



# Пваринництво, ветеринарна медицина

УДК 638.124.428.144.54

© 2021

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ВУГЛЕВОДНО-БІЛКОВОЇ ПІДГОДІВЛІ ДЛЯ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ**

О.А. Міщенко<sup>1</sup>, О.М. Литвиненко<sup>2</sup>, К.Д. Афара<sup>3</sup>, Д.І. Криворучко<sup>4</sup>

<sup>2</sup>кандидат біологічних наук

<sup>4</sup>кандидат ветеринарних наук

<sup>1-3</sup>ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича»

вул. Академіка Заболотного, 19, м. Київ, 03143, Україна

<sup>4</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України

вул. Полковника Потехіна, 16, м. Київ, 03127, Україна

e-mail: <sup>1</sup>honey72@i.ua, <sup>2</sup>alesyasandra@ukr.net, <sup>4</sup>dimokmpx@ukr.net

ORCID: <sup>1</sup>0000-0001-9970-8540, <sup>2</sup>0000-0001-6643-2285, <sup>4</sup>0000-0003-1788-6090

Надійшла 15.01.2021

**Мета.** Визначити ефективність застосування вуглеводно-білкової підгодівлі, а саме: впливу білкового корму (бджолиного обніжжя) на розвиток бджолиних сімей та фізіологічні показники бджіл у період відсутності або низького рівня його надходження. **Методи.** Лабораторні — для визначення маси личинок і бджіл, зоотехнічні — для обліку росту, сили бджолиної сім'ї, статистичні — для біометричної обробки експериментальних даних. Біометричну обробку даних здійснювали на ПК за допомогою програмного забезпечення MS Excel з використанням вбудованих статистичних функцій. **Результати.** Досліджено вплив використання вуглеводно-білкової підгодівлі на весняне нарощення бджолиних сімей та підготовку їх до ефективного використання медозбору. Показано доцільність застосування вуглеводно-білкової підгодівлі для бджолиних сімей з метою поліпшення фізіологічних показників бджіл. **Висновки.** Вуглеводно-білкова підгодівля навесні відчутно впливає на ріст бджолиних сімей, що дає змогу наростити сильні сім'ї до початку медозбору. Вуглеводно-білкова підгодівля бджіл рано навесні сприяє отриманню крупніших личинок, а це, у свою чергу, сприяє отриманню повноцінніших бджіл. Запропонований спосіб підгодівлі бджолиних сімей навесні у вигляді пасти (канді), до складу якої входять: цукрова пудра, мед рідкий, бджолине обніжжя, вода, простий та ефективний і може бути рекомендований пасічникам для нарощування бджіл навесні під час підготовки до медозбору. Застосування вуглеводно-білкової підгодівлі сприяє збільшенню показників медопродуктивності бджолиних сімей та підвищенню інтенсивності яйцекладки бджолиних маток. Проте вуглеводно-білкова підгодівля має сенс тільки до початку головного медозбору, тобто в умовах, коли спостерігається обмежений приніс бджолиного обніжжя до гнізда.

**Ключові слова:** бджолина сім'я, бджолине обніжжя, вуглеводно-білкова підгодівля, бджолиний розплід, личинка, новонароджені бджоли.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovysnyk202103-05>

Річний цикл розвитку сім'ї бджіл у кліматичних умовах України можна коротко описати так: у теплу пору року молоді бджоли в перші дні свого життя інтенсивно харчуються бджолиним обніжжям або пергою. Завдяки цьому у них розвиваються глоткові залози і створюються передумови до збільшення тривалості життя. З початком виховання розплоду запаси поживних речовин у тілі бджіл витрачаються, бджоли старіють і стають недовговічними «літніми бджолами». Якщо з якої-небудь причини відбувається обмеження розплоду або бджоли взагалі не виховують його (наприклад, у разі втрати матки або припинення відкладання нею яєць через хворобу, роїння, погані погоди), в їхньому тілі починають відкладатися запаси поживних речовин і тривалість життя підвищується.

