

ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ФЕДАК ВАСИЛИНА ВАСИЛІВНА

УДК 638.145 (477.7)

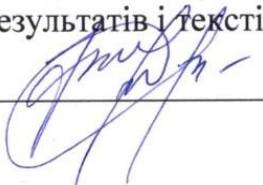
ДИСЕРТАЦІЯ

**ОБГРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРОТЕЇНОВИХ
КОМПОЗИЦІЙ У ГОДІВЛІ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ**

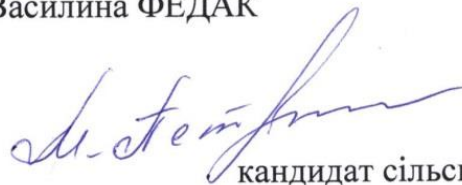
204 – Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва
20 – Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело


Василина ФЕДАК

Науковий керівник:



Мирон ПЕТРИШИН,
кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник

Оброшине – 2024

АНОТАЦІЯ

Федак В. В. Обґрунтування ефективності використання протеїнових композицій у годівлі медоносних бджіл – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю: 204 – Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва (20 – Аграрні науки та продовольство) – Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН. Оброшине, 2024.

Дисертаційна робота присвячена дослідженню питання ефективності використання у годівлі медоносних бджіл кормів із високим вмістом протеїну у вигляді монофлорного обніжжя та їх впливу на тривалість життя бджіл, зміни морфометричних показників жирового тіла, восковидільної та гіпофарингіальної залоз, динаміку яйцекладки маток. Вперше теоретично обґрунтовано доцільність застосування в технологічному процесі годівлі бджіл кормів з високим вмістом протеїну у вигляді монофлорного обніжжя.

Експериментальна частина роботи виконана у відділі бджільництва кафедри технології виробництва та переробки продукції дрібних тварин Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького та на пасіках фермерських господарств Західної України, які у різні роки налічували від 150 до 950 бджолиних сімей.

Вивчено морфологічні особливості будови чоловічих гаметофітів (пилкових зерен) основних сортових медів Західного регіону України. Виявлено, що розмір пилкових зерен залежить від ботанічного походження меду. За розміром їх розділено на три групи. Перша група це дрібні гаметофіти. Їхній розмір коливався в межах до 20 мкм. До цієї групи можна віднести квітковий пилок хрестоцвітих, зокрема ріпаку озимого. У представників другої групи довжина екваторіального діаметра в межах від 21 до 50 мкм. До них належать такі рослини як липа, робінія, соняшник. Третя

група пилоквих зерен має показники довжини понад 50 мкм. До цієї групи можна віднести пилокві зерна з гречки.

Визначено мінімальну кількість пилоквих зерен у медах Західного регіону. Згідно з розрахунками, залежно від видової класифікації рослин, кількість пилоквих зерен у товарних медах коливається в межах від 230 до 2150 шт/г.

Досліджено вплив якості корму на показники гіпобіозу у медоносних бджіл. Нами виявлено той факт, що споживання монофлорного меду призводить до збільшення величини калового навантаження від 20,5 до 91,4 %.

Найменші показники маси ректуму виявлені у контрольній групі, яка споживала цукровий сироп. Порівняно з бджолами, що споживали акацієвий і липовий мед (II і III дослідні групи), у яких виявлено найменшу масу неперетравних решток, маса ректуму в контролі була на 20,5% меншою ($P < 0,001$).

Досліджено хімічний склад монофлорного бджолиного обніжжя. Встановлено, що він залежить від ботанічного походження рослин, з яких бджоли збирають квітковий пилок. Поміж усіх досліджуваних зразків щодо вмісту сирого протеїну, максимальний його вміст виявлено у ріпака озимого (*Brassica napus*) – 26,5 мг/100 г та малини (*Rubus idaeus*) – 22,8 мг/100 г. За вмістом загальних ліпідів найкращі показники виявлено у кульбабовому обніжжі (*Taraxacum*) – 13,0 %.

Досліджено вплив рівня протеїнового забезпечення корму на деякі фізіологічні показники організму медоносних бджіл. Максимальну тривалість життя проявили бджоли, що споживали обніжжя з малини і ріпаку озимого, які характеризуються високим вмістом протеїну. При цьому не виявлено прямої залежності між кількістю протеїну в кормі та тривалістю життя. Так, бджоли, що споживали обніжжя з малини жили довше порівняно з групою бджіл, які мали в раціоні ріпакове обніжжя, хоча кількість протеїну в ріпаковому кормі була більшою. Слід зазначити, що згодовування

змішаного обніжжя забезпечило вищу на 14 % збереженість бджіл за 50 діб досліду у порівнянні з групою, яка отримувала монофлорне обніжжя з найвищим вмістом протеїну (ріпакове).

Досліджено та проаналізовано вплив якості корму на показники розвитку восковидільної залози у медоносних бджіл. Доведено, що споживання бджолиного обніжжя з високим вмістом протеїну супроводжується кращими показниками розвитку структурних елементів жирового тіла: трофоцитів та еноцитів. При цьому виявлено збільшення морфометричних характеристик клітин восковидільної залози. Зокрема, показник площі трофоцитів збільшився на 19 % ($p < 0,001$), висота клітин восковидільних залоз на 39,4–51,7 % ($p < 0,001$). Валове виробництво воску піддослідними сім'ями зросло на 34,1 %.

Доведено, що внаслідок внесення додаткових протеїнових складників корму до раціону сімей-виховательок у вигляді обніжжя гречки виявлено збільшення показників максимального навантаження медового зобика бджіл-годувальниць на 12,9 %, ступінь розвитку глоткових залоз у бджіл дослідних сімей був на 59 %, репродуктивної активності бджолиних маток – на 16,3 % порівняно з контролем.

Проведено порівняльний аналіз ефективності згодовування в якості протеїнових кормів свіжого обніжжя, свіжої і замороженої перги. Встановлено, що найкращі результати були отримані за згодовування замороженої перги. У групі, де згодовували заморожену пергу маса 6-добових личинок і добових бджіл мали найвищі значення і переважали контрольну за цими показниками відповідно на 10,6 і 26,3 %, площа ацинусів глоткової залози була більша, ніж у контролі на 23,4 %, інтенсивність відкладання яєць – на 59,3 %. Перелічені різниці статистично вірогідні ($p < 0,05–0,001$).

Досліджено сезонну динаміку кількості молочнокислих бактерій *Lactobacillus plantarum* у кишковому тракті та їх зв'язок із характером годівлі бджіл. Найбільша кількість цих мікроорганізмів спостерігається у травні –

3,3 Іg КУО/г, а у жовтні вони вже практично відсутні. При застосуванні в технологічному процесі антибіотика групи тетрациклінів повного знищення бактерій не відбулося, встановлено тільки зменшення їх абсолютної кількості.

Розширено дані щодо патогенезу при ураженні маток медоносних бджіл вірусом мішечкуватого розплоду. Досліджено морфологічні показники середнього відділу кишечника у клінічно здорових маток та в особин, уражених вірусною інфекцією. Зокрема, у передньому відділі кишечника маток, уражених вірусом мішечкуватого розплоду виявлено на 12 % збільшення довжини складки порівняно з показниками здорових особин. У медіальному відділі середньої кишки виявлено аналогічне збільшення порівняно зі здоровими особинами: довжина складок є вірогідно збільшена на 11 % ($p < 0,01$). Зовсім інша ситуація спостерігалася в задній частині середньої кишки. Максимальна довжина складки не перевищувала позначки 14,76 мкм. Причому, у більшості випадків, виявлено некробіотичні вогнища ураження слизової оболонки.

При підрахунку економічної ефективності доведено, що впровадження запропонованих способів годівлі медоносних бджіл знижує собівартість 1 умовної медової одиниці на 16,4 %, а рентабельність виробництва підвищується на 13,8 %.

Практичне значення результатів досліджень. Результати дисертаційної роботи сприяють удосконаленню технології виробництва продукції бджільництва: меду та бджолиного обніжжя. Запропоновано спосіб годівлі бджолиних сімей з метою покращення фізіологічних показників розвитку на всіх етапах онтогенезу. Використання корму з високим вмістом протеїну для бджіл сприяє зниженню собівартості 1 умовної медової одиниці на 16,4 % та підвищенню рентабельності виробництва на 13,8 %. На підставі одержаних та апробованих результатів власних досліджень розроблено рекомендації, які спрямовані на ефективне використання протеїнових кормів у годівлі медоносних бджіл. При цьому окремі положення дисертаційної

роботи впроваджені у навчальний процес Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького при підготовці фахівців зі спеціальності 204 «Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва».

Ключові слова: медоносні бджоли, годівля, мед, пилковий аналіз, бджолине обніжжя, перга, хімічний склад, тривалість життя бджіл, восковидільна залоза, розплід, личинки, продуктивність, жирні кислоти, тканини, мембрана, матка, яйцекладка, економічна ефективність.

ANNOTATION

Fedak V. V. Substantiation of the effectiveness of the use of protein compositions in feeding honey bees – Qualification scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in speciality: 204 - technology of production and processing of livestock products (20 - Agrarian sciences and food). Institute of Agriculture of the Carpathian region NAAS. Obroshyne, 2024.

The dissertation is devoted to the study of the effectiveness of the use of high-protein feeds in the form of monofloral clippings in the feeding of honey bees and their impact on the life expectancy of bees, changes in the morphometric parameters of the fat body, wax and hypopharyngeal glands, and the dynamics of queen oviposition. For the first time, the expediency of using high-protein feed in the technological process of feeding bees in the form of monofloral pollen was theoretically substantiated.

The experimental part of the study was carried out in the Department of Small Animal Production and Processing Technology of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biology, named after S.Z. Gzhyskyi and in

the apiaries of farms in Western Ukraine, which in different years numbered from 150 to 950 bee families.

The morphological features of the structure of male gametophytes (pollen grains) of the main varietal honey of the Western region of Ukraine were studied. It was found that the size of pollen grains depends on the botanical origin of honey. According to their size, they are divided into three groups. The first group includes small gametophytes. Their size ranged up to 20 microns. This group consists of the pollen of cruciferous plants, in particular winter rape. Representatives of the second group have an equatorial diameter ranging from 21 to 50 μm . They include such plants as linden, robinia, and sunflower. The third group of pollen grains has a length of more than 50 μm . This group contains pollen grains from buckwheat.

The minimum number of pollen grains in honey from the Western region was determined. According to the calculations, depending on the species classification of plants, the number of pollen grains in commercial honey ranges from 230 to 2150 pcs/g.

The influence of feed quality on hypobiosis indicators in honey bees was studied. We found that the consumption of monofloral honey leads to an increase in faecal load from 20.5 to 91.4 %.

The lowest values of rectum weight were found in the control group that consumed sugar syrup. Compared to bees consuming acacia and linden honey (experimental groups II and III), which had the lowest mass of indigestible residues, the weight of the rectum in the control group was 20.5% lower ($P < 0.001$).

The chemical composition of monofloral bee pollen was studied. It was found that it depends on the botanical origin of plants from which bees collect pollen. Among all the samples analysed, the highest crude protein content was found in winter rape (*Brassica napus*) (26.5 mg/100g) and raspberry (*Rúbus idáeus*) (22.8 mg/100g). Regarding total lipid content, the best results were found in dandelion stalks (*Taráxacum*) - 13.0%.

It investigated how the protein level in the feed affects some physiological parameters of honey bees. Bees consuming raspberry and winter rape tops, which are characterised by a high protein content, showed the longest life expectancy. At the same time, there was no direct correlation between the amount of protein in the feed and life expectancy. For example, bees that consumed raspberry pollen lived longer compared to a group of bees that had rapeseed pollen in their diet, although the amount of protein in rapeseed feed was higher. It should be noted that feeding mixed forage ensured a 14% higher bee survival rate over 50 days of the experiment compared to the group receiving monoflora forage with the highest protein content (rapeseed).

The influence of feed quality on the development of the wax gland in honey bees was investigated and analysed. It has been proved that the consumption of bee pollen with a high protein content is accompanied by better indicators of the development of structural elements of the fat body: trophocytes and oenocytes. At the same time, an increase in the morphometric characteristics of the wax gland cells was found. In particular, the trophocyte area increased by 19% ($p < 0.001$), and the height of the wax gland cells by 39.4-51.7% ($p < 0.001$). Gross wax production by the experimental families increased by 34.1%.

It has been proved that the introduction of additional protein components of feed into the diet of the nurse families in the form of buckwheat stalks resulted in a 12.9% increase in the maximum load of the honey gland of the nurse bees, a 59% increase in the degree of development of the pharyngeal glands in the bees of the experimental families, and a 16.3% increase in the reproductive activity of beequeens compared to the control.

A comparative analysis of the effectiveness of feeding fresh stubble and fresh and frozen pergas as protein feed was carried out. It was found that the best results were obtained by feeding frozen perg. In the group fed with frozen perg, the weight of 6-day-old larvae and day-old bees had the highest values and exceeded the control group by 10.6 and 26.3%, respectively, and the area of pharyngeal gland acini was 23.4% larger than in the control group, and the egg-laying

intensity was 59.3% higher. These differences are statistically significant ($p < 0.05 - 0.001$).

The seasonal dynamics of the number of lactic acid bacteria *Lactobacillus plantarum* in the intestinal tract and their relationship with the nature of bee feeding were studied. The highest number of these microorganisms is observed in May - 3.3 lgCFU/g; in October, they are practically absent. Using a tetracycline antibiotic in the technological process did not destroy the bacteria; only a decrease in their absolute number was found.

The data on the pathogenesis of honey bee queen infection with the sacbrood virus have been expanded. The morphological parameters of the middle intestine in clinically healthy queens and individuals affected by viral infection were studied. In particular, in the anterior intestine of queens affected by the sacbrood virus, a 12% increase in the fold length was found compared to healthy individuals. In the medial part of the midgut, a similar increase was found compared to healthy individuals: the size of the folds was significantly increased by 11% ($P < 0.01$). A completely different situation was observed in the posterior part of the midgut. The maximum fold length did not exceed 14.76 μm . Moreover, in most cases, non-necrobiotic foci of mucosal lesions were detected.

When calculating the economic efficiency, it was proved that introducing the proposed methods of feeding honey bees reduces the cost of 1 conventional honey unit by 16.4 %, and the profitability of production increases by 13.8 %.

Practical significance of the research results. The results of the dissertation contribute to improving the technology of beekeeping products production: honey and bee pollen. A method of feeding bee colonies to improve physiological indicators of development at all stages of ontogeny has been proposed. Using feed with a high protein content for bees helps reduce the cost of 1 conventional honey unit by 16.4 % and increase the profitability of production by 13.8 %. Based on our research's obtained and tested results, we have developed recommendations for the efficient use of protein feed in honey bee feeding. At the same time, specific provisions of the thesis have been implemented in the Lviv National University of

Veterinary Medicine and Biotechnology educational process named after S.Z. Hzhyskyi trains specialists in the speciality 204 Technology of production and processing of livestock products'.

Key words: honey bees, feeding, honey, pollen analysis, bee pollen, perg, chemical composition, bee life expectancy, wax gland, brood, larvae, productivity, fatty acids, tissues, membrane, bee queens, oviposition, economic efficiency.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових виданнях, включених до переліку фахових видань

України:

1. Метаболізм мангану в організмі медоносної бджоли (*Apis mellifera*.) на різних періодах онтогенезу / Ю. В. Ковальський, **В. В. Федак**, Л. М. Ковальська, П. І. Головач, А. Й. Дружб'як *Наук. вісник ЛНУВМ та БТ імені С. З. Гжицького*. 2020. Т. 22. С. 74–78. <http://dx.doi.org/10.32718/nvlvet-a9313> (Здобувачем виконано експериментальну частину, проаналізовано результати досліджень та сформовано висновки).
2. Профілактика порушень травлення у медоносних бджіл / Ю. В. Ковальський, **В. В. Федак**, Л. М. Ковальська, А. Й. Дружб'як, Я. М. Вовкун *Наук. вісник ЛНУВМ та БТ імені С. З. Гжицького*. 2021. Т. 23. С. 61–64. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9412> (Здобувачем виконано експериментальну частину, проаналізовано результати досліджень та сформовано висновки).
3. Structure of the Midgut of the Queen Bee *Apis mellifera* L. Naturally Infected with *Sacbrood virus* (SBV) / Y. Kovalskiy, **V. Fedak**, L. Kovalska, A. Druzhbiak *Animal and Veterinary Sciences*. 2021. Vol. 9. P. 73–79. <https://doi.org/10.11648/j.av.s.20210903.15> (Здобувачем виконано експериментальну частину, проаналізовано результати досліджень та сформовано висновки).

4. Вплив якості корму на розвиток і продуктивність бджолиних маток / Ю. В. Ковальський, Б. В. Гутий, **В. В. Федак**, Л. М. Ковальська *Наук. вісник ЛНУВМ та БТ імені С. З. Гжицького*. 2021. Т. 23. С. 71–75 <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9510> (Здобувачем виконано експериментальну частину, проаналізовано результати досліджень та сформовано висновки).

5. **Федак В.** Особливості патогенезу при мішечкуватому розплоді медоносних бджіл (*Apis Mellifera L.*). *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького*. 2022. Т. 24. С. 118–125. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9616> (Здобувачем виконано експериментальну частину, проаналізовано результати досліджень та сформовано висновки).

6. Вплив гетерозису на медову продуктивність карпатських бджіл / Ю. В. Ковальський, **В. В. Федак**, Л. М. Ковальська, А. Й. Дружб'як, Я. М. Вовкун *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького*. 2022. Т. 25. С. 148-152. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9621> (Здобувачем виконано експериментальну частину, проаналізовано результати досліджень та сформовано висновки).

7. **Федак В.** Вплив якості корму на показники розвитку восковидільної залози у медоносних бджіл (*Apis Mellifera L.*). *Бджільництво України*. 2022. Т. 1. С. 109–113. <https://doi.org/10.46913/beekeepingjournal.2022.9.15> (Здобувачем виконано експериментальну частину, проаналізовано результати досліджень та сформовано висновки).

Наукові праці, які засвідчують апробацію результатів дисертації:

8. Ковальський Ю., **Федак В.**, Ковальська Л. Показники безпечності якісного меду. Priority directions of science and technology development. Proceedings of X International Scientific and Practical Conference. Kyiv,. 2021. P. 24–29. <https://sci-conf.com.ua/x-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-priority-directions-of-science-and-technology-development-13-15-iyunya-2021-goda-kiev-ukraina-arhiv/> (Здобувач виконала дослідження, проаналізувала отримані результати).

9. **Федак В. В.** Економічна ефективність використання протеїнових композицій у годівлі медоносних бджіл. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Пріоритетні напрями наукового забезпечення виробництва продукції тваринництва у Карпатському регіоні для подолання викликів, пов'язаних з воєнним станом» (с. Оброшине, 25 червня 2024 р.). Оброшине, 2024. С.150-151 (*Здобувач виконала дослідження, проаналізувала отримані результати*).

ЗМІСТ

	Стор.
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ....	15
ВСТУП	16
РОЗДІЛ 1_ОСОБЛИВОСТІ ГОДІВЛІ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ, КОРМИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ БДЖОЛИНИХ СІМЕЙ_(огляд наукової літератури)	21
1.1 Біологічні особливості годівлі медоносних бджіл	21
1.2 Технологічні особливості годівлі медоносних бджіл	24
1.3 Поживність корму медоносних бджіл та фактори, що її визначають	29
1.4 Вплив складу раціону на показники росту і розвитку медоносних бджіл	31
1.5 Протеїнова годівля медоносних бджіл	33
1.6 Значення і результати використання бджолиного обніжжя у годівлі бджіл	35
РОЗДІЛ 2_УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	40
2.1 Умови та схема проведення досліджень.....	40
2.2 Методи досліджень	42
РОЗДІЛ 3 ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРОТЕЇНОВИХ КОМПОЗИЦІЙ У ГОДІВЛІ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ	58
3.1 Паліноморфологічний аналіз медів Західного регіону України	58
3.2. Пилковий аналіз вмісту ректуму медоносних бджіл	66
3.3 Дослідження вмісту сирого протеїну і загальних ліпідів у бджолиному обніжжі різних видів ентомофільних рослин.....	70

3.4 Визначення тривалості життя медоносних бджіл при споживанні бджолиного обніжжя	74
3.5 Вплив якості корму на показники розвитку восковидільної залози у медоносних бджіл (<i>Apis mellifera</i> L.).....	81
3.6 Вплив якості корму на розвиток бджіл-годувальниць і продуктивність бджолиних маток.....	90
3.7 Вплив різних видів протеїнової підгодівлі на показники росту та розвитку медоносних бджіл	95
3.8 Дослідження динаміки кишечної мікробіоти медоносних бджіл	106
3.9 Особливості патогенезу при мішечкуватому розплоді у медоносних бджіл (<i>Apis mellifera</i> L.)	112
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ	
ПРОТЕЇНОВИХ КОМПОЗИЦІЙ У ГОДІВЛІ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ.....	129
ВИСНОВКИ.....	133
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	135
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	136
ДОДАТКИ.....	164

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

БАР – біологічно активні речовини

ГМФ – гідроксиметилфурфурол

Мкг – мікрограм, одиниця маси, мільйонна частка (1/1,000,000) грама (1×10^{-6})

Мкл - мікролітр, одиниця вимірювання об'єму 1 кубічний міліметр.

ПЖК - поліненасичені жирні кислоти

КУО – колонієутворююча одиниця, кількість мікробів у зразку

ppm – одиниця вимірювання концентрації, одна мільйонна частка

pH - Водневий показник, ступінь кислотності або лужності розчину

lg – логарифм

M – середнє арифметичне значення досліджуваного показника

m – помилка середнього арифметичного

n – величина вибірки

p – значення імовірності

ВСТУП

Україна є одним із значних світових експортерів меду. Експорт українського меду в 2023 році становив майже 55 тис. т загальною вартістю \$121 млн., що є суттєвим внеском у формування валового національного продукту. За обсягами продажів продукту за кордон країна посіла п'яте місце після Китаю, Індії, Аргентини та В'єтнаму. Виходячи з цього, важливість наукових досліджень, пов'язаних із удосконаленням технологічних прийомів виробництва продукції бджільництва відповідної якості та збереження здоров'я і благополуччя бджолиних сімей не викликає сумнівів.

