±0,43***	17,72±0,48*
Триацилгліцероли	20,06±0,98	23,12±0,38*	21,05±0,33	23,40±0,69*	24,41±0,53*
Етерифікований холестерол	13,05±0,32	14,65±0,41*	14,97±0,51*	12,05±0,52	10,66±0,45*

Аналогічні вірогідні різниці вищого вмісту спостерігали і при дослідженні триацилгліцеролів у тканинах бджіл II, IV і V груп ($p < 0,05$) порівняно до контрольної групи. Однак відносний рівень моно- і диацилгліцеролів у II і III групах істотно не змінювався на тлі вірогідно вищого вмісту у IV і V ($p < 0,05$) групах. Поряд з тим, вміст вільного холестеролу і НЕЖК у тканинах грудного відділу медоносних бджіл всіх дослідних груп був нижчим ($p < 0,05-0,01$) порівняно до контролю.

На основі аналізу цих даних можна стверджувати про важливу регуляторну функцію Ag та Cu у складі добавок щодо обміну ліпідів і їхніх окремих класів в організмі медоносних бджіл. Однак дані літератури щодо механізмів такого впливу відсутні. Можливо, антиоксидантна дія цих елементів зменшує процеси пероксидації та утворення продуктів перекисного окиснення ліпідів у тканинах бджіл дослідних груп. Встановлені відмінності фракційного розподілу ліпідів тканин медоносних бджіл можуть зумовлюватися як безпосереднім метаболічним впливом добавок, так і опосередковано через їхню взаємодію з іншими мінеральними елементами. Фізіологічна дія сполук Ag і Cu також можлива через активацію ферментних систем, у які ці мікроелементи включаються в процесі обміну, проявляючи антагоністичний чи синергічний вплив, що властивий для інших біогенних елементів.

ВИСНОВКИ

Згодовування з цукровим сиропом цитратів Ag і Cu в дозах 0,5 і 1,0 мг зумовлювало зміни вмісту загальних ліпідів і співвідношення їхніх класів у тканинах головного, грудного, і черевного відділів організму медоносних бджіл. Встановлено вищий вміст загальних ліпідів у тканинах голови, грудного ($p < 0,05$) і черевного відділів медоносних бджіл, яким згодовували 0,5 мг Ag і Cu і нижчий у тканинах голови і черевного відділу, які отримували 1 мг Ag. Високий рівень фосфоліпідів, моно- і диацилгліцеролів та триацилгліцеролів у тканинах окремих відділів організму медоносних бджіл дослідних груп супроводжувався зниженням відносного вмісту НЕЖК та вільного холестеролу у бджіл, що може мати визначальний вплив на енергетичне забезпечення організму та життєдіяльність медоносних бджіл.

Перспективи досліджень. Перспективним напрямком подальших досліджень є вивчення ліпідного складу продукції медоносних бджіл з врахуванням рівня важких металів у пилку, воді та вивчення показників резистентності їх організму за умов згодовування різної кількості добавок Аргентуму і Купруму і визначення оптимальної їх дози.

CONTENT OF LIPIDS IN THE TISSUES OF THE ORGANISM OF HONEY BEES UNDER THE CONDITIONS OF FEEDING OF HONEY BEES BY CITRATE-CAPPED SILVER AND COPPER NANOPARTICLE CITRATES IN THE SUMMER-AUTUMN PERIOD

I. Dvylyuk, I. Kovalchuk, L. Romaniv

Institute of Animal Biology of NAAS
38, Stusa str., Lviv, 79000, Ukraine

S U M M A R Y

The article presents data on the content of total lipids and the ratio of their classes in the body of honey bees under conditions of feeding with sugar syrup with the addition of citrate-capped silver and copper nanoparticle in the summer-autumn period.

According to the results of our investigations, the growth of the content of total lipids in the tissues of the head, the thorax and abdomen of the honey bees organism was noted and the probable differences of fractional distribution of lipids were expressed.

The investigation was conducted on 5 groups of honey bees, with 3 hives in each. Control group (I) was fed with sugar syrup (1000 ml / week / bee), experimental group II - under similar conditions, received a sugar syrup with the addition 0.5 mg citrate-capped silver nanoparticle, the experimental group III - under similar conditions, received 1 mg citrate-capped silver per 1000 ml of sugar syrup per bee colony for a week, and IV and V - respectively 0.5 and 1 mg of citrate-capped copper nanoparticle in the form of citrate per 1000 ml of sugar syrup. Extraction of common lipids in the samples of tissues of honey bees was carried out by the Folche method, and their amount was determined gravimetrically.

