

УДК 577.12:577. 115:57.085:638.12: 664.641.2: 612.397: 661.875

ВМІСТ ЗАГАЛЬНИХ ЛІПІДІВ І СПІВВІДНОШЕННЯ ЇХ ФРАКЦІЙ У ПРОДУКЦІЇ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ ЗА ЗГОДОВУВАННЯ БОРОШНА НАТИВНОЇ СОЇ З ДОДАВАННЯМ ХРОМУ ХЛОРИДУ ТА АКВАНАНОЦИТРАТУ

Р. С. Федорук, Л. І. Романів
inenbiol@mail.lviv.ua

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

У статті наведено результати досліджень щодо вивчення впливу згодовування борошна нативної сої з додаванням до нього хрому хлориду та цитрату на вміст загальних ліпідів і співвідношення їх класів у перзі та бджолиних стільниках (язиках) медоносних бджіл. У підготовці бджіл II дослідної групи використовували борошно з бобів нативної сої в кількості 200 г/бджолосім'ю/тиждень з додаванням до нього попередньо розведеного у 50 мл 60 % цукрового сиропу хрому хлориду в кількості 7,7 мг, що еквівалентно 1,5 мг чистого Хрому. Бджоли III дослідної групи додатково до такої ж кількості (200 г/бджолосім'ю/тиждень) борошна з бобів нативного сорту сої отримували розведений в 50 мл 60 % цукрового сиропу аквананоцитрат хрому, в кількості 0,2 мл, що еквівалентно 60 мкг Хрому. Дослід тривав 35 днів з інтервалом підготовки 7 днів.

Дослідженнями не встановлено вірогідних різниць вмісту загальних ліпідів у перзі II і III дослідних груп виявлено лише тенденцію до його підвищення рівня стосовно показників у контрольній групі. Однак у бджолиних стільниках (язиках) III дослідної групи встановлено вірогідне зростання абсолютного вмісту загальних ліпідів, тоді як у II дослідній групі виявлено тенденцію до підвищення їхнього рівня порівняно до контрольних показників. Встановлено, що відносний вміст окремих класів загальних ліпідів у перзі медоносних бджіл I — контрольної, II і III дослідних груп характеризувався таким співвідношенням (%): фосфоліпідів — 18,95; 19,13; 22,34 ($p < 0,001$); моно- та диацилгліцеролів — 17,08; 17,34; 16,54; вільного холестеролу — 16,25; 16,13; 15,59; НЕЖК — 6,48; 5,98; 6,35; триацилгліцеролів — 17,64; 17,93; 20,58 ($p < 0,01$); етерифікованого холестеролу — 23,59; 23,48; 18,59 ($p < 0,001$). У бджолиних стільниках (язиках) II і III дослідних груп порівняно до I — контрольної, відзначено більше виражені, ніж у перзі різниці відносного вмісту окремих класів ліпідів, зокрема (%): фосфоліпідів — 19,15; 16,85 ($p < 0,01$); 20,13 ($p < 0,001$); моно- та диацилгліцеролів — 11,98; 14,69 ($p < 0,001$); 12,59; вільного холестеролу — 14,81; 15,53 ($p < 0,02$); 15,76 ($p < 0,02$); триацилгліцеролів — 15,89; 18,62 ($p < 0,01$); етерифікованого холестеролу — 25,02; 20,53 ($p < 0,001$); 21,04 ($p < 0,001$).