Актуальність теми. Споживання кормів бджолами вузькоспеціалізоване. Як правило, основу раціону становить нектар, квітковий пилок і вода. Тому бджільництво у значній мірі залежить від наявності медоносних ресурсів. Повноцінна годівля є запорукою росту і розвитку бджолиної сім'ї. Медоносні бджоли, як правило, збирають суміші пилку багатьох різних видів [116], які підтримують збалансоване та різноманітне харчування. За хімічним складом цей пилок різний і залежить від виду рослин [16]. Сучасне рільництво з інтенсивним веденням сільського господарства характеризується наявністю монокультур. Тому сім'ї, які використовуються для запилення, стикаються з проблемою надходження у гніздо монофлорного пилку. При цьому в організм не надходять необхідні поживні речовини, які потрібні для нормальних обмінних процесів [31]. У такому випадку можливе виникнення стресу, який може бути причиною високої смертності бджолиних сімей [203]. Відомо, що раціон з монофлорним квітковим пилом поступається за ефективністю змішаному [242]. Компенсувати нестачу життєво необхідних нутрієнтів, у тому числі амінокислот, можливо за рахунок уведення в раціон бджолиного обніжжя з високим вмістом протеїну. Однак, малодослідженим залишається питання впливу монофлорного квіткового пилку на ріст і розвиток як окремих тканин, так і організму в цілому. Тому дослідження, пов'язані з виявленням оптимальної технології застосування протеїнових композицій в живленні

медоносних бджіл є актуальними і мають як наукове, так і практичне значення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами.

Робота є складовою частиною досліджень, виконаних у Львівському національному університеті ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького згідно з тематичним планом кафедри технології виробництва і переробки продукції дрібних тварин за темою «Дослідження факторів, що впливають на показники резистентності, відтворення та продуктивності тварин», № держ. реєстрації: 0121U110269.

Мета і завдання дослідження. Дослідити особливості використання у годівлі медоносних бджіл під час інтенсивного розвитку протеїнових кормів у вигляді моно- і поліфлорного обніжжя та їх вплив на продуктивність бджолиних сімей.

Для досягнення мети було поставлено такі завдання:

- теоретично обґрунтувати доцільність застосування в технологічному процесі годівлі бджіл кормів з високим вмістом протеїну у вигляді монофлорного обніжжя;
- здійснити паліноморфологічний аналіз медів Західного регіону України;
- визначити хімічний склад деяких видів бджолиного обніжжя;
- дослідити вплив якості корму на показники розвитку глоткової та воскової залоз у медоносних бджіл;
- визначити технологічні особливості годівлі сімей-виховательок кормами з високим вмістом протеїну;
- визначити тривалість життя медоносних бджіл за споживання різних монофлорних дієт;
- дослідити динаміку чисельності молочнокислих бактерій в кишковому тракті медоносних бджіл за впливу ксенобіотика та сезонних факторів;

- дослідити особливості будови середньої кишки медоносних бджіл в нормі та при інфікуванні вірусом мішечкуватого розплоду;
- запропонувати способи корекції технологічних процесів з метою корекції обмінних процесів в організмі медоносних бджіл для інтенсивного росту і розвитку бджолиних сімей.

Об'єкт дослідження – технологія використання у годівлі медоносних бджіл кормів з високим вмістом протеїну, динаміка морфологічних та фізіологічних показників, тривалості життя бджіл та репродуктивна здатність маток за використання різних монофлорних дієт.

Предмет досліджень – дослідження гаметофітів товарних медів Західного регіону України, вміст протеїну та загальних ліпідів у окремих видах монофлорного обніжжя, морфометричні показники середньої кишки, восковидільної та глоткової залози, інтенсивність яйцекладки матки, рівень продуктивності.

Методи досліджень: Фізіолого-біохімічні (визначення кількісного вмісту протеїну та загальних ліпідів монофлорного обніжжя), морфометричні (дослідження структурно-функціональних особливостей клітин восковидільної та гіпофарингіальної залози середньої кишки), зоотехнічні (вивчення прийомів збільшення інтенсивності яйцекладки матки), хронометражно-облікові (контроль тривалості життя бджіл), статистичні (біометрична обробка матеріалів досліджень), економічні (економічна ефективність використання результатів досліджень).

Наукова новизна одержаних результатів. У результаті проведених досліджень отримано нові, науково-обґрунтовані результати щодо годівлі бджіл кормами з високим вмістом протеїну. Уперше досліджено хімічний склад деяких видів бджолиного обніжжя в умовах Західного регіону України. Доведено позитивний ефект згодовування ріпакового обніжжя при додатковому введенні його у раціон весною. Сформульовано принципи морфофункціонального зв'язку між структурними особливостями будови жирового тіла та восковидільної залози. Доведено, що споживання

бджолиного обніжжя супроводжується кращими показниками розвитку структурних елементів жирового тіла: трофоцитів та еноцитів. Досліджено вплив замороженої перги на розвиток медоносних бджіл в онтогенезі. Доведено позитивний ефект від використання її у живленні бджіл на морфометричні показники ацинусів глоткової залози, масу 6-добових личинок та інтенсивність яйцекладки матки. Досліджено взаємозв'язок між кількістю молочнокислих бактерій у кишковому тракті та застосуванням у технологічному процесі антибіотиків групи тетрациклінів.

Практичне значення. Результати дисертаційної роботи сприяють удосконаленню технології виробництва продукції бджільництва: меду та бджолиного обніжжя. Запропоновано спосіб годівлі бджолиних сімей з метою покращення фізіологічних показників розвитку на всіх етапах онтогенезу. Використання корму з високим вмістом протеїну для бджіл сприяє зниженню собівартості 1 умовної медової одиниці на 16,4 % та підвищення рентабельності виробництва на 13,8%. На основі одержаних та апробованих результатів власних досліджень розроблено рекомендації, які спрямовані на ефективне використання протеїнових кормів у годівлі медоносних бджіл. При цьому окремі положення дисертаційної роботи впроваджені у навчальний процес Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького при підготовці фахівців зі спеціальності 204 «Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва».

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота виконана здобувачкою самостійно з науково-методичною допомогою наукового керівника. Здобувачка особисто підготувала обґрунтування теми, сформулювала мету та завдання дисертаційної роботи, опрацювала літературу та виконала експериментальну частину роботи, здійснила аналіз одержаних результатів. Апробовано дослідження у господарствах медово-товарного та розплідницького напрямку спеціалізації. У працях, опублікованих у фахових виданнях використано лише особисті результати.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи висвітлені у доповідях на засіданнях кафедри «Технології виробництва і переробки продукції дрібних тварин» Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, на звітних атестаціях аспірантів Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (Оброшино 2023-2024).
Результати дисертаційних досліджень висвітлені в матеріалах:

Міжнародної конференції «Priority directions of science and technology development». Київ, 2021. Р. 24–29.

Міжнародної науково-практичної конференції «Пріоритетні напрями наукового забезпечення виробництва продукції тваринництва у Карпатському регіоні для подолання викликів, пов'язаних з воєнним станом» (с. Оброшине, 25 червня 2024 р.). Оброшине, 2024. С. 150-151.

Публікації. За матеріалами досліджень опубліковано 9 публікацій, у тому числі 6 статей у фахових виданнях, затверджених МОН України, одна в зарубіжному виданні, 2 публікації апробаційного характеру.

Обсяг і структура дисертації. Дисертація викладена на 169 сторінці комп'ютерного тексту, складається із вступу, основної частини (чотири розділи), висновків і пропозицій виробництву, списку використаних джерел літератури та додатків. Робота містить 17 таблиць, 19 рисунків. Список використаних джерел містить 278 найменувань, у тому числі 213 латиницею.

РОЗДІЛ 1

ОСОБЛИВОСТІ ГОДІВЛІ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ, КОРМИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ БДЖОЛИНИХ СІМЕЙ

(огляд наукової літератури)

1.1 Біологічні особливості годівлі медоносних бджіл

У медоносних бджіл виявлено вузькоспеціалізований тип живлення [244, 249-251, 258, 259, 261, 263]. Зокрема відомо, що вони споживають продукти рослинного походження. До цих кормів відноситься квітковий пилок, нектар та вода [59, 135, 170]. Ці корми бджоли заготовляють протягом активного періоду. Коли настає період гіпобіозу, бджолина родина використовує зібрані запаси. Тому інтенсивність споживання корму залежить від багатьох факторів [242].

Максимальна інтенсивність і споживання виявлено у період, коли у гнізді присутня найбільша кількість розплоду [136, 138]. Тому цей період припадає на час, коли матки відзначаються максимальною яйцевою продуктивністю. Як правило, на пасіці медово-товарного напрямку продуктивності цей період припадає на третю декаду травня. Однак він у значній мірі залежить від умов зовнішнього середовища і зокрема від температурного чинника. Поряд з цим у цей час у вулику наявна велика кількість розплоду. Європейській бджолі притаманний пік розвитку у літні місяці. Для підтримання сталого гемостазу в середині гнізда бджолина сім'я виконує значний об'єм роботи. За умов відсутності розплоду споживання меду і перги є мінімальним. Протягом року бджолина сім'я середньої сили споживає 80–90 кг меду та 20–25 кг перги. Процес переробки нектару у мед здійснюють також бджоли і починається він за межами вулика.

Основними споживачами вуглеводних запасів вважаються личинки усіх стадій [16]. Імагінальна стадія розвитку також потребує споживання меду, без якого вони прожити не можуть. Зокрема відомі випадки, коли бджоли в період роїння покидають материнське гніздо з повними зобиками меду. При побудові

нового гнізда вони будуть використовувати саме ці запаси [49]. У перші три доби личинкової стадії фізіологія живлення здійснюється за рахунок продукування спеціального секрету, який називається маточне молочко. Маточне молочко секретують залозисті клітини гіпофарингіальної та мандибулярної залоз [171]. Ці залози присутні у всіх представників бджолої сім'ї, однак молочко продукують виключно робочі бджоли. На четверту добу личинкової стадії склад їхнього корму змінюється. Вуликові бджоли до раціону починають додавати мед та пергу. Такий корм прийнято називати «кашка» [41]. При цьому маса личинок зростає у сотні разів. Живлення личинок відбувається виключно до стадії передлялечки [256]. Після запечаткування комірок їх годівля фізично стає неможливою. Однак такий режим живлення є характерний лише для личинок, з яких будуть виходити робочі бджоли та трутні. На відміну від них, маточні личинки споживають протягом стадії личинки виключно маточне молочко. Щоправда, його хімічний склад протягом цього періоду змінюється. І така годівля також відбувається до періоду запечаткування маточника. Склад маточного молочка протягом року залишається практично незмінним.

Наукова література висвітлює безліч даних про те, що основним джерелом протеїнів, жирів і інших речовин для організму бджіл є квітковий пилок [73].

Квітковий пилок – це чоловічі статеві клітини рослин. До анатомічних особливостей будови медоносних бджіл належать пристосування за допомогою яких бджоли його збирають, формуючи при цьому обніжжя [86]. Збираючи квітковий пилок льотні бджоли приносять його у вулик, де вуликові бджоли складають його в комірки, утрамбовуючи його. В кожній чарунці відбувається утворення нового продукту, який прийнято називати перга. У процесі його формування до пилку бджоли додають нектар та виділення слинних залоз. Тому за хімічним складом перга відрізняється від бджолового обніжжя. Особини бджолої сім'ї використовують пергу для здійснення нормальної життєдіяльності [157, 163].

Згідно даних деяких авторів личинки 4–6 добового віку вважаються основними споживачами перги [90]. У розрахункових дослідках показано, що бджолина сім'я використовує 1500 г перги середньої якості для того, щоб вигодувати 1 кг бджіл від стадії личинки до імаго. Прийнято вважати, що для вирощування трьох личинок використовується одна комірка з пергою. При огляді гнізда весною можна зауважити, що депонування запасів перги відбувається у зоні розміщення розплоду [118]. Як правило, у вертикальних вуликах таке явище спостерігається у нижньому корпусі. У горизонтальних вуликах перга збирається бджолами на крайніх стільниках, особливо поблизу льотка.

Але у житті бджіл є періоди, коли у гніздо потрапляє недостатня кількість протеїнового корму. Надходження недостатньої кількості протеїнів призводить до того, що в організмі не відбувається продукування воску. При цьому бджоли не будують стільники. Тому процес восковиділення пов'язаний зі значною витратою протеїнів організму. Зокрема, для продукування воску медоносні бджоли витрачають протеїну у 4 рази більше, порівняно з витратою при вирощуванні розплоду.

Крім воскових, від нестачі перги страждають слинні залози [124]. Зокрема, в організмі бджіл виявлено менш розвинені глоткові залози, які відповідальні за синтез маточого молочка [102, 141]. У дослідженнях показано, що бджоли, які отримували недостатню кількість протеїну, порівняно з контролем мали менші показники тривалості життя. При цьому їхня маса також була меншою [122, 125, 126].

Зменшення кількості протеїну в організмі особливо небезпечно у медоносних бджіл, уражених хворобами різної етіології [79]. У личинок 4,5–6,0-добового віку, яких навмисно недогодовували, виявлено менші не тільки маса і розміри тіла, але і вміст жиру та азоту порівнянно з контролем [69].

Дослідженнями підтверджено, що для вирощування 1 кг особин, бджолина сім'я споживає 0,9–1,5 кг перги [12].

У бджільницькій практиці відомі періоди, коли внаслідок несприятливих кліматичних умов було виявлено дефіцит пилку в природі. Зустрічається явище недостатнього надходження квіткового пилку внаслідок екстенсивного способу утримання бджолиних сімей. При цьому на одному точку нараховують сотні бджолиних сімей [14].

Доведено, що вирощування личинок можливе і за повної відсутності перги. Таке явище з фізіологічної точки зору не може бути виправданим, оскільки забезпечення протеїнами відбувається за рахунок резервів власного організму. І цей період не може тривати більше як два тижні [141].

Про особливість протеїнового живлення повідомляють автори, які досліджували його вплив при вирощуванні маток. Маточна личинка протягом усього періоду споживає виключно маточне молочко [244]. Як зазначалось, слинні залози не синтезують його у достатній кількості при незбалансованому раціоні.

Додавання протеїнових добавок до корму сприяє розвитку бджолиної сім'ї в цілому [48].

Тому для оптимального перебігу обмінних процесів в організмі медоносних бджіл, сім'я повинна бути забезпечена високопротеїновими кормами. Таким кормом для бджіл є квітковий пилок.

1.2 Технологічні особливості годівлі медоносних бджіл

Значною проблемою у дослідженні технології годівлі є складання чітких хімічно визначених раціонів для сімей [150–153, 253] і личинок, вирощених у лабораторних умовах. Ці дієти залишаються недостатньо вивченими.

Медоносні бджоли отримують ліпіди виключно з пилку, а вміст ліпідів у пилку різних видів коливається від 0,8% до 18,9% [234]. Важливість ліпідів як атрактантів у пилку була розглянута раніше. Деякі автори повідомляють, що при використанні олії, яку часто додають до раціону зі штучним протеїном, бджоли вирощували більше розплоду, коли до їхнього раціону

додавали 2–4 % ліпідних екстрактів пилку [253]. Ліпіди в основному метаболізуються на стадії розплоду медоносних бджіл і розглядаються як важливе джерело енергії та попередники для подальшого біосинтезу [95]. Стерини, що містяться в пилку, необхідні медоносним бджолам для перетворення фітостерину в 24-метиленхолестерин (основний стерин медоносних бджіл), ситостерин та ізофукостерин. Вони не можуть перетворювати фітостерини в холестерин. Було продемонстровано, що дієти, що містять 0,1 % холестерину або 24-метиленхолестеролу, сприяли виживанню бджіл і виробництву розплоду, хоча медоносні бджоли також вирощували невелику кількість розплоду без будь-яких харчових стеролів [253]. Незалежно від стеролів, присутніх в раціоні бджіл, бджоли мають унікальну здатність вибірково переносити стерини до личинок через корм для розплоду, а отже підтримувати досить постійний рівень 24-метиленхолестеролу. Це може призвести до виснаження резервів ендогенних стеролів в організмі бджіл. Дослідники підтвердили зв'язок між станом харчування та поведінкою бджіл, які мають високі запаси ліпідів у черевній порожнині, що виснажуються до початку добування їжі [270]. Інші автори перевірили вплив пилку з низьким вмістом ліпідів на довговічність медоносних бджіл. Вони виявили зменшення тривалості життя бджіл, які харчувалися пилком з концентрацією олеїнової кислоти понад 2% [270].

Крім протеїнів і ліпідів в раціоні бджіл повинні бути інші біологічно активні речовини. Зокрема, водорозчинні вітаміни, на відміну від жиророзчинних, поширені в пилку, але вміст вітаміну С, наприклад, змінюється протягом сезону, залежно від різних квіткових джерел [234]. Не було виявлено жодного зв'язку між рівнем вітаміну С у пилку та вирощуванням розплоду [253]. Поряд з цим, передлялечки, вирощені бджолами, які були обмежені вітаміном С, містили близький рівень вітаміну С, як і ті, які вирощені бджолами, яких годували вітаміном С [155]. Тому вважається, що медоносні бджоли (або їх симбіотичні мікроорганізми) здатні синтезувати вітамін С. І навпаки, наявність піридоксину в раціоні сімей є

важливим для розвитку личинок. Бджоли здатні вирощувати розплід лише тоді, коли їм згодовували дієту, яка містила 4 мг піридоксину на 500 г корму. Для вирощування однієї личинки до закритої стадії потрібно 5,4 мкг піридоксину. Суміш жиророзчинних вітамінів А, D, Е і К в раціоні істотно покращує кількість виробленого розплоду, хоча ці вітаміни не вважаються незамінними [153, 253]. Аналогічний результат був отриманий, коли в раціон додавали окремо тільки вітаміни А або К.

Медоносні бджоли отримують неорганічні елементи переважно з пилку. Бджоли, вирощені під час дефіциту пилку, містять подібну кількість більшості мінералів, порівняно з бджолами, вирощеними за сприятливих аліментарних умов [209]. Це говорить про те, що інші важливі джерела мінералів бджоли отримують внаслідок споживання нектару. Вирощування розплоду значно збільшилося при додаванні 1 % пилкової золи до синтетичної дієти, але дози, що перевищують 2 %, виявилися недоцільними. Автори рекомендували склад раціону, який містить 1000 ppm (мг/кг) Калію, 500 ppm Кальцію, 300 ppm Магнію та 50 ppm Натрію, Цинку, Марганцю, Заліза та Міді [152].

Надзвичайно тривалі безвзяткові періоди та недостатнє забезпечення вуглеводами після збору меду роблять голодування однією з найпоширеніших причин зимової смертності бджолиних сімей [90-92, 249]. Це добре відомий факт в житті сімей і бджолярі зобов'язані уникати таких випадків. Голод негативно впливає на розвиток і поведінку медоносних бджіл. Паразити, які також посилюють харчовий стрес медоносних бджіл, можуть посилити ефект голодування. І навпаки, у голодуючих сім'ях посилюється харчовий стрес, викликаний паразитами. Бджоли, які заражені *Nosema ceranae* демонструють підвищений рівень голоду та зміни трофалактичної поведінки [79, 201]. Нижчий енергетичний стан, викликаний паразитом, зменшує виживання бджіл у голодуючих сім'ях [76, 196]. Також відомо, що інший вид паразитів, *Varroa destructor*, зменшує здатність

нагромадження вітелогеніну у заражених робочих бджіл і має серйозний вплив на їх здатність до зимівлі [70].

Медоносні бджоли, як правило, збирають суміші пилку багатьох видів рослин [116, 208] і таким чином підтримують збалансоване та різноманітне харчування. Сім'ї, які використовуються для запилення в сільськогосподарських районах, стикаються з проблемою надходження у гніздо монофлорного пилку. При цьому в їх організм надходить менше необхідних поживних речовин для нормальних обмінних процесів. Лише кілька однорідних пилкових дієт, таких як конюшина або гірчиця, вважаються кращими, порівняно з раціоном, який містить змішаний, але малопоживний пилко [94]. Відомо, що раціон з монофлорним квітковим пилком поступається за ефективністю змішаному [114, 241]. Вчені зі своїх експериментів зробили висновок, що бджоли, які використовуються для запилення, маючи доступ лише до пилку соняшнику або кунжуту, імовірно, зазнають стресу і повинні отримати додаткові джерела пилку або протеїну [173]. Різноманітний пилковий раціон може компенсувати дефіцит необхідних поживних речовин у пилку одного виду. Наприклад, споживаючи пилко кульбаби організм бджоли отримує недостатню кількість аргініну [253]. Компенсувати нестачу конкретних амінокислот можливо тільки при введенні в раціон високопоживного бджолиного обніжжя. Цей харчовий стрес, серед інших факторів, може бути відповідальним за високу смертність бджолиних сімей [119, 120, 200, 201].

Щодо монофлорного живлення бджіл, то це ще не зовсім вивчене питання. Зокрема, багато авторів вивчали вплив дієтичних трансгенних продуктів на медоносних бджіл через можливу загрозу, що виходить від рослин, що містять токсини *Bacillus thuringiensis* (Bt) або інгібітори протеази [113, 190]. Ці автори продемонстрували, що згодовування бджолам інсектицидних протеїнів, які містяться у трансгенних рослинах не впливає на їх виживання та розвиток гіпофарингіальних залоз. Дуже високі концентрації протеїнів у годівлі бджіл можуть вплинути на їх навчання або поведінку

[117], але не зменшують тривалість життя. З розрахунків [222] можна припустити, що кількість Vt-токсину з пилку кукурудзи, яку личинка поглинає під час свого розвитку, набагато нижча за токсичну.

Під час добування корму поблизу ландшафтів, які широко використовуються для сільського господарства, медоносні бджоли неминуче приносять у свої гнізда хімікати, що застосовуються для захисту рослин, збираючи забруднений нектар і пилок. Кілька дослідників оцінили потенційний ризик інсектицидів, які проковтують медоносні бджоли через забруднений пилок і нектар [74, 177, 198, 217]. За умови максимального впливу було продемонстровано, що токсини можуть досягати рівнів, які вважаються смертельними або сублетальними для бджіл. Нещодавно було продемонстровано, що краплі роси на рослинах кукурудзи, пророслих з насіння, покритого неонікотиноїдом, містять інсектициди в концентраціях, смертельних для медоносних бджіл [270]. Однак важливість цього необхідно дослідити після того, як буде з'ясована ймовірність того, що бджоли збирають воду з цього листя.

Деякі рослини, у тому числі рекомендовані для медоносів, виділяють речовини, отруйні для медоносних бджіл. Наприклад, у зв'язку з травневою хворобою виникла підозра, що отруєння спричиняється виділеннями з рослин родини жовтецевих, які присутні у квітках. Отруйний сапонін міститься в нектарі та пилку видів *Aesculus*. Незбалансоване харчування може бути вирішальним або супутнім фактором у виникненні втрат бджолиних сімей [213]. Дослідники продемонстрували, що бджоли уражені деякими хворобами, не виявили змін у протеїновому харчуванні. Тим не менш, харчування медоносних бджіл несе багато потенційних загроз, включаючи голодування [90, 255], зменшення різноманітності дієт через монокультури та пестициди, які приносяться в сім'ю разом із їжею.