Бджолина сім'я сама забезпечує себе кормом, проте кожний бджоляр мусить уміти управляти цим процесом, як і способами підгодівлі бджіл [1, 2]. Слід пам'ятати, що в процесі еволюції у медоносних бджіл виробився інстинкт економної витрати кормових запасів. Питання правильного забезпечення кормами має велике економічне значення, оскільки вартість кормів для підгодівлі бджіл становить 40–50% усіх витрат. Навесні бджолам не вистачає власного меду, деякі його сорти до весни повністю зацукровуються, відповідно, комахи не можуть повноцінно харчуватися [3]. Після весняного обльоту в гнізді починається активне життя. Завдання пасічника до головного медозбору — наростити бджіл і посилити бджолину сім'ю. З цією метою потрібно посилити яйцекладку матки. Для цього застосовують різного роду підгодівлю [4].

Збалансоване живлення бджіл сприяє їхній високій резистентності та продуктивності [4–6] із нагромадженням необхідних запасів поживних речовин, що активно депонуються в літньо-осінній період у жировому тілі комах [7]. Експериментально підтверджено, що тривалість життя робочих бджіл

прямо пропорційно залежить від ступеня розвитку жирового тіла [8]. У разі нестачі природного корму, що виникає у весняний і літньо-осінній періоди живлення бджіл, застосовують штучну підгодівлю з використанням білкових, ліпідних і мінеральних компонентів [9–11].

Важливу роль у життєдіяльності бджолиних сімей і отриманні повноцінного потомства навесні відіграє забезпеченість їх кормом. Підгодівля бджіл — це постачання їх додатковими вуглеводними й (або) білковими кормами [10, 13]. Як вуглеводні корми найчастіше використовують цукровий або медяний сиропи чи їхню суміш, як білкові — пергу, пилوک і замітники (соєве борошно, дріжджі, молоко та ін.).

Вуглеводно-білкову підгодівлю застосовують також навесні для стимуляції вирощування розплоду. Таке підживлення проводять невеликими порціями щодня або через день, що створює у бджіл ілюзію взятку і вони збільшують кількість розплоду. У підгодівлі бджіл навесні є багато переваг, адже вона дає можливість бджолярам підготувати бджолині сім'ї до медозбору, а також зробити їх здоровішими і сильнішими [14]. Бажано, щоб до початку липня комахи повністю відновилися і створили міцні сім'ї [15].

Варто зазначити, що найпопулярнішою є білкова підгодівля бджіл (перга, пилوک або їхні синтетичні замітники) [16]. Життєдіяльність сім'ї медоносних бджіл, зокрема виховання розплоду, успішна зимівля, стійкість до захворювань, льотно-збиральна та запилювальна діяльність значною мірою залежать від запасів у гнізді та надходження білкового корму — бджолиного обніжжя [4, 15]. Рано навесні його часто не вистачає, що призводить до білкового голодування бджолиних сімей. Унаслідок цього виховання розплоду припиняється, бджоли викидають личинок із комірок. Маса тіла бджіл знижується, виникає дистрофія та інші захворювання [17], тривалість життя дорослих бджіл скорочується, у сім'ях зменшується воскова й медова продуктивність [18].

Найактивніше бджоли розвиваються у період надходження до гнізда нектару та обніжжя під час природного збирання. Але підгодівля вуглеводним кормом (медовою ситою або цукровим сиропом) і білковим (бджолиним обніжжям) також добре впливає на розвиток бджолиних сімей [19–21].

За дефіциту білкового корму у бджіл повільно розвиваються глоткові залози, отже, знижується рівень годівлі личинок. Унаслідок у таких сім'ях народжуються бджоли з меншою масою тіла, а глоткові залози у них досить швидко перестають функціонувати, що знижує здатність переробляти нектар у мед [22, 23].

Важливим чинником, який істотно впливає на життєдіяльність бджолиних сімей, є запаси в гніздах білкового корму, зокрема в період весняного розмноження.

**Мета досліджень** — визначити вплив вуглеводно-білкової підгодівлі на розвиток бджолиних сімей та фізіологічні показники бджіл у період низького рівня надходження бджолиного обніжжя до гнізда бджолиної сім'ї.

**Матеріали і методи досліджень.** Для виконання завдання, навесні, після очисного обльоту було сформовано 2 групи бджолиних сімей — по 10 сімей у групі (дослідна і контрольна). На початковому етапі (перед проведенням досліджень) бджолині сім'ї підбирали однаковими за кількістю бджіл і розплоду, кількістю медових і пергових кормових запасів у гнізді.