Ключові слова: БДЖОЛИ, ЗАГАЛЬНІ ЛІПІДИ, КЛАСИ ЛІПІДІВ, СОЯ, ХЛОРИД ХРОМУ, ЦИТРАТ ХРОМУ

THE CONTENT OF TOTAL LIPIDS AND THEIR SEPARATE CLASSES IN PRODUCTS OF HONEYBEES UNDER FEEDING OF NATIVE SOY-BEAN MEAL WITH THE ADDITION CHROMIUM CHLORIDE AND AKVANANOCITRATE

R. S Fedoruk, L. I. Romaniv
inenbiol@mail.lviv.ua

Institute of Animal Biology NAAS, Stus st., 38; Lviv, 79034, Ukraine

The results of research on the study of the influence of native soybean meal feeding with the addition of chromium chloride and citrate on the content of total lipids and their separate classes in honey bread and honeycomb (tongue) of honey bees are presented. The flour from native soy bean was used in feeding of bees of II experimental group in quantity 200 g/bee family/week adding previously dissolved in 50 ml of 60 % sugar syrup with chromium chloride in an amount of 7.7 mg, equivalent to 1.5 mg a pure chromium. Bees of III experimental group in addition to the same amount (200 g/bee family/week) of flour of soy bean of native varieties obtained dissolved in 50 ml of 60 % sugar syrup Chromium akvananocitrate in an amount of

0.2 ml, equivalent to 60 mcg of chromium. The experiment lasted 35 days with feeding intervals of 7 days. The study has not found significant differences of total lipids in bee bread only tendency to increase in II and III research group has been found in relation to the control group. However, the honeycomb (tongue) of III research group show the probable increase of the absolute content of total lipids, whereas in the experimental group II showed the tendency to increase of their level compared to the control. It is established that the relative content of individual classes of total lipids in bee bread of honeybees of I — control, II and III experimental groups characterized by the following ratio (%) of phospholipids — 18.95; 19.13; 22.34 ($p < 0.001$); mono- and diacylglycerols — 17.08; 17.34; 16.54; free cholesterol — 16.25; 16.13; 15.59; NEFA — 6.48; 5.98; 6.35; triacylglycerols — 17.64; 17.93; 20.58 ($p < 0.01$); esterified cholesterol — 23.59; 23.48; 18.59 ($p < 0.001$). In the honeycomb (tongue) of II and III experimental groups compared to I — control, marked by more pronounced than in bread differences with respect to individual classes of lipids, including (%): phospholipids — 19.15; 16.85 ($p < 0.01$); 20.13 ($p < 0.001$); mono- and diacylglycerols — 11.98; 14.69 ($p < 0.001$); 12.59; free cholesterol — 14.81; 15.53 ($p < 0.02$); 15.76 ($p < 0.02$); triacylglycerols — 15.89; 18.62 ($p < 0.01$); esterified cholesterol — 25.02; 20.53 ($p < 0.001$); 21.04 ($p < 0.001$).

Keywords: BEE, TOTAL LIPIDS, A CLASS OF LIPIDS, SOY, CHROMIUM CHLORIDE, CHROMIUM CITRATE

СОДЕРЖАНИЕ ОБЩИХ ЛИПИДОВ И СООТНОШЕНИЕ ИХ ФРАКЦИЙ В ПРОДУКЦИИ МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ МУКИ НАТИВНОЙ СОИ С ДОБАВЛЕНИЕМ ХРОМА ХЛОРИДА И АКВАНАНОЦИТРАТА

Р. С. Федорук, Л. И. Романив
inenbiol@mail.lviv.ua

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

В статье приведены результаты исследований по изучению влияния скормливания муки нативной сои с добавлением к ней хрома хлорида и цитрата на содержание общих липидов и соотношение их классов в перге и пчелиных сотах (языках) медоносных пчел. В подкормке пчел II опытной группы использовали муку с бобов нативной сои в количестве 200 г/пчелосемью/неделю с добавлением к нему предварительно разведенного в 50 мл 60 % сахарного сиропа хрома хлорида в количестве 7,7 мг, что эквивалентно 1,5 мг чистого Хрома. Пчелы III опытной группы дополнительно к такому же количеству (200 г/пчелосемью/неделю) муки с бобов нативного сорта сои получали разведенный в 50 мл 60 % сахарного сиропа аквананоцитрат хрома, в количестве 0,2 мл, что эквивалентно 60 мкг Хрома. Опыт длился 35 суток с интервалом подкормки 7 суток.