Також дослідники часто підкреслюють, що бджоли здатні мобілізувати ендогенні резерви [41]. Проте, ми поки що мало знаємо про ці механізми. Чи можна поповнити виснажені запаси, чи бджоли задовільно отримують їжу

після вичерпання своїх ендогенних резервів. У цьому контексті мало відомо про роль мікрофлори кишкового тракту медоносної бджоли [129, 137, 211] і як антибіотики, які згодовують бджолиним сім'ям, можуть вплинути на корисну мікрофлору медоносних бджіл. Майбутні дослідження повинні враховувати взаємодію можливих ефектів, пов'язаних з харчуванням, з іншими факторами, такими як вплив харчування на сприйнятливість або толерантність медоносних бджіл до паразитів, патогенів і пестицидів, енергетичний стрес бджіл, викликаний паразитами [201, 202] і роль харчування у формуванні імунної системи медоносних бджіл [166]. Дослідники піднімають важливе питання про здатність медоносних бджіл захищатися від патогенів у випадку, коли вони недоїдають, і як цю здатність можна покращити за допомогою адекватного харчування [114, 257].

Бджолина сім'я як надорганізм складається з трьох рівнів живлення. Той факт, що недоїдання може статися на будь-якому рівні, показує важливе міркування щодо харчового стресу [90, 205]. Здібності медоносних бджіл можуть погіршуватися через інші стресові фактори [87, 176, 267]. Тому, щоб отримати добре вгодовані та здорові бджоли, рекомендується збалансоване харчування для сімей, яких використовують для запилення [109, 206, 217, 240]. Там, де це неможливо, потрібно вводити в раціон додаткові протеїнові комплекси.

1.3 Поживність корму медоносних бджіл та фактори, що її визначають

Природним джерелом вуглеводів для медоносних бджіл є нектар або медвяна роса [81, 82, 265]. Льотні бджоли збирають їх з рослин, транспортують у вулик, здійснюють переробку та зберігають у закритих комірках у вигляді меду. Перетворення від нектару до меду відбувається поступово і починається під час наповнення зобика нектаром безпосередньо на рослині [41]. У гнізді бджіл відбувається ще більше зменшення вмісту води до 16–20 %. При цьому бджоли приймають безпосередню участь. За

допомогою слинних залоз бджоли до нектару додають ензими (інвертазу, діастазу та глюкозооксидазу). Ці ж ензими входять до складу цукру меду. Валовий збір меду сильно коливається в залежності від впливу багатьох факторів [31, 75]. Річний збір меду може досягати позначки 100 кг на одну бджолину сім'ю. Таке довготермінове забезпечення та консервація їжі дозволяє сім'ям виживати тривалий період без надходження корму з навколишнього середовища. Енергетичні витрати на зимівлю значні. Низка авторів дослідили, що у помірному кліматі бджолина сім'я середньої сили у період з липня по квітень споживає мінімум 20 кг меду [5]. Витрати енергії вищі в період зимового вирощування розплоду і становлять 0,84 кг меду на тиждень. У той час для виживання сім'ї без розплоду необхідно 0,42 кг меду на тиждень. Деякі цукри, наприклад, маноза, галактоза, арабіноза, ксилоза, мелібіоза, рафіноза, стахіоза і лактоза є токсичними для бджіл. Ці цукри можна знайти у значних кількостях в пилку, нектарах липи або чайного дерева або виділення тюльпанів [81-83]. Близько 40 % цукрів, що містяться в соєвих бобах, які використовуються як замітники пилку, є токсичними для бджіл. Токсичність зменшується, коли медоносні бджоли мають багато нектару або коли ці вуглеводи експериментально розбавляють до 50 % розчином цукрози [81-83]. Іншою токсичною для бджіл речовиною є гідроксиметилфурфурол (ГМФ), що утворюється в результаті кислотного зневоднення гексозних цукрів, особливо фруктози і утворюється в меді в результаті термічної обробки або зберігання. Високі рівні ГМФ також слід розглядати як ризик при вживанні інвертних цукрів. Розчини цукру, що містять 150 мг/кг ГМФ, призводять до 58,7% смертності протягом 20 днів у досліджених бджіл, тоді як розчини, що містять 30 мг/кг, викликають смертність лише 15,0%, що істотно не відрізняється від контролю (12,5%). Таким чином, рівень ГМФ 30 мг/кг можна вважати безпечним для бджіл [134]. Личинку регулярно доглядають бджоли-годувальниці і за необхідності підгодовують, щоб вона завжди була достатньою мірою забезпечена кормом. Вміст цукрів (фруктози і глюкози) в кормі для розплоду становить 18% у

перші три доби розвитку личинок, потім 45% в останні дві доби. Для вирощування однієї личинки використовують 59,4 мг вуглеводів. Дана величина прийнятна за впливу усіх сприятливих факторів.

1.4 Вплив складу раціону на показники росту і розвитку медоносних бджіл

У весняний період за умов нестачі вуглеводів відбувається обмеження кількості вирощених личинок [75]. Більшість пасічників здійснює поповнення вуглеводами у період після закінчення медозбору або в періоди його нестачі. Цього можна досягнути шляхом поповнення кормових запасів розчином цукрози, інвертованим цукром, глюкозо-фруктозним сиропом і фруктовими сиропами [204]. Виноградний сироп викликає проблеми з травленням. У бджіл спостерігається дизентерія та скорочення тривалості життя. Тому його використовувати не рекомендують [81-83]. В осінній період під час загодовування бджіл на зиму, кожній сім'ї заливають у годівниці по 20–25 кг цукрового сиропу. Цього корму повністю вистачає у період від жовтня по квітень [4]. Вуликові бджоли переносять сироп з годівниць у кормірки стільника і там корм зберігається протягом року. Бджоли, які здійснюють процес переробки цукрового сиропу є молодшими за фуражирів. Деякі автори не виявили шкідливого впливу годівлі глюкозо-фруктозним сиропом на бджолині сім'ї в умовах помірного клімату. Проведені дослідження стосувались приросту маси на початку сезону, виробництва меду за сезон і якості розплоду (суха маса голови та грудної клітки). При цьому показано, що негативні ефекти найбільш імовірно спостерігаються, коли бджоли отримують вуглеводи до зими майже виключно з глюкозо-фруктозним сиропом. У весняний період вивлено менш герметичний розплід порівняно з сім'ями, яких годували цукрозою, але ця ознака при весняному нарощуванні не вплинула на виробництво меду у поточному сезоні. Однак, ці дослідження не підтверджують, що використання є нешкідливим, оскільки автори не повідомляли про вміст

ГМФ у додатковому кормі, і розглядалася лише одна зима. Майбутні дослідження повинні включати інші кліматичні регіони. Однак, на відміну від експериментів з медоносними бджолами в ентомологічних клітках, вільно літаючі бджоли можуть розбавити високий рівень ГМФ, коли присутні інші джерела вуглеводів. Тому в жарких регіонах, де доступні лише кілька джерел нектару, слід уникати годування глюкозо-фруктозним сиропом, який зберігався протягом тривалого часу [134]. Опитування, проведені серед європейських бджолярів, також припускають, що тип вуглеводів, які згодуюють бджолиним сім'ям, не впливав на зимівлю [91]. Очевидно визначальним фактором тут був саме період загодівлі.

Годівлю бджіл можна досліджувати у трьох напрямках – харчування бджолиних сімей, харчування дорослої особини та харчування личинок [223]. Недостатні запаси корму у сім'ях можуть перешкоджати дорослим бджолам годувати личинок належним чином. Це призводить до того, що кількість і фізіологічні показники дорослих особин у наступному поколінні можуть бути низькими. Це впливає на подальше вирощування розплоду. У бджолиній сім'ї рівень годівлі тісно пов'язаний через численні взаємодії імагінальної форми з личинковою через трофічні контакти. Явище трофолаксису описує соціальну передачу їжі від однієї дорослої особини до іншої, що дозволяє всім бджолам отримати знання про харчовий статус бджолиної сім'ї. І личинки, і дорослі особини сильно залежать від запасів їжі в гнізді. Дорослі особини можуть адаптувати свої можливості добування корму або догляду за розплодом відповідно до відповідних потреб і постачання вуглеводів і протеїнів [238-240]. Фізіологічні та харчові потреби робочих бджіл, маток і трутнів дещо відрізняються [164]. Харчові потреби впливають на продуктивність та здоров'я бджолиних сімей. Здоров'я бджолиних сімей визначається не лише відсутністю хвороб, а й наявністю достатньої кількості особин, здатних виробляти потомство та протистояти стресовим факторам, таким як паразити, інфекції, інсектициди [216, 217].

1.5 Протеїнова годівля медоносних бджіл

Для медоносних бджіл основним джерелом протеїнів є квітковий пилок [101, 276, 277]. Бджоли його збирають протягом активного періоду у кількості, яка коливається в межах від 20–25 кг пилку на рік. Деякі дослідники подають інші показники потреби бджолої сім'ї, сила якої становить 10 рамок. І вони становлять 13,4 і 17,8 кг на рік відповідно. На відміну від меду, лише невелика кількість пилку зберігається у стільниках у вигляді перги. Її кількість різко зменшується у безвзятковий період [238-240]. У гнізді вуликові бджоли змішують пилок зі свіжим нектаром, медом і виділеннями слинних залоз щоб отримати пергу, яка відрізняється від свіжозібраного пилку тим, що має нижчі показники рН і менше крохмалю. Харчова цінність перги для медоносних бджіл вища, ніж свіжого бджолоїного пилку. Зміна фізико-хімічного складу пилку, який зберігається в гнізді у вигляді перги пов'язана з діяльністю низки мікроорганізмів [137]. Молочнокислі бактерії зі шлунка медоносних бджіл, які належать до родів *Lactobacillus* і *Bifidobacterium*, беруть участь у процесі ферментації перги і можуть бути відповідальними за підвищення харчової цінності шляхом вироблення вітамінів [192, 236, 274]. Вміст протеїнів у пилку різних видів і регіонів сильно варіює і коливається в межах від 2,5–61% [233, 234]. Доведено, що як і більшість живих організмів, медоносна бджола при живленні повинна отримувати з кормом 10 незамінних амінокислот [1, 2]. Потреби в амінокислотах найвищі для лейцину, ізолейцину та валіну, а обмеження однієї з незамінних амінокислот у харчовому білку обмежує розвиток сімей. Пилок різних рослин має різну поживну цінність для бджіл. Щоб визначити цінність для медоносних бджіл, необхідно провести дослідження різних пилових або протеїнових раціонів і їх впливу на вирощування розплоду [115], тривалість життя [185, 241] або інші фізіологічні параметри. Бджолина сім'я без запасів перги підтримує вирощування розплоду лише на короткий час. При цьому спочатку витрачаючи збережену пергу, а потім виснажуючи запаси свого організму.

Медоносні бджоли розробили механізм реагування на зміни співвідношення поставок пилку та потреби розплоду в білку: вони канібалізують розплід і тим самим отримують протеїн, який використовують для годування інших личинок [189]. Молоді личинки, в які до цього моменту було зроблено незначні інвестиції, канібалізуються, а старі личинки зберігаються [238-240].

Протеїни становлять 66–74% сухої речовини дорослих бджіл [164, 186, 220, 271]. Вміст протеїну збільшується протягом перших кількох днів через протеїновий анаболізм, і дещо зменшується у старших бджіл. Робоча бджола споживає в середньому 3,4–4,3 мг пилку на день, причому пік припадає на вік годувальниць [103-106, 220]. Кількість протеїну в гемолімфі також збільшується протягом перших кількох діб після виходу з комірки і визначається як 11,4–27,6 мкг/мкл [107] або 6,0–9,4 мкг/мкл [223] для 6–добових бджіл, яких годували різними пилковими або протеїновими дієтами.

Вміст протеїну у бджіл також змінюється в залежності від пори року. Наприкінці літа останнє покоління бджіл демонструє чіткі фізіологічні характеристики [103-106, 181] і помітно збільшується тривалість життя в порівнянні з короткоживучими літніми бджолами [195]. Ця різниця супроводжується здатністю бджіл накопичувати високий рівень протеїнів гемолімфи, що дозволяє їм виживати кілька місяців лише на вуглеводах [142]. Вітелогенін, основний запасний протеїн в гемолімфі і попередник багатьох інших протеїнів, досягає концентрації до 80 мкг/мкл у «імітованих» зимових бджіл (вироблених у літніх сім'ях без розплоду) старше 20 діб. Продемонстровано важливість цього ліпопротеїну для початку добування корму робочими бджолами, довголіття та зимівлі [70-72, 140, 237, 246, 266].

Важливість протеїнового забезпечення для дорослих бджіл було продемонстровано багатьма авторами [103-106, 254, 255]. Дослідження в клітці показали, що дорослі медоносні бджоли можуть виживати дуже довго за рахунок вуглеводів. Вони їм необхідні для енергетичного метаболізму, але бджоли, які мають можливість харчуватися пилком, демонструють більшу тривалість життя [195; 241]. Вікова потреба медоносних бджіл в протеїні

вважає: молоді дорослі зазнають фізіологічних змін, таких як дозрівання льотних м'язів [244]. При цьому, у бджіл, які знаходяться на дієті відбувається пролонгація розвитку м'язів, затримується час, коли досягається максимальна маса грудної клітки [139]. Споживання пилку також необхідно для розвитку гіпофарингіальних залоз і яєчників [161,195]. Розвиток обох позитивно корелює зі споживанням протеїну [217]. Безбілкова дієта знижує метаболічну активність гемоцитів і збільшує кількість гемоцитів (особливо гранульованих), що може бути механізмом компенсації нестачі протеїну в гемолімфі або показником нижчої метаболічної активності гемоцитів [257]. Дослідники підтвердили це підвищення концентрації гемоцитів і виявили, що активність глюкозооксидази (показник соціального імунітету) і маса жирового тіла (непрямий показник імунокомпетентності окремих бджіл) залежать від протеїнового харчування [114]. Для вирощування однієї личинки необхідно 25–37,5 мг протеїну (або 125–187,5 мг пилку) [164]. Пилок згодовується безпосередньо личинкам лише в невеликій кількості. Більша його частина, яку отримує личинка, є обробленим кормом для розплоду дорослими бджолами. Частка протеїну, безпосередньо отриманого з пилку, становить близько 5%. У бджіл–годувальниць розвинені гіпофарингіальні залози та ферментативні системи для переробки протеїну, отриманого з пилку у високоякісний корм для личинок, що дозволяє личинкам медоносних бджіл швидко рости [102-106]. Кількість годувань і їжу, яку вносять годувальниці, підбирають відповідно до віку личинки. Молодих личинок відвідують і годують рідше, ніж старих [238].

1.6 Значення і результати використання бджолиного обніжжя у годівлі бджіл

Фундаментальними дослідженнями щодо голодування медоносних бджіл показано, що у недогодованих личинок виникали вади розвитку [115]. Також було встановлено порушення тривалості життя та вмісту сухої маси [126], вмісту протеїну [103-106], морфометрію [253] і розміру крил та тіла

[90, 159, 169]. Щоб точно визначити вплив живлення личинок на дорослих медоносних бджіл, можна використовувати протоколи годівлі для вирощування личинок *in vitro* [169]. Медоносні бджоли, вирощені відповідно до цих протоколів, мають зменшені розміри тіла та масу, особливо суху масу грудної клітки, порівняно з бджолами, вирощеними в сім'ях [99]. Яєчники робочих бджіл, вирощених в умовах з низьким вмістом пилку, менш розвинені в порівнянні з яєчниками робочих бджіл, які мають доступ до дієти з високим вмістом пилку [123]. Досліджували вплив харчування личинок на яєчники робочих маток, а також продемонстрували трансформацію поживних речовин від личинки до дорослої стадії. Харчування личинок також може впливати на поведінку та фізіологію імаго [90].

Відомі дослідження впливу внесених протеїнів у раціоні бджіл. Їх вносять для того, щоб посилити ріст сімей навесні, у періоди слабкого надходження пилку, або у випадку коли доступний лише пилок низької якості [14, 193, 194, 241]. Добавка восени подовжує вирощування розплоду перед зимою, але не сприяє зимівлі бджіл, вирощених восени. Отже, осіннє доповнення колонії не показало кращих результатів наступної весни [193, 194]. Потрібно розрізняти пилкові добавки (штучні дієти з високим вмістом протеїну, що містять пилок) і замітники пилку (штучні дієти з високим вмістом протеїну, які не містять пилку, а містять протеїн з сої, пивних дріжджів, молока або водоростей, серед інших). Замінники пилку можуть бути більш економічно ефективною альтернативою годівлі пилку. Годування пилком, отриманим з інших сімей створює ризик поширення патогенів, який можна пом'якшити шляхом опромінювання пилку.

Споживання протеїну є найвищим у молодих бджіл, що призводить до більшого середнього споживання медоносних бджіл у ентомологічних кліточках протягом коротких періодів дослідження порівняно з тривалішими експериментами [107, 217]. Добова норма споживання не більше 58,6 г для сім'ї. Якщо припустити, що загальна потреба в білку становить 40 мг на вирощену личинку і вміст протеїну в раціоні становитиме 20%, то можна

приблизно оцінити, що на 1 грам спожитого раціону сім'я отримує достатньо протеїну для вирощування 5-ти личинок від яйця до запечатаної стадії [102-106, 164, 220]. Звичайно, це справедливо лише в тому випадку, якщо весь протеїн споживається бджолами–годувальниками і використовується для виробництва їжі для розплоду без врахування втрати протеїну для підтримання життєво необхідних процесів. Таким чином, це завищена оцінка, оскільки інші дорослі також отримують протеїн для свого життя [104-106, 220]. Медоносні бджоли дуже ефективно використовують протеїн пилку. Вважається, що засвоюваність протеїнових дієт нижча або подібна до 80%, про які повідомляють Schmidt і Buchmann [241] для пилку. Таким чином, потрібно зменшити показник до чотирьох личинок на грам спожитого раціону.

Швидкість споживання корму є хорошим першим показником додаткових дієт. Пилок містить багато ліпідів і тому його краще споживають бджоли порівняно з заміниками [162, 253]. Відомі дані про те, що ферментовані корми споживаються легше, ніж неферментовані дієти [127,128]. Споживання також залежить від способу застосування. Як правило, бджолярі соєве борошно змішують з медом і цукровою пудрою. Цей корм називається канді [75, 92]. Його розкладають поверх рамок у вигляді паляниці. Це пояснюється тим, що більша поверхня дає більше бджіл доступу до поверхні корму, а кількість годуючих бджіл позитивно корелює зі споживанням. Існує залежність у споживанні протеїну і виробництві запечатаного розплоду у відповідь на різні види пилку або протеїнові дієти, які годували слабкі сім'ї у кількості приблизно з 300 бджіл. В одному експерименті дослідники розрахували споживання, яке становило 0,31–0,99 мг протеїну на бджолу на добу, а в іншому – 0,12–1,24 мг відповідно. Середнє споживання у 3,07 мг азоту під час свого 28–добового експерименту з використанням бджіл, які були обмежені у вильотах, що становить 0,69 мг щоденного споживання протеїну. Ця сума також відповідає значенню, розрахованому використання трирамкового вулика, що містив 6000 бджіл з

наявним розплідом і був здатним нормально добувати їжу: 0,49 мг при споживанні квіткового пилку (за умови вмісту протеїну в ньому 15%) і 0,38 мг для замітника пилку. Оскільки обидві дієти були присутні одночасно, загальне споживання додаткового протеїну в цьому експерименті становило 0,87 мг на бджолу на добу [90-92]. Протеїнові дієти підвищують рівень протеїну гемолімфи у медоносних бджіл до значень, які вважаються аналогічними як при натуральному харчуванні [223]. Бджоли, яких годували замітником пилку, мали менше гемоцитів у порівнянні з бджолами, яких годували пилком, а гемоцити демонстрували нижчу метаболічну активність порівняно з контролем відібраних із сімей [257]. Цей тест може стати хорошим діагностичним інструментом, але автори не повідомили, чи споживається їх замітник еквівалентно пилку. Тривалість життя та розвиток гіпофарингіальної залози медоносних бджіл максимально виражені у бджіл, які споживали пергу [226].

Сім'я може вирощувати розплід лише тоді, коли в раціоні бджіл присутні всі необхідні поживні речовини [145-148]. Тому, важливе значення має вплив споживання протеїнових замітників пилку в раціоні на кількість і якість особин, вирощених сім'ями. Медоносні бджоли можуть інтенсивно вирощувати розплід тільки за наявності достатньої кількості протеїну у їх раціоні [253]. Оптимальний рівень протеїну в раціоні, необхідний бджолиним сім'ям для вирощування розпліду, становить 23–30%. При цьому слід уникати рівня протеїну 50%. Аналіз літературних даних показав, що дослідники мають різне бачення щодо того, наскільки додаткове підгодовування інтенсифікує виробництво розпліду у сім'ях, які мають вільний доступ до корму за межами вулика. Спостерігається більш ранній початок і збільшення кількості розпліду у сім'ях, котрим додатково згодовували пилки або замітник пилку навесні. Автори виявили 50% ефективність використання замітників пилку [99, 100, 110, 111, 158]. Деякі дослідники протягом трьох років досліджень виявили вищі показники отримання валового меду в сім'ях, які частково споживали замітники пилку

разом з вуглеводами [30 - 39]. Науковці пояснюють більший медозбір збільшенням тривалості життя бджіл. Цей результат підтвердили інші роботи, у яких виявлено більш високу тривалість життя бджіл, вирощених у сім'ях, яким додатково згодовували замітники пилку [43, 48, 53]. Водночас встановлено, що на кількість отриманої продукції впливають і інші фактори [14-26, 44-58, 197, 203].