Бджолині сім'ї відповідали вимогам стандарту української степової породи, що підтверджено результатами оцінки екстер'єру. Утримувались усі бджолині сім'ї у вуликах-лежаках на 20 стандартних рамках (розмір рамки 435×300 мм). Догляд за бджолиними сім'ями обох дослідних груп проводили однаково, згідно з загальноприйнятими методиками [24].

Облік росту бджолиних сімей проводили перед початком досліджень і через кожні 12 днів, враховуючи при цьому кількість запечатаного розплоду (сотень комірок). Для проведення обліку використовували рамку-сітку (розмір квадрата 5×5 см, який містить 100 бджолиних комірок). Силу сімей у вуличках переводили на стандартну рамку (435×300 мм), яка містить близько 300 г бджіл. Яйцєносність бджолиної матки

визначали фотографуванням печатного розплоду з двох боків стільника і на збільшеній фотографії підраховували розплід, а потім суму ділили на 12. Масу новонароджених бджіл визначали на торзійних вагах ВТ-500. Для зручності зважування бджіл поміщали в попередньо зважені конверти з фольги і після зважування із загальної маси віднімали масу конверта. Масу 6-денних личинок визначали так: личинки з комірок стільників діставали шпателем, промивали водою, обсушували і зважували по 10 шт. на аналітичних вагах з точністю до 0,01 мг.

Щоб зменшити затрати часу на підгодівлю, не охолоджувати гнізд у холодні весняні дні та часто турбувати сім'ї бджіл, на 2-й день після обльоту й обліку бджолині сім'ї отримували підгодівлю у вигляді пасти (канді), до складу якої входили: цукрова пудра — 500 г, мед рідкий — 125 г, бджолине обніжжя — 155 г, вода — 30 мл. Перед приготуванням канді бджолине обніжжя замочували 6 год у воді. Бджолині сім'ї контрольної групи отримували таку саму підгодівлю, тільки без додавання бджолиного обніжжя.

Перед роздачею канді у бджолиних сімей дослідної і контрольної груп усі медо-пергові стільники без розплоду було видалено з гнізд і замінено на порожні. Отже, на початку проведення досліджень, перед роздачею вуглеводно-білкового корму всі гнізда бджолосімей були повністю звільнені від запасів білкового корму. Це дало змогу поставити їх в абсолютно однакові початкові умови (повна відсутність корму), а також забезпечити точність результатів подальшого дослідження. Пасту бджолам давали в поліетиленових мішечках, які клали на верхні бруски рамок над гніздом. Для створення умов надходження у гнізда корму кожну наступну його порцію підставляли бджолиним сім'ям відразу після повного поїдання попередньо запропонованої дози корму. Збір бджолиними сім'ями меду визначали зважуванням відкачаного і залишеного бджолам у стільниках. Кількість меду, відібраного від сімей бджіл і залишеного в гніздах, визначали за допомогою пружинного динамометра, віднімаючи від загальної маси масу рамки з порожнім стільником (рамка розміром 435×300 мм із порожнім стільником у середньому важить 500 г).

Отримані дані статистично оброблено за методами варіаційної статистики з перевіркою достовірності результатів.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Для використання бджолиними сім'ями у повному обсязі потенціалу медоносної бази велике значення має здатність бджіл активно розвиватися та набувати на період настання медозбору найвищого рівня розвитку, в результаті чого досягати максимальної продуктивності. Здатність бджолої сім'ї до активного розвитку залежить від її можливостей щодо відтворення, тобто вирощування з наростаючою інтенсивністю нових поколінь бджіл. Ця здатність визначається багатьма чинниками, які є науково доведеними та обґрунтованими. До них зокрема належать репродуктивна здатність матки, фізіологічний стан робочих бджіл, кормове забезпечення (наявність медоносної бази), сила бджолої сім'ї, співвідношення окремих вікових груп комах у гнізді та ін.

Динаміку розвитку бджолиних сімей визначали за результатами вимірювань площ закритого розплоду у контрольній та дослідній групах сімей (табл. 1).

