

ЛІПІДНИЙ І ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ТКАНИН ОРГАНІЗМУ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ ТА ПЕРГИ ЗА УМОВ ПІДГОДІВЛІ НАНОАКВАЦИТРАТАМИ ГЕРМАНІЮ ТА СЕЛЕНУ

І. І. Ковальчук, Р. С. Федорук, Й. Ф. Рівіс, Л. І. Романів

Інститут біології тварин НААН

Подані дані про вміст загальних ліпідів і співвідношення окремих їхніх класів у тканинах медоносних бджіл за умов підгодівлі у весняний період сиропом з добавкою цитратів германію (II група) та германію з селеном (III група). За умов підгодівлі медоносних бджіл цукровим сиропом з добавкою цитратів германію та селену спостерігали вірогідно вищий вміст загальних ліпідів у тканинах бджіл II та III груп ($p < 0,05$). Встановлено міжгрупові різниці щодо співвідношення окремих класів ліпідів і вмісту жирних кислот у тканинах бджіл II і III дослідних груп порівняно до контролю — вірогідно вищий відносний вміст фосфоліпідів, НЕЖК, на тлі зменшення кількості вільного та етерифікованого холестеролу ($p < 0,01$), загального вмісту жирних кислот, особливо ненасичених, що більше виражено у бджіл III групи. Відзначено вірогідно вищий вміст мононенасичених ($C_{16:1}$) та поліненасичених ($C_{20:2}$; $C_{20:3}$; $C_{22:2}$; $C_{22:4}$; $C_{22:5}$; $C_{22:6}$) жирних кислот у тканинах бджіл III групи за дії цитратів германію і селену.

Нанотехнологія — наука, що може дати принципово нові речовини з унікальними, у т. ч. біологічними властивостями. Тому актуальним залишається вивчення механізмів дії розроблених в останні роки нових наноматеріалів, що можуть мати застосування у бджільництві [1, 2]. Додавання до корму бджіл сполук окремих елементів у різних дозах, як метаболічних стимуляторів органічного та неорганічного походження, корегує фізіолого-біохімічні процеси і підвищує продуктивність та резистентність медоносних бджіл.

У тваринництві засоби і препарати, що розроблені на основі наночастинок, успішно використовують для діагностики, лікування та профілактики захворювань різної етіології. Особливої уваги заслуговують наночастинки біогенних металів у складі кормових добавок у раціонах тварин і птиці. Додавання макро- та мікроелементів тваринам у вигляді карбоксилатів їхніх наночастинок має низку переваг: такі органічні сполуки володіють високою біологічною дією, вони повністю засвоюються організмом і активно використовуються у процесах обміну речовин [3]. Однак фізіологічні впливи цитратів таких елементів як Германій та Селен, внесених з компонентами живлення бджіл до штучної підгодівлі не вивчені. Не з'ясований також їхній вплив на біологічну цінність продукції бджільництва. У зв'язку з цим, науково-практичний інтерес представляє вивчення впливу різного рівня Германію та Германію з Селеном у компонентах підгодівлі на ліпідний і жирнокислотний склад тканин організму медоносних бджіл та перги.

Матеріал і методи. Дослідження впливу цитратів германію та селену, одержаних на основі нанотехнології проведені на пасіці с. Кореличі Перемишлянського району у весняний період. Для проведення дослідження відібрано три групи бджолиних сімей по 3 вулики в кожній: I контрольна — з підгодівлею 1000 мл чистого цукрового сиропу/тиждень, II група — додатково до 1000 мл сиропу/тиждень включено 0,5 мг германію у вигляді цитрату, III група отримувала цитрати германію і селену в кількості 0,3 мг Германію і 0,2 мг Селену на 1000 мл сиропу/тиждень. Підгодівлю бджіл здійснювали впродовж 30 діб. Для дослідження у період підгодівлі відбирали зразки тканин цілого організму робочих бджіл і перги з визначених 3-ох вуликів кожної групи. Зразки відбирали в кількості 90–100 бджіл з кожної

групи бджолосімей, по 30–35 комах з вулика, які використовували для приготування гомогенатів із цілого організму. У зразках тканин медоносних бджіл і перги визначали: вміст загальних ліпідів за методом Фолча [4]. Відносний вміст окремих фракцій ліпідів 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. Вміст жирних кислот у тканинах бджіл визначали методом газорідної хроматографії на хроматографі "Хром-5" і розраховували процентне співвідношення окремих кислот [5–7]. Отримані кількісні дані представляли в абсолютних (г/кг) та відносних (%) одиницях. Числові дані опрацьовані за допомогою стандартного пакету статистичних програм Microsoft EXCEL 7 з визначенням середніх величин (M), їх відхилень ($\pm m$) і ступеня вірогідності (p) за коефіцієнтом Стюдента.