Висновки до розділу 1

Аналіз літератури показує існування відмінних, а інколи і протилежних даних, одержаних у результаті проведених наукових досліджень різними авторами щодо використання різних видів і кількості протеїну у годівлі медоносних бджіл. Тобто існує об'єктивна необхідність детального вивчення цього питання, уся складність якого полягає у тому, що біологія медоносних бджіл має свої особливості, оскільки тривалість життя та період онтогенезу є значно коротший, порівняно з іншими видами сільськогосподарських тварин. Така зміна генерацій не притаманна усім свійським тваринам. Наприклад, перебіг метаболічних процесів настільки інтенсивний, що плідна матка протягом доби може відкласти 1500-1800 яєць. Тому розглядати корекцію раціонів для бджіл у розрізі методичних рекомендацій для тварин не можна. Причиною цього є вузькоспеціалізований характер живлення. Медоносна бджола споживає тільки нектар і квітковий пилок. У силу того, що в природі існує величезне різноманіття рослин, хімічний склад цих кормів різний і залежить від специфічних умов конкретного регіону (кліматичних, ґрунтових, господарських і т. п.). Тому для розв'язання проблемних питань організації технологічних процесів годівлі медоносних бджіл у різні періоди виробничого циклу потрібно враховувати регіональні особливості кормової бази. Питання аналізу поживності бджолиного обніжжя, зібраного із основних медоносних рослин Західного регіону України та ефективного використання його у годівлі медоносних бджіл карпатської породи потребує більш детального дослідження.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Умови та схема проведення досліджень

Робота виконана впродовж 2019–2023 років на кафедрі технології виробництва та переробки продукції дрібних тварин Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Дослідження проводилися у відділі бджільництва вказаної кафедри, а також у лабораторії кафедри нормальної та патологічної морфології і судової ветеринарії, у лабораторії екологічної фізіології Інституту біології тварин НААН.

Дослідження проводили на пасіках фермерських господарств Західної України, які у різні роки, налічували від 150 до 950 бджолиних сімей. Всі господарства були благополучні щодо інфекційних та інвазійних хвороб.

Більшість матеріалу відібрано на пасіці Ковальського В.В. за адресою Стрийський район, с. Стрілків, вул. Фіцика 3/С. У господарстві налічується 298 основних сімей. Дослідження проведені на пасіці Дружб'яка А.Й. с. Бірки Яворівського району, де налічується 150 основних сімей. Виробничу перевірку здійснено на пасіці Ковальського Ю.В., яка зареєстрована за адресою с. Стрілків Стрийського району. У господарстві за період досліджень нараховувалось від 300 до 950 бджолиних сімей. Вказані господарства належать до медовотоварного напрямку спеціалізації. На пасіці Воробця П.Й., розплідницького напрямку, зареєстрованій за адресою с. Ганівці Стрийського району налічується біля 200 бджолиних сімей та 900 маткомісць.

Для проведення досліджень методом аналогів формували відповідну кількість груп бджолиних сімей карпатської породи, які мали однакову силу, кількість розплоду, однакову кількість корму [30, 169].

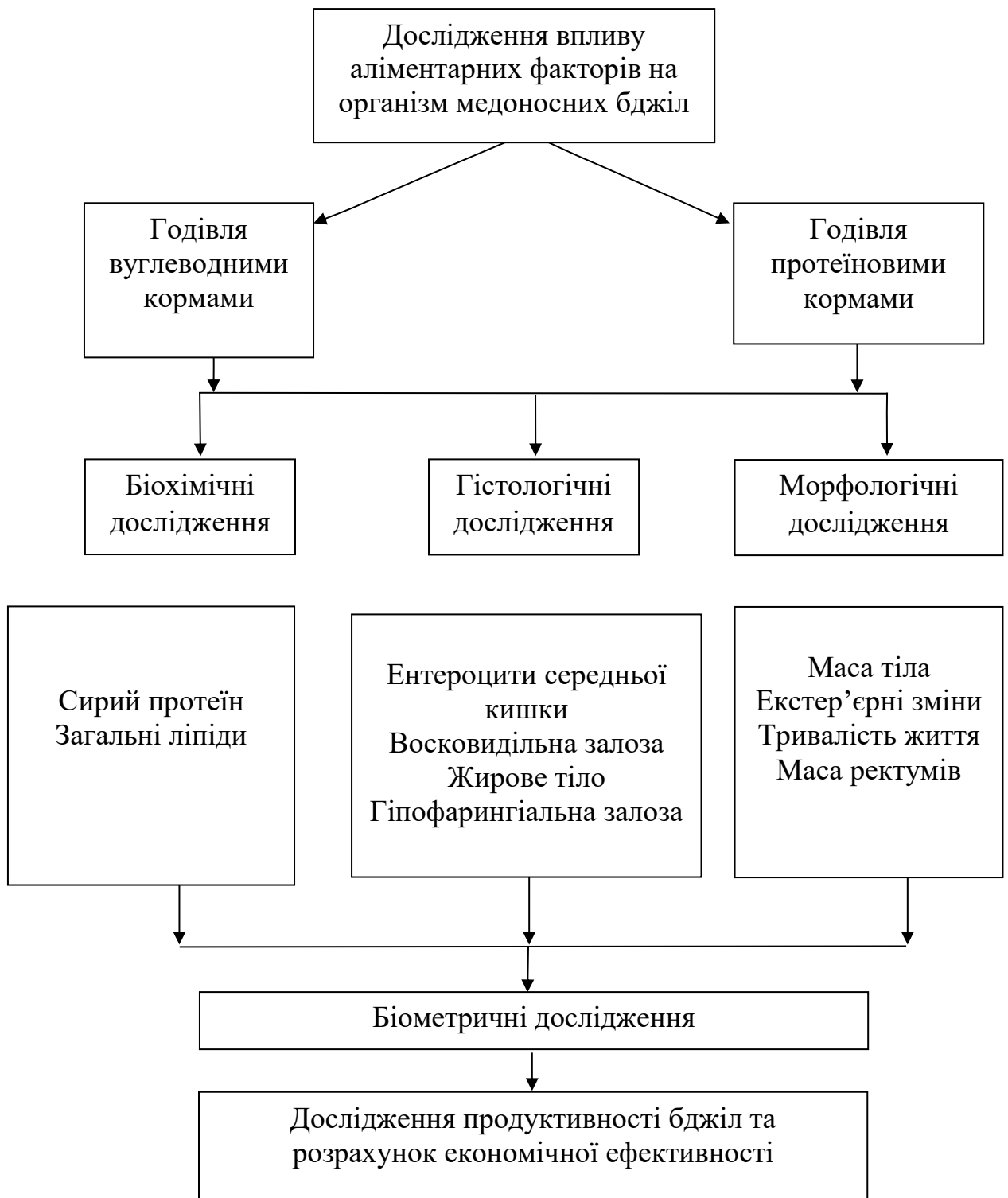


Рис. 2.1 Схеми досліджень

У більшості досліджень у гніздах знаходилось в межах 6–8 кг меду і 0,7–0,9 кг перги. У залежності від мети досліджень ця кількість могла змінюватись. Матки піддослідних сімей були вирощені від однієї

материнської сім'ї. Бджолині сім'ї утримувалися в багатокорпусних 8-ми рамкових вуликах із розміром рамки 435×230 та 435×300 мм.

Матеріалом для біохімічних досліджень служив корм для бджіл: мед, обніжжя, перга, маточне молочко; тканини личинок, передлялечок і лялечок, дорослих бджіл та трутнів і плідних маток медоносних бджіл (рис. 2.1). Матеріалом для гістологічних досліджень були середня кишка бджіл і плідних маток, восковидільна залоза, гіпофарингіальна залоза, стернальне жирове тіло.

Біометричну обробку отриманих цифрових даних опрацьовували методами варіаційної статистики із визначенням середнього арифметичного значення досліджуваної вибірки, середньоквадратичного відхилення та помилки середнього арифметичного. Вірогідність різниці між середньоарифметичними показниками оцінювали на підставі критерію вірогідності шляхом порівняння його значень із стандартними показниками таблиці Стьюдента. Відмінності між середніми показниками бджіл дослідної групи до контрольної вважали статистично вірогідними при $p < 0,05$ – *; $p < 0,01$ – **; $p < 0,001$ – ***. Під час вимірювання ентероцитів середньої кишки, мязевих волокон, трофоцитів жирового тіла та еноцитів, клітин восковидільної залози статистичний аналіз кожного показника проводили на підставі 40 визначень.

Економічну ефективність запропонованої технології годівлі медоносних бджіл оцінювали на підставі вартості виробленої продукції та витрат на її виробництво за використання традиційних та рекомендованих методів.

2.2 Методи досліджень

Дисертаційна робота виконана у кілька етапів. Згідно даних схеми досліджень робота мала наступний вигляд.

Паліноморфологічний аналіз медів Західного регіону України.

На першому етапі нашою метою було вивчення технології годівлі бджіл різноманітними кормами. При цьому, для отримання чіткої картина поживної цінності ми провели визначення ботанічного походження корму. Для дослідження відбирався мед найпоширеніших зразків. Матеріалом для експериментальних досліджень були ріпаковий мед, мед з робинії, липовий, гречаний та соняшникові меди. На першому етапі проведено органолептичне та фізико-хімічне дослідження. Для цього спочатку проводили відбір проб згідно діючого стандарту, який прийнято у 2005 році «Мед натуральний. Технічні умови». Після цього проводили визначення його ботанічного походження. До органолептичних характеристик ми відносили: колір, запах, смак, консистенцію та однорідність меду і характер кристалізації. Метою наступних досліджень було вивчення морфологічних особливостей гаметофітів, які знаходяться у вітчизняних медах та тих, які експортуються у Європу. Початок роботи полягав у тому, що у хімічному стакані зважували 20 г меду з точністю до 0,1 г, додавали 20 см³ дистильованої води і проводили розчинення за допомогою вихрового змішувача «Vortex» до повного розчинення. Розчин меду переливали у дві центрифужні пробірки по 15 мл та центрифугували при 3000 об/хв впродовж 15 хв. Виймали з центрифуги розчин меду і виливали з пробірок рідину. Потім перевертали пробірки догори дном і залишали на 15 хв. Коли розчин меду стік, то на дні пробірки залишався осад пилкових зерен. Тоді до осаду додавали 70 мл дистильованої води. Одну краплю цієї рідини наносили на предметне скло камери Горяєва. Фіксували розчин на предметному склі покривним скельцем. Зразок розглядали під мікроскопом за збільшення $\times 1000$. Нараховували не менше 200 пилкових зерен.

Кількість пилоквих зерен кожного виду розраховували за формулою:

$$X=100 \times A/B,$$

де X – кількість пилоквих зерен кожного виду, %;

A – підраховане число пилоквих зерен кожного виду, шт;

B – загальне число підрахованих пилоквих зерен, шт.

Для того, щоб описати і охарактеризувати пилкові зерна, використовували загальноприйнятту термінологію.

Пилковий аналіз вмісту ректуму медоносних бджіл

Матеріалом для фізіологічних досліджень був кишечник медоносних бджіл [40]. Для постановки цього досліду у серпні за методом аналогів було сформовано 18 відводків. Усього було 6 піддослідних груп. У кожній групі нараховувалось по 3 бджолині сім'ї з яких 5 груп були дослідні а одна – контрольна.

Першій групі в якості корму було зготовано мед з ріпаку озимого.

Друга дослідна група споживала протягом зими мед з робинії.

Третю дослідну групу було заготовано липовим медом.

Четверта група отримала гречаний мед як кормовий.

П'ята група – отримала соняшниковий мед.

Контрольною була група бджіл, яким зготовували 50 % розчин цукрового сиропу. Кожна з груп, у тому числі і контроль отримали по 15 кг рідкого вуглеводного корму. Разова даванка корму становила 2 кг. Дослід розпочато 10 серпня.

Для визначення маси ректумів ми скористались методикою, запропонованою Ю. В. Ковальським [14]. Її суть полягає у тому, що дослідних бджіл після відбору з гнізда знерухомлювали, поміщаючи їх у морозильну камеру. Потім, за допомогою пінцета, на предметному склі, лівою рукою фіксували перший сегмент черевця, а правою обережно відпрепарували останній сегмент черевця. Разом з ним намагалися захопити ректум. Відділивши товсту кишку, її поміщали на задалегідь

зважену фольгу. Після визначення маси ректумів проводили дослідження його вмісту. Вміст прямої кишки з її наповненням гомогенізували в ступці з додаванням 1 мл дистильованої води. Екскременти, відібрані в лютому, розчиняли в дистильованій воді. Досліджуваним розчином заправляли камеру Горяєва для підрахунку пилкових зерен, що містяться у рештках. Перший підрахунок проводили 10 грудня. Це вважався час початку періоду гіпобіозу. Заключне вимірювання маси ректуму і визначення відсоткового співвідношення пилкових зерен в екскрементах проводили 20 лютого. Цей час слугував як закінчення періоду зимівлі.

Дослідження фенології цвітіння основних медоносів господарства

Для вивчення характеру нектароносного конвеєру ми провели фенологічні дослідження у господарствах, де у радіусі продуктивного льоту розміщується пасіка за методикою Ковка Н. О. [27]. Вони потрібні для того, щоб спрогнозувати ріст і розвиток бджолиних сімей і для кращого розуміння майбутньої ситуації.

Метою роботи було отримання даних про періоди і інтенсивність надходження нектару у гніздо. При цьому здійснили відбір бджолиного обніжжя для проведення біохімічних досліджень. Для дослідження ми обрали квітковий пилок рослин, який масово поступав у вулик. Не відбирали монофлорного пилку медоносів, які не мали істотного впливу через їх недостатню кількість.

Для того, щоб установити середні дати цвітіння основних рослин, ми внесли в календар період початку і закінчення цвітіння. Якщо на посадці було наявно 10 % цвіту одного виду, то ми це вважали за початок цвітіння. І аналогічно вираховували період закінчення цвітіння, коли залишилось біля 10% квіток, які ще не розкрились.

Період фенологічних досліджень тривав протягом 2018–2022 років. Тому характер і періодичність цвітіння залежали від погодних умов і є середнім показником по роках. При оцінюванні сільськогосподарських

ентомофільних культур ми вносили дані, які залежали від періоду проведення посівної кампанії. Щодо таких культур, як наприклад, ріпак озимий, то в умовах господарства він завжди зацвітав у першу декаду травня. А от цвітіння гречки починалось на 35–40 добу від внесення насіння в ґрунт. Аналіз даних, які отримали під час кочівель з пасікою ліг в основу даних дикоростучих медоносів. До таких можна віднести золотушник, будяк, буркун і т. п.

Більшість рослин проростали в межах досяжності бджіл, тому похибка протягом років незначна. Тому протягом цих років створили графік середнього цвітіння, а також його тривалість.

Основні медоноси та пилконоси досліджуваної місцевості, де здійснювалась апробація досліджень продемонстровані в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Динаміка нектароносного конвеєру основних рослин Західного регіону України

Назва рослини	Початок цвітіння	Кінець цвітіння
1	2	3
Ліщина (<i>Corylus avellana</i> L.)	15.03	29.03
Верби (<i>Salicaceae</i>)	23.03	20.04
Підбіл (<i>Tussilago farfara</i> L.)	02.04	11.04
Алича (<i>Prunus cerasifera</i>)	10.04	19.04
Клен (<i>Acer platanoides</i> L.)	11.04	01.05
Кульбаба (<i>Taraxacum officinale</i> Wigg)	20.04	12.05
Плодові (<i>Malus, Purus</i>)	26.04	13.05
Каштан (<i>Aesculus hippocastanum</i>)	05.05	16.05
Ріпак озимий (<i>Brassica napus</i>)	02.05	29.05
Акація біла (<i>Robinia Pseudacacia</i> L.)	14.05	04.06
Малина звичайна (<i>Rubus ideans</i> L.)	22.05	12.06
Конюшина біла (<i>Trifolium repens</i> L.),	20.05	15.06
Липа (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	24.06	11.07
Іван–чай (<i>Chamaenerion angustifolium</i>)	21.06	26.07
Будяк (<i>Cardus acanthoides</i> L.)	10.07	05.08

Продовження табл. 2.1

Буркун білий (<i>Melilotus albus L.</i>)	02.06	18.06
Золотушник (<i>Solidago</i>)	18.07	20.09
Синяк (<i>Echium vulgare L.</i>)	25.05	02.07

Внаслідок насиченості точка, на якому розміщується пасіка, господарство у безвзяткові періоди було змушене проводити підгодівлю 50% розчином цукру.

Головний медозбір поділявся на два періоди. Перший характеризувався надходженням нектару з липи, другий – з різнотрав'я. При цьому, як зазначалось раніше, для отримання максимальної кількості продукції і зниження її собівартості здійснювалось підвезення до посівів ріпаку озимого, гречки та соняшнику. Медозбір закінчувався після відцвітання золотушника. В умовах Львівщини ця дата припадала на 15–25 вересня. Після цього здійснювали загодівлю бджолиних сімей розчином цукрового сиропу.

Дослідження вмісту сирого протеїну і загальних ліпідів у бджолиному обніжжі різних видів ентомофільних рослин

Одним з підетапів дослідження було вивчення технології годівлі бджіл як моно флорним, так і поліфлорним обніжжям. При цьому, для отримання чіткої картини поживної якості ми провели його хімічний аналіз.

Концентрацію загального азоту в біологічному матеріалі визначали за методом К'єдаля, принцип якого полягає в тому, що зв'язаний азот при нагріванні органічних речовин концентрованою сірчаною кислотою за наявності невеликої кількості переходить в сульфат аміаку. Концентрацію залишкового азоту також визначали за методом К'єдаля, після попереднього осадження протеїнів у досліджуваних зразках. Різниця між вмістом загального і залишкового азоту вважалась вмістом протеїну. При цьому для перерахунку використовували коефіцієнт 6,25 [181].

Вміст загальних ліпідів визначали за методом Фолча [133]. Суть методу полягає у тому, що ліпопротеїдні комплекси екстрагують полярним

розчинником. Для цього слугував метанол. А екстракція здійснюється розчинником, але вже неполярним. Зокрема, ми використовували хлороформ. Використовуючи цей метод можна шляхом промивання щоби звільнити ліпідні компоненти біологічної речовини.

Для проведення цього дослідження ми скористались наступними реактивами: суміш метанолу з хлороформом у співвідношенні 2:1 і 0,74 % розчином калію хлориду. Для промивання використовували хлороформ, метанол і KCl у таких співвідношеннях 8:4:3. Методика виконання наступна: на одну частину бджолиного обніжжя вносили у пробірку 20 частин суміші хлороформ-метанолу. Після дванадцяти годин суміш фільтрували. За допомогою екстрагуючої суміші проводили ретельне промивання осаду. Екстракти об'єднували. Шляхом внесення 0,74 М розчину KCl, у кількості рівній 1/5 об'єму ліпідного екстракту проводили видалення водорозчинних не ліпідних компонентів. Через дванадцять годин у пробірках спостерігалось розшарування рідин. При цьому верхній шар – це воднометаноловий розчин. Його видаляли за допомогою вакуумного насосу. Ліпіди нижнього шару залишаються у розчині хлороформу, який поміщали на роторний випарювач. Екстракт ліпідів висушували за допомогою відгонки випарювача, а потім в ексікаторі. Після 2 годин проби зважували. Кількість ліпідів вираховували за формулою:

$$(A - B) \times 100 / C = \text{мг\%}$$

A – маса бюкса з ліпідами

B – маса бюкса без ліпідів

C – маса тканини, мг.

Дослідження розвитку жирового тіла

Для дослідження ми використовували жирове тіло стернальної частини медоносних бджіл [251]. На першому етапі ми досліджували морфологічні показники розвитку трофоцитів, оскільки у цих клітинах здійснюється жировий обмін та нагромадження триацилгліцеридів і інших ліпідів. У

подальших дослідженнях, ми проводили вимірювання еноцитів, які також приймають участь у процесі восковиділення.

Для формування дослідних груп ми скористались методом аналогів. У кожній групі було по три бджолині сім'ї, кожна з яких складалась з робочих бджіл масою 1200–1250 г. Плідні матки осімінені природним способом. Вік кожної становив два роки. У гніздах кількість меду коливалась в межах від 1,1 до 1,2 кг. Дослідною групою вважались бджоли, яким згодовували бджолине обніжжя різних видів рослин. При цьому кожен день підгодовували цукровим сиропом у співвідношенні 1:1 у кількості 100 мл. Контрольна група отримувала тільки 100 мл цукрового сиропу. Білкову підгодівлю здійснювали шляхом засипання дослідного бджолиного обніжжя у стільники у кількості 150 г щотижня. Зазначимо, що обніжжя зібране за допомогою пилковловлювачів з наступним їх заморожуванням при температурі -18°C . Дослідні відводки сформовані у липні.

Для вікової ідентифікації, перед проведенням експериментальної частини здійснювали мічення добових бджіл. Для дослідження ми проводили відбір робочих бджіл з розплідної рамки гнізда у віці 13 діб. Усі особини знерухомлювались за допомогою випарів хлороформу.

Для відокремлення стернальної частини черевця ви використовували фіксацію бджіл за допомогою розплавленого воску. При цьому проводили розріз задньої частини черевця у рідкий віск. Після його застигання за допомогою ножиць проводили два сагітальні розтини плевральних мембран, які з'єднують стерніти і тергіти. Для гістологічного дослідження восковидільної залози ми використовували напівтонкі зрізи 5-го стерніту. Морфометричні показники трофоцитів і еноцитів отримували шляхом вимірювання їх довжини, ширини та площі.

Дослідження розвитку восковидільної залози

Гістологічні дослідження восковидільної залози починались з відбору живих бджіл, які у віковому аспекті ідентифіковано за допомогою

кольорових маркерів. Після цього бджіл знерухомлювали. На предметному скельці за допомогою ентомологічних голок проводили відпрепарування стернітів черевця [246]. Всі операції проводили за допомогою біноклярного мікроскопа МБС–10, при 20 кратному збільшенні.

Стерніти, які підлягали дослідженню тотально фіксували у розчині чотириокису осмію 2% концентрації на 0,1 М фосфатному буфері Міллоніга. рН середовища становило 7,36. Ця операція тривала протягом 2 годин у термосі за температури 0°C. Після того, як була проведена фіксація, здійснювали промивання. Для цього використовували фосфатний охолоджений буфер Міллоніга. Наступний крок полягав у дегідратації досліджуваних зразків. Ми скористались розчином етанолу зростаючої міцності, починаючи з 70 %. Тривалість експозиції становила 10 хв. У суміші аралдиту протягом 24 годин здійснювали просмолювання. Для подальшого здійснення процесу полімеризації зразки, які вже просмолені, поміщали у поліпропіленові форми, куди вносили суміш аралдиту. Цей процес тривав добу за температури 60° С. Напівтонкі зрізи отримували за допомогою мікротома фірми LKB–2188 (Швеція). Товщина кожного зрізу становила 2 мкм. На предметному склі проводили монтування зрізів. За допомогою метиленового синього здійснювали фарбування [6]. Для кінцевої стабілізації зрізи занурювали у розчин полістеролу та ксилолу. Готові зрізи покривали покривним скельцем. Для мікроскопії клітин жирового тіла використовували світловий мікроскоп Leica DM–2500 (Switzerland). Цифрова камера Leica DFC450C та програма Leica Application Suite Version 4.4[Build:454] Leica Microsystems (Switzerland) Limited давали можливість отримати чітке візуальне зображення.