Установлено, що в усі періоди обліку, бджолої сім'ї дослідної групи виростили більше розплоду, ніж контрольні. Наведені результати не мають достовірної різниці ( $P > 0,05$ ) між контрольною та дослідною групами. Упродовж періоду контрольних замірів площ закритого розплоду бджолої сім'ї контрольної групи на відміну від дослідної групи, що отримувала підгодівлю у вигляді канді з бджолиним обніжжям, у середньому виростили на 22,3% менше розплоду, ніж аналогічні бджолої сім'ї дослідної групи.

Наведені результати свідчать, що вуглеводно-білкова підгодівля рано навесні (квітень і перша половина травня) позитивно впливає на кількість вирощеного розплоду.

Найбільший ефект дало застосування вуглеводно-білкової підгодівлі в квітні і на початку травня. У цей період надходження бджолої обніжжя, як правило, обмежене через несприятливі погодні умови та малу кількість у природі квітучих пилконосів. Щодо усього травня, то він може бути охарактеризований як початок головного медозбору з білої акації та коли цвіте вже більшість медоносів і пилконосів.

Слід зазначити про ще один із важливих чинників, отриманих у результаті проведення досліджень, що побічно вплинув на стан сімей дослідної і контрольної груп. Бджолої сім'ї двох груп, що регулярно отримували вуглеводно-білкову підгодівлю протягом усього весняно-літнього періоду, не припиняли розвиток і жодна сім'я не перейшла в ройовий стан.

Такий висновок має велике значення для практичного бджільництва, оскільки роїння бджолиних сімей зменшує виробництво продукції.

Одним із показників життєздатності та нормальної життєдіяльності бджіл є їхня маса. Нами проведено дослідження з визначення впливу вуглеводно-білкового корму на живу масу 6-денних личинок і новонароджених бджіл (табл. 2).

У результаті підгодівлі канді з бджолиним обніжжям сімей дослідної групи жива маса 6-денних личинок становила в середньому  $154,96 \pm 0,60$  мг, що на  $8,61$  мг більше, ніж у контрольній групі ( $146,35 \pm 0,87$  мг). Різниця статистично достовірна ( $P < 0,001$ ).

**1. Динаміка весняного розвитку бджолиних сімей за вуглеводно-білкової підгодівлі ( $M \pm m$ ,  $n=10$ ), квадратів**

Дата обліку	Контрольна група		Дослідна група	
	$M \pm m$	%	$M \pm m$	%
29 березня	$78,5 \pm 2,42$	100	$78,0 \pm 2,40$	100
10 квітня	$118,2 \pm 5,84$	100	$144,2 \pm 5,06$	120,3
22 квітня	$150,8 \pm 5,03$	100	$192,9 \pm 8,77$	127,9
4 травня	$194,5 \pm 9,12$	100	$264,0 \pm 7,64$	135,7
16 травня	$233,8 \pm 10,94$	100	$318,4 \pm 9,76$	136,2

**2. Вплив вуглеводно-білкової підгодівлі на масу личинок і бджіл ( $P < 0,001$ )**

Показник	n	Канді без бджолиного обніжжя (контроль)	Канді+бджолине обніжжя (дослід)
		M ± m	
Маса 6-денних личинок, мг	150	146,35 ± 0,87	154,96 ± 0,60
Жива маса новонароджених бджіл, мг	250	90,45 ± 0,43	93,02 ± 0,59

**3. Стан бджолиних сімей в період підгодівлі ( $M \pm n$ ,  $n=10$ )**

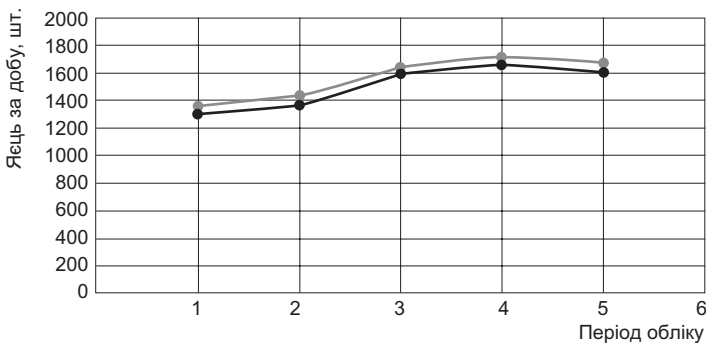
Група сімей	Сила сімей, вуличка	Кількість корму	
		мед, кг	перга, квадратів
<i>22 квітня</i>			
Контрольна	8,5 ± 1,03	7,8 ± 1,32	4,2 ± 2,34
Дослідна	8,5 ± 0,78	7,5 ± 1,09	3,8 ± 2,41
<i>4 травня</i>			
Контрольна	8,6 ± 1,05	10,8 ± 0,85	25,4 ± 3,42
Дослідна	8,9 ± 0,86	9,2 ± 0,81	24,7 ± 2,25
<i>16 травня</i>			
Контрольна	10,1 ± 0,51	14,1 ± 1,35	27,6 ± 1,25
Дослідна	10,5 ± 0,41	19,7 ± 1,06	27,7 ± 3,52