Результати й обговорення. Аналіз даних проведених досліджень свідчить про зміни вмісту загальних ліпідів у тканинах цілого організму медоносних бджіл дослідних груп порівняно до контролю у період згодовування з цукровим сиропом цитратів германію та селену (табл. 1). Зокрема, встановлено вірогідно вищий вміст загальних ліпідів у тканинах медоносних бджіл II і III груп, що свідчить про однаковий стимулюючий вплив застосованих концентрацій добавок Германію і його поєднання із Селеном на обмін ліпідів і їхній синтез у тканинах медоносних бджіл.

Відмінності фракційного розподілу ліпідів тканин цілого організму також можуть зумовлюватися безпосереднім впливом згодовування добавок цитратів германію та селену на обмін окремих класів ліпідів у медоносних бджіл. Зокрема, у тканинах бджіл II і III дослідних груп спостерігали вірогідно вищий вміст фосфоліпідів та НЕЖК ($p < 0,05$; $0,001$), що очевидно зумовлено стимулюючою дією добавки цитратів германію і селену на обмін фосфоліпідів і метаболізм жирних кислот в організмі бджіл цих груп. Характерні зміни ліпідного складу в тканинах бджіл спостерігались щодо вмісту вільного і етерифікованого холестеролу за умов згодовування добавок. Зокрема, вірогідно нижчий вміст вільного і етерифікованого холестеролу відзначено у тканинах бджіл цілого організму III дослідної групи, порівняно до контролю ($p < 0,01$), тоді як для II групи — лише тенденцію до зниження. Очевидно, комплексний вплив цитратів германію і селену в більшій мірі стимулювало етерифікацію і використання в метаболічних реакціях холестеролу, ніж цитрату германію.

Таблиця 1

Вміст загальних ліпідів і співвідношення їх фракцій у тканинах організму медоносних бджіл, % ($M \pm m$, $n=3$)

Класи ліпідів	Групи медоносних бджіл		
	I-контрольна 1,0 л сиропу	II-дослідна 1,0 л сиропу + 0,5 мг Ge	III-дослідна 1,0 л сиропу + 0,3 мг Ge + 0,2 мг Se
Загальні ліпіди, г%	3,56 \pm 0,20	4,50 \pm 0,12*	4,03 \pm 0,18*
Фосфоліпіди	18,39 \pm 0,14	19,95 \pm 0,09***	19,65 \pm 0,42*
Моно-і дигліцероли	14,28 \pm 0,39	13,64 \pm 0,37	13,62 \pm 0,17
Вільний холестерол	10,19 \pm 0,26	9,86 \pm 0,22	9,09 \pm 0,03**
НЕЖК	10,50 \pm 0,06	11,76 \pm 0,07***	12,48 \pm 0,19***
Триацилгліцероли	15,27 \pm 0,12	14,94 \pm 0,67	14,57 \pm 0,36
Етерифікований холестерол	31,32 \pm 0,15	30,06 \pm 0,61	30,38 \pm 0,08**

Примітка: у цій і наступних таблицях: * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$, порівняно до контрольної (I) групи

Результати дослідження вмісту жирних кислот у тканинах бджіл свідчать про певні відмінності впливу застосованих добавок на їхній обмін, що більше виражено в III групі

(табл. 2).