Заключний етап гістоморфологічних досліджень полягав у вимірюванні власне клітин восковидільної залози. На другому етапі було досліджено вплив аліментарного фактора на показники воскової продуктивності бджолиних сімей. У технологічному відношенні процес восковиділення

визначали масово за кількістю отриманого воску внаслідок відбудови стільників бджолиними сім'ями.

Дослідження впливу якості корму на розвиток і продуктивність бджолиних маток

Дослідження проводили протягом літнього періоду в 2020 та 2021 роках. Для досліду було відібрано 10 сімей-виховательок. Усі сім'ї підібрані за методом аналогів. Бджіл утримували у вуликах-лежаках. У досліді приймали участь матки карпатської породи. Контрольним сім'ям протягом доби згодовували по 200 г цукрового сиропу (1:1) у 8:00 та 21:00 год. Підгодівлю починали за три доби до прищеплення маточників і продовжували до часу їх запечатування. Дослідні сім'ї підгодовували такою ж кількістю цукрового сиропу, але крім того вони отримали додатково по 0,5 кг пропеїнового корму у вигляді бджолиного обніжжя з гречки, середній вміст протеїну якого становив $22 \pm 0,32\%$. Бджолине обніжжя отримане шляхом відбору за допомогою встановлених на допоміжних сім'ях навісних пилковловлювачів із діаметром входного отвору пилковловлюваної решітки 5 мм. Збір обніжжя проводили під час цвітіння гречки у часовий проміжок від ранку до 13 год. дня [8]. Для споживання бджолами корм засипали в стільники і підставляли у гніздо біля кормової рамки. Пасіка благополучна щодо заразних хвороб.

Матеріалом для дослідження були робочі особини бджолиних сімей і матки. Після виходу бджіл із комірок їх зважували, відпрепарували хоботки, тергіти і стерніти та вимірювали їхню довжину і ширину. Максимальне навантаження медового зобика визначали у відловлених бджіл, які прилітали до вулика, шляхом його зважування разом із вмістом. Зміни фізіологічного стану глоткової залози встановлювали за рівнем її розвитку, який визначали гістологічним методом [17]. Для цього зрізали шар фронтальної частини головної капсули, після чого глоткову залозу відпрепарували і розправляли на предметному склі в краплі дистильованої

води [20]. Оскільки в розвитку правої і лівої гілок глоткової залози інколи спостерігаються невеликі відмінності, то оцінювали обидві частини. Рівень розвитку слинних залоз досліджували під мікроскопом (при 100-краному збільшенні) та оцінювали за 4-ох ступеневою шкалою Геса [17].

1-а ступінь: головний і боковий канали добре видимі; залозисті альвеоли недорозвинені, неправильної форми, прозорі, часто утворюють вузлики.

2-а ступінь: видно головний вивідний і бокові канали; альвеоли неправильної округлої форми з чітко вираженими проміжками, прозорі.

3-я ступінь: вивідний і бокові канали більшою частиною закриті набряклими альвеолами. Альвеоли частково прозорі, розміщені з невеликими проміжками одна від одної.

4-а ступінь: вивідний і бокові канали зовсім закриті, між альвеолами не видно ніяких проміжків. Альвеоли досягають максимального розвитку, вони молочно-білого або жовтуватого кольору, здатні виділяти молочко.

Маточне молочко з маточників відбирали згідно технологічних прийомів виведення неплідних маток методом Пратта-Дулітля [3].

Дослідження впливу додаткової протейнової годівлі на показники росту та розвитку медоносних бджіл

Робота виконана впродовж 2020-2022 років на кафедрі технології виробництва та переробки продукції дрібних тварин Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Дослідження проведено у кілька етапів. Метою першого етапу було отримання бджолиного обніжжя, проведення його ідентифікації та його зберігання. Для цього у сезон 2020-2021 рр. за допомогою навісних пиловловлювачів проводили відбір бджолиного обніжжя. Бджолині сім'ї карпатської породи утримувались протягом досліджень у вертикальних вуликах. Обніжжя було відокремлене і відсортоване вручну за кольором. У подальшому ідентифікували пилкові зерна. Для цього пилок певного кольору

поміщали в краплю гліцерину і досліджували видову приналежність під мікроскопом при 400 кратному збільшенні. Свіже обніжжя поміщали у ємкості оранжевого кольору об'ємом 450 мл.

Для одержання перги ми проводили вилучення пергових стільників з гнізд клінічно здорових сімей. Наступний технологічний захід полягав у тому, щоб відокремити віск від перги. Для цієї роботи ми використали спеціальне обладнання, яке називається «Млин для отримання перги». За допомогою цього пристрою заморожені пергові стільники подрібнюються і перга відокремлюється від воску. При цьому гранули перги зберігають свою природну форму і придатні для споживання.

Отриману пергу також поміщали у ємкості оранжевого кольору об'ємом 450 мл. Їх щільно закривали кришками і зберігали у замороженому стані за температури $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для уникнення псування перги після її розморожування використовували тільки ту масу, яку потрібно приготувати для підгодівлі.

Метою наступного етапу було тестування різних протеїнових дієт для бджіл, приготовлених з певного виду корму. Для цього ми змішували протеїнові корми з розчином цукрового сиропу у співвідношенні 1:3 (на 1 кг сухого корму додавали 3 л цукрового сиропу). Змішування цукрового сиропу з протеїновими кормами проводили в приміщенні лабораторії у 10-ти літрових відрах. Окремо проводили змішування бджолиного обніжжя, свіжої та замороженої перги. Після ретельного розмішування складових корм набував вигляду густої сметаноподібної консистенції. Враховуючи те, що він ставав пластичним, досліджуваний корм масою 0,5 кг вносили за допомогою шпателя у стільник і поміщали у гніздо бджолиної сім'ї. Слід зазначити, що корми, приготовлені з перги відрізнялись більш вираженим ароматом порівняно з обніжжям. Підгодівлю здійснювали у вечірній час. Тривалість згодовування бджолам становила 15 діб. Для вивчення впливу додаткової протеїнової годівлі на розвиток медоносних бджіл було сформовано чотири групи аналогів по три бджолині сім'ї у кожній. Контрольна група не

отримувала додаткової протеїнової підгодівлі, дослідні групи отримували підгодівлю у вигляді свіжого обніжжя – перша група, свіжої перги – друга група і замороженої перги – третя група. Для зниження впливу сторонніх кормів на льоток усіх вуликів були вмонтовані пилковловлювачі.

Дослідження впливу складу корму на тривалість життя медоносних бджіл

У період 2020–2021 років з третьої декади травня по першу декаду червня ми починали підготовку до досліджень, метою яких було вивчення впливу протеїнових композицій на тривалість життя медоносних бджіл.

Дослідження проводили в два етапи. Завдання досліджень першого етапу полягало у порівнянні впливу згодовування монофлорного обніжжя на тривалість життя бджіл. Методом аналогів було сформовано п'ять груп – чотири дослідних і одну контрольну. Бджіл контрольної групи обмежували в надходженні протеїнів – їм зовсім не давали обніжжя, проте вуглеводний корм, у вигляді цукрового сиропу, бджоли мали у вільному доступі. Бджоли першої дослідної групи отримували ріпакове бджолине обніжжя, другої групи – малинове, третьої – яблунове, четвертої – кульбабове. Усіх бджіл утримували в ентомологічних садках по 200 особин у кожному. У кожній групі було по три таких садки. Для швидшого поїдання корму у кожний садок поміщали шматок стільника з відкритим розплодом розміром 5x10 см.

Усі бджоли, які знаходились в садочках поміщали в термостат у якому температура підтримувалась на рівні 33 °С. Підрахунок бджіл здійснювали щодоби. Тривалість першого етапу досліджень становила 50 діб.

Метою другого етапу було порівняльне дослідження впливу протеїнової підгодівлі у вигляді монофлорного і поліфлорного обніжжя. Схема досліду аналогічна до першого етапу за виключенням того, що замість контрольної групи, якій згодовували виключно цукровий сироп, була сформована група, яка отримувала поліфлорне обніжжя. Передбачалось

довести твердження про те, що споживання поліфлорного обніжжя з кращими показниками вмісту нутрієнів збільшує тривалість життя бджіл.

Дослідження мікробіологічного статусу кишечника робочих бджіл

Відбір бджіл для дослідження мікробіологічного статусу кишечника робочих бджіл здійснювали в квітні і травні. Досліджували вуликові та льотні бджоли. Для мікробіологічного дослідження увесь кишечник поміщали в стерильний бюкс і зважували [7]. Після цього ретельно гомогенізували в стерильній фарфоровій ступці в 1% розчині пептонної води у співвідношенні 1:10 і готували ряд розведень з 0,1% агар-агаром. З отриманих розчинів за допомогою градуйованої піпетки на поверхню селективних середовищ робили посіви в об'ємі 0,025 мл у вигляді трьох ізолюваних крапель. Через 72 год інкубації за температури 37°C здійснювали підрахунок колоній, які вирости. Кількість мікроорганізмів у розрахунку на 1 г вмісту кишечника розраховували за методикою [10].

Аналогічним методом оцінювали сезонну динаміку чисельності молочнокислих бактерій у кишечнику робочих бджіл.

Для дослідження впливу окситетрацикліну популяцію молочнокислих бактерій в кишечнику робочих бджіл та на морфологічні показники епітелію середньої кишки в розрахунку на одну сім'ю вносили 900 мг окситетрацикліну гідрохлориду 96 %. Для приготування робочого розчину необхідну дозу антимікробного препарату розчиняли у воді, потім вносили у цукровий сироп 50 % концентації (1 кг цукру розчиняли в 1 л води). У контрольній групі були клінічно здорові бджолині сім'ї. Їх обробляли чистим цукровим сиропом. Застосовували трикратне обприскування робочим розчином з інтервалом у дві доби [214].

Через 10 діб після останньої обробки, протягом наступних п'яти діб, відбирали піддослідних бджіл у кількості по 20 особин від кожної сім'ї, усипляли їх та відпрепарувували середню кишку. Вивчення чисельності

молочнокислих бактерій та морфологічних особливостей середньої кишки проводили за методиками, описаними вище.

Дослідження морфологічних особливостей будови середньої кишки у плідних маток

Експериментальна частина роботи проведена в умовах Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Дослідження проведені протягом 2018–2020 років у господарстві, розміщеному в Стрийському районі Львівської області. Пасіка господарства налічувала 230 бджолиних сімей. Предметом дослідження були плідні матки віком 2 роки. Ознаки ураження вірусом виявили у господарстві у 2018 та у 2019 роках. Діагноз підтверджували на основі епізоотологічних даних, клінічних ознак і лабораторних досліджень. У контрольній групі були клінічно здорові бджолині сім'ї. Вивчення інтер'єрних промірів передбачало дослідження морфометричних показників середньої кишки. Її відпрепарувували та гістоморфологічно досліджували. Для цього плідних маток дорсально занурювали на 1/2 у чашки Петрі з розтопленим воском. Після затвердіння воску у чашку Петрі наливали 30 мл ізотонічного розчину NaCl. У цьому середовищі ентомологічними ножицями проводили розтин плеуральних мембран, які з'єднують стерніти і тергіти в напрямку від останнього до першого. Для доступності огляду вмісту черевця кожную частину стерніта видаляли. У деяких випадках фіксували черевце до воску за допомогою ентомологічних голок. Для огляду за допомогою голки проводили фіксацію грудей. Потім вводили другу голку в камеру жала і закріплювали останній абдомінальний стерніт черевця. Розтин черевця проводили, роблячи два розрізи ножицями. Після цього відпрепарувували середню кишку. Цей препарат переносили на предметне скло і проводили огляд і вимірювання довжини. Огляд проводили за допомогою стереоскопічного мікроскопа при збільшенні $\times 20$. Для вивчення морфометричних і гістологічних досліджень середньої кишки матеріал

фіксували у фіксаторі Буена (24 год.). Після використання фіксатора Буена матеріал промивали у змінних порціях 70°-го спирту до його цілковитого знебарвлення. Зафіксовані зразки заливали в парафін за методом [10]. Також, відповідно до класичних методів, із парафінових блоків виготовляли оглядові гістопрепарати завтовшки 5–7 мкм, які фарбували гематоксиліном та еозином. Дослідженню підлягали гістопрепарати, які одержані на відстані 3, 7, 11 мм від початку середньої кишки. Проміри довжини складок середньої кишки здійснювали від базальної мембрани до апікального краю, включно з мікроворсинками. Для вимірювання обирали 10 розташованих за порядком складок. Морфометричні показники ентероцитів отримували шляхом вимірювання їх висоти, ширини та площі. При дослідженні препаратів звертали увагу на стан гістоархітектоніки слизової оболонки, збереженість структурно-функціональних одиниць, цілісність епітеліальних клітин, наявність запальних процесів [9].

Висновки до розділу 2

Запалановані методичні підходи та сучасні методи проведення аналітичних досліджень в стані забезпечити отримання вірогідних результатів і зробити їх належну інтерпретацію.

РОЗДІЛ 3

ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРОТЕЇНОВИХ КОМПОЗИЦІЙ У ГОДІВЛІ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ

3.1 Паліноморфологічний аналіз медів Західного регіону України

Як відомо, медоносні бджоли споживають тільки нектар і квітковий пилок [14, 41, 109]. При цьому, за органолептичними характеристиками (за різними смаковими якостями та ароматом) нектар залежить від того, з якої рослини бджоли його зібрали. Тому за хімічним складом мед у значній мірі залежить від ботанічного походження. І навіть у межах спільного видового походження існують зміни. На них впливає безліч факторів, у тому числі умови зовнішнього середовища. Цей чинник також впливає на вміст вуглеводів у нектарі. За допомогою медоносних бджіл нектар перетворюється у мед. При цьому змінюється концентрація цукрів у ньому. Споживаючи його, організм отримує достатню кількість вуглеводів для метаболізму протягом усього року. Окрім цього, медоносні бджоли споживають квітковий пилок, який переробляють у пергу. Її перетравлення у кишковому тракті дає можливість отримати необхідні нутрієнти, зокрема незамінні амінокислоти, жирні кислоти [144]. Однак, пилкові зерна, які потрапляють у середню кишку при споживанні меду і перги, не перетравлюються повністю і протягом гіпобіозу наповнюють задній відділ кишечника неперетравними рештками. Оболонки пилових зерен становлять основу цієї біологічної маси. Для того, щоб уникнути негативного впливу, який може виникнути у результаті переповнення кишечника, бджіл підгодовують на зиму цукровим сиропом. Залишається актуальним питання щодо вибору меду, який би становив основу кормових запасів для бджіл.

Поряд з цим, паліноморфологічний аналіз вважається єдиним точним показником у визначенні ботанічного походження меду. Технологія одержання ідентифікованих монофлорних медів є вимогою переробних підприємств не тільки України, але і Європи. Адже відомо, що пилкові зерна

(гаметофіти) одного і того самого виду відрізняються у залежності від георгафічного розташування рослин.

Тому метою нашої роботи було дослідити ботанічні сорти меду, провести їх паліноморфологічний аналіз і рекомендувати на основі експериментів сорти, які матимуть найменші показники калового навантаження у бджіл.

На першому етапі ми досліджували органолептику найпоширеніших медів України. Як зразки ми обрали наступні сорти медів: ріпаковий, акацієвий, липовий, гречаний та соняшниковий. Наступний етап полягав у вивченні морфологічної будови пилоквих зерен. І заключний, експериментально аналітичний розділ, стосувався дослідження максимального вмісту екскрементів за споживання різних кормів.

З усіх товарних медів ріпаковий мед характеризується виключно унікальним білим кольором. Ерукові кислоти ріпакової олії до складу меду не входять. Тому запах є слабкий. Після тривалого зберігання ріпаковий мед набуває ніжного аромату. Як і з більшості хрестоцвітих, ріпаковий мед схильний до швидкої кристалізації навіть при його знаходженні у гнізді. Водневий показник коливається в межах від 3,3 до 3,6 і вважається достатньо кислим середовищем. Особливістю зберігання ріпакового меду є явище, пов'язане з виникненням бродильного процесу. При цьому на його поверхні з'являються бульбашки CO_2 і наявний різкий кислий запах. Це явище потребує подальшого вивчення, оскільки цікавим є той факт, що з усього розлитого меду процес бродіння виявляють не у всіх зразках, а лише у деяких. Причому залежності щодо порядковості не виявлено.

Для більших точних досліджень зразків меду Західного регіону і вивчення особливості будови та додаткових ознак нами проведено дослідження їх екзини. За формою гаметофіти ріпаку озимого у більшій кількості випадків округлі. У деяких ракурсах зображення вказує на еліпсоподібну форму. Є наявні 3 борозни (рис. 3.1).



Рис. 3.1 Будо́ва гаметофіту ріпаку озимого (*Brassica napus L.*)
(Збільшення x 400)

При морфометрії пилкового зерна можна зауважити, що довжина полярної осі коливається в межах від 17,9 до 19,9 мкм. Показник екваторіального діаметру становить від 17,5 до 21,1 мкм. Характерною особливістю мікроструктури гаметофіту ріпаку є те, що вони округлі трьохлопатові. Середня ширина кожної борозни становить 6 мкм. Вони довгі, а їхні краї мають притуплені кінці. Ширина мезокольпіума 11–13 мкм. Діаметр відрізняється стабільними показниками і становить 3,5 мкм. Текстура екзини пилкових зерен переважно внутрішньосітчаста. Пилок масово поступає у вулики у вигляді обніжжя, яке відрізняється яक्रаво–жовтим кольором.

До елітних сортів, які ми досліджували, можна віднести акацієвий мед. Він належить до групи світлих медів, який візуально практично прозорий. За рахунок унікального співвідношення вуглеводів повільно кристалізується і тому ідеально підходить як кормовий ресурс для бджіл. При тривалому зберіганні на поверхні з'являється більш темна міжкристальна рідина. Кислотність меду коливається від 3,8 до 4,2, що є супутнім протимікробним фактором впливу.

Будо́ва гаметофіту робінії звичайної трьохбороздно-порова. За формою він округлий. У деяких ракурсах має сплющену кулясту форму (рис. 3.2).



Рис. 3.2 Будова гаметофіту робінії звичайної (*Robinia pseudoacacia*)
(Збільшення x 400)

Морфометрія показує, що довжина полярної осі є більшою, порівняно з ріпаковим пилком і коливається в межах від 21,1 до 28,0 мкм. Його екваторіальний діаметр також на 30 % більший і досягає позначки у 35,1 мкм. Ширина кожної борозни 8,5 мкм. Вони характеризуються нерівними краями і мають притуплені кінці. Діаметр пори, яка має переважно округлу форму біля 8,5 мкм. Однак зустрічаються і овальні пори. Їхня довжина коливається від 10,8 до 12,9. Зустрічаються пилкові зерна, у яких пори мало виражені. Зовнішня мембрана досліджуваних борозен переважно зерниста. Ширина мезокольпіума, який представляє екваторіальну область пилкового зерна, що відмежований апертурами коливається в межах від 18 до 26 мкм. Діаметр апокольпіума, що представляє полярну область пилкового зерна, яка відмежована кінцями борозен становить в середньому 12 мкм. Екзина в центрі мезокольпіума має товщину 1–1,3 мкм, біля борозен вона злегка тонша і припіднята. Як правило, текстура пилкового зерна робінії дрібно плямиста. Сам пилкок, який можна спостерігати на квітках суцвіть жовтого кольору.

Органолептичні характеристики липового меду залежать від сукупності факторів, визначальним серед яких є масова частка його монофлорності. З досліджуваних нами медів протягом кількох років нам зустрічались зразки, у яких при пилковому аналізі показник монофлорності коливався в межах від

14 до 24 %. Більшість зразків меду мали 17–21% пилоквих зерен, що належить родині *Tilia cordata Mill.* У таких зразках продукт відрізняється сильним ароматом та специфічним смаком. Колір відрізнявся від світлого, інколи практично прозорого до жовтувато зеленкуватого. Салоподібна кристалізація вважається особливістю цього сорту меду. Водневий показник станов від 3,6 до 3,8.

Морфометрія пилоквих зерен липи показала, що трьохборозно-поровий гаметофіт за формою округлий хоча, зустрічаються і сплюснуті (рис. 3.3).



Рис. 3.3 Будова гаметофіту липи дрібнолистої (*Tilia cordata Mill.*)
(Збільшення x 400)

Для точної його характеристики ми визначали довжину полярної осі та екваторіальний діаметр. Проміри показали, що перший показник коливається в межах від 24,2 до 28,1 мкм. Показник екваторіального діаметру від 31,0 до 36,3 мкм відповідно. Продовгуваті пори мають нерівні краї. Скульптура гладка. У період цвітіння липи можна зауважити, що бджолине обніжжя зеленкуватого кольору, причому за розміром воно невелике.

Найбільш специфічний мед, який ми досліджували, це гречаний. Зразки відібрані переважно з кочових пасік, вулики яких були розміщені у Тернопільській області. Органолептичні характеристики виражені. Його колір належить до темних медів [13]. Переважна кількість зразків характеризується у свіжому вигляді світлоричневим кольором. Смак і

аромат різкий, який характерний тільки для гречаного меду. Згідно проведених досліджень кристалізація сильно залежить від температури зберігання. Наші зразки у більшості випадків мали дрібну кристалізацію, хоча за підвищених температур мед набував грубої кристалізації.

Паліноморфологічний аналіз пилоквих зерен гречки показує, що цей зразок менш важкий для ідентифікації. Це пов'язано з кольором та розміром гаметофіту. При збільшенні у 400 раз зерно має темне забарвлення. Поряд з цим, це стосується морфологічних особливостей трьохбороздно–порових зерен, які мають овальну, еліпсоподібну форму (рис. 3.4).



Рис. 3.4 Будова гаметофіту гречки (*Polygonaceae*).
(Збільшення x 400)

Показники довжини полярної осі вказують на те, що гречаний гаметофіт належить до найбільших з усіх досліджуваних зразків. Причому максимальна довжина досягає позначки у 52,1 мкм, а мінімальна 43,2 мкм. Ще один показник, який характеризує величину – це екваторіальний діаметр. І він коливається в межах від 41,3–49,3 мкм. Пилкові зерна, які можна оглянути з полюса, характеризуються округлістю. Вони округлі або не виражені трьохлопатеві, з екватора широкоеліптичні. Середня ширина кожної борозни становить 5 мкм. Вони характеризуються рівними краями, а їхні кінці можуть бути як притуплені, так і загострені. Причому не виявлено торкання борозен біля полюсів. Пори гречаного зерна малопомітні.