Жива маса новонароджених бджіл сімей контрольної групи становила в середньому 90,45 ± 0,43 мг, водночас маса новонароджених бджіл дослідної групи, що отримували вуглеводно-білкову підгодівлю відповідно, становила 93,02 ± 0,59 мг, що на 2,57 мг більше маси бджіл контрольної групи. Різниця статистично достовірна ( $P < 0,001$ ).

Після вуглеводно-білкової підгодівлі проведено облік сили сімей у групах

і встановлено, що протягом дослідного періоду сила сімей поступово збільшувалась. У результаті кращого розвитку дослідних сімей сила їх порівняно з контролем на кінець експерименту була більшою в середньому на 2,5 вуличка (табл. 3).

За результатами досліджень через 2 тижні після першого обліку сила бджолиних сімей дослідної групи зросла на 5,2%, на 3-тю дату обліку — на 23,5% ( $P \leq 0,001$ ).



**Інтенсивність яйцекладки бджолиних маток:** —●— дослід; —●— контроль



Застосування білково-вуглеводної підгодівлі сприяло збільшенню показників медопродуктивності бджолиних сімей дослідної групи на медозборі. Медозбір бджолиних сімей дослідної групи становив у середньому 19,7 кг товарного меду по сім'ях дослідної групи проти 14,1 кг товарного меду сімей контрольної групи, що на 5,6 кг менше.

Вуглеводно-білкова підгодівля бджіл сприяла підвищенню інтенсивності яйцекладки бджолиних маток (рисунок).

У контрольній групі підвищення цього показника було на рівні 9,9%, у дослідній групі — 20,4%. Тобто введення до складу канді бджолиного обніжжя в період весняного розвитку бджіл підвищувало інтенсивність яйцекладки матки на 11,3% порівняно з контролем. Кількість відкладених маткою яєць за весь дослідний період свідчить про позитивний вплив вуглеводно-білкової підгодівлі на їхню репродуктивну функцію.

## Висновки

Вуглеводно-білкова підгодівля навесні за умов відсутності джерела бджолиного обніжжя відчутно впливає на ріст бджолиних сімей, що дає змогу наростити сильні сім'ї до медозбору. Проте вона має сенс тільки до початку головного медозбору, тобто в умовах, коли бджолине обніжжя надходить до гнізда обмежено. Тому ми рекомендуємо частину бджолиного обніжжя за допомогою пилковловлювачів збирати в період його достатнього надходження в сім'ї, зберігати, а потім готувати з нього білкові суміші і навесні згодувати

бджолам. Використовувати бджолине обніжжя для підгодівлі можна лише суворо за умов відсутності на пасіках інфекційних та інвазійних захворювань бджіл.

Білково-вуглеводна підгодівля бджіл рано навесні сприяє отриманню крупніших личинок, а це, у свою чергу, сприяє отриманню повноцінніших бджіл. Проведені дослідження підтвердили доцільність вуглеводно-білкових підгодівель. Пропонований спосіб простий та ефективний і може бути рекомендований пасічникам для нарощування бджіл навесні під час підготовки до медозбору.

Mishchenko O.<sup>1</sup>, Lytvynenko O.<sup>2</sup>, Afara K.<sup>3</sup>, Kryvoruchko D.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>NSC of the Institute of beekeeping named after P.I. Prokopovich, 19, Akademika Zabolotnoho Str., 03143, Kyiv, Ukraine, <sup>2</sup>National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15, Heroyiv Oborony Str., 03041, Kyiv, Ukraine; e-mail: <sup>1</sup>honey72@i.ua, <sup>2</sup>alesyasandra@ukr.net, <sup>4</sup>dimokmpx@ukr.net; ORCID: <sup>1</sup>0000-0001-9970-8540, <sup>2</sup>0000-0001-6643-2285, <sup>4</sup>0000-0003-1788-6090

### The efficiency of using hydrocarbon-protein feeding for honey bees

**Goal.** To determine the effectiveness of carbohydrate-protein feeding, namely: the impact of protein feed (bee pollination) on the development of bee colonies and physiological parameters of bees in the period of its absence or low level of receipt. **Methods.** Laboratory — to determine the mass of larvae and bees, zootechnical — to account for the growth and strength of the bee family, statistical — for biometric processing of experimental data. Biometric data processing was performed on a PC using MS Excel software. **Results.** The influence of the use of carbohydrate and protein fertilization on the spring growth of bee colonies and their preparation for the effective use of the

honey collection is studied. The expediency of using carbohydrate-protein feeding for the bee colonies to improve the physiological parameters of bees is shown. **Conclusions.** Carbohydrate protein feeding in the spring significantly affects the growth of bee colonies, allowing them to build strong families before the honey harvest. Carbohydrate-protein feeding of bees in early spring promotes the production of larger larvae, which, in turn, contributes to the production of high-grade bees. The proposed method of feeding bee colonies in the spring in the form of a paste (candy), which includes: powdered sugar, liquid honey, bee pollen, water, is a simple and effective one and can be recommended to increase the number of bees in the spring in preparation for honey harvest. The use of carbohydrate-protein feeding helps to increase the honey productivity of bee colonies and increase the intensity of egg-laying of queen bees. However, carbohydrate-protein feeding makes sense only before the start of the main honey harvest, i.e. in the conditions when there is a lack of bee pollen in the nest.