Таблиця 2

**Вміст жирних кислот загальних ліпідів в організмі медоносних бджіл,
г/кг натуральної маси, % (M±m, n=3)**

Жирні кислоти та їх код	Групи медоносних бджіл					
	I-контрольна 1,0 л сиропу		II-дослідна 1,0л сиропу + 0,5 мг Ge		III-дослідна 1,0 л сиропу +0,3 мг Ge + 0,2 мг Se	
	г/кг	%	г/кг	%	г/кг	%
Капринова, 8:0	0,04±0,003	0,2	0,05±0,003	0,2	0,06±0,003	0,3
Капринова, 10:0	0,02±0,003	0,1	0,02±0,003	0,1	0,03±0,003	0,1
Лауринова, 12:0	0,02±0,003	0,1	0,03±0,0003	0,1	0,03±0,003	0,1
Міристинова, 14:0	0,03±0,003	0,1	0,03±0,003	0,1	0,04±0,003	0,2
Пентадеканова, 15:0	0,02±0,003	0,1	0,02±0,003	0,1	0,03±0,007	0,1
Пальмітинова, 16:0	1,24±0,08	5,6	1,31±0,085	5,8	1,34±0,09	5,9
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,07±0,003	0,3	0,08±0,003	0,4	0,09±0,003**	0,4
Стеаринова, 18:0	1,01±0,04	4,6	1,02±0,058	4,5	0,98±0,042	4,2
Олеїнова, 18:1	3,70±0,13	16,9	3,75±0,12	16,6	3,83±0,12	16,4
Лінолева, 18:2	2,82±0,05	12,8	2,87±0,05	12,7	2,94±0,04	12,6
Ліноленова, 18:3	3,22±0,08	14,7	3,30±0,07	14,6	3,38±0,06	14,5
Арахінова, 20:0	0,12±0,003	0,6	0,13±0,007	0,6	0,10±0,003**	0,4
Ейкозаснова, 20:1	0,30±0,021	1,4	0,32±0,020	1,4	0,35±0,020	1,5
Ейкозациєнова, 20:2	0,34±0,020	1,6	0,37±0,017	1,6	0,41±0,020*	1,6
Ейкозатриєнова, 20:3	0,20±0,009	0,9	0,21±0,007	0,9	0,23±0,006*	0,9
Арахідонова, 20:4	3,20±0,08	14,6	3,29±0,01	14,5	3,37±0,05	14,4
Ейкозапентаєнова, 20:5	3,42±0,09	15,6	3,51±0,07	15,5	3,60±0,07	15,4
Докозациєнова, 22:2	0,30±0,014	1,4	0,34±0,018	1,5	0,37±0,018*	1,6
Докозатриєнова, 22:3	0,32±0,014	1,5	0,36±0,014	1,6	0,40±0,012	1,7
Докозатетраєнова, 22:4	0,36±0,026	1,6	0,40±0,020	1,8	0,45±0,014*	1,9
Докозапентаєнова, 22:5	0,54±0,026	2,5	0,56±0,017	2,5	0,64±0,023*	2,7
Докозагексаєнова, 22:6	0,61±0,032	2,8	0,66±0,031	2,9	0,71±0,018*	3,0
Загальний вміст жирних кислот	21,90	100	22,63	100	23,38	100
В т. ч.: насичені	2,5	11,4	2,61	11,5	2,61	11,2
ненасичені, з них	19,4	88,5	20,02	88,5	20,77	88,2
мононенасичені	4,07	20,9	4,15	20,7	4,27	20,6
поліненасичені	15,33	79,0	15,87	79,2	16,50	79,4
n-3/n-6	1,23	-	1,24	-	1,25	-
ІНЛ	0,12	-	0,13	-	0,12	-

У зразках тканин бджіл II і III груп, порівняно з бджолами контрольної групи, зростає вміст мононенасичених і, особливо, поліненасичених жирних кислот загальних ліпідів, проте різниці не вірогідні. Однак, в організмі бджіл III групи вірогідно зростає вміст пальмітоолеїнової мононенасиченої жирної кислоти загальних ліпідів, а також поліненасичених жирних кислот — ейкозациєнової, ейкозатриєнової, докозациєнової, докозатетраєнової, докозапентаєнової та докозагексаєнової. Наведені вище різниці у вмісті жирних кислот в організмі бджіл III групи, порівняно з бджолами контрольної групи, очевидно пов'язані з впливом добавок цитрату Селену, який за даними літератури, має чітко виражену антиоксидантну дію [8–10], що може підсилюватися антиоксидантними властивостями Германію. Характерно, що в організмі бджіл II і III груп, порівняно з бджолами контрольної групи, відзначено тенденцію до зростання показника відношення вмісту поліненасичених жирних кислот родини n-3 до поліненасичених жирних кислот родини n-6.