Under the conditions of feeding of honey bees by sugar syrup with additives of citrate-capped silver and copper nanoparticles, a significantly higher content of total lipids was observed in the tissues of the thoracic IV group ($p < 0,05$). In addition, the expressed differences in the ratio of individual classes of lipids in the tissues of bees of experimental groups have been observed, namely: higher content of phospholipids, mono- and diacylglycerols and triacylglycerols in the tissues of separate parts of the body of honey bees of experimental groups, against the background of a decrease in the relative content of unsaturated fatty acids and free cholesterol. The obtained

results indicate positive changes in the content of individual lipid fractions, which increase the metabolic accumulation of energy and plastic components of the trophic chain.

Keywords: HONEY BEES, SILVER CITRATE, COPPER CITRATE, PHOSPHOLIPIDS, MONOACYLGLYCEROLS, TRIACYLGLYCEROLS, UNETHICAL FATTY ACIDS, ESTERIFIED CHOLESTEROL, FREE CHOLESTEROL.

СОДЕРЖАНИЕ ЛИПИДОВ В ТКАНЯХ ОРГАНИЗМА МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ В УСЛОВИЯХ ПОДКОРМКИ ЦИТРАТАМИ АРГЕНТУМА И КУПРУМА В ЛЕТНЕ-ОСЕННИЙ ПЕРИОД

И. И. Девылюк, И. И. Ковальчук, Л. И. Романив

Институт биологии животных НААН,
ул. В. Стуса, 38, г. Львов, 79034, Украина

А Н Н О Т А Ц И Я

В статье представлены данные о содержании общих липидов и соотношении их классов в организме медоносных пчел в условиях подкормки сахарным сиропом с добавлением наноцитратов аргентума и купрума в летне-осенний период.

По результатам опыта отмечено повышение содержания общих липидов в тканях головы, грудного и брюшного отделов организма пчел и выраженные достоверные различия фракционного распределения липидов.

Для проведения опыта было сформировано 5 групп пчелиных семей, по 3 пчелосемьи в каждой. Контрольная группа (I) получала подкормку сахарным сиропом (1000 мл / неделю / пчелосемью), II опытная группа - при аналогичных условиях получала сахарный сироп с добавлением Ag 0,5 мг в виде цитрата, III опытная группа - при аналогичных условиях получала Ag в виде цитрата в дозах 1 мг на 1000 мл сахарного сиропа на пчелиную семью в неделю, а IV и V - соответственно по 0,5 и 1 мг Cu в виде цитрата на 1000 мл сахарного сиропа. Экстрагирования общих липидов в образцах тканей медоносных пчел проводили по методу Фолча, а их количество определяли гравиметрическим методом.

В условиях подкормки медоносных пчел сахарным сиропом и добавок цитратов серебра и меди наблюдали достоверно более высокое содержание общих липидов в тканях грудного отдела IV группы ($p < 0,05$). Кроме того, обнаружено выраженные различия по соотношению отдельных классов липидов в тканях пчел опытных групп, а именно: высокое содержание фосфолипидов, моно- и диацилглицеролов и триацилглицеролов в тканях отдельных отделов организма медоносных пчел опытных групп на фоне уменьшения относительного содержания НЭЖК и свободного холестерина. Полученные результаты свидетельствуют о положительных изменениях по содержанию отдельных фракций липидов, усиливают процессы метаболического накопления энергетических и пластических компонентов трофической цепи.

Ключевые слова: МЕДОНОСНЫЕ ПЧЕЛЫ, ЦИТРАТ АРГЕНТУМА, ЦИТРАТ КУПРУМА, ФОСФОЛИПИДЫ, МОНОДИАЦИЛГЛИЦЕРОЛЫ, ТРИАЦИЛГЛИЦЕРОЛЫ, НЭЭТЕРИФИЦИРОВАННЫЕ ЖЫРНЫЕ КИСЛОТЫ, ЭТЕРИФИЦИРОВАННЫЙ ХОЛЕСТЕРОЛ, СВОБОДНЫЙ ХОЛЕСТЕРОЛ.

Л І Т Е Р А Т У Р А

1. Ковальський Ю. В. Обмін ліпідів в організмі бджіл / Ю. В. Ковальський, Я. І. Кирилів // Український пасічник. – 2003. – № 3. – С. 4–6.
2. Химия жиров / Б. Н. Тютюнников, Ф. Ф. Гладкий, З. И. Бухштаб и др, М.: Колос, 1992. – 448 с.

