

УДК 577.12:577.115:57.085:638.12:604.6:664.641.2

ВМІСТ ЗАГАЛЬНИХ ЛІПІДІВ І СПІВВІДНОШЕННЯ ЇХ ФРАКЦІЙ У ТКАНИНАХ ГРУДЕЙ І ЧЕРЕВЦЯ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ ЗА ЗГОДОВУВАННЯ БОРОШНА З БОБІВ НАТИВНОЇ ТА ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНОЇ СОЇ

Л. І. Романів, Р. С. Федорук
lubomurLu28@meta.ua

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

Вивчено вплив згодовування борошна з бобів сої нативного та генетично модифікованого сортів на вміст ліпідів та співвідношення їх фракцій у тканинах грудного і черевного відділів організму робочих бджіл. Дослідження проведено у весняно-літній період на 3 групах медоносних бджіл карпатської породи, по 3 бджолосім'ї у групі. Бджоли контрольної (I) групи утримувались за стаціонарних умов з передбачуваним відбором пергових запасів корму. Бджоли дослідної (II) групи на відміну від контрольної групи, отримували в підгодівлю борошно з бобів нативного сорту сої в кількості 200 г/тиждень/бджолосім'ю, а бджіл III (дослідної) групи підгодовували борошном сої генетично модифікованого сорту в кількості 200 г/бджолосім'ю/тиждень. Дослід тривав 35 діб з інтервалом підгодівлі 7 діб. Бджолосім'ї сформовано силою 6 рамок на кожну з 9 молодих плідних маток, за методом аналогів. Контрольна та дослідні групи бджіл благополучні щодо інфекційних та інвазійних хвороб. На завершальному етапі згодовування сої (35 доба) відбирали зразки тканин медоносних бджіл. У зразках тканин медоносних бджіл визначали кількісний вміст загальних ліпідів і співвідношення окремих їх фракцій. Визначення вмісту загальних ліпідів проводили методом екстрагування за Фолчем, а співвідношення окремих класів ліпідів методом тонкошарової хроматографії з використанням силікагелевих пластин Sorbfil ПТСХ-П-А. Дослідженнями не встановлено вірогідних різниць вмісту загальних ліпідів у тканинах грудного і черевного відділів бджіл дослідних груп порівняно з контрольною. У складі загальних ліпідів відносний вміст окремих їх фракцій у грудному відділі тіла медоносних бджіл контрольної, II і III дослідних груп характеризувався таким співвідношенням (%): фосфоліпідів 18,91; 21,61 ($p < 0,001$); 21,09 ($p < 0,001$); моно- і

диацилгліцеролів — 22,03; 14,70 ($p < 0,001$); 15,62 ($p < 0,001$); вільного холестеролу — 18,57; 16,24 ($p < 0,001$); 14,09 ($p < 0,001$); НЕЖК — 14,81; 15,44 ($p < 0,05$); 16,64 ($p < 0,01$); триацилгліцеролів — 14,37; 19,43 ($p < 0,001$); 18,66 ($p < 0,001$); етерифікованого холестеролу — 11,06; 12,52 ($p < 0,01$); 13,85 ($p < 0,001$). У тканинах черевного відділу бджіл II і III дослідних груп порівняно до контрольної, відзначено відмінності відносного вмісту окремих класів ліпідів, зокрема (%): фосфоліпідів — 15,01; 22,24 ($p < 0,001$); 22,01 ($p < 0,001$); моно- і диацилгліцеролів — 17,66; 14,30 ($p < 0,001$); 12,49 ($p < 0,001$); вільного холестеролу — 21,10; 13,67 ($p < 0,001$); 15,44 ($p < 0,001$); НЕЖК — 16,66; 14,36 ($p < 0,001$); 14,05 ($p < 0,001$); триацилгліцеролів — 12,93; 15,86 ($p < 0,001$); 17,37 ($p < 0,001$); етерифікованого холестеролу — 16,36; 19,57 ($p < 0,001$); 18,59 ($p < 0,01$). У ліпідах тканин грудного відділу тіла медоносних бджіл II дослідної групи збільшилась відносна кількість фосфоліпідів, НЕЖК, триацилгліцеролів, етерифікованого холестеролу, порівняно з контрольною групою. Відносний вміст моно- і диацилгліцеролів, вільного холестеролу у ліпідах тканин бджіл цієї групи вірогідно знизився. Аналогічні зміни вмісту окремих фракцій ліпідів спостерігались в тканинах грудей бджіл III дослідної групи, які отримували борошно з бобів генетично модифікованого сорту сої. У черевному відділі тіла медоносних бджіл II та III дослідних груп порівняно з контролем збільшився вміст фосфоліпідів, триацилгліцеролів та етерифікованого холестеролу. Одержані результати можуть вказувати на позитивний вплив окремих компонентів соєвого борошна на метаболізм загальних ліпідів та окремих їх фракцій у тканинах організму медоносних бджіл і рівень обміну їх структурних елементів у процесі життєдіяльності.