**Key words:** bee family, bee pollination, carbohydrate-protein feeding, bee brood, larva, newborn bees.

**DOI:** <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202103-05>

## Бібліографія

1. Brodschneider R., Crailsheim K. Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*. 2010. V. 41. P. 278–294. doi: 10.1051/apido/2010012
2. Rodney S., Purdy J. Dietary requirement so fin dividuall nectar foragers, and colony-level pollen and nectar consumption: a review to support pesticide exposure assessment for honey bees. *Apidologie*. 2020. V. 51. P. 163–179. doi: 10.1007/s13592-019-00694-9
3. DeGrandi-Hoffman G., Gage S.L., Corby-Harris V. et al. Connecting the nutrient composition of season alpollens with changing nutritional needs of honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies. *J. of Insect Physiology*. 2018. V. 109. P. 114–124. doi: 10.1016/j.jinsphys.2018.07.002
4. Cotter S.C., Simpson S.J., Raubenheimer D., Wilson K. Macronutrient balance mediates trade-offs between immune function and life history traits. *Funct Ecol*. 2011. V. 25. Is. 1. P. 186–198. doi: 10.1111/j.1365-2435.2010.01766.x
5. DeGrandi-Hoffman G., Chen Y., Rivera R. et al. Honey bee colonies provided with natural forage have lower pathogen loads and higher overwinter survival than those fed protein supplements. *Apidologie*. 2016. V. 47(2). P. 186–196. doi: 10.1007/s13592-015-0386-6
6. Watkins de Jong E., DeGrandi-Hoffman G., Chen Y. et al. Effects of diets containing different concentrations of pollen and pollen substitutes on physiology, *Nosema* burden, and virus titers in the honey bee (*Apis mellifera* L.). *Apidologie*. 2019. V. 50. P. 845–858. doi: 10.1007/s13592-019-00695-8
7. Corby-Harris V., Snyder L., Meador C. Fat body lipolysis connects poor nutrition to hypopharyngeal gland degradation in *Apis mellifera*. *J. of Insect Physiology*. 2019. V. 116. P. 1–9. doi: 10.1016/j.jinsphys.2019.04.001
8. Hendriksma H.P., Pachow C.D., Nieh J.C. Effects of essential amino acid supplementation to promote honey bee gland and muscle development in cages and colonies. *J. of Insect Physiology*. 2019. V. 117. P. 103906. doi: 10.1016/j.jinsphys.2019.103906
9. Wright G.E., Nicolson S.W., Shafir S. Nutritional physiology and ecology of honey bees. *Annu. Rev. Entomol*. 2018. V. 63 (1). P. 327–344. doi: 10.1146/annurevento-020117-043423
10. Paiva J.P.L.M., Esposito E., de Moraes Honorato DeSouza G.I. et al. Effects of ensiling on the quality of protein supplements for honey bees *Apis mellifera*. *Apidologie*. 2019. V. 50. P. 414–424. doi: 10.1007/s13592-019-00661-4
11. Corby-Harris V., Snyder L., Meador C., Ayotte T. Honey bee (*Apis mellifera*) nurses do not consume pollens based on their nutritional quality. *PLoS One*. 2018. V. 13(1). P. e0191050. doi: 10.1371/journal.pone.0191050
12. Dussutour A., Simpson S.J. Ant workers die young and colonies collapse when fed a high-protein diet. *Proc. R. Soc. B: Biol. Sci*. 2012. V. 279 (1737). P. 2402–2408. doi: 10.1098/rspb.2012.0051
13. Dolezal A.G., Toth A.L. Feedbacks between nutrition and disease in honey bee health. *Curr. Opin. Insect Sci*. 2018. V. 26. P. 114–119. doi: 10.1016/j.cois.2018.02.006
14. De Souza D.A., Huang M.H., Tarpay D.R. Experimental improvement of honey bee (*Apis mellifera*) queen quality through nutritional and hormonal supplementation. *Apidologie*. 2019. V. 50. P. 14–27. doi: 10.1007/s13592-018-0614-y
15. Lundin O., Ward K.L., Artz D.R. et al. Wildflower Plantings Do Not Compete With Neighboring Almond Orchards for Pollinator Visits. *Environmental Entomology*. 2017. V. 46. P. 559–564. doi: 10.1093/ee/nvx052
16. Morais M.M., Turcatto A.P., Pereira R.A. et al. Protein levels and colony development of Africanized and European honey bees fed natural and artificial diets. *Genet. Mol. Res*. 2013. V. 12 (4). P. 6915–6922. doi: 10.4238/2013.December.19.10
17. Delaplane K.S., Van der Steen J., Guzman E. Standard methods for estimating strength parameters of *Apis mellifera* colonies. In: Dietemann V., Ellis J.D., Neumann P. (Eds.). *The COLOSS BEEBOOK, V. I: standard methods for *Apis mellifera* research*. *J. Apic. Res*. 2013. V. 52. P. 1–12. doi: 10.3896/IBRA.1.52.1.03
18. Carroll M.J., Brown N., Goodall C. et al. Honey bee spreferentially consume freshly-stored pollen. *PLoS One*. 2017. V. 12(4). P. e0175933. doi: 10.1371/journal.pone.0175933
19. Di Pasquale G., Salignon M., Le Conte Y. et al. Influence of pollen nutrition on honey bee health: do pollen quality and diversity matter? *PLoS One*. 2013. V. 8. P. e72016. doi: 10.1371/journal.pone.0072016
20. França T., Ishikawa L., Zorzella-Pezavento S. et al. Impact of malnutrition on immunity and infection. *J. Venom Anim Toxins Incl Trop Dis*. 2009. V. 15. P. 374–390. doi: 10.1590/S1678-91992009000300003
21. Huang Z. Pollen nutrition affects honey bee stress resistance. *Terr. Arthropod Rev*. 2012. V. 5. P. 175–189. doi: 10.1163/187498312X639568
22. Prešern J., Smodiš Škerl M.I. Parameters influencing queen body mass and their importance as determined by machine learning in honey bees. *Apis mellifera carnica*. *Apidologie*. 2019. V. 50. P. 745–757. doi: 10.1007/s13592-019-00683-y
23. Schott M., Bischoff G., Eichner G. et al. Temporal dynamics of whole body residues of the neonicotinoid insecticide imidacloprid in live or dead honey bees. *Sci. Report*. 2017. V. 7. P. 1–10. doi: 10.1038/s41598-017-06259-z
24. Бородачев А.В., Бурмистров А.Н., Касьянов А.И. и др. Методы проведения научно-исследовательских работ в пчеловодстве. Рыбное: НИИП, 2006. С. 4–11.