За результатами досліджень вмісту загальних ліпідів у перзі спостерігали вірогідні різниці вмісту у зразках III групи, на фоні вірогідних змін відносного вмісту окремих їхніх

класів (табл.3). Зокрема, у перзі II і III груп спостерігали вищий вміст фосфоліпідів, вільного холестеролу, НЕЖК, триацилгліцеролів ($p < 0,01$; $0,001$), тоді як відносний вміст моно- і диацилгліцеролів та етерифікованого холестеролу у перзі дослідних груп був нижчий, порівняно до контролю. Встановлені відмінності фракційного розподілу ліпідів перги можуть у більшій мірі зумовлюватися безпосереднім впливом згодовування добавок цитратів германію та селену на співвідношення окремих класів ліпідів у продукції медоносних бджіл.

Таблиця 3

Вміст загальних ліпідів і співвідношення їх фракцій у перзі медоносних бджіл, % ($M \pm m$, $n=3$)

Класи ліпідів	Групи медоносних бджіл		
	I-контрольна 1,0 л сиропу	II-дослідна 1,0л сиропу + 0,5 мг Ge	III-дослідна 1,0 л сиропу + 0,3 мг Ge + 0,2 мг Se
Загальні ліпіди, г%	4,87±0,09	4,80±0,70	4,10±0,21*
Фосфоліпіди	21,31±0,49	22,06±0,32	23,19±0,44*
Моно-і диацилгліцероли	15,44±0,39	9,70±0,24***	8,18±0,31***
Вільний холестерол	6,53±0,11	8,99±0,35**	9,20±0,19***
НЕЖК	7,86±0,23***	13,09±0,49***	12,43±0,26***
Триацилгліцероли	12,62±0,01	14,55±0,78*	15,59±0,25***
Етерифікований холестерол	36,21±0,55**	31,56±0,40**	31,37±0,32**

Отже, згодовування бджолам із сиропом Германію та його поєднання з Селеном у вигляді цитрату зумовлювало вірогідні різниці вмісту загальних ліпідів і співвідношення окремих їхніх класів у тканинах медоносних бджіл та перзі, що може вказувати на коригуючу дію цих добавок на обмін ліпідів в їхньому організмі.

ВИСНОВКИ

1. Включення до цукрового сиропу цитратів германію і селену для підгодівлі бджіл у весняний період характеризувалось вищим вмістом загальних ліпідів і окремих їхніх фракцій та ненасичених жирних кислот у тканинах цілого організму, а також вільного холестеролу, НЕЖК і триацилгліцеролів у перзі.

2. Біологічна дія Германію і Селену у бджіл більше виражена за умов поєднаного застосування їх цитратів з цукровим сиропом у період весняної підгодівлі.

3. Отримані результати свідчать про позитивні зміни вмісту загальних ліпідів та їхніх окремих фракцій у тканинах бджіл і перзі, що підтверджує доцільність поєднаного використання добавок цитратів германію і селену з метою посилення процесів метаболічного нагромадження енергетичних і пластичних компонентів в організмі медоносних бджіл перед початком медозбору.

Перспективи подальших досліджень. Перспективним напрямом подальших досліджень є вивчення показників резистентності організму бджіл і мінерального складу продукції медоносних бджіл за умов згодовування фізіологічно активних кількостей добавок карбоксилатів Германію та Селену.

INFLUENCE OF GERMANIUM CITRATE AND SELENIUM ON LIPID AND FATTY ACID COMPOSITION OF BODY TISSUES MELLIFEROUS BEES AND AMBROSIA FOR FEEDING NANOAKVACITRATE GERMANIUM TA SELENIUM

I. I. Kovalchuk, R. S. Fedoruk, Y. F. Ravis, L. I. Romaniv

Institute of Animal Biology of NAAS

S U M M A R Y

Data is presented on total proteins content and correlation of their separate classes in the melliferous bees' tissues at feeding in the spring period them syrup with germanium citrate (II group) and germanium with selenium (III group) addition. Probably higher total proteins in bees' tissues of the II and III group ($p < 0,05$) was observed after feeding melliferous bees sugar syrup and Germanium citrate and Selenium addition. Moreover expressed differences in correlation of the separate classes of lipids in II and III experimental groups' bees' tissues was established. Including – probably higher relative content of phospholipids, non-etherified fatty acids on the background of free and etherified cholesterol ($p < 0,01$) level decrease in the III group bees. Noted significantly higher levels of mono-unsaturated ($C_{16:1}$) and poly-unsaturated ($C_{20:2}$, $C_{20:3}$, $C_{22:2}$, $C_{22:4}$, $C_{22:5}$, $C_{22:6}$) fatty acids in the tissues of the third group of bees for action citrate germanium and selenium.

ЛИПИДНЫЙ И ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ТКАНЕЙ ОРГАНИЗМА МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ И ПЕРГИ ПРИ ПОДКОРМКЕ НАНОАКВАЦИТРАТАМИ ГЕРМАНИЯ И СЕЛЕНА

И. И. Ковальчук, Р. С. Федорук, Й. Ф. Ривис, Л. И. Романив

Институт биологии животных НААН

А Н Н О Т А Ц И Я

Представлены данные о содержании общих липидов и соотношении отдельных их классов в тканях медоносных пчел в условиях подкормки в весенний период сиропом с добавкой цитратов германия (II группа) и германия с селеном (III группа). При подкормке медоносных пчел сахарным сиропом и добавок цитратов германия и селена наблюдали достоверно большее содержание общих липидов в тканях пчел II и III групп ($p < 0,05$). Установлены различия в соотношении отдельных классов липидов в тканях пчел II и III опытных групп — достоверно высшее относительное содержание фосфолипидов, НЭЖК, на фоне низшего уровня свободного и этерифицированного холестерина ($p < 0,01$) у пчел III группы. Отмечено достоверно более высокое содержание мононенасыщенных ($C_{16:1}$) и полиненасыщенных ($C_{20:2}$, $C_{20:3}$; $C_{22:2}$; $C_{22:4}$; $C_{22:5}$; $C_{22:6}$) жирных кислот в тканях пчел III группы по действия цитратов германия и селена.

Л І Т Е Р А Т У Р А

1. Наноматеріали в біології. Основи нановетеринарії / [В. Б. Борисевич, В. Г. Каплуненко, М. В. Косінов та ін.]; за ред. В. Б. Борисевича, В. Г. Каплуненка. — К.: «Авіцена», 2010. — 416 с.
2. Нанонаука і нанотехнології: технічний, медичний та соціальний аспекти / [Б. Патон, В. Москаленко, І. Чекман, Б. Мовчан] // Вісник національної академії наук України. — 2009. — № 6. — С. 18–26.
3. Jain K. K. Nanomedicine: application of nanobiotechnology in medical practice // Med. Princ. Pract.. — 2008. — Vol. 17, №2. — P. 89–101.
4. Folch J.A., Lees M., Sloane Stanley G.H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue // Journal of Biological Chemistry. — 1957. — Vol. 226, 1. — P. 497–509.
5. Pivis Й. Ф. Газохроматографічне визначення окремих високомолекулярних жирних кислот у складі ліпідів / Рівіс Й.Ф., Данилик Б.Б. // Укр. біохім. журнал. — 1995. — Т. 67. — № 4. — С. 96–99.

6. *Pivis Ї. Ф., Федорук Р. С.* Кількісні хроматографічні методи визначення окремих ліпідів і жирних кислот у біологічному матеріалі. Методичні рекомендації. — Львів, 2010. — 109 с.
7. *Danilic B. B.* Assay of the results of gas-chromatographic tests / *B. B. Danylic, I. F. Ravis, Y. M. Procyk* // 10th Inter. Symp "Advance and application of chromatography in industry" (June 30-July 4, 1996, Bratislava). — Bratislava. — 1996. — P. 151.
8. *Строгов В. В., Родионова Т. Н.* Физиологическое состояние пчел при подкормке селеном // Пчеловодство. — 2009. — № 9. — С. 17–18.
9. *Шагун Л. А.* Минеральные подкормки и физиологическое состояние пчел // Пчеловодство. — 1982. — № 8. — С. 15–16.
10. *Шагун Л. А.* Подкормка с минеральными добавками // Пчеловодство. 1987. — № 1. — С. 11.