Исследованиями не установлено достоверных различий содержания общих липидов в перге II и III опытных групп, выявлено только тенденцию к более высокому его уровню относительно показателей в контрольной группе. Однако в пчелиных сотах (языках) III опытной группы установлено достоверный рост абсолютного содержания общих липидов, тогда как в II опытной группе выявлена тенденция к повышению ихнего уровня сравнительно с контрольными показателями. Установлено, что относительное содержание отдельных классов общих липидов в перге медоносных пчел I — контрольной, II и III опытных групп характеризовался следующим соотношением (%): фосфолипидов — 18,95; 19,13; 22,34 ($p < 0,001$); моно- и диацилглицеролов — 17,08; 17,34; 16,54; свободного холестерина — 16,25; 16,13; 15,59; НЭЖК — 6,48; 5,98; 6,35; триацилглицеролов — 17,64; 17,93; 20,58 ($p < 0,01$); этерифицированного холестерина — 23,59; 23,48; 18,59 ($p < 0,001$). В пчелиных сотах (языках) II и III опытных групп по сравнению с I — контрольной, отмечено больше выраженную разницу, чем в перге относительного содержания отдельных классов липидов, в частности (%): фосфолипидов — 19,15; 16,85 ($p < 0,01$); 20,13 ($p < 0,001$); моно- и диацилглицеролов — 11,98; 14,69 ($p < 0,001$); 12,59; свободного холестерина — 14,81; 15,53 ($p < 0,02$); 15,76 ($p < 0,02$); триацилглицеролов — 15,89; 18,62 ($p < 0,01$); этерифицированного холестерина — 25,02; 20,53 ($p < 0,001$); 21,04 ($p < 0,001$).

Ключевые слова: ПЧЕЛЫ, ОБЩИЕ ЛИПИДЫ, КЛАССЫ ЛИПИДОВ, СОЯ, ХЛОРИД ХРОМА, ЦИТРАТ ХРОМА

Відомо, що в осінній період під час підготовки до зими в еноцитах жирового тіла молодих бджіл активно депонуються протеїни, ліпіди та резервний полісахарид — глікоген, що утворюється залишками глюкози. Встановлено, що глюкоза є основним джерелом енергії та ключовим циркуляторним моносахаридом у гемолімфі робочих бджіл, який підтримує енергетичний гомеостаз їхнього організму навіть в умовах зимового анабіозу [1]. Поряд з тим протеїни та ліпіди корму є основними субстратами у синтезі типового біологічного секрету гіпофарингіальних залоз — маточного молочка, оптимальному утворенню якого передують надходження до організму молодих бджіл-годувальниць, значної кількості протеїнів та ліпідів з перги як у весняно-літній період інтенсивного росту бджолиних сімей, так і літньо-осіннього періоду нарощування кількості та сили бджолиної сім'ї [2, 3]. Медоносні бджоли споживають пергу, первинною сировиною для якої є квітковий пилок рослин-медодаїв, що формується у бджолине обніжжя і заноситься робочими бджолами до вулика. З біохімічної оцінки перга — це концентрат протеїнів, незамінних амінокислот, макро- та мікроелементів, вітамінів, каротиноїдів, а також незамінне джерело надходження до організму медоносних бджіл ліпідів, оскільки з літературних джерел відомо, що квітковий пилок містить значну їх кількість — від 5,1 % в аличі, до 15,0 та 15,7 % у кульбаби і груші [4]. У ранньовесняних медоносів кількість загальних ліпідів є найнижчою і коливається в межах 5,1–6,4 %. Однак, не завжди рослини і погодні умови різних природно-кліматичних зон можуть забезпечити достатнє різноманіття пилокосів і медоносних рослин для потреб білкового, мінерального та ліпідного живлення бджіл на фізіологічному рівні. Тому на сучасному етапі розвитку бджільництва все ширше впроваджуються технології підгодівлі бджіл з використанням протеїново-жирових добавок. Однією з таких добавок є соєве борошно, яке може ефективно конкурувати

з іншими екзогенними протеїново-жировими компонентами, у т. ч. синтетичного походження [5, 6]. Однак введення мінеральної та органічної сполук хрому до борошна з бобів нативного сорту сої, як кормової добавки для медоносних бджіл, застосовано вперше.