3. Березов Т. Т., Коровкин Б. Ф. Регуляция липидного обмена // Биологическая химия. — М.: 2005. — 234 с.
4. Якобе Ф. Липиды в организме пчел и *Nosema apis* [Текст] / Ф. Якобе, Л. Майе // Тезисы XXV международного конгресса по пчеловодству. Апимондия. — Бухарест : 1977. — С. 237–241.
5. Ларионова О. С. Динамика содержания жира в организме рабочих пчел в условиях естественной среды при различных видах подкормок и массе отводков / О.С. Ларионова, И.Н. Губайдуллин, [и др.] // Современные проблемы интенсификации производства в АПК : тр, Всерос, НИИ контроля стандартизации и сертификации ветеринарных препаратов. — М.: 2005 — С. 88–89.
6. Жеребкин М. В. Особенности метаболизма липидов в жировом теле пчел при зимовке на воле — М.: Россельхозиздат. 1984 — 150 с,
7. Вплив цитратів германію та селену на вміст ліпідів і важких металів в організмі медоносних бджіл / Р. С. Федорук, І. І. Ковальчук, Л. І. Романів, М. І. Храбко // Біологія тварин. — 2014. — Том.16, №2. — С.141-149
8. Романів Л. І. Ліпідний склад тканин грудей і черевця медоносних бджіл за згодовування добавки хлориду та цитрату хрому // Науковий вісник ЛНУВМ БТ ім. С.З. Гжицького. — 2012. — Т.14, №3, Ч.3. — С. 170-175.
9. Kunert K., Crailsheim K. Seasonal changes in carbohydrate, lipid and protein content in emerging worker honeybees and their mortality // Journal of Apicultural Research. — 1988. — V. 27. — P. 13—21.
10. Таранов Г.Ф. Корма и кормление пчел — М. : Колос. — 1991. — 239 с,
11. Нові підходи раціональної стимуляції у бджільництві / О. С. Кистерна, О. В. Мусієнко // Бджільництво України. — 2015. — Вип. 1.— С. 37-41.
12. Подкормки пчел / Маннапов А. Г., Мишуковская Г. С., Циколенко С. П., Мамаев В. П. // Пчеловодство. — 2004. — № 7. — С.16-18.
13. Шагун. Л. А. Минеральные подкормки и физиологическое состояние пчел // Пчеловодство. — 1982. — № 8. — С. 15-16.
14. Шагун. Л. А. Подкормка с минеральными добавками // Пчеловодство. — 1987. — № 1. — С. 11.
15. Кузьмина Е. В., Тутов В. Ф. Влияние минеральных подкормок на развитие пчелиных семей // Научно-технический бюлл. ВНИИ вет, энтомологии и арахнологии. — Тюмень. — 1986. — Вып.3, № 1. — С. 3–8.
16. Кузьмина Е. В. Содержание минеральных веществ в организме и в отдельных органах медоносных пчел // Сб. научн. Труд. Проблемы энтомологии и арахнологии. — Тюмень, 1999. — С. 80–82.
17. Борисевич В. Б. Здобутки і проблеми нанотехнологій у ветеринарній практиці [Текст] / В. Б. Борисевич, В. Г. Каплуненко, М. В. Косінов // Здоров'я продуктивних тварин.— 2011. — № 10. — С. 30–31.
18. Наноматериалы и нанотехнологии в ветеринарной практике [Текст] / [Борисевич В. Б. и др.]; под ред, Борисевича В. Б. — К, : Авіцена, 2012. — 511 с.
19. Немова Т. В. Перспективи застосування препаратів на основі нанотехнології у ветеринарній медицині [Текст] / Т. В. Немова // Ветеринарна медицина України. — 2013. — № 1. — С. 35–37.
20. Патент України на корисну модель №39392, Спосіб отримання карбоксилатів харчових кислот з використанням нанотехнології [Текст] // Косінов М.В., Каплуненко В.Г. /МПК (2009) :С07С 51/41, С07F 5/00, С07F 15/00, В82В 3/00, Опубл, 25.02.2009, бюл. № 4/2009.

21. *Folch J.* A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues [Text] / J. Folch, M. Lees, G.H. Sloane–Stanley // *J. Biol. Chem.* — 1957. — V. 226. — P. 497–500.

22. Методичний посібник: Кількісні хроматографічні методи визначення окремих класів ліпідів і жирних кислот у біологічному матеріалі / Рівіс Й, Ф., Федорук Р. С. — Львів, 2010. — 109 с.

Рецензент – Т. Р. Левицький, к. с.-г. н., ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок.