УДК [577.152.1:595.799]:638.144 *https://doi.org/10.31861/biosystems2020.02.156*

ВПЛИВ ЛІТНЬОЇ ПІДГОДІВЛІ ВУГЛЕВОДАМИ НА АКТИВНІСТЬ КАТАЛАЗИ У МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ

В.В. КАРАВАН, Д.Ю. КАЧМАРИК, В.Ф.ЧЕРЕВАТОВ,
І.І. ПАНЧУК, Л.С. ЯЗЛОВИЦЬКА

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,
вул. Коцюбинського 2, м. Чернівці, 58012
e-mail: l.yazlovitska@chnu.edu.ua

Стресові фактори біотичної і абіотичної природи змінюють перебіг фізіологічних процесів в організмі Apis mellifera, пригнічуючи їх імунітет, що призводить до загибелі цілих колоній бджіл. Істотно впливає на здоров'я бджіл і зміна кормової бази комах. Нутрієнтний склад дієт визначає силу колоній медоносних бджіл. В практиці бджільництва широко використовується підгодівля бджолосімей різними вуглеводвмісними розчинами. Форма надходження вуглеводів у організм комах, може негативно впливати на їх здоров'я, призводячи до порушення окисно-відновної рівноваги, маркером якої є активність каталази (CAT). У роботі вивчалась активність каталази у бджіл-фуражирів Apis mellifera при їх літній підгодівлі вуглеводами в польових умовах під час припинення цвітіння основних медоносних рослин. Дослідження проводилось на приватній пасіці в Чернівецькій області, на бджолах місцевої популяції (гібриди карпатської, української степової та кавказької порід). 32 бджолині колонії, восьми експериментальних груп підгодовувались різними вуглеводами протягом чотирьох днів (30 % та 60 % розчин цукру; сумішшю меду і 60 % розчину цукру (2:3); без підгодівлі; 30 % розчини глюкози і фруктози; сумішшю 15 %-них розчинів глюкози і фруктози (1:1); сумішшю 30 % -них розчинів глюкози фруктози (1:1). Надалі бджіл переводили на підгодівлю 30 %-вим розчином цукру. Активність CAT визначали окремо в голові, тораксі та черевці бджіл за методом Аебі з модифікаціями. Найвищі значення активності CAT встановлено при використанні для підгодівлі комах 30 %-ного розчину цукру, тоді як збільшення концентрації цукру в два рази і додавання до цукрового сиропу меду призводило до зниження активності даного ферменту у всіх досліджуваних тагмах бджіл. Підгодівля колоній 30 %-ними розчинами глюкози або фруктози призводила до зменшення активності CAT в організмі комах. Припинення додаткової підгодівлі зменшувало активність CAT в тканинах черевця комах. Слід звернути увагу на те, що 60 % концентрація цукру, яка дає в результаті гідролізу еквімолярну кількість моноцукрів, по різному впливає на активність каталази в тканинах голови та тораксу, а саме спостерігається зменшення активності CAT на дієті з дисахаридом, та не змінюється на дієті з еквімолярною сумішшю моноцукрів. В той же час, зменшення концентрації цукрів у два рази (30 % цукор порівнянно з 15 % глюкозою + 15 % фруктозою) викликало протилежний ефект: зменшення активності ферменту в тканинах голови на еквімолярній суміші моноцукрів та відсутність змін у тканинах тораксу. Показано, що підгодівля бджолиних колоній в безвзятковий період 30 % розчином цукру викликає підвищення активності каталази у бджіл-фуражирів, тоді як підгодівля 30 % розчинами моноцукрів (глюкоза, фруктоза) та 60 % розчином цукру призводить до її зниження у всіх досліджуваних тагмах (голова, торакс, черевце) бджіл. Встановлена тагмоспецифічна відповідь організму бджоли на різні види вуглеводної дієти: в тканинах черевця всіх експериментальних груп відбувалось зменшення активності каталази порівнянно з підгодівлею 30 % розчином цукру (підготовчий етап), тоді як в тканинах тораксу та голови активність каталази залежала від виду вуглеводної дієти. Виявлено, що форма надходження вуглеводу (дисахарид чи еквімолярна йому суміш моноцукрів), впливає на активність каталази в тканинах голови та тораксу комах.

Ключові слова: Apis mellifera; активність каталази; вуглеводна підгодівля, бджоли-фуражири

Вступ. Масштабні втрати популяції медоносних бджіл (*Apis mellifera* L.) за останні десятиліття загрожують катастрофічними наслідками як екосистемі країни, так і продовольчій безпеці України (Федоряк та ін., 2019). Особлива увага спрямована на виявлення факторів, що погіршують морфофункціональний стан бджіл. Показано, що стресові фактори біотичної і абіотичної природи (кліщ Varroa, віруси, пестициди, важкі метали, зміна клімату та їхня спільна дія) змінюють перебіг фізіологічних процесів в організмі *Apis mellifera*, пригнічуючи їх імунітет, що призводить до загибелі цілих колоній (Dainat et al., 2012, Mao et al., 2013, Neov et al., 2019, Almasri et al., 2020). Істотно впливає на здоров'я бджіл і зміна кормової бази комах: монофлорна дієта, зменшення вегетаційного періоду рослин, наявність на шляху бджіл-фуражирів отруйних рослин (Smart et al., 2016, Goulson et.al., 2015, Frias et al., 2016).

Нутрієнтний склад дієт визначає силу колоній медоносних бджіл і їх резистентність до дії стресових факторів. Вуглеводи, як складова частина трофічної бази, необхідні комахам для поповнення енергетичних витрат при виконанні різних видів

діяльності в складі колонії (Brodschneider and Crailsheim 2010). Після вилучення меду з вуликів або при відсутності у природі достатньої кількості нектару («безвзятковий період»), бджолярі, як правило, використовують додаткову підгодівлю бджолосімей 30-60 % розчинами цукру (сахарози) або суміші вуглеводів (цукрово-медова суміш, інвертований цукор, крохмальний / кукурудзяний сироп з високим вмістом фруктози (LeBlanc et al., 2009; Ruiz-Matute et al., 2010, Jennette, 2017, Papežíková et al., 2019, Frizzera et al., 2020). Встановлено, що деякі вуглеводи, наприклад галактоза (Margott J. 2018), маноза і лактоза (Barker 1977) у певних концентраціях є токсичними для бджіл, тому не рекомендуються для підгодівлі бджолиних колоній.

Добре відомо, що сахароза, як нутріентний компонент раціону комах, не включається безпосередньо у метаболічні перетворення, оскільки перший етап засвоєння сахарози - її гідролітичне розщеплення до глюкози і фруктози (Blatt and Roces, 2001). Дослідження, здійснені на медоносних бджолах та інших модельних організмах, показали, що глюкоза і фруктоза по-різному впливають на життєдіяльність комах через специфічність реакцій у обмінних процесах. Підгодівля медом і / або вуглеводами є своєрідним стресовим фактором як для бджіл, так і для інших комах. Підгодівля бджолиних колоній високофруктозним кукурудзяним сиропом супроводжується зменшенням вироблення воску і кількості весняного розплоду в вуликах (Sammataro and Weiss, 2013). Виявлено посилення захворюваності на нозематоз в колоніях бджіл, які протягом зими споживали розчин пшеничного сиропу (Papežíková et al., 2019). Це можна пояснити тим, що у вуглеводних розчинах відсутні певні компоненти, характерні для натурального меду, які позитивно впливають на систему детоксикації ксенобіотиків у медоносних бджіл (Mao et al., 2013). Показано, що у медоносних бджіл-фуражирів, які споживали сахарозу, суміш глюкози та фруктози, або мед суттєво змінюється експресія генів, продукти яких забезпечують метаболізм білків, окисно-відновні процеси та викликають зміни вуглеводного та ліпідного обміну в жировому тілі (Wheeler and Robinson, 2014). Крім того встановлено, що годування медоносних бджіл високофруктозним кукурудзяним сиропом або кукурудзяним сиропом, що містить тільки глюкозу, викликає зниження експресії специфічних для гліколітичного шляху генів у порівнянні з бджолами, що їли мед (Jennette, 2017). Форма надходження вуглеводів у організм комах при підгодівлі може призводити до порушення окисно-відновної рівноваги, викликаної надмірним утворенням активних форм кисню (АФК). Так, утримання плодової мушки *Drosophila melanogaster* Meigen, на сахарозі призводить до появи ознак оксидативного стресу (Ровенко, 2016). Годування бджіл сахарозою та кукурудзяним сиропом з високим вмістом фруктози призводить до погіршення реакції-відповіді комах на оксидативний стрес, особливо при дії високих температур, на відміну від тих, що споживали мед (Morgen et al., 2018). Захист організму бджіл від руйнівної дії АФК забезпечується активністю ферментів антиоксидантної системи (АОС), зокрема каталазою (CAT) (Corona and Robinson, 2006, Nikolenko et al., 2012). Активність CAT чутливо реагує на зовнішні подразники, що дозволяє розглядати цей фермент як індикатор загального стану АОС (Badiou- Bénéteau et al., 2012).

Метою дослідження була оцінка активності каталази у бджіл-фуражирів *Apis mellifera* при їх літній підгодівлі вуглеводами в польових умовах під час припинення цвітіння основних медоносних рослин.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проводилось у польових умовах на приватній пасіці в Чернівецькій області, Україна (48°30'36" пн.ш. 25°40'56" сх.д.) на бджолах місцевої популяції (гібриди карпатської, української степової та кавказької порід). В експеримент було взято 32 здорові бджолині колонії (без клінічних ознак інфекційних хвороб) однакові за своєю силою. Досліджувались бджоли-фуражири 25-30-денного віку, які є основними споживачами вуглеводних добавок у вулику (Brodschneider and Crailsheim, 2010). Перед початком досліду для вирівнювання сили бджолиних колоній було проведено підгодівлю всіх колоній 30 % розчином цукру (підготовчий етап досліду) протягом двох тижнів.

Надалі бджолосім'ї 8-ми експериментальних груп (по 4 на групу) чотири доби додатково отримували розчини вуглеводів: I група – 30 % розчин цукру; II – без підгодівлі; III – 30% розчин фруктози; IV – 30 % розчин глюкози; V – суміш 15 % розчину фруктози і 15 % розчину глюкози (1: 1); VI – суміш 30 % розчину фруктози і 30 % розчину глюкози (1: 1); VII – 60 % розчин цукру; VIII – суміш меду і 60 % розчину цукру (у співвідношенні 2: 3).

Бджіл-фуражирів з колоній відбирали чотири рази з крайніх рамок, заморожували рідким азотом і зберігали при -70 ˚С в морозильній камері до проведення біохімічних досліджень. Перший (і) відбір проводили одразу після підготовчого етапу досліду, тобто перед початком підгодівлі різними вуглеводами. Другий (іі) відбір бджіл проводили на наступний день після завершення підгодівлі (п'ятий день експерименту). Після другого відбору бджіл всіх колоній було переведено на початкову дієту, тобто їх підгодовували 30 % розчином цукру протягом восьми днів. Третій (ііі) і четвертий (іv) від-

бір бджіл з експериментальних вуликів проводили на 4-й і 8-мий день підгодівлі 30 % розчином цукру.

Активність САТ визначали окремо в кожній частині тіла бджоли (голова, торакс, черевце), оскільки окисні параметри і диференціальна експресія генів, що регулюють АФК, включаючи основні гени гіпоксії, демонструють тагмоспеціфічні особливості, які базуються на різних функціях основних тканин частин тіла (головний мозок, льотний м'яз і жирове тіло відповідно) (Cervoni, et al. 2017).

Заморожених бджіл препарували на холодному предметному столику. Відібрані тагми комах (по 10 бджіл на пробу) гомогенізували у 1000 мкл холодного буферу швидкісним гомогенізатором «Heildolph». Активність ферменту визначали за методом Аебі з модифікаціями (Aebi 1984, Язловицька і ін., 2016). Каталазну активність розраховували у мкмолях пероксиду водню, розщепленого за хвилину на мг білка з використанням коефіцієнта екстинції 39,4 $M^{-1}см^{-1}$. Визначення кількості білку в екстракті проводили за методом Бредфорда (Bradford, 1976).

Статистичний аналіз даних здійснювали з використанням критеріїв Вілкоксона, Манна-Уїтні, Краскела-Уолес, Шапіро-Уілкі. Оскільки вибірка не відповідала нормальному розподілу, абсолютні дані вибірки представлено у вигляді медіани (Me) та нижнього і верхнього квартилів [25%; 75%]. Різниця вважалась статистично достовірною при $p < 0,05$.

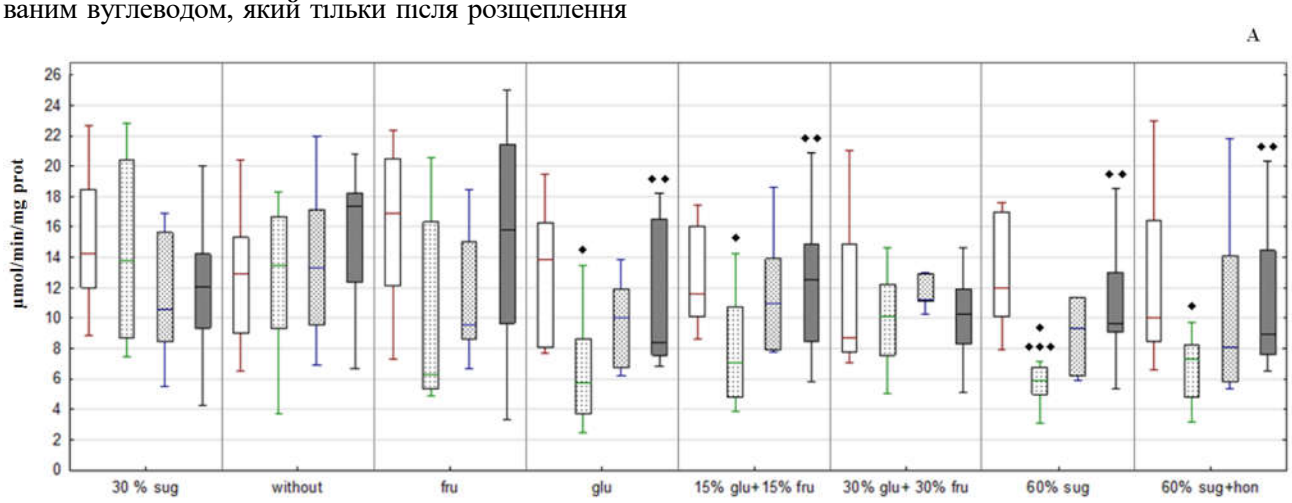
Результати та їх обговорення. Результати проведених досліджень показують, що припинення підгодівлі бджолиних колоній 30 % розчином цукру (II експериментальна група) викликало зменшення активності каталази у тканинах черевця комах (другий відбір) в порівнянні з бджолами, відібраними після підготовчого етапу досліду (перший відбір) (рис.1С). У тканинах голови і тораксу за таких умов досліджуваний показник не зазнавав статистично значущих змін (рис.1 А, В).

Компонентний склад вуглеводів у дієті впливає на метаболічні процеси у тварин і може викликати зміни роботи АОС. Зокрема, сахароза є нередукованим вуглеводом, який тільки після розщеплення до глюкози і фруктози може вступати в реакції глікації (Blatt and Roces, 2001, Ashford et al., 2000). Це дало нам можливість припустити, що сахароза і окремо глюкоза і фруктоза можуть по-різному впливати на проходження метаболічних процесів, особливо тих, в яких утворюються активні форми кисню.

Підгодівля бджолиних колоній протягом чотирьох днів 30 % розчином моноцукрів (фруктози або глюкози) викликала у бджіл (III та IV експериментальні групи) зменшення активності каталази в досліджуваних тагмах порівняно з комахами, що отримували 30 % розчин цукру під час підготовчого періоду (рис.1) При цьому, в тканинах черевця активність каталази зменшилась більш істотно, ніж у тканинах голови і тораксу. Слід зазначити, що у комах експериментальних колоній активність САТ у тканинах черевця бджіл, яких підгодовували розчином фруктози, була найменшою порівняно з іншими дієтами (рис.1 С).

Додаткове споживання бджолами суміші 15 % розчинів фруктози і глюкози (1: 1) також призводило до зниження активності каталази: в тканинах голови на 40 %, а у тканинах черевця в 2,3 рази (рис.1 А, С). У бджіл, підгодівля яких містила суміш 30 % розчинів фруктози і глюкози (1:1) активність каталази змінювалася подібно до II експериментальної групи (без додаткової підгодівлі): у тканинах черевця даний показник знижувався на 46 %, тоді як у тканинах тораксу спостерігалася тільки тенденція до його зменшення, а у тканинах голови – до його зростання (рис.1).

Отримані нами результати узгоджуються з дослідженнями помірного оксидативного стресу, який викликали продукти розщеплення сахарози у плодової мушки *Drosophila melanogaster*. Так, було показано, що вигодовування личинок на дієті з 6 % сахарозою призводить до підвищення активності каталази на 30 % порівнянно з личинками, які отримували еквімолярну суміш глюкози і фруктози (Rovenko B. M., 2012).



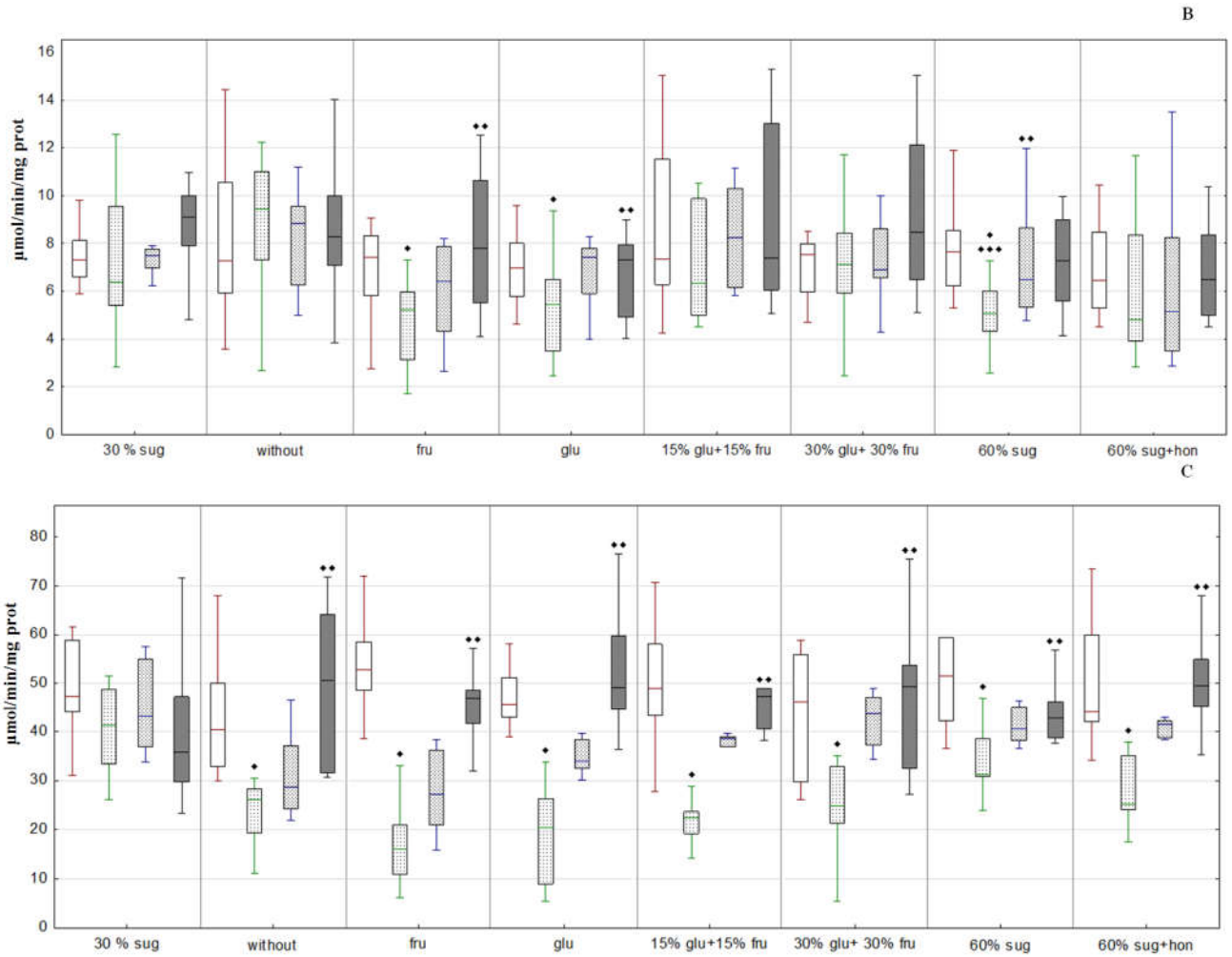


Рис. 1. Каталазна активність (мкмоль/хв/мг білка) в тканинах голови (A), тораксу (B) та черевця (C) бджіл-фуражирів *A. mellifera* за різних дієт (– - медіана; □ – 25-75 %; ⊥ – розмах без викидів); 30 % sug – підгодівля 30 % розчином цукром, without – без підгодівлі, fru – підгодівля 30 % розчином фруктози, glu – підгодівля 30 % розчином глюкози, 15 % glu + 15 % fru – підгодівля сумішшю 15 % розчину глюкози і 15 % розчину фруктози, 30 % glu + 30 % fru – підгодівля сумішшю 30 % розчину глюкози і 30 % розчину фруктози (1:1), 60 % sug – підгодівля 60 % розчином цукру, 60 % sug + hon – підгодівля сумішшю 60 % розчину цукру і меду (2 : 3); – перший відбір бджіл, після двох тижневої підгодівлі 30 % розчином цукру та перед початком підгодівлі різними вуглеводними дієтами, – другий відбір бджіл, після закінчення підгодівлі різними дієтами, – третій відбір бджіл, на 4-й день після повернення до підгодівлі 30 % розчином цукру, – четвертий відбір бджіл, на 8-й день після повернення до підгодівлі 30 % розчином цукру.

*Примітка: різниця достовірна ($p < 0,05$) при порівнянні даних: ♦ – першого та другого етапу відбору бджіл, ♦♦ – другого та четвертого етапу відбору бджіл; ♦♦♦ – бджіл на дієті з 30 % глюкози + 30 % фруктози та бджіл на дієті з 60 % цукром, * – бджіл на фруктозній дієті порівняно з іншими дієтами.*

Fig. 1. Catalase activity (µmol/min/mg prot) in tissues of head (A), thorax (B) and abdomen (C) of foraging bees *A. mellifera* on different diets (– - median; □ – 25-75 % interquartile range; ⊥ - range of values excluding outliers): 30 % sug – feeding with 30 % sugar solution, without – no feeding, fru – feeding with 30 % fructose solution, glu – feeding with 30 % glucose solution, 15 % glu + 15 % fru - feeding with mixture of 15 % glucose +15 % fructose solution, 30 % glu + 30 % fru –feeding with mixture of 30 % glucose +30 % fructose (1:1) solution, 60 % sug – feeding with 60 % sugar solution, 60 % sug + hon – feeding with 60 % sugar + honey (2: 3); – the first selection of bees, after two-weeks feeding with 30 % sugar and before the beginning of different carbohydrate diets, – the second selection of bees after the end of different carbohydrate diets, – the third selection of bees, at the 4th day after return to feeding with 30 % sugar solution, – the fourth selection of bees, at the 8th day after return to feeding with 30 % sugar solution

Note: ♦ – denotes significant differences ($p < 0.05$) between the first and second phases of the experiment;
♦♦ – denotes significant differences between the second and the fourth stage of selection of bees;
♦♦♦ – denotes significant differences between bees on the diet with mix 30 % glucose +30 % fructose and bees on the diet with 60 % sugar;
** – denotes significant differences between bees on the diet with 30 % fructose compared to other diets.*

Однією з причин відсутності істотних змін каталазної активності у тканинах голови і тораксу бджіл в колоніях без додаткової вуглеводної підгодівлі (II експериментальна група) може бути наявність підтримуючого взятку в період проведенення досліду, що істотно вплинуло на функціональний стан комах. Так, експериментальна пасіка розташовувалась біля поля з квітучою конюшиною, яка стала джерелом додаткового збору нектару і пилку експериментальними групами бджіл. Отже, при нестачі нектару для нормального розвитку колонії, бджоли даної експериментальної групи використовували як власні запаси меду, що зберігаються у вуликах, так і зібраний нектар. Отримані нами в даному експерименті результати щодо активності CAT в тканинах голови та тораксу, дещо відрізняються від результатів раніше проведеного нами досліду по вивченню впливу додаткової підгодівлі 30 % цукром бджолосімей (Язловицька та ін., 2016). Припинення підгодівлі колоній бджіл 30 % цукром викликало зменшення активності CAT в тканинах голови, тораксу та черевця (Язловицька та ін., 2016). Одним з пояснень цих відмінностей може бути відсутність у попередньому досліді біля пасіки додаткової кормової бази для підтримуючого взятку бджіл.

Таким чином, підгодівля *Apis mellifera* у літній період 30 % розчином цукру спричиняла зростання активності каталази, тоді як підгодівля аналогічними концентраціями моносахаридів (глюкоза, фруктоза) викликала її зниження у всіх досліджуваних тагмах комах. Суміш моноцукрів призводила до тагмоспецифічних змін активності CAT: знижувалась в тканинах черевця, не змінювалась в тканинах тораксу, а в тканинах голови ступінь зниження залежав від концентрації моноцукрів.

У практиці бджільництва в помірних широтах з метою підготовки бджіл до зимівлі широко використовується підгодівля бджолиних колоній 60% розчином цукру в кінці літа і на початку осені. Це сприяє створенню кормових запасів у вуликах після вилучення меду; покращенню якості кормів шляхом заміни неякісного падевого, або меду з нектару хрестоцвітих рослин, який швидко кристалізується (Brodschneider and Crailsheim, 2010). Крім того, така підгодівля призводить і до морфо-фізіологічних змін в організмі бджіл: накопиченню білків і ліпідів в гемолімфі (Kunc et al. 2019), в жировому тілі комах (Aurori et.al., 2014), що істотно покращує імунітет імаго (Kunc et al. 2019), і таким чином допомогає колоніям без істотних втрат пережити несприятливий зимовий період (низькі температури, відсутність нектару в природі).

Переведення бджіл на вуглеводну дієту, що містила 60 % розчин цукру (VII експериментальна група) призводило до зменшення каталазної активності в тканинах голови, тораксу і черевця (на 50 %, 50 %, 30 % відповідно), порівнянно з комахами, які споживали на підготовчому етапі досліду 30 % розчин цукру (рис.1).

Слід звернути увагу на те, що 60 % концентрація цукру, яка дає в результаті гідролізу еквімолярну кількість моноцукрів, по різному впливає на активність каталази в тканинах голови та тораксу, а саме спостерігається зменшення активності CAT на дієті з дисахаридом, та не змінюється на дієті з еквімолярною сумішшю моноцукрів. В той же час, зменшення концентрації цукрів у два рази (30 % цукор порівнянно з 15 % глюкозою + 15 % фруктозою) викликало протилежний ефект: зменшення активності ферменту в тканинах голови на еквімолярній суміші моноцукрів та відсутність змін у тканинах тораксу.

Ще одним видом вуглеводної підгодівлі, яку використовують бджолярі, є «цукровий мед» (мед + 60 % розчин цукру). Використання нами в якості підгодівлі суміші меду і цукру призводило до зменшення активності CAT у тканинах голови і тканинах черевця на 40 %, в той час як у тканинах тораксу спостерігалася тенденція до зменшення активності досліджуваного ферменту в порівнянні з підготовчим етапом досліду (підгодівля 30 % цукром) (рис. 1).

Повернення бджіл до попередньої вуглеводної дієти (30% розчин цукру) викликало збільшення активності каталази в організмі комах (рис.1). При цьому через 8 днів, в кінці експерименту, активність каталази сягала рівня, встановленого нами на початку досліду (перший відбір після підготовчого етапу). Така закономірність спостерігалася у всіх тагмах комах (рис.1). У групі колоній, які протягом всього дослідження отримували 30 % розчин цукру (I експериментальна група), активність каталази зазнавала статистично не значущих коливань (рис. 1).

Таким чином, найвищі значення активності CAT встановлено при використанні для підгодівлі бджолиних колоній 30 % розчину цукру, тоді як збільшення концентрації цукру в два рази і додавання до цукрового сиропу меду, призводило до зниження активності даного ферменту. Очікуваного ефекту впливу високої концентрації цукру в бік збільшення активності CAT не виявлено.

Отримані нами результати активності CAT при дії вуглеводних дієт можуть бути пов'язаними з наявністю у бджіл додаткових механізмів захисту від негативної дії активних форм кисню за допомогою інших ферментів антиоксидантної сис-

теми. Зокрема, було виявлено підвищення активності пероксидази на тлі зменшення активності каталази при зростанні часу голодування бджіл в експерименті з вивчення порогу чутливості *Apis mellifera* до дії патогену (Салтыкова и др., 2008). Крім того, можливо, що супероксиддисмутаза бере на себе протекторну функцію при збільшенні сили стрес-фактору (Weirich et al., 2002, Nikolenko et al., 2012). Іншим поясненням виявленого нами ефекту дії високих концентрацій сахарози на функціональний стан бджіл, може бути активація фенолоксидазного каскаду в умовах пригнічення активності антиоксидатних ферментів. Така реакція була відзначена при вивченні імунної відповіді медоносних бджіл в умовах голодування (Салтыкова и др., 2008). Дослідження початкового етапу стандартного інфекційного процесу при обробці бджіл бітоксибацилліном призводило до зниження активності пероксидази і підвищення моно-дифенолоксидази (Салтыкова Е.С, 2009). Збільшення активності фенолоксидаз при зниженні активності антиоксидантних ферментів може свідчити про зворотню кореляцію фенолоксидазного і оксидативного шляхів знешкодження АФК. Вважається, що тимчасове пригнічення власних антиоксидантних систем відіграє важливу роль в антимікробному імунітеті комах за рахунок утворення активних форм кисню, які синтезуються в ланках ланцюга фенолоксидантного каскаду (Гайфулина и др., 2006, Салтыкова Е.С, 2008).

Вважається, що активність САТ повинна корелювати з внутрішньоклітинним рівнем АФК, зокрема, пероксиду водню (Weirich et al., 2002, Nikolenko et al., 2012). Ймовірно, зміни каталазної активності у черевці бджіл, залежно від складу вуглеводної дієти, може бути результатом життєдіяльності мікрофлори кишечнику (Hroncova et al., 2015; Engel et al., 2016, Cilia et al., 2020). Вивчення впливу харчових токсинів на вразливість бджіл до природних і синтетичним ксенобіотиків показало, що характер дієти, на якій утримуються бджоли, впливає на морфологічний стан їх кишечника. Показано, що, середня кишка бджіл, що харчувалися сахарозою, була тоншою, менш пружною і рухомою у порівнянні з кишечником бджіл, що харчувалися медом (Johnson et al., 2012).

Висновки. Показано, що підгодівля бджолиних колоній в безвзятковий період 30 % розчином цукру викликає підвищення активності каталази у бджіл-фуражирів, тоді як підгодівля 30 % розчинами моноцукрів (глюкоза, фруктоза) та 60 % розчином цукру призводить до її зниження у всіх досліджуваних тагмах (голова, торакс, черевце) бджіл.

Встановлена тагмоспецифічна відповідь організму бджоли на різні види вуглеводної дієти: в тканинах черевця всіх експериментальних груп відбувалось зменшення активності каталази порівнянно з підгодівлею 30 % розчином цукру (підготовчий етап), тоді як в тканинах тораксу та голови активність каталази залежала від виду вуглеводної дієти.

Виявлено, що форма надходження вуглеводу (дисахарид чи еквімолярна йому суміш моноцукрів), впливає на активність каталази в тканинах голови та тораксу комах.

Автори висловлюють щиру подяку професору Роману Анатолійовичу Волкову за слушні зауваження та побажання надані при плануванні експерименту та обговоренні отриманих результатів.

Список літератури:

1. Гайфуллина Л. Р., Салтыкова Е. С., Николенко А. Г. Струкура и механизмы гуморального иммунитета насекомых // Успехи современной биологии. – 2006. – Т. 126. – №6. – С. 617–629.
2. Ровенко Б.М. Особливості обміну вуглеводів у Drosophila melanogaster при їх обмеженні та надлишку в живильному середовищі: автореф. дис.... канд. біол. наук: 03.00.04/Богдана Михайлівна Ровенко; [наук.кер.В.І.Лущак]: Чернівецький націон. універ. імені Юрія Федьковича. – Чернівці, 2016. – 21 с.
3. Салтыкова Е. С. Биохимические механизмы адаптации к битоксибациллину в онтогенезе насекомых holometabola: автореф. дис… доктора биол. наук: 03.00.04 Елена Станиславовна Салтыкова: Уфа, 2009. – 45 с.
4. Салтыкова Е. С., Гайфуллина Л. Р., Николенко А. Г. Изменение порога чувствительности Apis mellifera к действию патогена в различные периоды голодания // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 2008. – Т. 44. – № 4. – С. 409–416.
5. Федоряк М. М., Тимочко Л. І., Кульманов О. М., Шкробанець О. О., Жук А. В., Дронь Ю. С., Делі О. Ф., Подобівський С. С., Мельниченко Г. М., Легета У. В., Холівчук А. М. Результати щорічного моніторингу втрат бджолиних колоній в Україні: зимівля 2017-2018 рр. // Біол. Сист. Наук. Віс. Чернів. Ун. – 2019. – Т.11, вип.1. – С. 60–70. doi: 10.31861/biosystems2019.01
6. Язловицька Л. С., Косован М. Д., Череватов В. Ф., Волков Р. А Активність каталази *Apis mellifera* L. під час літньої підгодівлі різною вуглеводною дієтою // Біол. Сист. Наук. Віс. Чернів. Ун.– 2016. – Т. 8, вип. 2. – С.182–188.
7. Aebi H. Catalase in vitro // Methods Enzymol. – 1984. – Vol. 105. – P. 121–126.
8. Almasri H., Tavares, D. A., Pioz, M., Sené, D., Tchamitchian, S., Cousin, M., Brunet J.L., Belzunces, L. P. Mixtures of an insecticide, a fungicide and a herbicide induce high toxicities and systemic physiological disturbances in winter Apis mellifera honey bees. Ecotoxicology and Environmental Safety //Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2020. – Vol. 203.

9. Ashford D. A., Smith W. A., Douglas A. E. Living on a high sugar diet: the fate of sucrose ingested by a phloem-feeding insect, the pea aphid Acyrthosiphon pisum // Journal of Insect Physiology – 2000 – 46. – P. 335–341
10. Aurori C. M., Buttstedt A., Dezmirean D. S., Mărghitaş L. A., Moritz R. F. A., Erler S. What is the main driver of ageing in long-lived winter honeybees: antioxidant enzymes, innate immunity, or vitellogenin? // J Gerontol A Biol Sci Med Sci. – 2014. – 69(6). – P. 633–639.
11. Badiou- Bénéteau A., Carvalho S. M., Brunet J-L., Carvalho G. A., Buleté A., Giroud B., Belzunces L. P. Development of biomarkers of exposure to xenobiotics in the honey bee *Apis mellifera*: application to the systemic insecticide thiamethoxam // Ecotoxicol. Environ. Saf. – 2012. – Vol. 82. – P. 22–31.
12. Barker R. J. Some carbohydrates found in pollen and pollen substitutes are toxic to honeybees // J Nutr – 1977. – 107. – P.1859–1862.
13. Blatt J., Roces F. Haemolymph sugar levels in foraging honeybees (*Apis mellifera carnica*): dependence on metabolic rate and in vivo measurment of maximal rates of trehalose synthesis // J. Exp. Biol. – 2001. – Vol. 204. № 15. – P. 2709–2716.
14. Bradford M. M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding // Analyt. Biochem. – 1976. – Vol.72. – P. 248–254.
15. Brodschneider R., Crailsheim K. Nutrition and health in honey bees // Apidologie. – 2010. – Vol. 41. – P. 278–294.
16. Cervoni M. S., Cardoso-Júnior C. A. M., Craveiro G., Souza A. de O., Alberici L. C., Hartfelder K. Mitochondrial capacity, oxidative damage and hypoxia gene expression are associated with age-related division of labor in honey bee (Apis mellifera L.) workers // Journal of Experimental Biology. – 2017. – 220. – P. 4035–4046.
17. Cilia G., Fratini F., Tafi E., Mancini S., Turchi B., Sagona S., Cerri D., Felicioli A., Nanetti A. Changes of Western honey bee *Apis mellifera ligustica* (Spinola, 1806) ventriculus microbial profile related to their in-hive tasks // J. of Apicultural. – 2020. – P. 198–202.
18. Corona M., Robinson G. E Genes of the antioxidant system of the honey bee: annotation and phylogeny // Insect Mol. Biol. – 2006. – Vol.15, № 5. – P. 687–701.
19. Dainat B., Evans J. D., Chen Y. P., Gauthier L., Neumann P. Predictive Markers of Honey Bee Colony Collapse // PLoS ONE. – 2012. – 7(2): e32151.
20. Engel P., Kwong W. K., McFrederick Q., Anderson K. E., Barribeau S. M., Chandler J. A., Cornman R. S., Dainat J., de Miranda J. R., Doublet V., Emery O., Evans J. D., Farinelli L., Flenniken M. L., Granberg F., Grasis J. A., Gauthier L., Hayer J., Koch H., Kocher S., Martinson V. G., Moran N., Munoz-Torres M., Newton I., Paxton R. J., Powell E., Sadd B. M., Schmid-Hempel P., Schmid-Hempel R., Song S. J., Schwarz R. S., vanEngelsdorp D., Dainat B. The bee microbiome: impact on bee health and model for evolution and ecology of host-microbe interactions // mBio. – 2016. – Vol. 7., № 2.: e02164–15.
21. Frias B. E. D., Barbosa C. D., Lourenço A. P Pollen nutrition in honey bees (Apis mellifera): impact on adult health // Apidologie – 2016.– Vol.47. – Is 1. – P.15–25.
22. Frizzera D., Del Fabbro S., Ortis G., Zanni V., Bortolomeazzi R., Nazzi F., Annoscia D. Possible side effects of sugar supplementary nutrition on honey bee health // Apidologie – 2020. – 51 (4). – P. – 594–608.
23. Goulson D., Nicholls E., Botias C., Rotheray E. L. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers // Science. – 2015. – Vol. 347, Is. 6229. – P.12559571–12559579.
24. Hroncova Z., Havlik J., Killer J., Doskocil I., Tyl J. Variation in honey bee gut microbial diversity affected by ontogenetic stage, age and geographic location // PLOS ONE. – 2015. – Vol. 10., № 3. – P. 1–17.
25. Jennette M. R. High Fructose Corn Syrup Down-Regulates the Glycolysis Pathway in Apis mellifera // Bridgewater State University – 2017. – P. 35.
26. Johnson R. M., Mao W., Pollock H. S., Niu G., Schuler M. A., Berenbaum M. R. Ecologically appropriate xenobiotics induce cytochrome P450s in Apis mellifera // PLoS ONE. – 2012. – Vol. 7, Is. 2. – P.1-9.: e31051.
27. Kunc M., Dobeš P., Hurychová J., Vojtek L., Poiani S. B., Danihlík J., Havlík J., Titˇera D., Hyršl P. The Year of the Honey Bee (Apis mellifera L.) with Respect to Its Physiology and Immunity: A Search for Biochemical Markers of Longevity // Insects. – 2019. – 10. – P. 244.
28. LeBlanc B.W., Eggleston G., Sammataro D., Cornett C., Dufault R., et al. Formation of hydroxymethylfurfural in domestic high-fructose corn syrup and its toxicity to the honey bee (Apis mellifera) // J Agric Food Chem. – 2009. – 57 – P. 7369–7376.
29. Mao W., Schuler M. A., Berenbaum M. R. Honey constituents up-regulate detoxification and immunity genes in the western honey bee Apis mellifera // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 2013. – Vol. 110. – № 22. – P. 8842–8846.
30. Margotta J. W., Roberts P., Elekonich M. M. Effects of flight activity and age on oxidative damage in the honey bee, Apis mellifera // J. Experimental Biology. – 2018. – P. 221
31. Mogren C. L., Margotta J., Danka R. G., Healy K. Supplemental carbohydrates influence abiotic stress resistance in honey bees // J. Apicultural Reseach. – 2018.
32. Neov B., Georgieva A., Shumkova R., Radoslavov G., Hristov P. Biotic and Abiotic Factors Associated with Colonies Mortalities of Managed Honey Bee (Apis mellifera) // Diversity. - 2019.-11. – 237 – P. 1–16.
33. Nikolenko A. G., Saltykova E. S., Gaifullina L. R. Molecular mechanisms of antioxidant protective processes in honeybee Apis mellifera // Farooqui T. Oxidative stress in vertebrates and invertebrates: molecular aspects on cell signaling / T. Farooqui, A. A. Farooqui, editors. - New Jersey; Published by John Wiley & Sons, 2012. – P. 279–294.
34. Papežíková, I., Palíková, M., Syrová, E., Zachová, A., Somerlíková, K., Kováčová, V., Pecková, L. Effect of

Feeding Honey Bee (Apis mellifera Hymenoptera: Apidae) Colonies With Honey, Sugar Solution, Inverted Sugar, and Wheat Starch Syrup on Nosematosis Prevalence and Intensity// J. of Economic Entomology. – 2019. – Vol. XX, № XX. – P.1–8.
35. Rovenko B. M., Lushchuk O. V., Lozinsky O. V., Kubrak O. I., Lushchuk V. I. Mild oxidative stress in fruit fly *Drosophila melanogaster* caused by products of sucrose splitting // Ukr. Biochem. J. – 2012. – Vol. 84, № 5. – P. 97–104.
36. Ruiz-Matute A., Weiss M., Sammataro D., Finely J., Sanz M. Carbohydrate composition of high-fructose corn syrups (HFCS) used for bee feeding: effect on honey composition // J. Agric. Food Chem. – 2010. – Vol.58, № 12. – P. 7317–7322.
37. Smart M., Pettis J., Rice N., Browning Z., Spivak M. Linking measures of colony and individual honey bee health to survival among apiaries exposed to varying agricultural land use // PLoS ONE – 2016 – 11(3): e0152685.
38. Sammataro D., Weiss M. Comparison of productivity of colonies of honey bees, *Apis mellifera*, supplemented with sucrose or high fructose corn syrup // J. Insect Sci. – 2013. – Vol. 13. – P. 1–13.
39. Weirich G., Collins A., Williams V. Antioxidant enzymes in the honey bee, Apis mellifera // Apidologie. – 2002. – Vol 33. – № 1. – P. 3–14.
40. Wheeler M., Robinson G. Diet-dependent gene expression in honey bees: honey vs. sucrose or high fructose corn syrup // Sci. Rep. – 2014. – № 4. – P. 1–5.

References:

1. Gaifullina LR, Saltykova ES, Nikolenko AG. Structure and mechanisms of humoral immunity of insects [Strukura i mehanizmy gumoral'nogo immuniteta nasekomyh]. *Uspekhi sovremennoi biologii.* 2006; 126 (6): 617–629. (In Russian)
2. Rovenko BM. Features of the metabolism of carbohydrates with their limitation and excess in the nutrient medium for Drosophila melanogaster [Osoblyvosti obminu vuhlevodiv u Drosophila melanogaster pry yikh obmezhenni ta nadlyshku v zhyvylnomu seredovyshchi]: *abstract. Ph.D. thesis on Biology*: 03.00.04: Chernivtsi, 2016; 21. (in Ukrainian)
3. Saltykova ES Biochemical mechanisms of adaptation to bitoxybacillin in the ontogeny of holometabola insects [Biohimicheskie mehanizmy adaptacii k bitoksibacillinu v ontogeneze nasekomyh holometabola]: *abstract. D. thesis on Biology*: 03.00.04: Ufa, 2009: 45 (In Russian).
4. Saltykova ES, Gaifullina LR, Nikolenko AG. Change in the threshold of sensitivity of Apis mellifera to the action of the pathogen in different periods of fasting [Izmenenie poroga chuvstvitel'nosti Apis mellifera k dejstviju patogena v razlichnye periody golodanija]. *J. Evol. Biochem. Physiol.* 2008; 44 (4): 409–416. (In Russian).
5. Fedoriak MM, Tymochko LI, Kulmanov OM, Shkrobanets AV, Zhuk Dron Yu. S, Deli OF, Podobivskiy SS, Melnychenko GM, Leheta UV, Kholivchuk AM. Results of annual honey bee colony losses survey in Ukraine: winter 2017-2018. *Biolohichni systemy*. 2019; 11(1): 60–70. doi:10.31861/biosystems2019.01
6. Yazlovitska LS, Kosovan MD, Cherevatov VF, Volkov RA. The catalase activity of Apis mellifera L. upon summer feeding with varying carbohydrate diet. *Biolohichni systemy*. 2016; 8 (2): 182–188. doi:10.31861/biosystems2016.02
7. Aebi H. Catalase in vitro. *Methods Enzymol.* 1984; 105: 121–126. doi:10.1016/S0076-6879(84)05016-3
8. Almasri H, Tavares DA, Pioz M, Sené D, Tchamitchian, S, Cousin, M, Brunet JL, Belzunces, LP. Mixtures of an insecticide, a fungicide and a herbicide induce high toxicities and systemic physiological disturbances in winter Apis mellifera honey bees. *Ecotox. Environ. Safe.* 2020; 203. doi:10.1016/j.ecoenv.2020.111013.
9. Ashford DA, Smith WA, Douglas AE. Living on a high sugar diet: the fate of sucrose ingested by a phloem-feeding insect, the pea aphid Acyrthosiphon pisum. *J. Insect Physiol*. 2000; 46: 335–34.
10. Aurori CM, Buttstedt A, Dezmirean DS, Mărghitaş LA, Moritz RFA, Erler S. What is the main driver of ageing in long-lived winter honeybees: antioxidant enzymes, innate immunity, or vitellogenin?. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2014; 69 (6): 633–639. doi:10.1093/gerona/glt134
11. Badiou- Bénéteau A, Carvalho SM, Brunet J-L, Carvalho GA., Buleté A, Giroud B, Belzunces LP. Development of biomarkers of exposure to xenobiotics in the honey bee *Apis mellifera*: application to the systemic insecticide thiamethoxam. *Environ. Safe.* 2012; 82: 22–31. doi: 10.1016/j.ecoenv.2012.05.005
12. Barker RJ. Some carbohydrates found in pollen and pollen substitutes are toxic to honeybees. *J Nutr*. 1977; 107: 1859–1862.
13. Blatt J, Roces F. Haemolymph sugar levels in foraging honeybees (*Apis mellifera carnica*): dependence on metabolic rate and in vivo measurment of maximal rates of trehalose synthesis. *J Exp. Biol*. 2001; 204 (15): 2709–2716.
14. Bradford MM. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analyt Biochem.* 1976; 72: 248–254.
15. Brodschneider R, Crailsheim K. Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*. 2010; 41: 278–294. doi: 10.1051/apido/2010012
16. Cervoni MS, Cardoso-Júnior CAM, Craveiro G, Souza A de O, Alberici L C, Hartfelder K. Mitochondrial capacity, oxidative damage and hypoxia gene expression are associated with age-related division of labor in honey bee (Apis mellifera L.) workers. *J. Experiment. Biology*. 2017; 220: 4035–4046 doi:10.1242/jeb.161844
17. Cilia G, Fratini F, Tafi E, Mancini S, Turchi B, Sagona S, Cerri D, Felicioli A & Nanetti A. Changes of Western honey bee *Apis mellifera ligustica* (Spinola, 1806) ventriculus microbial profile related to their in-hive tasks. *Journal of Apicultural.* 2020; doi: 10.1080/00218839.2020.1830259

18. Corona M, Robinson GE. Genes of the antioxidant system of the honey bee: annotation and phylogeny. *Insect Mol. Biol.* 2006; 15 (5): 687–701. doi: 10.1111/j.1365-2583.2006.00695.x
19. Dainat B, Evans JD, Chen YP, Gauthier L, Neumann P. Predictive Markers of Honey Bee Colony Collapse *PLoS ONE*. 2012; 7 (2): e32151. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032151
20. Engel P, Kwong WK., McFrederick Q, Anderson KE, Barribeau SM, Chandler JA, Cornman RS, Dainat J, de Miranda JR, Doublet V, Emery O, Evans JD, Farinelli L, Flenniken ML, Granberg F, Grasis JA, Gauthier L, Hayer J, Koch H, Kocher S, Martinson VG, Moran N, Munoz-Torres M, Newton I, Paxton RJ, Powell E, Sadd BM, Schmid-Hempel P, Schmid-Hempel R, Song SJ, Schwarz RS, vanEngelsdorp D, Dainat B. The bee microbiome: impact on bee health and model for evolution and ecology of host-microbe interactions. *mBio*. 2016; 7 (2): e02164–15. doi:10.1128/mBio.02164-15
21. Frias BED, Barbosa CD, Lourenço AP. Pollen nutrition in honey bees (Apis mellifera): impact on adult health. *Apidologie*. 2016; 47 (1): 15–25. doi: 10.1007/s13592-015-0373-y
22. Frizzera D, Del Fabbro S, Ortis G, Zanni V, Bortolomeazzi R, Nazzi F, Annoscia D. Possible side effects of sugar supplementary nutrition on honey bee health. *Apidologie*. 2020; 51 (4): 594–608. doi:10.1007/s13592-020-00745-6
23. Goulson D, Nicholls E, Botias C, Rotheray EL. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science*, 2015; 347 (6229): 12559571–12559579. doi: 10.1126/science.1255957
24. Hroncova Z, Havlik J, Killer J, Doskocil I, Tyl J. Variation in honey bee gut microbial diversity affected by ontogenetic stage, age and geographic location. *PLoS ONE*. 2015; 10 (3): 1–17 doi: http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0118707
25. Jennette MR. High Fructose Corn Syrup Down-Regulates the Glycolysis Pathway in Apis mellifera. *Bridgewater State University*. 2017; 35. http://vc.bridgew.edu/honors_proj/225
26. Johnson RM, Mao W, Pollock HS, Niu G, Schuler MA, Berenbaum MR. Ecologically appropriate xenobiotics induce cytochrome P450s in Apis mellifera. *PLoS ONE*. 2012; 7 (2): 1–9.: e31051. doi: 10.1371/journal.pone.0031051
27. Kunc M, Dobeš P, Hurychová J, Vojtek L, Poiani SB, Danihlík J, Havlík J, Titˇera D, Hyršl P. The Year of the Honey Bee (Apis mellifera L.) with Respect to Its Physiology and Immunity: A Search for Biochemical Markers of Longevity. *Insects*. 2019; 10: 244. doi:10.3390/insects10080244
28. LeBlanc BW, Eggleston G, Sammataro D, Cornett C, Dufault R, et al.) Formation of hydroxymethylfurfural in domestic high-fructose corn syrup and its toxicity to the honey bee (Apis mellifera). *J Agric Food Chem*. 2009; 57: 7369–7376. doi: 10.1021/jf9014526
29. Mao W, Schuler MA, Berenbaum MR. Honey constituents up-regulate detoxification and immunity genes in the western honey bee Apis mellifera. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2013; 110 (22): 8842–8846. doi: 10.1073/pnas.1303884110
30. Margotta JW, Roberts P, Elekonich MM. Effects of flight activity and age on oxidative damage in the honey bee, Apis mellifera. *J. Exp. Biol*. 2018; 221. jeb183228. doi:10.1242/jeb.183228
31. Mogren C. L., Margotta J., Danka R. G., Healy K. Supplemental carbohydrates influence abiotic stress resistance in honey bees. *J. Apic. Res*. 2018; https://doi.org/10.1080/00218839.2018.1494912
32. Neov B, Georgieva A, Shumkova R, Radoslavov G, Hristov P. Biotic and Abiotic Factors Associated with Colonies Mortalities of Managed Honey Bee (Apis mellifera) *Diversity*. 2019; 11 (237): 1–16. doi:10.3390/d11120237
33. Nikolenko AG, Saltykova ES, Gaifullina LR. Molecular mechanisms of antioxidant protective processes in honeybee Apis mellifera Farooqui T. Oxidative stress in vertebrates and invertebrates: molecular aspects on cell signaling / T. Farooqui, A. A. Farooqui, editors. - *New Jersey; Published by John Wiley & Sons.* 2012; 279–294.
34. Papežíková, I., Palíková, M., Syrová, E., Zachová, A., Somerlíková, K., Kováčová, V., Pecková, L. Effect of Feeding Honey Bee (Apis mellifera Hymenoptera: Apidae) Colonies With Honey, Sugar Solution, Inverted Sugar, and Wheat Starch Syrup on Nosematosis Prevalence and Intensity. *J. of Economic Entomology*. 2019; XX (XX): 1–8. doi:10.1093/jee/toz251
35. Rovenko BM, Lushchuk OV, Lozinsky OV, Kubrak OI, Lushchuk VI. Mild oxidative stress in fruit fly *Drosophila melanogaster* caused by products of sucrose splitting. *Ukr. Biochem. J*. 2012; 84(5): 97–104.
36. Ruiz-Matute A, Weiss M, Sammataro D, Finely J, Sanz M. Carbohydrate composition of high-fructose corn syrups (HFCS) used for bee feeding: effect on honey composition. *J. Agric. Food Chem*. 2010; 58 (12): 7317–7322. doi: 10.1021/jf100758x
37. Smart M, Pettis J, Rice N, Browning Z, Spivak M. Linking measures of colony and individual honey bee health to survival among apiaries exposed to varying agricultural land use. *PLoS ONE*. 2016; 11 (3): e0152685. doi:10.1371/journal.pone.0152685
38. Sammataro D, Weiss M. Comparison of productivity of colonies of honey bees, *Apis mellifera*, supplemented with sucrose or high fructose corn syrup. *J. Insect Sci*. 2013; 13: 1–13. doi: http://dx.doi.org/10.1673/031.013.1901
39. Weirich G, Collins A, Williams V. Antioxidant enzymes in the honey bee, Apis mellifera. *Apidologie*. 2002; 33 (1): 3–14. doi : 10.1051/apido:2001001
40. Wheeler M, Robinson G. Diet-dependent gene expression in honey bees: honey vs. sucrose or high fructose corn syrup. *Sci. Rep*. 2014; 4: 1–5. doi: 10.1038/srep05726

INFLUENCE OF THE SUMMER FEEDING BY CARBOHYDRATES ON CATALASE ACTIVITY IN HONEY BEES

V. V. Karavan, D.Yu. Kachmaryk, V.F.Cherevatov, I.I. Panchuk, L.S. Yazlovytska

The nutritional composition of rations determines the strength of honey bee families. Feeding with various carbohydrate solutions is widely used in beekeeping. The form of carbohydrate intake in insects can adversely affect their health, leading to redox imbalances. Catalase activity (CAT) is a marker of oxidative stress. It was investigated the catalase activity in foraging bees Apis mellifera during their summer feeding with carbohydrates in the field after grass flowering. The research was perfomed on a private apiary in Chernivtsi region with the local bees (hybrids of Carpathian, Ukrainian steppe and Caucasian breeds). 32 bee colonies, eight experimental groups, were fed various carbohydrates for four days. These are 30 % and 60 % sugar solution, a mixture of honey and 60 % sugar solution (2: 3), without feeding, 30 % glucose and fructose solutions, a mixture of 15 % glucose and fructose solutions (1: 1), a mixture of 30 % fructose solutions glucose (1: 1). Then all bees were fed with 30 % sugar solution. CAT activity was determined in the head, thorax and abdomen of bees by Aebi method with modifications. The highest CAT activity was detected when using 30 % sugar solution for insect feeding. While doubling the sugar concentration and adding honey to the sugar syrup reduced the activity of this enzyme in all bee tagmas. Feeding the colonies with 30 % solutions of glucose or fructose also decreased CAT activity. The cessation of additional feeding decreased the CAT activity in abdomen tissues. It should be noted that the 60 % concentration of sugar, which results equimolar amount of monosaccharides by hydrolysis, differently affects the CAT activity in the tissues of the head and thorax. Decrease of CAT activity is observed on a diet with disaccharide, and this activity does not change on a diet with an equimolar mixture of monosaccharides. At the same time, two fold reducing the sugars concentration (30 % sugar compared to 15 % glucose + 15 % fructose) has the opposite effect – a decrease of enzyme activity in head tissues on an equimolar mixture of monosaccharides and no changes in thorax tissues.

Conclusions. It was shown that feeding bee colonies in the period of cessation of the main honey plants flowering with 30 % sugar solution increased the CAT activity in foraging bees. Feeding with 30 % solutions of monosaccharides (glucose, fructose) and 60 % solution of sugar led to decrease of enzyme activity in all studied tagmata (head, thorax, abdomen) of bees. The tagmaspecific responce to various types of a carbohydrate diet in bees was found: in the abdominal tissues of all experimental groups there was a decrease of catalase activity compared to feeding with 30 % sugar solution (preparatory stage), while in the tissues of the thorax and head CAT activity depended on the type of carbohydrate diet. It was demonstrated that the form of carbohydrate intake (disaccharide or equimolar mixture of monosaccharides) affects the CAT activity in the tissues of the head and thorax of insects.

Keywords: Apis mellifera, catalase activity, carbohydrate diet, foraging bees.

Отримано редколегією 07.11.2020