Ключові слова: БДЖОЛИ, ЕТЕРИФІКОВАНИЙ ХОЛЕСТЕРОЛ, СОЯ, ФОСФОЛІПІДИ, НЕЖК, ГМО, ТРИАЦИЛГЛІЦЕРОЛИ,

THE CONTENT OF TOTAL LIPIDS AND THEIR FRACTIONS IN TISSUES OF BREASTS AND BELLY OF MELLIFEROUS BEES AFTER FEEDING OF MEAL FROM BOBS OF NATIVE AND GENETICALLY MODIFIED SOYBEAN

L. I. Romaniv, R. S. Fedoruk
IubomurLu28@meta.ua

Institute of Animal Biology NAAS, Stusa str. 38; Lviv, 79034, Ukraine

Influence of compounds of soybean of native and genetically modified sorts has been studied at the conditions of feeding in a spring period on the reproductive function of mothers of bee families, and also on the content of lipids and their fractions in tissues of breast and abdominal departments of body of bees. The investigation has been conducted in spring and summer period on the 3 groups of bee families of Carpathian breed of melliferous bees, for 3 families in a group. A control group has been maintained at stationary conditions with the envisaged removal of bee-bread storages 1 time a week. Bees of II experimental group got in the additional feeding a meal of native sort of soybean in an amount 200 g/week/familie, and the bees of III experimental group were fed up by the meal of genetically modified sort of soybean in an amount 200 g/week/familie. The investigation lasted 35 days with the interval of the additional feeding of 7 days. Families have been formed of 6 frames of young reproductive mothers, and groups have been selected by the method of selection of pairs-analogues. Control and experience groups of families of bees were safe in relation to infections and invasions. At the finishing stage of an experiment the samples of tissues of melliferous bees have been taken. The content of total lipids and correlation of their separate fractions in the experimental samples of tissues of melliferous bees have been determined. The determination of content of total lipids has been conducted by the method of lipid extraction by Folch and correlation of content of separate fractions of lipids by the method of TLC with the use of plates with Sorbfil PTLC-P-A. Among total lipids in the breast department of body of melliferous bees of control, II and III experimental groups have been discovered: phosphatides — 18,91; 21,61 ($p < 0,001$); 21,09 ($p < 0,001$); mono- and diacylglycerols — 22,03; 14,70 ($p < 0,001$); 15,62

($p < 0,001$); free cholesterol — 18,57; 16,24 ($p < 0,001$); 14,09 ($p < 0,001$); free fatty acids — 14,81; 15,44 ($p < 0,05$); 16,64 ($p < 0,01$); triacylglycerols — 14,37; 19,43 ($p < 0,001$); 18,66 ($p < 0,001$); cholesterol ethers — 11,06; 12,52 ($p < 0,01$); 13,85 ($p < 0,001$). In tissues of abdominal department of body of control bees, II and III experimental groups such changes of content of separate fractions of lipids have been shown: phosphatides — 15,01; 22,24 ($p < 0,001$); 22,01 ($p < 0,001$); mono- and diacylglycerols — 17,66; 14,30 ($p < 0,001$); 12,49 ($p < 0,001$); free cholesterol — 21,10; 13,67 ($p < 0,001$); 15,44 ($p < 0,001$); free fatty acids — 16,66; 14,36 ($p < 0,001$); 14,05 ($p < 0,001$); triacylglycerols — 12,93; 15,86 ($p < 0,001$); 17,37 ($p < 0,001$); cholesterol ethers — 16,36; 19,57 ($p < 0,001$); 18,59 ($p < 0,01$). The content of phosphatides, free fatty acids, triacylglycerols and cholesterol ethers increased in tissues of breast department of body of melliferous bees of II experimental group. The content mono- and diacylglycerols, free cholesterol reliably decreased. The same increase of content of separate fractions of lipids has been observed in muscular tissue of breasts of III experimental group, that got in the additional feeding by meal from the bobs of genetically modified sort of soybean. The content of phosphatides, triacylglycerols and cholesterol ethers increased in the abdominal department of body of melliferous bees of II and III experimental groups as compared to control group. These data can suggest the positive influence of separate compounds of soybean meal on metabolism of total lipids and their separate fractions in tissues of organism of melliferous bees and on level of exchange of it structural elements in the process of life and performance.