Скульптура мембрани зерниста. Пилок, який зосереджено в пиляках, жовтого кольору з зеленкуватим відтінком.

У структурі усіх медів, які є на ринку меду 70–75 % належить соняшниковому меду. Його органолептичні характеристики виражені у більшій мірі порівняно з іншими медами. Зокрема, досліджені зразки відрізнялись світлим забарвленням. За смаковими якостями даний сорт меду характеризується типовим слабокислим відчуттям, дрібна кристалізація якого може переходити у середню і навіть грубу. Аромат не виражений, слабкий. Після тривалого зберігання досліджувані зразки на своїй поверхні набували рихлого шару. Щодо морфометрії пилкових зерен, то тут потрібно вказати, що вони, поміж інших зразків, відрізняються неповторною будовою екзини. Самі пилкові зерна за формою округлі і на своїй поверхні мають 3 борозни (рис. 3.5).

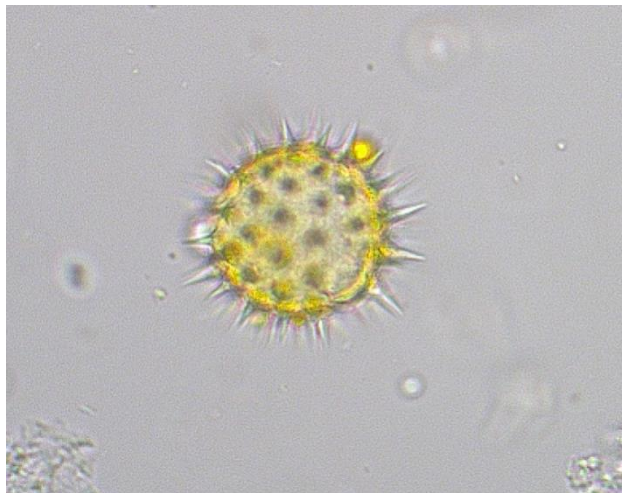


Рис. 3.5 Будова гаметофіту соняшника (*Helianthus L.*).
(Збільшення x 400)

Морфометричні характеристики наступні: діаметр, з урахуванням виростів, коливається в межах від 36,9 до 43,5 мкм. Формова особливість наближена до округлої. Округлість з полюса практично подібна до екваторіальної. Ширина кожної борозни коливається в межах від 3,9 до 4,9 мкм. Вони мають нерівні краї і є короткими. Кінці, як правило, притуплені.

При огляді пилкового зерна з полюса можна зауважити, що пори з екваторіальної сторони витягнуті. Вони овальної форми і ширина коливається в межах від 4 до 6 мкм. Їхня довжина також різноманітна і коливається в межах від 5,9 до 6,3 мкм. Ширина мезокольпіума є характерною для зразків соняшникового меду Західного регіону і коливається в межах від 21,0 до 24,1 мкм. При цьому діаметр апокольпіума, як правило, характеризується стабільними показниками, у середньому $\pm 13,3$ мкм. Товщина екзини (без шипів) 1,2–1,8 мкм. Соняшник належить до родини айстрових і тому шари екзини тонкі. Їхня мінімальна товщина не переходить межі 1,1 мкм. У досліджуваних зразках максимальна товщина екзини становила 1,7 мкм. Відстань між виростами екзини становить біля 2 мкм. Їхня висота не перевищує межу у 6 мкм. Візуально вони розташовані рівномірно з характерними загостреннями, за допомогою яких здійснюється краща адгезія з поверхнею маточки. При формуванні бджолиного обніжжя його колір переважно жовтого кольору з різноманітними відтінками. Оскільки пилок не є 100 відсотково однорідний, обніжжя може мати як світліше, так і темніше забарвлення.

Дані, представлені в табл. 3.1 можуть бути використані при лабораторному дослідженні видового походження меду. Більшість дослідників на це звертає велику увагу [60, 661]. Відомо, що з усіх лабораторних методів дослідження перше, що здійснюють технологи, це визначення його ботанічного походження. За органолептичними показниками важко визначити походження меду. Дати видову характеристику монофлорності можна тільки на спеціальному лабораторному обладнанні. При цьому важливе значення має кваліфікація особи, що визначає морфологічну будову і особливості будови гаметофітів.

Сама суть методики полягає у тому, що у досліджуваному розчині меду при центрифугуванні вивчається осадкова фракція, де зосереджуються пилкові зерна. При вивченні медів Західного регіону ми дізнались, що розмір і кількість пилкових зерен у меді залежить від його ботанічного походження.

**Морфометричні характеристики пилкових зерен, виділених з
найпоширеніших сортів меду, мкм**

Гаметофіт	Довжина полярної осі	Екваторіальний діаметр
Ріпак озимий (<i>Brassic napus L.</i>)	17,9-19,9	17,1-21,1
Робинія біла (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	21,1-28,0	32,7-35,1
Липа дрібнолиста (<i>Tiliacordata Mill</i>)	24,2-28,1	31,0-36,3
Гречка (<i>Polygonaceae</i>)	43,2-52,1	41,3-49,3
Соняшник (<i>Helianthus L.</i>)	–	24,9-31,5

До дрібних належать гаметофіти з екваторіальним діаметром до 20 мкм, більше 50 мкм вважаються великими, середні займають проміжне місце і їх розмір коливається від 21 до 49 мкм. Їхня кількість у медах Західного регіону України коливається в межах від 230 до 2150 шт./г. Точність у вивченні цього питання має вирішальний вплив у написанні висновку експертного заключення якості меду. У свою чергу більша кількість пилкових зерен напряму впливає на збільшення показника монофлорності. Для експортерів меду ця величина входить у п'ятірку показників ціноутворення.

Гаметофіти, які отримані методом центрифугування меду, мають різні розміри як довжини полярної осі, так і екваторіального діаметру.

Представлені дослідження дозволяють ідентифікувати найпоширеніші меди, які експортуються в Європу. Розширено дані про морфометричні особливості пилкових зерен деяких медоносів Західного регіону України.

3.2 Пилковий аналіз вмісту ректуму медоносних бджіл

Внаслідок споживання корму в задньому відділі кишечника медоносних бджіл відбувається нагромадження неперетравних решток. Їхня кількість залежить від впливу багатьох факторів. Зокрема це може бути якість корму, сила сім'ї, тривалість безобльотного періоду, наявність

розплоду в гнізді і т. д. У технологічному аспекті нас цікавлять чинники впливу, які ми можемо змінити або удосконалити. І тому ми задалися метою вивчити вплив якості корму на деякі аспекти гіпобіозу, а саме виявити, як впливають ботанічні сорти меду на показники калового навантаження.

Ці дослідження ми поділили на два етапи. У першому етапі ми вивчали вміст пилкових зерен у найпоширеніших сортах меду. А наступний етап полягав у тому, що ми досліджували вміст ректумів бджіл на наявність пилкових зерен при різних способах годівлі.

Дослідження щодо кількості пилкових зерен в меді та їх ідентифікація були найважчими з методичної точки зору. У полі зору мікроскопа лише одного зразка, крім домінантного пилку, нами налічувалось у середньому від 10 до 30 супутніх пилкових зерен. Очевидно, що чим різноманітніша медоносна база, тим більша кількість пилку потрапляє у нектар.

З усіх досліджуваних зразків найкращому вимиванню з меду підлягали ріпаковий і соняшниковий мед. У силу свого відносно малого розміру кількість пилкових зерен у цих медах коливалась в межах від 1250 до 1490 зерен у соняшника і 1490-2150 зерен у ріпака озимого (у розрахунку на 1 г наважки).

Проведені дослідження вказують, що відділити пилкові зерна у гречаному меді найважче. Після центрифугування розчину меду при 3000 обертів на хвилину дослідженню підлягав осад. Шляхом мікроскопіювання можна було відділити темні, великі гаметофіти гречаного меду. Їхня кількість також була різною і залежала від сукупності факторів. Базовим чинником, який впливав на цей показник була посівна площа культури та кількість бджолиних сімей у розрахунку на 1 га гречаного поля. Наступним фактором, від якого залежить кількість домінантного пилку, це наявність у радіусі продуктивного льоту медоносних рослин, квітковий пилок яких потрапляє у товарний мед. При дослідженнях поліфлорності нами досліджено, що у тарі великого об'єму кількість пилкових у верхніх шарах може бути на 50-80% меншою порівняно з нижніми. У такому випадку дати чітке визначення

ботанічного походження меду стає важким з огляду на виражену ефективність досліджень. Згідно з розрахунками мінімальна кількість пилоквих зерен у товарних медах Західного регіону України коливається в межах від 230 до 2150 шт/г. (рис. 3.6).

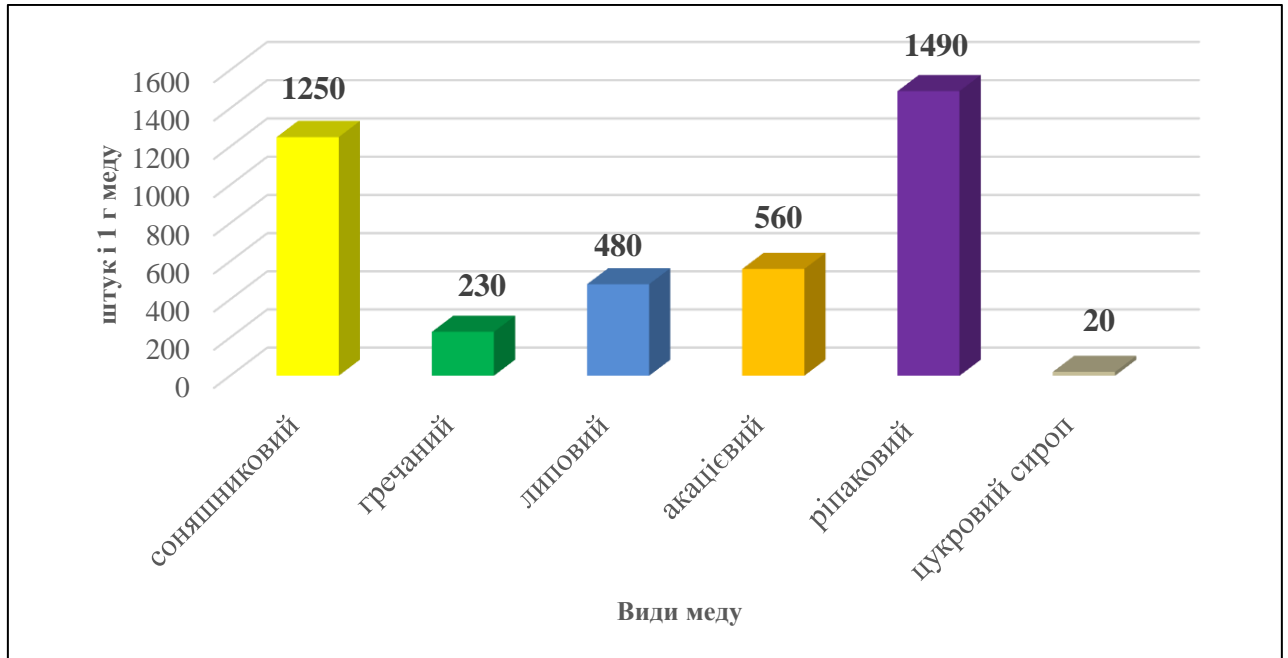


Рис. 3.6 Мінімальні показники вмісту гаметофітів у медах Західного регіону України (шт./г, n=20)

Прикладна сторона цих досліджень полягає у тому, що можна дати відповідь на питання, яким медом найкраще загодувати бджіл на період гіпобіозу. Тому для наступного етапу досліджень ми в серпні методом аналогів сформували 6 груп по 3 бджолині сім'ї у кожній. З них п'ять груп були дослідними і в якості корму їм було згодовано по 10 кг різних видів меду. Шоста група була контрольною, їй згодували 50% розчин цукрового сиропу. Разова даванка корму становила 2 кг. Дослід розпочато 10 серпня. Станом на 20 вересня увесь мед був запечатаний восковими кришечками. Тобто якість корму на швидкість дозрівання пилку не має впливу. При контрольній осінній ревізії бджолиних сімей виявлено, що на кожній з 5 рамок, кількість корму коливалась в межах від 1,6 до 2,0 кг. Найшвидше з годівниць бджоли вибирали гречаний мед. Очевидно, в силу виражених

органолептичних показників виявлена така тенденція. Найгірші показники у контролі.

Результати досліджень динаміки маси ректуму за період гіпобіозу в залежності від того, яким медом вони були загодовані, наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

**Динаміка маси ректуму медоносної бджоли у період гіпобіозу, мг
($M \pm m$, n=20)**

Група	На початок 10.12	По закінченню 20.02	Різниця
Контроль	15,1±0,10	29,2±0,17	14,1±0,15
I (ріпаковий)	14,5±0,10	34,1±1,72	19,6±0,22
II (робінія)	14,8±0,20	31,9±1,04	17,1±0,11
III (липовий)	15,7±0,10	32,7±1,05	17,0±0,20
IV (гречаний)	13,9±0,08	40,9±0,12	27,0±0,14
V (соняшниковий)	16,4±0,10	41,6±0,11	25,2±0,15

Як показали дослідження вмісту ректуму, у медоносних бджіл на початок зимівлі задній відділ кишечника практично вільний. Його маса з вмістом незначна і коливається в межах від 13,9 до 16,4 мг. Середня маса цього відділу кишечника була вирахована внаслідок анатомування 20 бджіл із кожної групи.

Відпрепарована задня кишка характеризувалась рівномірним наповненням у всіх піддослідних бджіл. Потрібно зауважити, що її колір також однаковий. При відпрепаруванні нами виявлено, що кишечник усіх бджіл виявився досить пружний. Однак у групі бджіл, яка споживала гречаний мед виявлено незначну дряблість заднього відділу кишечника. Таке явище зафіксовано внаслідок препарування черевця. При цьому нам у деяких зразках не вдалося зберегти цілісність довжини кишечника.

У період закінчення гіпобіозу було проведено зважування ректуму і його вмісту. І хоча 20 лютого не вважається закінченням зимівлі, ми завершили дослідження з огляду на деякі причини. По перше, якість корму істотно повпливала на сам процес гіпобіозу, а по друге – щоб уникнути звільнення кишечника від екскрементів, яке могло статися під час першого очисного обльоту. Після обльоту показники калового навантаження різко

зменшуються. Слід зауважити, що звільнення від екскрементів не відбувається на 100% у першу добу. Встановлено, що вивільнення калових мас здійснюється протягом 2-3 діб за умови сприятливих температур зовнішнього середовища. Причиною наповнення задньої кишки є екскременти і продукти розпаду нутрієнів, які нагромадились внаслідок споживання меду, яким вони харчувались протягом гіпобіозу. Домінантна кількість пилкових зерен та їх залишків в екскрементах відповідала монофлорності меду.

Нами виявлено той факт, що споживання монофлорного меду призводить до збільшення величини калового навантаження у порівнянні з контролем від 20,5 до 91,4 %. Всі різниці статистично вірогідні, $p < 0,001$.

У бджіл II і III піддослідних груп виявлено найменшу масу неперетравних решток і за цим показником вони статистично вірогідно поступалися іншим дослідним групам ($p < 0,001$). Найбільша маса вмісту ректуму була у IV і V групах, яким згодовували гречаний і соняшниковий мед. За цим показником вони переважали всі інші групи ($p < 0,001$), а між собою відрізнялися незначно.

3.3 Дослідження вмісту сирого протеїну і загальних ліпідів у бджолиному обніжжі різних видів ентомофільних рослин

Згідно даних літературних джерел хімічний склад монофлорного пилку залежить від сукупності факторів, при чому основним вважається ботанічне походження. Тому ми задалися метою вивчити вміст протеїнів та ліпідів у пилку рослин, які найбільш масово поступали у гніздо під час наших досліджень. На першому етапі наших досліджень було встановлено пилковловлювачі для отримання основних видів монофлорного пилку. За допомогою фенологічних, органолептичних показників нами відібрано 15 проб різних видів бджолиного обніжжя з метою їх ідентифікації та визначення видової приналежності. Дані про структуру пилкових зерен,

отриманих методом їх ацетолізу, порівнювали з описами, поданими в літературних джерелах [42, 43].

Оскільки тема роботи пов'язана з впливом протеїнових композицій у годівлі медоносних бджіл, визначення вмісту базових речовин лягло в основу цих досліджень. Ми мали на меті розкрити питання поживної цінності бджолиного обніжжя, яке має найбільший вплив через максимальне надходження у бджолину сім'ю. З фізіологічної точки зору вміст біологічно активних речовин (БАР) у кормі є важливим фактором, який впливає на швидкість і ефективність засвоєння бджолами поживних речовин раціону. Результати хімічного аналізу монофлорного обніжжя, зібраного з дослідної пасіки під час кочівлі наведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Хімічний склад бджолиного обніжжя, (M±m, n=5)

Вид обніжжя	Вміст сирого протеїну, мг/100 г сухої речовини	Ліпіди, %
Акація (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	18,8±0,07	6,9±0,22
Ріпак озимий (<i>Brassica napus</i>)	26,5±0,11	8,6±0,09
Кульбаба (<i>Taraxacum</i>)	19,2±0,15	13,0±0,14
Черешня (<i>Prunus avium</i>)	21,9±0,18	6,7±0,21
Яблуня (<i>Malus</i>)	20,8±0,19	6,5±0,12
Будяк пониклий (<i>Carduus nutans</i>)	19,4±0,11	9,7±0,18
Конюшина рожева (<i>Trifolium hybridum L.</i>)	21,0±0,33	7,0±0,39
Малина (<i>Rubus idaeus</i>)	22,8±0,34	7,4±0,1
Гречка (<i>Fagopyrum esculentum</i>)	15,9±0,33	8,1±0,17
Липа вузьколиста (<i>Tilia cordata Mill.</i>)	19,5±0,21	7,7±0,34
Золотушник звичайний (<i>Solidago virgaurea L.</i>)	19,4±0,69	11,0±0,3
Верес звичайний (<i>Calluna vulgaris</i>)	21,5±0,21	7,7±0,14

Встановлено, що більшість ентомофільних рослин Львівщини характеризуються вмістом сирого протеїну в межах від 15,9 до 26,5 мг/100 г сухої речовини. Найнижчий вміст сирого протеїну в обніжжі гречки і акації –

15,9 і 18,8 мг/100 г сухої речовини, що статистично вірогідно менше, ніж у інших видах досліджуваного обніжжя, $P < 0,05-0,001$. Найвищий вміст сирого протеїну в обніжжі озимого ріпаку і малини відповідно становить 26,5 і 22,8 мг/100 г сухої речовини.

Безумовно визначення вмісту протеїну має фундаментальне значення. Однак інші речовини також відіграють важливу роль у процесах обміну. Зокрема організм медоносної бджоли не може існувати без надходження з кормом есенціальних поліненасичених жирних кислот (ПНЖК).

Кількість ПНЖК залежить від вмісту загальних ліпідів у квітковому пилку. Депонування жирових складових у кормі коливається в широких межах. У межах виду ці коливання в основному пов'язані із зональним фактором. З даних табл. 3.3 випливає твердження про те, що кількість загальних ліпідів у бджолиному обніжжі залежить від його ботанічного походження. Його максимальний вміст виявлено у кульбаби (13 %) та золотушника (11,1 %). Проте зустрічаються рослини, квітковий пилки яких відрізняються відносно незначним вмістом ліпідів. Зокрема найнижчий показник кількості загальних ліпідів виявлено в обніжжі яблуні і черешні (по 6,5 та 6,7 %). Потрібно зауважити, що обніжжя рослин, яких ми досліджували, масово поступає у гніздо бджолиної сім'ї і сприяє її нарощенню у весняний період. Згідно спостережень у червні місяці також відбувається депонування протеїнового корму у стільниках. У цей період цвіте липа вузьколиста та гречка. Співвідношення ліпідів відносно сухої речовини становить відповідно 7,7 та 8,1%. Інші рослини, як ми можемо аналізувати, також можна вважати достатнім джерелом ліпідів. Наприклад квітковий пилки з таких рослин як конюшина і малина характеризується вмістом ліпідів на рівні 7,0–7,4 %. Оскільки вулики вивозились на кочівлю, ми змогли відібрати бджолине обніжжя з вересу. Вважається, що надходження квіткового пилку з пізньолітніх і осінніх медоносів зміцнює імунну систему бджіл внаслідок того що вони живляться ним саме у цей час. А між іншим, обніжжя з вересу звичайного містить 7,7 % ліпідів.

У цю таблицю не увійшли дані щодо кількості основних нутрієнтів у вітрозапильних рослин. Їх не досліджували, тому що їхня поживна цінність не має значного впливу на розвиток сімей через низький вміст біологічно активних речовин.

Таким чином, проведені дослідження підтверджують дані низки авторів про те, що вміст біологічно активних речовин у бджолиному обніжжі залежить від ботанічного походження рослин, з яких бджоли збирають квітковий пилок. З поміж усіх досліджуваних зразків бджолиного обніжжя за вмістом сирого протеїну максимальний вміст виявлено у ріпака озимого (*Brassica napus*) – 26,5 та малини (*Rubus idaeus*) – 22,8 мг/100 г сухої речовини. За вмістом загальних ліпідів найкращі показники виявлено у кульбабовому обніжжі (*Taraxacum*) – 13,0 %.

Протеїни і ліпіди є основними нутрієнтами, необхідними для більшості тварин. Протеїн вважається джерелом амінокислот, тоді як олії або жири забезпечують жирні кислоти, у тому числі есенціальні. Щоб задовольнити свої потреби в харчуванні для росту, підтримки та розмноження, в організмі тварин існують механізми для виявлення та регулювання отриманих поживних речовин. Регулювання споживання макроелементів у раціоні було формалізовано в системі моделювання, яка називається геометричною структурою харчування. Використання такої методики дає можливість створювати стратегії, які передбачають використання дієт із певним співвідношенням макронутрієнтів [88]. Зокрема бджолам створюють такі умови, за яких вони або обмежені дієтою у певному співвідношенні, або їм надається доступ до принаймні двох різних видів їжі з певним співвідношенням макроелементів. Використання хімічно визначених кормів дає змогу застосувати найбільш оптимальний склад раціону. Тканини рослин у більшості випадків містять незначну кількість жиру [184]. З цієї причини траводні комахи можуть бути обмежені в раціоні жирами, особливо якщо їм потрібні такі незамінні ПНЖК як α -ліноленова та лінолева кислоти. Тварини засвоюють жир у своєму тілі за допомогою багатьох механізмів. Незамінні

жирні кислоти можуть бути надходити з надлишку вуглеводів [2] або утворюватися кишковими ендосимбіонтами. Бджоли та інші запилювачі отримують харчові протеїни, ліпіди та вуглеводи (крохмаль) з квіткового пилку [14, 28].

Поміж усіх досліджуваних зразків бджолиного обніжжя за вмістом сирого протеїну максимальний вміст виявлено у ріпака озимого (*Brassica napus*) та малини (*Rubus idaeus*). Щодо найменшої кількості протеїну ми б відзначили обніжжя кульбаби (*Taraxacum*). Однак за вмістом загальних ліпідів найкращими показниками характеризується саме кульбабове обніжжя. З лабораторних досліджень випливає, що недостатня кількість одного з нутрієнів обніжжя компенсується за рахунок споживання іншого виду квіткового пилку. Таким чином запорукою повноцінної годівлі є різноманіття екосистеми у зоні продуктивного льоту бджіл [90].

3.4 Визначення тривалості життя медоносних бджіл при споживанні бджолиного обніжжя

Бджолина сім'я складається в основному з робочих бджіл. Ці комахи не мають здатності до осіменіння трутнями. Однак саме їх роль є визначною у технологічному процесі отримання основної продукції бджільництва. Тривалість життя цих комах залежить від сукупності факторів. Тому дослідження чинників, які могли б збільшити тривалість життя бджіл вважається актуальною проблемою бджільництва.

Як зазначалось вище, комахи не відрізняються сталими показниками тривалості життя. Одним із факторів, який має визначальний вплив є аліментарний. У різні періоди життя спеціаліст практик може на нього повпливати.

Відомо, що у гніздо бджолиної сім'ї потрапляє квітковий пилок з різних рослин. Як правило, у стільниках перга має поліфлорну структуру. Тому її вплив на тривалість життя представників родини визначити важко. Однак, зустрічаються випадки, коли у гніздо потрапляє монофлорне

обніжжя. Як зазначалось вище, це може бути причиною виникнення стресу через ненадходження достатньої кількості необхідних речовин. Зокрема у період цвітіння ріпаку озимого у гнізді нагромаджується до 90 % монофлорного пилку. Цей пилко жовтого кольору. Протягом доби бджолина сім'я середньої сили може принести 400–500 г обніжжя. За своїми органолептичними характеристиками воно є специфічним, оскільки має незначний запах ерукових кислот. Наявність цих кислот у великих дозах має негативний вплив на організм тварин. Однак негативного впливу на розвиток сім'ї ми не виявили. Монофлорність в основному залежить від площі рослини, з якої бджоли збирають корм. Тому ще одним представником монофлорності є гречка. І хоча ця культура проростає у період, коли сім'я досягла максимальної сили, надходження пилку у вулик також значне. Ми можемо зауважити, що кількість отриманої продукції у вигляді обніжжя у цей період є меншою, порівняно з травнем, коли цвіте ріпак. Тому за допомогою пилковловлювачів було відібрано 5 видів квіткового пилку, який найбільш масово поступав у травні. Відібрані проби ідентифіковано за допомогою дослідження морфологічної структури пилкового зерна. Наступний етап полягав у заморожуванні обніжжя для його зберігання.

Вплив корму на тривалість життя бджіл ми вивчали за допомогою ентомологічних садочків. Показник тривалості життя є універсальним показником інтенсивності метаболічних процесів, однак він залежить від впливу сукупності факторів.

Перший етап даного дослідження тривав 50 діб. Результати наведено на рис. 3.7.

Як видно з цих графіків, через 50 діб більшість бджіл у контрольній і дослідних групах загинуло. Слід зауважити, що у перші дні бджоли не поїдали обніжжя. Тут причиною може бути низька активність протеолітичних ферментів у перші доби життя. Нами отримано цікаві дані, які підтверджують гіпотезу про те, що рівень протеїнового забезпечення впливає на деякі фізіологічні показники.

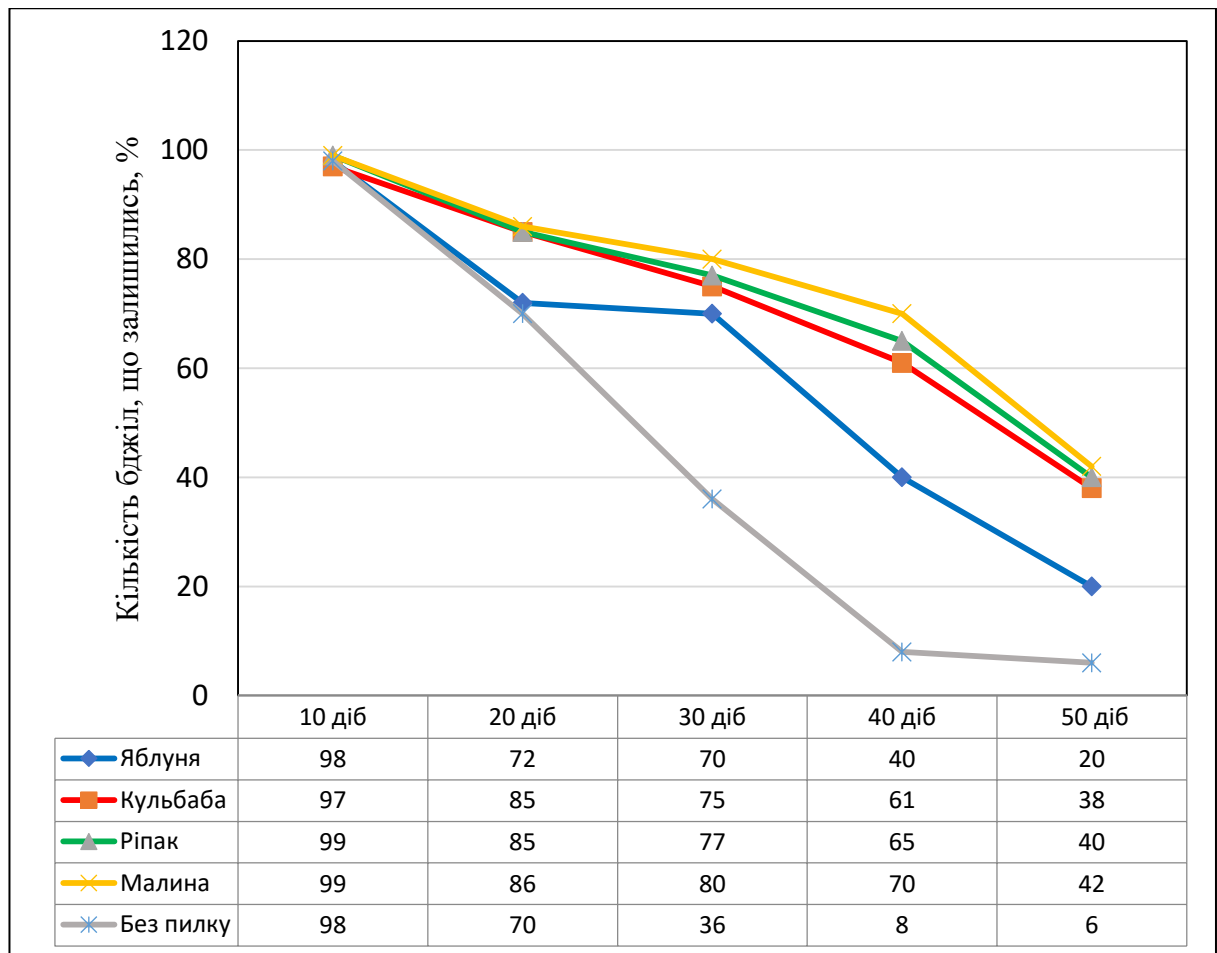


Рис. 3.7 Динаміка тривалості життя бджіл залежно від складу раціону

У кліточках відхід бджіл почав спостерігатися починаючи з 10 доби. Відомо, що потрапляння пилку у кишковий тракт медоносних бджіл підвищувало експресію генів, які відповідають за синтез маточного молочка. Цей секрет перші три доби споживають всі стази сім'ї. Секреція здійснюється залозами, які зосереджені в голові робочої бджоли. З них – гіпофарингіальна – приймає провідну роль у формуванні і продукуванні цього корму. Максимальне його виділення пропорційно знижує тривалість життя молодих, так званих вуликових бджіл. Адже саме вони здійснюють вирощування розплуду. Однак зауважимо, що розплід у дослідних групах бджіл був відсутній. І тому причина відмирання бджіл саме у цей період достеменно невідома. Виходячи з цього, констатуємо, що ці питання потребують подальших експериментів.

У дослідних групах максимальна тривалість життя спостерігалася у бджіл, які споживали обніжжя з малини і озимого ріпаку. Дещо менше жили бджоли, які отримували обніжжя з кульбаби. Відсутність протеїнового забезпечення у контрольній групі стала причиною того, що тут бджоли почали гинути найшвидше. Вже на 30-ту добу у контрольній групі залишилось біля 35–36 особин у кожній клітці. На 40 добу вже остаточно став зрозумілим той факт, що виключення з раціону протеїновмісних кормів та споживання тільки цукрового сиропу суттєво знижує тривалість життя бджіл. Так, у цей відрізок часу у контрольній групі залишилось менше 10% особин.

Взагалі, тривалість життя відображає у повній мірі здоров'я бджоли. Вплив годівлі опосередковано впливає на імунітет. Тому ці два фактори у найбільшій мірі впливають на тривалість життя медоносних бджіл.

Різких змін у тривалості життя не виявлено у першу третину досліджень. Зокрема на 20 добу у групах загинуло в середньому від 14 до 30 бджіл. Причому нас вразила інтенсивність смертності у бджіл, які споживали обніжжя з яблуні. Припускаємо, що така динаміка може бути як наслідок того, що яблуневі сади обробляють засобами захисту від комах. Тому інсектициди, які потрапляють у пилок у період цвітіння можуть викликати різке скорочення тривалості життя. Споживаючи цей вид квіткового пилку вже на 40 добу у групі загинуло понад 60% піддослідних комах. Такі показники по групах є найнижчими. Під кінець досліду у ентомологічних клітках залишилось у середньому по 20 бджіл.

Наступне завдання полягало у тому, щоб відповісти на питання чи існує взаємозв'язок між кількістю протеїну в кормі та тривалістю життя бджіл (рис. 3.8).

Отримані дані не дають підстав стверджувати про наявність прямої залежності тривалості життя бджіл від вмісту протеїну в кормі.

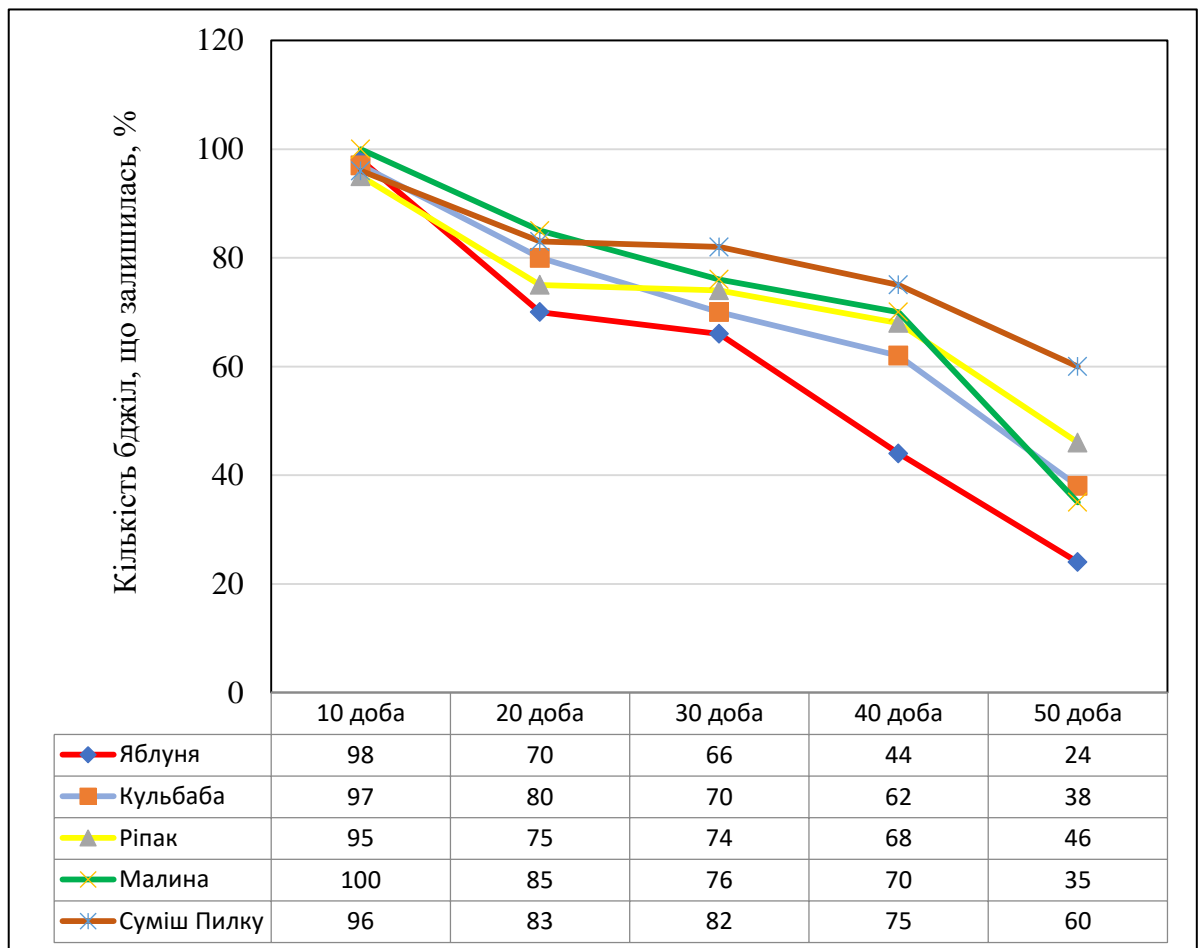


Рис. 3.8 Динаміка тривалості життя бджіл залежно від ботанічного походження бджолиного обніжжя

Так, у дослідній групі, яка отримувала в якості корму ріпакове обніжжя, яке характеризувалося найвищим вмістом протеїну, у перші 20 діб дослідження відхід бджіл був вищим, ніж у групах, яких підгодовували кульбабовим, малиновим та змішаним обніжжям. До 30 і 40 діб тривалості дослідження збереженість бджіл у групі з ріпаковим обніжжям була майже така сама, як у групі з малиновим обніжжям. Але до кінця дослідження на 50 добу у цій групі збереглося 46% початкової кількості бджіл, що є найвищим показником у порівнянні з іншими групами, які отримували в якості підгодівлі монофлорне обніжжя (малинове, кульбабове і яблуневе).

Слід зазначити, що найкращу збереженість виявлено у групі бджіл, які споживали змішане бджолине обніжжя. Порівняно з особинами, які отримали

в раціоні максимальну кількість протеїну (група, якій згодовували обніжжя з ріпаку) їх збереженість за 50 діб досліджу була на 14% вищою.

Проведений аналіз літературних джерел та експериментальних досліджень дозволяє нам зробити припущення про те, що причини нинішнього глобального зниження рівня здоров'я медоносних бджіл достеменно невідомі. Одна основна група гіпотез посиляється на пестициди та інші ксенобіотики, яким часто піддається цей важливий вид запилювачів. Більшість досліджень зосереджувались на смертності або поведінковій недостатності у медоносних бджіл, нехтуючи іншими біологічними функціями та органами–мішенями. Результати наших досліджень підтверджують думку про те, що харчова цінність корму та різноманітність годівлі пилком можуть формувати здоров'я бджіл. Дійсно, ми виявили, що деякі фізіологічні зміни в організмі бджіл варіюють залежно від типу пилкового раціону, припускаючи, що значення має не тільки наявність, але й якість екологічних ресурсів. Однак у проведених дослідженнях нами не виявлено корелятивного зв'язку між кількістю протеїну в кормі та тривалістю життя. Споживання змішаного обніжжя, порівняно з монофлорним, збільшує тривалість життя медоносних бджіл.

Тип пилку, що надається бджолам, суттєво впливав на фізіологію бджіл–годувальниць. Бджоли, яких годували багатими на протеїн кормами показали, що розвиток гіпофарингіальної залози пов'язаний з його рівнем у раціоні. Наші дослідження узгоджуються з даними інших дослідників [218]. Однак інші пилкові дієти суттєво не спричинили різного розвитку залоз, що можна пояснити занадто малим діапазоном вмісту протеїну або інших харчових факторів. Розглядаючи харчові фактори, ми виявили, що бджолине обніжжя кульбаби попри найнижчі показники кількості протеїну містило найбільший вміст загальних ліпідів. Його споживання могло сприяти збільшенню структурних компонентів жирового тіла, оскільки жирові тканини тіла є також основним місцем ліпідного обміну (наприклад, синтез жирних кислот та вироблення триацилгліцеридів). Ця потенційна роль ліпідів

у синтезі, зокрема вітелогеніну, ще більше підтверджує, що вони мають важливе значення для фізіології бджіл годувальниць та виробництва розплоду [176, 213, 269].

Надзвичайно високий рівень протеїну та антиоксидантів у пилку ріпака озимого та малини міг пояснити більший рівень виживання бджіл, яких годували цим видом корму. Зокрема протеїни, як відомо, покращують виживання бджіл. Високий рівень амінокислот також може зіграти важливу роль, оскільки десять з них є важливими для бджіл у певних концентраціях. Однак залежності між тривалістю життя і кількістю протеїну ми не виявили. Очевидно причиною тривалості життя є інші, нами не вивчені фактори.

Різноманітність пилку не пов'язана з поліпшенням окремих фізіологічних показників вуликових бджіл [84, 85]. Вплив поліфлорної дієти фактично зводився до середнього значення кожного впливу монофлорного пилку. Це свідчить про те, що високоякісна монофлора пилку може бути кращою, ніж суміш з нижчою харчовою якістю, яка є для вирощування розплоду. Однак, цілком ймовірно, що пилковий раціон не впливає однаково на різні фізіологічні фактори у бджіл. Це спостерігалось в дослідженні, яке показало більш високу активність глюкозооксидази у бджіл, яких годували поліфлорною пилковою сумішшю, порівняно з монофлорним пилком, але на кількість гемоцитів поліфлорна дієта не впливала [127]. Це ще більше підтверджується нашим дослідженням, оскільки поліфлорна суміш позитивно впливала на виживання піддослідних бджіл.

Отже, поліфлорні квіткові ресурси в агроєкосистемах необхідні для запобігання негативному впливу людської діяльності та підтримання популяції бджіл [63, 64, 80, 168].

Як висновок можна вказати те, що не має жодного сумніву у тому, що відсутність протеїнових кормів призводить до скорочення тривалості життя медоносних бджіл. Наші дослідження узгоджуються з даними провідних фахівців у сфері бджільництва. Однак, актуальність наших експериментів

полягає у дослідженні впливу згодовування монофлорного бджолиного обніжжя на цей фізіологічний показник.

3.5 Вплив якості корму на показники розвитку восковидільної залози у медоносних бджіл (*Apis mellifera*L.)

Крім меду від медоносних бджіл пасічники отримують такий цінний продукт як віск. Відомо що віск це секрет воскових залоз, який продукують робочі особини. Кількість виділеного бджолами воску коливається в широких межах і залежить від впливу багатьох факторів. Одним з визначальних факторів є надходження у гніздо свіжих порцій квіткового пилку та нектару. Поступлення вуглеводного корму щодо протеїнового має менший вплив. Однак недостатньо даних про вплив різного пилку на показники розвитку восковидільної залози. У наших дослідженнях ми показали, що за хімічним складом бджолине обніжжя різне. Квітковий пилок відрізняється не тільки щодо вмісту протеїну, але і щодо ліпідів. Відомо, що віск, який продукують бджоли в основному складається з ліпідних компонентів. Тому метою роботи було вивчення впливу якості раціону для бджіл на розвиток восковидільної залози. Складна гістологічна будова воскової залози продемонстрована на рис. 3.9.

У полі зору жирове тіло представлене трофоцитами та еноцитами. Перші мають мезодермальне походження, а другі – ектодермальне. Ці клітини відрізняються як морфологічно, так і за функціональним призначенням. Жирові клітини світло-жовтого кольору, злегка оранжевого відтінку. У центральній частині зрізу слід звернути увагу на групу клітин, які відрізняються великими розмірами.

Це основні клітини жирового тіла – трофоцити. Трофоцити також називають адипоцитами, однак ця назва неправильна, оскільки функція цих клітин полягає не тільки у депонуванні ліпідів. Вони здійснюють дуже складний метаболізм, зберігання та синтез протеїнів і вуглеводів.



Рис. 3.9 Стернальне жирове тіло медоносної бджоли:

1 – стерніт черевця, 2 – восковидільна залоза, 3 –воскове дзеркальце, 4 – жирове тіло, 5 – трофоцити, 6 – еноцити, 7 – трахеї (нативний препарат).

Слід вказати, що усі клітини інтенсивно забезпечуються киснем, оскільки до них направлена сильно розгалужена трахейна система. Можна припустити, що метаболізм жирів у восковидільній залозі відбувається за участю кисню. Тому трахеї пронизують усі клітини стернального жирового тіла. Однак клітини і досліджувані тканини організму медоносної бджоли малоконтрастні і не мають різкого забарвлення. Представлений зразок надає загальне уявлення про будову восковидільної залози. Тому для підвищення контрастності та виявлення її структурних компонентів ми зафарбовували зрізи метиленовим синім.

Проведені дослідження дають підставу вважати, що жирова тканина у медоносних бджіл не розподіляється по різних тканинах. Анатомічно вона розташована своєрідними шарами у порожнині тіла бджоли і утворює щільну масу, яку прийнято називати жирове тіло. Оглядаючи напівтонкі препарати воскової залози, зроблені з 5-го стерніту можна стверджувати, що у структуру залози входять: жирове тіло, трофоцити, еноцити, власне клітини

воскової залози, воскові дзеркальця. Жирові клітини представлені трофоцитами. За зовнішнім виглядом вони нагадують жирові кульки, які розміром досить великі та вакуолізовані. У діаметрі розмір трофоцитів коливається від 44,10 до 64,22 мкм. Клітини, які у своєму складі також містять ліпідні компоненти, називаються еноцити.

Частина воскової залози 5-го стерніту черевця медоносної бджоли, яку ми досліджували, представлена стовпчастим епітелієм (рис. 3.10).