Питання протеїнового та ліпідного живлення медоносних бджіл, у т. ч. з використанням мінеральної підгодівлі, вивчались у роботах багатьох дослідників [3, 4, 7, 8]. Відомий вплив Хрому (III) в фізіологічних концентраціях на тканини і рідини організму, що обумовлює інтенсифікацію обмінних процесів [9, 10]. У тварин при надмірному його надходженні в організм такий стимулюючий метаболічний ефект відсутній. Важливою особливістю Хрому (III) є добра розчинність його солей, з яких проходить максимальне засвоєння цього мікроелемента в організмі тварин і рослин. Однак, основна маса Хрому (III) затримується у кореневій системі рослин і лише незначна частина цього елемента транспортується до надземних органів, у т. ч. до суцвіття квітки, що зумовлює низький вміст Cr (III) у нектарі та пилку [11, 12]. У результаті цього квітковий пилок і нектар рослин може в незначній мірі забезпечувати потребу бджіл у Хромі. Не вивчена потреба кількості цього елемента в компонентах живлення, вплив його на ріст і розвиток личинок та імаго бджіл, а також їхню продуктивність. Поряд з тим аналіз літератури вказує, що трьохвалентний хром сприяє виведенню з організму токсинів і нівелює негативний вплив факторів зовнішнього середовища [9, 10]. Хром може змінювати стійкість організму до інфекційних захворювань, оскільки впливає на гуморальну і клітинну ланки імунної відповіді організму. Доведено коригуючий вплив Хрому (III) в організмі ссавців на вміст у крові холестеролу.

У зв'язку з цим науково-практичний інтерес представляє вивчення впливу різного рівня хрому в поєднанні з борошном з бобів нативного сорту сої на

метаболізм ліпідів, їхнього використання у енергетичних і пластичних процесах, можливу трансформацію та нагромадження як загальних ліпідів, так і відносного вмісту окремих їхніх класів у бджолиних стільниках (язиках) і перзі, оскільки такі дослідження до цього часу не проводили [13, 14].

Матеріали і методи

Дослідження проведені у літньо-осінній період (серпень–вересень) на 3 групах медоносних бджіл карпатської породи, по 3 бджолосім'ї у групі. Бджоли контрольної (I) і дослідних (II і III) груп утримувались за стаціонарних умов, споживаючи природний корм і нагромаджені запаси перги. У підгодівлі бджіл II дослідної групи використовували борошно з бобів нативної сої в кількості 200 г/бджолосім'ю/тиждень з додаванням до нього попередньо розведеного у 50 мл 60 % цукрового сиропу хрому хлориду в кількості 7,7 мг, що еквівалентно 1,5 мг чистого Хрому. Бджоли III дослідної групи додатково до такої ж кількості (200 г/бджолосім'ю/тиждень) борошна з бобів нативного сорту сої отримували розведений в 50 мл 60 % цукрового сиропу аквананоцитрат хрому, в кількості 0,2 мл, що еквівалентно 60 мкг Хрому. Дослід тривав 35 днів з інтервалом підгодівлі 7 днів. Бджолосім'ї сформовано силою 9 рамок на кожну з 9 однорічних плідних маток, за методом аналогів. Контрольна та дослідні групи бджіл благополучні щодо інфекційних та інвазійних хвороб. На завершальному етапі згодовування сої та сполук хрому (35 доба) відбирали зразки дослідного матеріалу, а саме — зразки бджолиних стільників (язиків) і перги масою — 30 г з кожного вулика для біохімічних досліджень. У дослідних зразках бджолиних стільників (язиків) та у перзі визначали кількісний вміст загальних ліпідів і співвідношення окремих їхніх фракцій. Визначення вмісту загальних ліпідів проводили методом екстрагування за Фолчем [15], взявши при цьому по три паралельних зразки з контрольних та дослідних груп масою кожного 1,0 г. Кількість загальних ліпідів встановлювали гравіметричним методом.

Відносний вміст окремих класів ліпідів визначали з допомогою тонкошарової хроматографії з використанням силікагелевих пластин Sorbfil ПТСХ–П–А з подальшим вимірюванням показників оптичної густини у контрольних і дослідних зразках ліпідів на спектрофотометрі СФ–46 при довжині хвилі 440 нм.

Одержані числові значення оброблено за допомогою стандартного пакету статистичних програм Microsoft EXCEL з визначенням середніх величин (M), їх відхилень ($\pm m$) і ступеня вірогідності міжгрупових різниць з використанням коефіцієнта Стьюдента (P).

Результати й обговорення

Аналіз отриманих результатів досліджень вказує на незначні відхилення показників вмісту загальних ліпідів у перзі бджіл II та III дослідних груп, що проявляли лише тенденцію до підвищення їх рівня порівняно до контролю (табл. 1).

Більше виражені зміни встановлені щодо вмісту окремих фракцій ліпідів, вірогідні різниці яких були відзначені у III дослідній групі порівняно до показників вмісту окремих фракцій ліпідів у контрольній групі. Зокрема, відзначено вірогідне (117,8 %, $p < 0,001$) зростання рівня фосфоліпідів у перзі бджіл III дослідної групи порівняно до величини цього показника у контрольній групі. Слід відзначити, що в будь якій ліпідній мембрані фосфоліпіди необхідні для стабілізації конформації та агрегації окремих компонентів у ферментних білкових комплексах, а також для створення гідрофобного середовища.

Вірогідні відмінності спостерігалися і за збільшення триацилгліцеролів у перзі бджіл III дослідної групи порівняно до контролю (116,6 %, $p < 0,01$) проти величини цього показника у контрольній групі. Відомо, що саме триацилгліцероли забезпечують відповідний рівень енергії шляхом окиснення депонованих у їхньому складі жирних кислот [16].

Уміст загальних ліпідів і співвідношення їхніх фракцій у перзі ($M \pm m$, $n=3$)

Класи ліпідів	Група медоносних бджіл		
	I контрольна	II дослідна, нативна соя + хлорид хрому	III дослідна, нативна соя + цитрат хрому
Загальні ліпіди, г%	4,00±0,11	4,45±0,25	4,30±0,18
Фосфоліпіди, %	18,95±0,15	19,13±0,26	22,34±0,24***
Моно- і диацилгліцероли, %	17,08±0,17	17,34±0,10	16,54±0,28
Вільний холестерол, %	16,25±0,24	16,13±0,13	15,59±0,19
НЕЖК, %	6,48±0,26	5,98±0,22	6,35±0,29
Триацилгліцероли, %	17,64±0,38	17,93±0,34	20,58±0,16**
Етерифікований холестерол, %	23,59±0,27	23,48±0,19	18,59±0,14***

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

Триацилгліцероли корму забезпечують організм робочих бджіл енергією за умов недостатнього надходження глюкози до їхнього організму. Адже відомо, що поліненасичені і мононенасичені жирні кислоти триацилгліцеролів здатні утворюватись швидко й у великій кількості з ацетил-СоА. Таким чином будь-яка речовина, що здатна утворювати ацетил-СоА, є потенційним джерелом вуглецевих атомів в реакціях синтезу жирних кислот, як основного джерела енергії триацилгліцеролів. З літературних джерел [17] відомо, що джерелом для синтезу ацетил-СоА може бути глюкоза, яка надходить у надлишковій кількості з кормом до організму тварин, а також депоновані полісахариди та амінокислоти.

Встановлено, що рівень етерифікованого холестеролу вірогідно знижувався тільки в перзі бджіл III дослідної групи порівняно з показниками його вмісту у перзі бджіл контрольної групи. Суттєве зниження вмісту етерифікованого холестеролу у перзі бджіл III дослідної групи порівняно з контролем може вказувати на більш інтенсивне використання поліненасичених жирних кислот у його складі. Стимулюючим чинником цього процесу може виступати аквананоцитрат хрому, вміст Cr (III) у якому значно нижчий порівняно з його кількістю у компонентах підгодівлі II дослідної групи, де діючою речовиною представлена мінеральна сполука — хрому хлорид. Однак, підгодівля $CrCl_3 \times 6H_2O$ суттєво не вплинула на метаболізм окремих

класів ліпідів порівняно з показниками ліпідного обміну в III дослідній групі, де були відзначені вірогідні різниці стосовно вмісту фосфоліпідів, триацилгліцеролів та етерифікованого холестеролу порівняно до показників цих класів у контрольній групі. Встановлені відмінності фракційного розподілу ліпідів у перзі бджіл III дослідної групи можуть зумовлюватись як безпосереднім метаболічним впливом аквананоцитрату хрому на обмін ліпідів і їхніх фракцій, так і опосередковано через його взаємодію з іншими мінеральними елементами.

Це підтверджує аналіз даних результатів досліджень впливу компонентів борошна нативної сої та їхнього комбінованого поєднання з мінеральною та органічною сполуками Хрому на показники метаболізму загальних ліпідів та їхніх окремих класів у бджолиних стільниках (язиках) II і III дослідних груп порівняно до контрольних зразків. Проведеними дослідженнями встановлено вірогідне зростання кількості загальних ліпідів у бджолиних стільниках III дослідної групи (125 %, $p < 0,02$) порівняно з їхнім вмістом у стільниках контрольної групи. Більше виражені зміни встановлені щодо вмісту окремих класів ліпідів, висока вірогідність міжгрупових різниць яких відзначена в обох дослідних групах (табл. 2). Зокрема, відзначено вірогідне зниження вмісту фосфоліпідів у стільниках (язиках) бджіл II групи (87,9 %, $p < 0,01$) порівняно до показників вмісту фосфоліпідів у контрольній групі. Слід відзначити, що полярні ліпіди мембран, а саме

фосфоліпідів та сфінголіпідів в організмі тварин не депонуються, проте вони постійно синтезуються, сприяючи регенерації клітинних мембран під час

протікання активних метаболічних процесів в їхньому організмі, сприяючи стабілізації їхньої структурної конформації на рівні клітинних мембран [17].

Таблиця 2

Уміст загальних ліпідів і співвідношення їхніх фракцій у стільниках (язиках) (M±m, n=3)

Класи ліпідів	Група медоносних бджіл		
	I контрольна	II дослідна, нативна соя + хлорид хрому	III дослідна, нативна соя + цитрат хрому
Загальні ліпідів, г%	3,20±0,23	3,83±0,35	4,00±0,16*
Фосфоліпідів, %	19,15±0,29	16,85±0,32**	20,13±0,23
Моно- і диацилгліцеролів, %	11,98±0,21	14,69±0,22***	12,59±0,28
Вільний холестерол, %	14,81±0,17	15,53±0,30*	15,76±0,14*
НЕЖК, %	13,09±0,18	13,88±0,20	13,72±0,21
Триацилгліцеролів, %	15,89±0,28	18,62±0,27**	16,71±0,29
Етерифікований холестерол, %	25,02±0,33	20,53±0,15***	21,04±0,32***

Примітка: вірогідні різниці у вмісті окремих класів ліпідів у бджолиних стільниках (язиках) II і III дослідних груп порівняно до I контрольної групи; * — P<0,02, ** — P<0,01, *** — P<0,001

Встановлено виражені зміни щодо вмісту моно- та диацилгліцеролів з вірогідним зростанням їхнього рівня у ліпідах стільників (язиків) бджіл II (122,6 %, p<0,001) порівняно з їхнім вмістом у ліпідах стільників контрольної групи. Характерно, що зміни за вмістом вільного холестеролу виявлені у бджолиних стільниках (язиках) обох дослідних груп: 104,8 %, (p<0,02), і 106,4 %, (p<0,02) відповідно у II та III групах стосовно показників його вмісту у стільниках контрольної групи. Відзначено вірогідне зростання вмісту триацилгліцеролів у бджолиних стільниках II дослідної групи (117,2 %, p<0,01) порівняно з їхнім вмістом у бджолиних стільниках контрольної групи.