Keywords: BEE, PHOSPHOLIPIDS,
NEFA, TRIACYLGLYCEROLS,

ESTERIFIED CHOLESTEROL, SOY, GMO

**СОДЕРЖАНИЕ ОБЩИХ ЛИПИДОВ И СООТНОШЕНИЕ ИХ ФРАКЦИЙ
В ТКАНЯХ ГРУДИ И БРЮШКА МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ
МУКИ С БОБОВ НАТИВНОЙ И ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОЙ СОИ**

Л. И. Романив, Р. С. Федорук
IubomurLu@meta.ua

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

Изучено влияние скармливания муки с соевых бобов нативного и генетически модифицированного сортов на содержание общих липидов и соотношение их фракций в тканях грудного и брюшного отделов тела пчел. Исследования проведены в весенне-летний период на 3 группах медоносных пчел карпатской породы по 3 пчелосемьи в группе. Пчелы контрольной (I) группы содержались в стационарных условиях с предвиденным отбором перговых запасов корма в семьях пчел с интервалом 1 раз/неделю. Пчелы опытной (II) группы, в отличие от контрольной группы, получали в подкормку муку из бобов нативного сорта сои в количестве 200 г/пчелосемью/неделю, а пчел III опытной группы подкармливали мукой с бобов сои генетически модифицированного сорта в количестве 200 г/пчелосемью/неделю. Опыт длился 35 суток с интервалом подкормки в 7 суток. Пчелосемьи сформированы силой в 6 рамок на каждую из 9 молодых плодных маток, методом аналогов. Контрольная и опытные группы семей пчел благополучны по инфекционным и инвазионным болезням. На завершающем этапе скармливания сои отбирали образцы тканей медоносных пчел. В образцах тканей медоносных пчел определяли количественное содержание общих липидов и соотношение отдельных их фракций. Определение содержания общих липидов проводили методом экстрагирования по Фолчу, а соотношение отдельных фракций липидов — методом тонкослойной хроматографии с использованием силикагелевых пластин Sorbfil ПТСХ-П-А. Исследованиями не установлено достоверных различий содержания общих липидов в тканях грудного и брюшного отделов пчел опытных групп по сравнению с контрольной. В составе общих липидов относительное содержание отдельных их фракций в грудном отделе тела медоносных

пчел контрольной, а также II и III опытных групп характеризировалось таким соотношением (%): фосфолипидов 18,91; 21,61 ($p < 0,001$); 21,09 ($p < 0,001$); моно- и диацилглицеролов — 22,03; 14,70 ($p < 0,001$); 15,62 ($p < 0,001$); свободного холестерина — 18,57; 16,24 ($p < 0,001$); 14,09 ($p < 0,001$); НЭЖК — 14,81; 15,44 ($p < 0,05$); 16,64 ($p < 0,01$); триацилглицеролов — 14,37; 19,43 ($p < 0,001$), 18,66 ($p < 0,001$); этерифицированного холестерина — 11,06; 12,52 ($p < 0,01$); 13,85 ($p < 0,001$). В тканях брюшного отдела тела пчел по сравнению с контрольной, в составе общих липидов обнаружены изменения содержания отдельных фракций липидов в II и III опытных группах в частности (%): фосфолипидов — 15,01; 22,24 ($p < 0,001$); 22,01 ($p < 0,001$); моно- и диацилглицеролов — 17,66; 14,30 ($p < 0,001$); 12,49 ($p < 0,001$); свободного холестерина — 21,10; 13,67 ($p < 0,001$), 15,44 ($p < 0,001$); НЭЖК — 16,66; 14,36 ($p < 0,001$); 14,05 ($p < 0,001$); триацилглицеролов — 12,93; 15,86 ($p < 0,001$); 17,37 (0,001); этерифицированного холестерина — 16,36; 19,57 ($p < 0,001$); 18,59 ($p < 0,01$). В липидах тканей грудного отдела тела медоносных пчел II опытной группы увеличилось относительное содержание фосфолипидов, НЭЖК, триацилглицеролов, этерифицированного холестерина в сравнении с контрольной группой. Процентное содержание моно- и диацилглицеролов, свободного холестерина в липидах тканей пчел указанной группы достоверно снизилось. Аналогичные изменения содержания отдельных фракций липидов наблюдались в тканях груди пчел III опытной группы, получавших муку из бобов генетически модифицированного сорта сои. В брюшном отделе тела медоносных пчел II и III опытных групп по сравнению с контролем увеличилось содержание фосфолипидов, триацилглицеролов

и этерифицированного холестерина. Установленные межгрупповые различия полученных результатов могут указывать на положительное влияние компонентов соевой муки на метаболизм общих липидов и отдельных их фракций в тканях организма медоносных пчел, а также использование их структурных элементов, в конечном итоге и на процессы жизнедеятельности пчел

Ключевые слова: ПЧЕЛЫ, ФОСФОЛИПИДЫ, НЭЖК, ТРИАЦИЛГЛИЦЕРОЛЫ, ЭТЕРИФИЦИРОВАННЫЙ ХОЛЕСТЕРОЛ, СОЯ, ГМО

Дані, отримані низкою вчених [1, 6, 8, 11], що стосуються досліджень окремих трофічних ланок організму медоносних бджіл, вказують на відмінності їх живлення і вплив на масу окремих анатомічних відділів тіла комах за додавання до корму різних протеїнових і ліпідних компонентів. Проте у літературі нами не знайдено результатів досліджень щодо впливу добавок соєвих компонентів на ці процеси. Тому була проаналізована література з цього питання і визначена доцільність вивчення використання протеїново-ліпідних компонентів з бобів сої нативного та генетично модифікованого сортів на обмін ліпідів і вміст окремих їх фракцій у тілі медоносних бджіл. Соєве борошно є цінним джерелом протеїнів і жирів, що може ефективно конкурувати з іншими екзогенними протеїново-жировими компонентами, у т. ч. синтетичного походження [4, 9, 12, 13]. Про це також свідчать результати наших попередніх досліджень щодо інтенсивності обміну окремих класів ліпідів і вмісту мікроелементів в організмі медоносних бджіл за різних умов живлення [14, 15]. Виходячи з вищезазначеного, метою роботи було встановлення впливу згодовування борошна з бобів нативного та генетично модифікованого сортів сої у весняний період на показники ліпідного обміну у зразках тканин грудного та черевного відділів тіла медоносних бджіл. У грудному відділі медоносних бджіл

локалізована грудна залоза, загальні вивідні протоки якої впадають в слинний резервуар нижньої губи та синтезують ензими [10, 16]. Функціонально цей секрет забезпечує розщеплення складних полісахаридів нектару рослин до ключових моноцукрів, що використовуються для підтримання внутрішнього гомеостазу циркуляторного русла гемолімфи медоносних бджіл [5, 10, 17]. Крім того, масивні м'язи грудного відділу тіла бджіл забезпечують динаміку руху, обумовлену інтенсивними метаболічними перетвореннями складних енергетичних компонентів, які протікають за участю ліпідів. Щодо фізіологічних особливостей черевного відділу тіла медоносних бджіл відомими є відмінності обмінних процесів, що протікають в тканинах черевця та локально забезпечують процеси основного обміну та нагромадження енергетичних і пластичних компонентів, а також виділення баластних і токсичних речовин [5]. У черевці бджіл є низка залоз, які володіють як екзо-, так і ендокринною здатністю. До екзокринних відносять восковидільні залози, які продукують віск, а також залоза Насонова, продуктом якої є пахучий феромон, що містить ліпіди [2, 7, 11]. Органами ендокринної секреції представлені ректальні залози [16], які, крім інших речовин, виділяють ензим каталазу, специфікою якого є нейтралізація шкідливого перекисного окиснення, а також попередження гнильних процесів у товстій кишці під час анабіотичних процесів життєдіяльності бджіл у зимовий період. Аналіз літературних даних підтверджує провідну роль залоз грудного та черевного відділів тіла бджіл, їх екзо- та ендогенних секретів у процесах голометаморфозу і формування продуктивності. Тому вміст ліпідів та їх фракцій у цих тканинах організму медоносних бджіл є одним з найважливіших фізіологічних чинників їх життєдіяльності.

Матеріали і методи

Дослідження проводили у квітні-травні 2012 р. на пасіці, розташованій у Перемишлянському районі Львівської області. Було сформовано III групи бджолосімей, по три бджолосім'ї в кожній. I група контрольна отримувала природний корм, заготовлений з рослин сільськогосподарських угідь, II група дослідна отримувала, крім природного корму, соєве борошно з бобів нативного сорту сої Чернівецька 9, в кількості 200 г/бджолосім'ю/тиждень, III група дослідна — отримувала підгодівлю з борошна сої генетично модифікованого сорту GTS 40-3-2 в кількості 200г/бджолосім'ю/тиждень. Дослідний період тривав 35 діб. На завершальному етапі (на 35 добу) дослідного періоду з кожної сім'ї відбирали зразки дослідного матеріалу, а саме, 90–100 шт робочих медоносних бджіл. У дослідних зразках гомогенатів тканин медоносних бджіл визначали кількісний вміст загальних ліпідів та їх окремих фракцій. Екстрагування загальних ліпідів у зразках тканин медоносних бджіл визначали за методом Фолча [22], взявши при цьому по три паралельних групових зразки масою кожного 1,0 г, а їх кількість встановлювали гравіметричним методом. Відносний вміст окремих фракцій ліпідів визначали з 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. Одержані числові дані оброблено за допомогою стандартного пакету статистичних програм Microsoft EXCEL.

Результати й обговорення

Одержані результати досліджень свідчать про міжгрупові відмінності вмісту загальних ліпідів і співвідношення їх фракцій у тканинах грудей і черевця медоносних бджіл за згодовування борошна з бобів нативного та генетично модифікованого сортів сої. Дані таблиці 1 свідчать, що міжгрупові відмінності за вмістом загальних ліпідів та окремих їх фракцій у тканинах грудного відділу тіла медоносних бджіл відзначаються порівняно як до контрольної, так і між II і III дослідними групами. Аналіз отриманих результатів досліджень вказує на незначні відхилення показників вмісту загальних ліпідів у тканинах грудей бджіл II та III дослідних груп, що виявляли тенденцію до не вірогідно вищого рівня порівняно до контролю.

Таблиця 1

Уміст загальних ліпідів і співвідношення їх фракцій у тканинах грудей медоносних бджіл, (M±m, n=3)

Класи ліпідів	Група медоносних бджіл		
	I — Контроль	II — Д, нативна соя	III — Д, ГМ соя
Загальні ліпіди, г%	2,5±0,26	3,3±0,53	2,8±0,20
Фосфоліпіди, %	18,91±0,10	21,61±0,12***	21,09±0,20***
Моно- і диацилгліцероли, %	22,03±0,23	14,70±0,14***	15,62±0,16***•
Вільний холестерол, %	18,57±0,22	16,24±0,10***	14,09±0,11***•••
НЕЖК, %	14,81±0,12	15,44±0,15*	16,64±0,29**
Триацилгліцероли, %	14,37±0,17	19,43±0,19***	18,66±0,19***
Етерифікований холестерол, %	11,06±0,12	12,52±0,23**	13,85±0,23***

Примітка: вірогідні різниці у вмісті окремих класів ліпідів у тканинах грудей медоносних бджіл II і III дослідних груп порівняно до I контрольної групи; * — P<0,05, ** — P<0,01, *** — P<0,001 та III до II дослідної групи • — P<0,02, ••• — P<0,001

Більше виражені зміни встановлені щодо вмісту фракцій ліпідів, висока вірогідність міжгрупових різниць яких

відзначена в обох дослідних групах. Зокрема, відзначено вірогідне зростання фосфоліпідів у тканинах бджіл II (p<0,001)

і III ($p < 0,001$) дослідних груп порівняно до величини цього показника у контрольній групі. Різниця між цими показниками у II дослідній групі порівняно з контролем становить 2,7 %, тоді як у комах III групи кількість фосфоліпідів була вищою на 2,2 %. За вмістом моно- і диацилгліцеролів відзначено вірогідне зниження їх величин у тканинах бджіл обох дослідних груп: у тканинах бджіл II дослідної групи на 7,3 % ($p < 0,001$), та на 6,4 % у III дослідній групі ($p < 0,001$) порівняно до показників контролю. Характерно, що відносний вміст моно- і диацилгліцеролів у тканинах бджіл III групи був вірогідно вищим, ніж у бджіл II групи. Суттєво знижувався вміст вільного холестеролу в ліпідах тканин грудного відділу бджіл обох дослідних груп порівняно з контрольними показниками. Зокрема, висока вірогідна відмінність за цим показником відзначена як у II ($p < 0,001$), так і в III дослідних групах ($p < 0,001$). Характерно, що зниження вмісту вільного холестеролу в ліпідах тканин грудей бджіл II групи становить 2,3 %, тоді як у бджіл III дослідної групи — 4,5 % порівняно до контрольної групи. Нижчий вміст вільного холестеролу у тканинах бджіл III групи порівняно з II групою є високо вірогідним, що може вказувати на більш інтенсивну його етерифікацію в грудному відділі бджіл за умов підгодівлі їх борошном з ГМ сої. Це підтверджується вищим вмістом етерифікованого холестеролу у цих тканинах бджіл III групи. Одержані дані вказують на зміни вмісту НЕЖК з вірогідним збільшенням їх рівня у ліпідах тканин бджіл як II ($p < 0,05$), так і III ($p < 0,01$) дослідних груп. Високо вірогідні відмінності спостерігаються і за кількістю триацилгліцеролів у тканинах грудного відділу бджіл II та III дослідних груп порівняно з контролем. Зокрема, підвищення вмісту триацилгліцеролів у тканинах грудного відділу бджіл II групи становить 5,0 % ($p < 0,001$), а бджіл III дослідної групи — 4,3 % ($p < 0,001$) проти величини цього показника у контрольній

групі. Характерне підвищення вмісту триацилгліцеролів у тканинах грудей медоносних бджіл дослідних груп може вказувати на позитивні зміни та активний метаболізм енергетичних компонентів в організмі бджіл за їх участю, а також нагромадження цих компонентів у м'язових волокнах. Певне значення ця фракція має як постачальник енергії, що обумовлене тісним її трофічним зв'язком з якістю і біологічною цінністю корму і виявляється в однаковій мірі у бджіл обох дослідних груп, які отримували з підгодівлею борошно з бобів нативного та генетично модифікованого сортів сої. Спостерігається вірогідне зростання вмісту в тканинах грудного відділу II та III дослідних груп етерифікованого холестеролу порівняно з показниками контролю. Відтак вміст етерифікованого холестеролу вірогідно зріс у ліпідах грудного відділу бджіл II групи на 1,5 % ($p < 0,01$) та III на 2,8 % ($p < 0,001$) порівняно до контрольної групи.

Проведені дослідження вказують на однакову спрямованість міжгрупових відмінностей вмісту загальних ліпідів у тканинах черевного відділу медоносних бджіл за включення до компонентів підгодівлі борошна з бобів сої як нативного, так і генетично модифікованого сортів. Отримані дані свідчать про їх вірогідні, але аналогічно спрямовані відмінності відносного вмісту окремих фракцій ліпідів у тканинах черевного відділу тіла бджіл в обох дослідних групах порівняно з бджолами контрольної групи (табл. 2). Це може вказувати на фізіологічний однаково виражений вплив поживних та антипоживних речовин бобів сої нативного та трансгенного сортів, на ліпідний склад тканин черевного відділу, проте за окремими їх класами відзначено суттєві різниці. Зокрема, встановлено вірогідні різниці відносного вмісту моно- і диацилгліцеролів, вільного холестеролу і триацилгліцеролів не лише до рівня їх у бджіл контрольної групи, але й між II і III дослідними.

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

Класи ліпідів	Група медоносних бджіл		
	I — Контроль	II — Д, нативна соя	III — Д, ГМ соя
Загальні ліпіди, г%	2,9±0,38	3,3±0,23	3,4±0,12
Фосфоліпіди, %	15,01±0,11	22,24±0,18***	22,01±0,23***
Моно- і диацилгліцероли, %	17,66±0,21	14,30±0,14***	12,49±0,27***••
Вільний холестерол, %	21,10±0,15	13,67±0,19***	15,44±0,23***••
НЕЖК, %	16,66±0,12	14,36±0,13***	14,05±0,24***
Триацилгліцероли, %	12,93±0,14	15,86±0,11***	17,37±0,11***••
Етерифікований холестерол, %	16,36±0,20	19,57±0,11***	18,59±0,18**

Примітка: вірогідні різниці у вмісті окремих класів ліпідів у тканинах черевця медоносних бджіл II і III дослідних груп порівняно до I контрольної групи; ** — $P < 0,01$, *** — $P < 0,001$ та III до II дослідної групи •• — $P < 0,01$, ••• — $P < 0,001$

Однак, спрямованість цих різниць є протилежною порівняно з відмінностями цих величин у ліпідах тканин грудного відділу бджіл II і III груп, що відзначені у таблиці 1. Вказані відмінності виявляються у вірогідно нижчому рівні моно- і диацилгліцеролів та вищому вільного холестеролу і триацилгліцеролів у ліпідах тканин черевця бджіл III групи порівняно з II групою. Встановлені високовірогідні різниці відносного вмісту всіх досліджених класів ліпідів у тканинах як грудного, так і черевного відділів бджіл у дослідних і контрольній групах можуть бути зумовлені впливом ліпідних і протеїнових компонентів борошна сої та фізіолого-анатомічними відмінностями функціонування цих систем за умов підгодівлі, а також рівнем використання ліпідних і протеїнових компонентів корму. Оскільки борошно з бобів сої як нативних, так і ГМ сортів відзначається високим вмістом загальних ліпідів (16–27 г%) та протеїну (36,5–40,3 г%) [4, 12, 13, 19, 23]. Тоді як різноспрямовані міжгрупові різниці відносного вмісту моно- і диацилгліцеролів, вільного холестеролу і триацилгліцеролів у цих тканинах вказують на можливий вплив гербіциду гліфосату, до якого стійкий цей сорт, так і опосередкованої метаболічної дії генетично модифікованих компонентів на обмін

ліпідів у грудному і черевному відділах бджіл. Оскільки доведено, що компоненти корму з ГМО можуть впливати на рівень трансформації поживних речовин у ліпідні та білкові фрагменти тканин організму [3, 18, 20, 21].

Аналіз результатів проведених досліджень вказує на збільшення у тканинах бджіл II ($p < 0,001$) та III ($p < 0,001$) дослідних груп вмісту фосфоліпідів в черевному відділі тіла комах. Різниця між цими показниками у бджіл II і III дослідних груп порівняно з контролем становить 7,2 і 7,0 %. Вірогідне зниження встановлено в обох дослідних групах, аналогічно як і в грудному відділі, за вмістом моно- і диацилгліцеролів порівняно з контрольною групою: різниця в цих дослідних групах становить у тканинах бджіл II групи 3,4 % ($p < 0,001$) та III групи 5,2 % ($p < 0,001$). Аналіз одержаних даних вказує на виражені зміни щодо вмісту вільного холестеролу з вірогідним зниженням його у тканинах черевця бджіл II на 7,4 % ($p < 0,001$) та III на 5,6 % ($p < 0,001$) дослідних груп порівняно до контролю. Встановлено зміни за вмістом НЕЖК у цих тканинах, показники якого вірогідно знизились як у II ($p < 0,001$), так і в III ($p < 0,001$) дослідних групах. Зокрема, зниження відносного вмісту НЕЖК у тканинах черевця бджіл II групи становить

2,3 % та бджіл III дослідної групи — 2,6 % проти його рівня в тканинах бджіл контрольної групи. Дані таблиці 2 вказують на вірогідну відмінність за вмістом у тканинах черевця бджіл II ($p < 0,001$) та III ($p < 0,001$) дослідних груп триацилгліцеролів, що характеризується збільшенням їх рівня на 3,0 % у бджіл II та 4,5 % — бджіл III дослідних груп проти рівня цього класу ліпідів у контрольній групі. Суттєві вірогідні зміни встановлено за вмістом етерифікованого холестеролу у тканинах черевця бджіл II ($p < 0,001$) та III ($p < 0,01$) дослідних груп. Зокрема, встановлено підвищення його рівня на 3,2 % у тканинах бджіл II та на 2,2 % у бджіл III дослідних груп на тлі зниження відносного вмісту вільного холестеролу. Результати виконаних досліджень вказують на вірогідні зміни відносного вмісту досліджених фракцій у ліпідах тканин черевного відділу з вищим рівнем фосfolіпідів, триацилгліцеролів і етерифікованого холестеролу, що може свідчити про активацію процесів метаболічного нагромадження енергетичних і пластичних компонентів у трофічному ланцюгу та тканинах бджіл за умови підгодівлі борошном бобів сої як нативного, так і ГМ сортів. Одержані результати підтверджують доцільність використання протеїново-ліпідних добавок на основі борошна з бобів сої з метою попередження проявів аліментарного дефіциту цих важливих енергетичних і структурних елементів тканин різних анатомічних відділів бджіл.

Висновки

Підсумовуючи результати досліджень, слід вказати про тісний кореляційний зв'язок між рівнем годівлі та обміном енергетичних і структурних метаболітів, проявом впливу їх на формування тканин грудного та черевного відділу, що посилюється за умов підгодівлі білково-жировими добавками з соєвого борошна. Результати досліджень вмісту загальних ліпідів та їх окремих фракцій у

тканинах грудей і черевця бджіл обох дослідних груп порівняно з показниками їх кількості у цих тканинах бджіл контрольної групи свідчать про можливість використання борошна з бобів нативного та генетично модифікованого сортів сої у якості ліпідно-протеїнової добавки для покращення живлення бджіл. Дослідженнями встановлено суттєві відмінності вмісту окремих класів ліпідів у тканинах грудей і черевця бджіл дослідних груп порівняно до контролю, а також між II і III групами для моно- і диацилгліцеролів та вільного холестеролу у тканинах грудей та моно- і диацилгліцеролів, вільного холестеролу та триацилгліцеролів у тканинах черевного відділу тіла бджіл між II і III дослідними групами. Вірогідних різниць вмісту загальних ліпідів у тканинах грудного і черевного відділів медоносних бджіл, яких підгодовували борошном з бобів сої нативного (II) і ГМ сортів (III) не відзначено.

Перспективи подальших досліджень. У зв'язку з одержаними результатами доцільно встановити вплив досліджених аліментарних чинників на ліпідний склад цілого організму бджіл, а також окремих їх фракцій на репродуктивну здатність бджолиних маток і життєдіяльність медоносних бджіл.

1. Biluk E. V. *Sychny slovnyk-dovidnyk bdzholiara [Modern dictionary directory beekeeper]*. Donetsk, 2006, pp. 66–69 (in Ukrainian).

2. Biluk E. V. *Kalendar pchelovoda [Calendar Beekeeper]*. Donetsk, 2004. pp. 116–118 (in Ukrainian).

3. Benken I. I. Antyipyatelnye veshstva belkovoy pryrody v semenah soi [Proteinaceous antinutrients in soybean seeds]. *Naychno-technichesky byleten. VIR — Scientific and technical bulletin VIR*, 1985, vol. 149, pp. 3–10 (in Russian).

4. Yefremova E. G. Sopotavlenie himicheskoho sostava semjan tradicionoy u genomodifyrovanoj soi [Comparison of the chemical composition of conventional and genetically modified soybeans]. *Pishevaja tehnologija — Food technology*, 2002, vol. 5, pp. 80–81 (in Russian).

5. Yeskov E. K. *Ekologija medonosnoy pchelu [Ecology of the honeybee]*. Rosagropromizdat, 1991. pp 200–268.
6. Zaboenko A. S. *Vse o pchelovodstve [All about beekeeping]*. Donetsk, 2008. pp. 72–75 (in Ukrainian).
7. Krylov P. P. *Pchelovodstvo. Polny spravochnic [Beekeeping complete guide]*. Kharkiv, 2012. pp. 218–220 (in Ukrainian).
8. Kokorev N., Chernov B. *Pchely. Korma i podkormky [Bees. Food and feed]*. 2005, pp. 42–59 (in Russian).
9. Konstantinova O. V. Biologichesky aktyvny soedinenia soji, sostav i ispolzovanie [Biologically active compounds of soy, their composition and use]. *Trudy Mezhdunarodnogo Simpoziuma — Works of International Symposium*. Krasnodar, 2001. P. 115 (in Russian).
10. Lavrekhin F. A., Pankova S. V. *Biologiya medonosnoy pchely [Biology of the honey bee]*. 1983, pp. 46–70 (in Russian).
11. Papichev A. Y. *Prakticheskaya entsyklopediya pchelovodstva [Practical Beekeeping encyclopedia]*. 2005, pp. 264–270 (in Russian).
12. Petybskaja V. S. Kormovaja czenosty semjan razlichnykh sortov soy [Feeding value of different soybean varieties]. *Nauchno-technicheskiy byleten. VNIIMK — Scientific and technical bulletin VNIIMK*, Krasnodar, 2004, vol. 1, pp. 87–89 (in Russian).
13. Petybskaja V. S. Biohimia soy [Biochemistry of soy]. *Nauchno-technicheskiy byleten. VNIIMK — Scientific and technical bulletin VNIIMK*, Krasnodar, 2005, pp. 80–135 (in Russian).
14. Romaniv L. I. Lipidnyi sklad tkanyn golovy medonosnykh bdzhil za zhodovuvannya dobavky khlorydu ta tsytratu khromu [Lipid content in tissues of the head of honey bees for feeding supplements of chromium chloride and citrate]. *Naukoviy visnik LNUVMBT imeni S. Z. Gzhitskogo — Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S. Z. Gzhitskyj*, Lviv, 2012, vol. 14, № 2 (52), part 2, pp. 306–311 (in Ukrainian).
15. Romaniv L. I. Lipidnyi sklad tkanyn grudey ta cherevtsya medonosnih bdzhil za zhodovuvannya dobavki hloridu ta tsytratu hromu [lipid composition of breast tissue and abdomen of honey bees for feeding supplements of chromium chloride and citrate]. *Naukoviy visnik LNUVMBT imeni S. Z. Gzhitskogo — Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S. Z. Gzhitskyj*, Lviv, 2012, vol. 15, № 3 (53), part 3, pp. 210–217 (in Ukrainian).
16. Tyshchenko V. P. *Fiziologiya nasiekomukh [Insect Physiology]*. 1986, pp. 54–56 (in Russian).
17. Kherold Ye., Vays K. *Novy kurs pchelovodstva [New course of beekeeping]*. 2007, pp. 59–64 (in Russian).
18. Jouanin L., Bonadé-Bottin M., Girard C., Morrot G., Giband M. Transgenic plants for insect resistance, *Plant Sci.*, 1998, vol. 131, pp. 1–11.
19. Lee S. I., Lee S. H., Koo J. C., Chun H. J., Lim C. O., Mun J. H., Song Y. H., Cho M. J. Soybean Kunitz trypsin inhibitor (SKTI) confers resistance to the brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stal) in transgene rice. *Mol. Breed.*, 1999, vol. 5, pp. 1–9.
20. Malone L. A., Pham-Delègue M. H. Effects of transgene products on honey bees (*Apis mellifera*) and bumble bees (*Bombus* sp.). *Apidologie*, 2001, vol. 32, pp. 287–304.
21. Pham-Delègue M. H., Girard C., Le Métayer M., Picard-Nizou A. L., Hennequet C., Pons O., Jouanin L. Long-term effects of soybean proteinase inhibitors on digestive enzymes, survival and learning abilities of honeybees. *Entomol. Exp. Appl.*, 2000, vol. 95, pp. 21–29.
22. 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, no. 1, pp. 497–509.
23. Wolfenbarger L. L., Phifer P. R. The ecological risks and benefits of genetically engineered plants. *Science*, 2000, vol. 290, pp. 2088–2093.

Стаття надійшла до друку 14.05.2013 р.