Вірогідне зниження встановлено за відносним вмістом етерифікованого холестеролу у бджолиних стільниках II (82,0 %) та III (84,1 %) (p<0,001) дослідних груп стосовно показників його вмісту у контрольних зразках. Відомо, що рівень протеїнового, мінерального та ліпідного живлення молодих (12–15-денних робочих бджіл) суттєво впливає на рівень фізіологічної гіпертрофії воскових залоз, забезпечуючи ріст їхніх секреторних вакуоль. З даних літератури [8, 11] відомо, що за сприятливих умов, які виникають чи формуються в сім'ї (велика кількість різновікових бджіл, оптимальне

забезпечення медом і пергою), воскові пластинки можна виявити у бджіл 3–5-денного віку. Однак, прояв росту восковидільних залоз та їхня секреторна здатність тісно пов'язана з віком робочих бджіл. Відтак встановлено, що найбільшого розвитку ці залози досягають у робочих бджіл 12-денного віку. Ця здатність до максимального синтезу воску утримується до 18-денного віку, з настанням в подальшому фази редукції, що пов'язана з процесами згасання функції восковидільних залоз та припинення продукування воску. Дослідження встановлено [18–20], що кількість виділеного молодими бджолами воску пропорційна надходженню у вулик обніжжя. Співвідношення обніжжя : віск становить 1:0,57–1,2 за умов повного забезпечення бджіл вуглеводами. Однак, найвищу перетравну здатність протеїнів та ліпідів перги мають бджоли у віці 5 днів, оскільки у бджіл цієї вікової групи відзначено максимальну ферментативну активність трипсаз і ліпаз. На тлі інтенсивного споживання перги та депонування її активних компонентів в процесі метаболізму в еноцитах жирового тіла цих бджіл нагромаджуються резерви білків, ліпідів, глікогену, що забезпечує синтез низки екзогенних секретів — маточного молочка і воску [21].

Висновки

1. Уведення до літньо-осінньої підгодівлі бджіл III групи борошна сої та наноаквацитрату Cr зумовлювало вірогідно вищий рівень фосфоліпідів, триацилгліцеролів на тлі нижчого відносного вмісту етерифікованого холестеролу у зразках перги з цих вуликів порівняно з контрольною групою, що споживала природний корм.

2. Дія на організм бджіл хлориду і наноаквацитрату хрому за умов їхнього введення до літньо-осінньої підгодівлі характеризувався вищим відносним вмістом загальних ліпідів, моно-, ди- і триацилгліцеролів на тлі вірогідного зниження рівня етерифікованого холестеролу у відбудованих стільниках порівняно до контролю.

3. Підгодівля бджіл наноаквацитратом хрому викликала вірогідні зміни у співвідношенні окремих класів ліпідів як у перзі, так і стільників, тоді як хлоридом хрому тільки у стільниках.

Перспективи подальших досліджень. У зв'язку з одержаними результатами досліджень, доцільно встановити вплив інших мінеральних та органічних сполук і їхнього комплексного поєднання з борошном нативної сої на метаболізм загальних ліпідів, а також окремих їхніх класів у продукції бджіл та дію цих аліментарних чинників на розвиток і життєдіяльність медоносних бджіл.

1. Yeskov E. K. Ekologija medonosnoy pchelu [Ecology of the honeybee]. Rosahropromyzdat, 1991. pp. 200–268 (in Russian).

2. Kokorev N., Chernov B. Pchely. Korma y podkormky [Bees. Food and feed] 2005. Pp. 42–59 (in Russian).

3. Taranov H. F. Uhlevodnye, belkovye u myneralnye podkormky pchel [Carbohydrate, protein and mineral supplements bees]. Moscow, 1986. Pp. 7–10 (in Russian).

4. Bohdanov H. O. Biolohichna tsinnist bdzholynoho obnizhzhya [The biological value of bee pollen]. Biolohiya tvaryn — The Animal Biology, 2005, vol. 5, pp. 49–55 (in Ukrainian).

5. Petybskaya V. S. Kormovaja czenost semjan razlichnykh sortov soy [Feeding value of different soybean varieties]. Nauchno-technisheskiy byleten VNIIMK — Scientific and

technical bulletin VNIIMK, Krasnodar, 2004, vol. 1, pp. 87–89 (in Russian).

6. Petybskaja V. S. Biohimia soy [Biochemistry of soy]. Nauchno-technisheskiy byleten. VNIIMK — Scientific and technical bulletin VNIIMK, 2005, pp. 80–135 (in Russian).

7. Melnichenko A. N. Byolohycheskye osnovy intensyvnoho pchelovodstva [Biological Basis of Intensive Bee-keeping]. Moscow, AAS Publ., 1995. 204 p. (In Russian).

8. Kovalsky Yu. V. Fizioloho-biokhimichni ta produktyvni pokaznyky karpats'kykh bdzhil za diyi alimentarnykh chynnykiv [Physiological-Biochemical and productive performance Carpathian bees for the actions of nutritional factors]. Author. Dis. can. with. G. sciences: 03.00.04. Lviv, 2005. 16 p. (In Ukrainian).

9. Iskra R. Ya., Vlizlo V. V. Biolohichna rol khromu v orhanizmi tvaryn [Biological role of chromium in animals]. Biolohiia tvaryn — The Animal Biology, 2011, vol. 13, no. 1–2, pp. 31–47 (in Ukrainian).

10. Vincent J. B. The Nutritional Biochemistry of Chromium (III). Department of Chemistry The University of Alabama Tuscaloosa, USA, 2007. 277 p.

11. Kovalsky Yu. V., Kyryliv Ya. I. Tekhnolohiya oderzhannya produktiv bdzhilnytstva [Technology of bee products]. Lviv, 2011. Pp. 83–92 (in Ukrainian).

12. Kherold Ye., Vays K. Novy kurs pchelovodstva [New course of beekeeping]. 2007. Pp. 59–64 (in Russian).

13. Biluk E. V. Suchasnyy slovnyk-dovidnyk bdzholyara [Modern dictionary directory beekeeper]. Donetsk, 2006. Pp. 66–69 (in Ukrainian).

14. Dechaume-Moncharmont F.-X., Azzouz H., Pons O., Pham-Delegue M.-H. Soybean proteinase inhibitors and the foraging strategy of free flying honeybees. Apidologie, 2005, vol. 36.

15. Folch J. A. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. Stanley Journal of Biological Chemistry, 1957, vol. 226, no. 1, pp. 497–509.

16. Uayt A., Khendler F., Smyt Ye. Osnovy byokhymyy [Principles of biochemistry]. Vol. 2. Mir, 1981. Pp. 212–218 (in Russian).

17. Lenyndzher A. Osnovy byokhymyy [Fundamentals of Biochemistry]. Moscow, 1985, Vol. 2. Pp. 253–254 (in Russian).

18. Taranov H. F. Vydelenyie voska i stroytelstvo sotov [Isolation and construction of wax combs]. Beekeeping, 1982, vol. 8, pp. 23–24 (in Russian).

19. Tyshchenko V. P. Fiziologiya nasiekomukh [Insect Physiology]. Moscow, 1986. Pp. 54–56 (in Russian).

20. Rose R., Dively G. P., Pettis J. Effects of Bt corn pollen on honey bees: emphasis on protocol development. Apidologie, 2007, vol. 38.

21. Korzh V. N. Vosk pchelynyy [Beeswax]. Kharkyiv, 2009. P. 143 (in Ukrainian).