У залозистого епітелію наявний шар клітин, які покривають частину внутрішньої поверхні стернітів. У свою чергу ці клітини характеризуються щільним об'єднанням клітин з невеликою кількістю позаклітинного матриксу. Більшість клітин простого стовпчастого епітелію за розміром мають значно більші показники довжини, ніж ширини. Розміщені вони перпендикулярно щодо базальної мембрани. Одним кінцем ці клітини до неї прикріплюються, а протилежний кінець спрямований у перевісцеральну порожнину черевця, що сприяє високій селективній проникності.

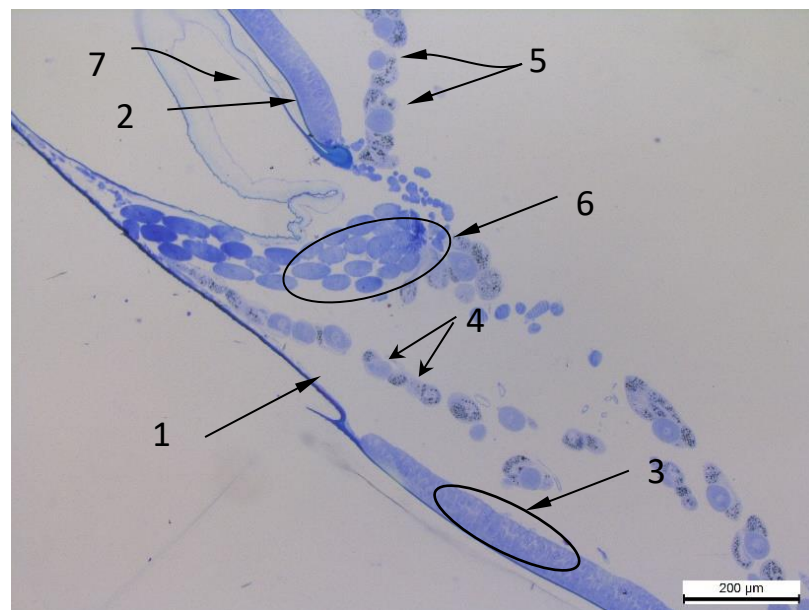


Рис. 3.10 Гістологічна будова воскової залози медоносної бджоли:

1 – п'ятий стерніт черевця, 2 – шостий стерніт черевця, 3 – восковидільна залоза 5-го стерніта, 4 – трофоцити, 5 – еноцити, 6 – жирове тіло стернальної зони, 7 – віск (Збільшення: об. 10 х ок. 7, фарбування: метиленовий синій)

Для продукування воску поживні речовини жирового тіла повинні потрапити до клітин воскової залози. Овальне ядро є характерною ознакою цих клітин. Воно розміщене ближче до апікальної поверхні. При цьому ядро має наявні 4 ядерця. Характер їхнього розміщення хаотичний. Функціональний стан залози у значній мірі залежить від розвитку її клітин. Їхні морфометричні показники залежать від віку. Тому ми обрали для дослідження одновікових бджіл. У віці 11 діб висота восковидільної залози, розміщеної на 5-му тергіті, коливається в межах від 54,97 до 91,41 мкм. Вивчення розвитку воскової залози представляє науковий інтерес з тих міркувань, що її клітини мають здатність продукувати секрет, який прийнято називати віск. За допомогою воску медоносні бджоли будують своє гніздо не використовуючи при цьому сторонніх матеріалів. Механізм секреції воску полягає у тому, що він у рідкому стані має можливість проникнути через пори у восковому дзеркальці. А вже на його поверхні через певний проміжок часу він перетворюється на тверду субстанцію білого кольору.

Проведені нами морфологічні дослідження були спрямовані на оцінку впливу згодовування різних видів монофлорного обніжжя на розвиток восковидільної залози. Результати представлені на рисунку 3.11.

Встановлено, що у групі бджіл, які споживали ріпакове обніжжя, клітини восковидільної залози характеризувалися найкращим розвитком у порівнянні з іншими групами. Їх висота в середньому становила $90,1 \pm 2,22$ мкм і вони статистично вірогідно перевищували показники контрольної групи, яка не отримувала білкових кормів ($P < 0,001$). Споживання інших видів бджолиного обніжжя (малинового, яблуневого і кульбабового) мало практично однаковий вплив на показники розвитку секреторних клітин. Висота залози при споживанні малинового обніжжя становила 85,2 мкм, яблуневого – 84,5 мкм і кульбабового – 83,1 мкм відповідно.

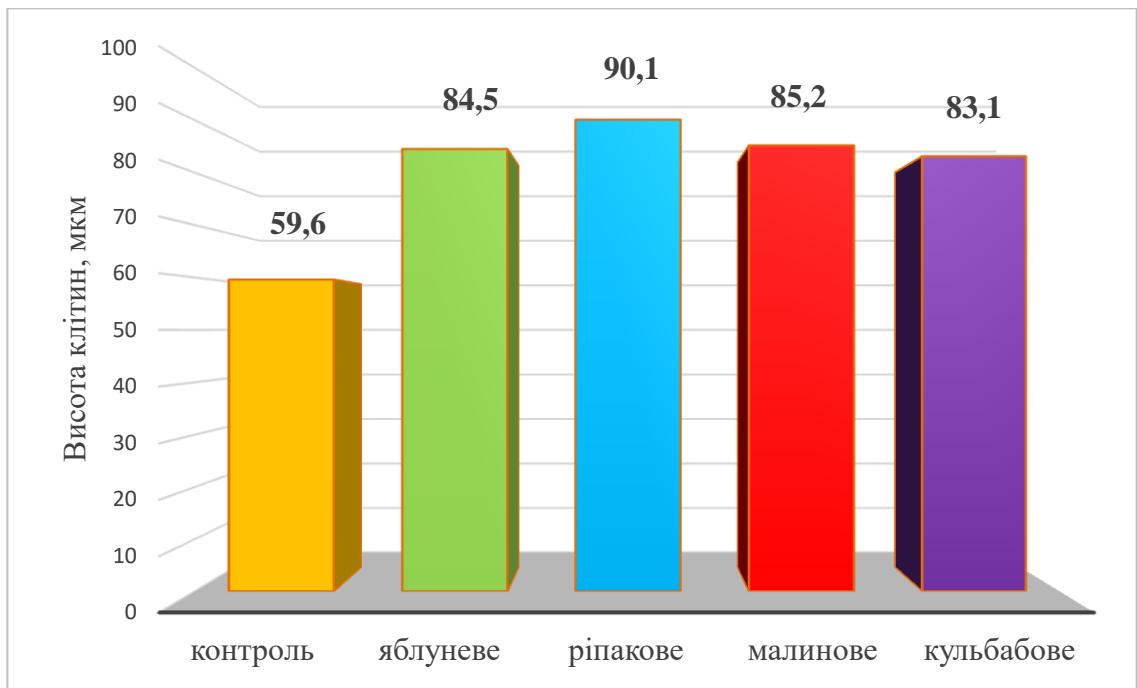


Рис. 3.11 Вплив якості корму на показники росту клітин восковидільної залози, мкм

У випадку білкового голодування розмір секреторних клітин восковидільної залози суттєво зменшується і в контрольній групі середній показник становить $59,6 \pm 3,04$ мкм. Це на 28,3–33,8 % менше, ніж у дослідних групах, яким згодовували монофлорне обніжжя.

Відомо, що продукування воску це складний фізіологічний процес, який відбувається у взаємодії з допоміжними клітинами. Важливу роль тут відіграють трофоцити. Вони у своєму складі депонують не тільки запас поживних речовин, але і синтезують протеїни гемолімфи. Поряд з цим, розвиток восковидільної залози потрібно розглядати в комплексі з еноцитами, які також здійснюють запас поживних речовин.

Дослідження жирового тіла стернальної частини показує відмінності по відношенню до перикардіальної. Якщо вважати, що жирове тіло походить зі сполучної тканини, то можна припустити, що кожне з них має свою характерну будову і функціональне призначення. Однак клітинний склад залишається без зміни.

Гістологічні дослідження 5-го стерніта робочих бджіл дають розширене поняття про процеси восковиділення у медоносних бджіл дев'ятої доби життя. Топографічно у цій ділянці стерніта можна чітко розрізнити трофоцити, еноцити, клітини воскової залози, трахеї та інші клітини (рис. 3.12).

У бджіл літньої генерації жирове тіло не є багатошаровим. Тому еноцити досить чітко проглядаються поміж трофоцитів. У досліджених зразках жирові клітини різної форми. Більшість з них мають округлу форму. Однак у препаратах зустрічаються трофоцити неправильної, нетипової форми. Мембрани клітин мають чіткі границі.

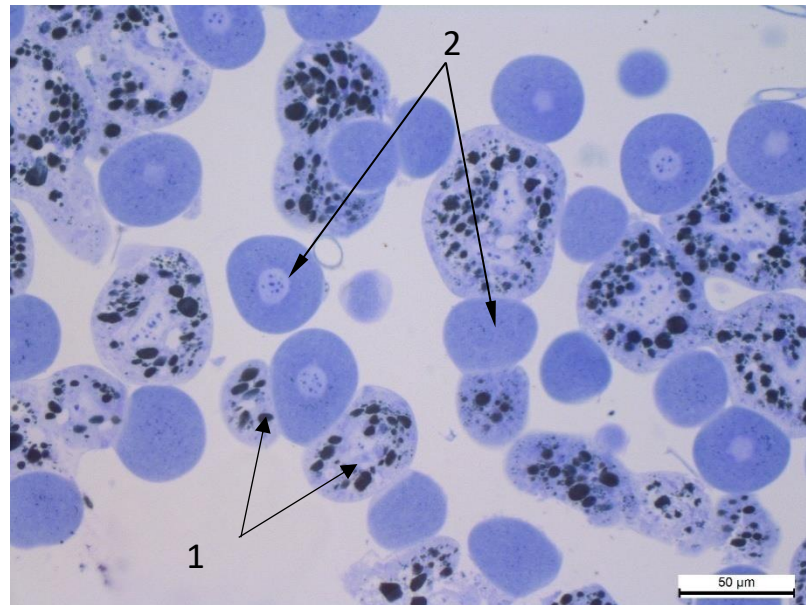


Рис. 3.12 Гістологічна будова стернального жирового тіла:

1 – трофоцити, 2 – еноцити

(Збільшення: об. 60 х ок. 7, фарбування: метиленовий синій)

У структурі цитоплазми розрізняють вакуолі. Більшість трофоцитів у своєму складі містять кілька вакуолей. Стернальні трофоцити мають характерні відкладення протеїнових компонентів. На відміну від трофоцитів перикардіальної частини їхня кількість значно більша. Кожне ядро має різну форму: від округлої до неправильної зірчастоподібної. Характерною особливістю є наявність у трофоцитів кількох ядерцят.

Як зазначалось вище, трофоцити служать вмістилищем триацилгліцеролів, протеїнів та глікогену. Поряд з цим у їх цитоплозмі депонуються продукти розпаду речовин. Тому за розміром жирові клітини більші порівняно з еноцитами.

Нагромадження біологічно активних речовин спостерігається і в еноцитах. Еноцити 5-го стерніта характерні тим, що їхня кількість є більшою порівняно з перикардіальною частиною. Дослідженнями підтверджено, що більшість еноцитів овальної форми. Хоча зустрічаються різноманітні форми. Ці клітини мають практично однакові морфометричні показники. Їх діаметр становить біля 50 мкм. Ядра за формою округлі, розміщені в центрі клітини. Спостерігається зернистість цитоплазми. Чітко видно кілька ядерця. При огляді гістопрепаратів можна побачити, що ядра еноцитів характеризуються світлішим забарвленням, а ядерця – більш темнішим.

Процес восковиділення залежить від кількості депонованих пластичних речовин у клітинах жирового тіла. Їхня кількість пропорційна розміру трофоцитів. Тому наступним етапом досліджень було виявлення морфометричних характеристик трофоцитів медоносних бджіл у залежності від складу раціону.

У табл. 3.4 показано розмір трофоцитів стернальної зони жирового тіла за різних способів годівлі.

Таблиця 3.4

**Розмір трофоцитів стернальної зони жирового тіла у медоносних бджіл,
($M \pm m$, $n=20$)**

Група	Розмір трофоцитів		
	довжина, мкм	ширина, мкм	площа, мкм ²
Контрольна (без пилку)	57,8±3,04	50,9±2,6	2181,5±19,2
Дослідна (ріпакове обніжжя)	66,4±3,44	61,1±4,8	2597,1±25,5***

Примітка: у цій та наступних таблицях різниця вірогідна при * - $p < 0,05$;

** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$

Морфометричні дослідження показали, що розмір трофоцитів бджіл залежить від надходження в травну систему різної кількості білків, жирів і вуглеводів. Так, бджоли, які споживали ріпакове обніжжя, мали краще розвинені жирові клітини – їх довжина була на 14,9 % , а ширина на 20,0 % більшою, ніж у контрольній групі. За величиною площі трофоцитів різниця на користь дослідної групи становила 19,0 % і була статистично вірогідною ($p < 0,001$).

Теоретичне вивчення морфометричних показників структурних складових восковидільної залози має прикладне значення. При максимальних показниках розвитку трофоцитів, еноцитів та клітин восковидільної залози медоносні бджоли мають можливість виділяти більше воску. Зокрема, підрахунок воскової продуктивності свідчить, що протейнове живлення має вирішальний вплив на кількість отриманого воску (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Виробництво воску у піддослідних сім'ях, г (M±m, n=10)

Вид підгодовлі	Отримано воску		
	будівельні рамки і надбудови	забрус і відбудована вощина	валове виробництво воску
Контроль (без обніжжя)	119,0±17,3	279,0±16,3	398,0±28,4
Ріпакове обніжжя	144,0±26,6	460,0±27,0***	604,0±32,1***
Змішане обніжжя	139,0±11,8	425,0±18,3***	564,0±31,3***

Слід зауважити, що бджолині сім'ї контрольної групи протягом досліду виділили у середньому 398 г воску. Ця величина складається з воску, отриманого внаслідок зрізання забрусу та власне відбудованої штучної вощини. Група бджіл, які споживали ріпакове бджолине обніжжя, показала максимальну воскову продуктивність. Воскових надбудов та забрусу по групі отримано від 135,0 до 147,0 г. Причому середній показник становить 144,0 г, що на 17,4 % більше порівняно з контрольною групою. У цій же групі бджоли відбудували більшу кількість рамок штучної вощини. Усього відбудовано за період досліду у середньому 6,6 рамок ($p < 0,001$).

Сумарна воскова продуктивність становить у середньому по групі 604,0 г, що на 34,1 % більше, порівняно з бджолиними сім'ями, які розвивались без додаткової підгодівлі ($p < 0,001$). Валове виробництво воску у групі бджолиних сімей, що отримували в стільниках змішане обніжжя займало проміжне місце. Так, забрусу отримано в середньому 139,0 г, кількість отриманого воску внаслідок відбудованих стільників становить 425,0 г. Усього піддослідні бджоли цієї групи змогли виділити у середньому 564,0 г воску, що на 29,4 % більше, порівняно з контролем ($p < 0,001$). Різниця між дослідними групами, які отримували монофлорне ріпакове і поліфлорне обніжжя в межах статистичної помилки.

До основних продуктів, які отримують від бджіл належить віск [41]. Восковиділення у медоносних бджіл залежить від впливу багатьох факторів [108, 150, 192, 225, 233, 238, 244]. Найбільш вагомий вплив на цей процес має збалансованість живлення. Споживання кормів бджолами вузькоспеціалізоване. Як правило, основою раціону є нектар, квітковий пилок і вода. За хімічним складом ці корми різні і залежать від виду рослин. Особливо різноманітними біохімічними показниками характеризується квітковий пилок. Його споживання позитивно впливає на розвиток воскової залози, яка продукує віск. У свою чергу, у склад секрету здебільшого входять ліпідні компоненти, а також тісно пов'язане з гемолімфою жирове тіло, яке разом з нею утворює внутрішнє середовище організму [108]. Ця пухка тканина мезодермального походження складається із численних лопатей між внутрішніми органами. Клітини жирового тіла за будовою та походженням близькі до гемоцитів. Більшість клітин жирового тіла становлять трофоцити. У них нагромаджуються резервні поживні речовини – жири, протеїни та глікоген. Крім того, у ньому є уратні клітини, в яких нагромаджуються кристали сечової кислоти. Основною функцією жирового тіла є нагромадження резервів поживних речовин на личинковій фазі розвитку та забезпечення ними організму на час метаморфозу, діапаузи, голодування, дозрівання статевих органів [233, 244]. При цьому жирове тіло не тільки

пасивно нагромаджує поживні речовини, а й здійснює проміжний обмін речовин. У його клітинах відбуваються процеси біосинтезу та перетворення протеїнів, жирів, вуглеводів. У самиць під час розмноження жирове тіло синтезує специфічні протеїни – вітелогеніни, необхідні для утворення жовтка в яйцях, що розвиваються. Жирове тіло комах є головним органом проміжного обміну. У цій тканині синтезується більшість протеїнів гемолімфи, яка також виконує функції зберігання ліпідів, вуглеводів і протеїнів. Ця тканина також відповідає за синтез вітеллогенінів – протеїнів, які відіграють важливу роль у розмноженні комах, які включаються в ооцити під час вітелогенезу. Жирове тіло складається з тонких шарів або ниток, зазвичай товщиною в одну – дві клітини, або невеликих вузликів, підвішених у гемоцелі через сполучну тканину та трахею. У середині виду структура цієї тканини більш–менш постійна, але може мати значні відмінності між комахами різних порядків [233]. У наших дослідженнях споживання бджолиного обніжжя супроводжується кращими показниками розвитку восковидільної залози, що виражається у статистично вірогідному збільшенні висоти секреторних клітин, площі трофоцитів і в підсумку – виробництві воску. Зокрема показники площі трофоцитів збільшились на 19,0 % ($p < 0,001$), висоти клітин восковидільних залоз щонайменше на 41,7 % ($p < 0,01$), валове виробництво воску – на 34,1 % ($p < 0,001$). Таким чином, пасічникам потрібно звертати більшу увагу на рівень забезпечення протеїновим взятком.

3.6 Вплив якості корму на розвиток бджіл-годувальниць і продуктивність бджолиних маток

При споживанні протеїнового корму у вигляді бджолиного обніжжя гречки у бджіл-годувальниць збільшуються не тільки лінійні розміри тіла, але в їхньому організмі відбуваються позитивні процеси, що виявляються у кращому розвитку ацинусів слинних залоз. Забезпечення маточної личинки

достатньою кількістю маточного молочка в період її росту є фундаментальною складовою одержання якісних маток [3, 5, 31].

Згідно з результатами проведених досліджень, підгодівля сімей-виховательок обніжжям гречки не викликало значного збільшення маси бджіл-годувальниць (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Зміни показників росту і розвитку бджіл-годувальниць залежно від складу раціону ($M \pm m$, $n=10$)

Показник	Сім'ї - виховательки		У % до контролю
	контрольні	дослідні	
Маса бджоли, мг	98,3±5,77	101,2±9,63	103,0
Довжина хоботка, мг	6,6±1,84	6,7±1,25	101,5
Максимальне навантаження медового зобика, мг	51,8±1,21	58,5±2,96*	112,9
Ступінь розвитку глоткових залоз, балів	2,2±0,3	3,5±0,1***	159,1

У контрольних сім'ях середня маса бджіл складала 98,3±5,77 мг, у той час як у дослідних сімей цей показник зріс до 101,2±9,63 мг. Згідно даних деяких фахівців маса тіла бджіл є величиною, яка прямо пропорційно пов'язана з тривалістю їх життя і ступенем розвитку жирового тіла. Аналогічні дані отримано щодо деяких морфометричних показників екстер'єру. Зокрема, при дослідженні довжини хоботка встановлено, що годівля бджіл запропонованим способом не спричиняла значних змін його розмірів. У піддослідних сімей довжина хоботка коливалась в межах від 6,6 до 6,7 мм.

Проведені дослідження вказують на зміни інтер'єрних показників робочих особин. Так, у бджіл дослідних сімей збільшився об'єм медового зобика. При додатковій годівлі обніжжям гречки максимальне навантаження медового зобика становило 58,5 мг, що на 11,4 % ($p < 0,05$) є більшим, порівнянно з бджолами контрольної групи. Збільшення об'єму медового зобика призводить до зростання продуктивності сімей.

Проведені дослідження та дані літературного пошуку дають підставу вважати, що слинні залози новонароджених особин не розвинені. Однак уже з перших днів життя, за умов повноцінного живлення, в першу чергу виявлено позитивну динаміку збільшення розміру цих залоз. Зокрема у глотковій залозі збільшуються альвеоли. При цьому з'являються везикули з секретом. За таких обставин вуликові бджоли набувають здатності до вигодовування розплоду. У 9-12-добовому віці глоткова залоза досягає максимального розвитку. З віком секреторна активність залози знижується. Досліджувана залоза робочих бджіл виділяє секрет, що входить до складу молочка для годування личинок. Окрім того, вона виділяє також інвертазу – ензим, який бере участь у розщепленні складних цукрів нектару на прості. Відсутність протеїнового корму в раціоні при вирощуванні маток негативно впливає на процеси, пов'язані з розвитком усіх залоз. Особливо це явище проявляється при дослідженні розвитку залоз бджіл, які розміщені в голові. Адже відомо, що саме ці залози відповідальні за секрецію маточного молочка і власне вони приймають участь у вигодовуванні маточних личинок. Проведеними дослідженнями встановлено, що внаслідок додаткового споживання пилку ступінь розвитку глоткових залоз у бджіл збільшується на 59,1% ($p < 0,001$). Багаторічні експериментальні дослідження, направлені на дослідження впливу цукрового сиропу на розвиток залоз показали, що за відсутності протеїнової складової в раціоні секреторна активність клітин залозистого епітелію є низькою. Аналогічні дані виявлені у групі бджіл, що споживала поліфлорний мед. У піддослідних бджіл виявлено поодинокі випадки незначного збільшення ацинусів глоткової залози. Аналізуючи вплив кормового фактору, можна стверджувати, що кількість маточного молочка у маточниках прямо пропорційна ступеню розвитку гіпофарингіальних залоз бджіл-годувальниць у сім'ях-виховательках (рис. 3.13). Причому вміст протеїну в раціоні сім'ї-виховательки не повинен бути меншим за 20 %. У дослідних сімей спостерігалася тенденція до збільшення середньої маси маточного молочка, отриманого з одного маточника, яка

становила $239,32 \pm 20,3$ мг, у той час, як у контрольних сімей цей показник був на рівні $193,1 \pm 18,6$ мг, що на 24,0 % менше. Однак ця різниця перебуває в межах статистичної помилки.

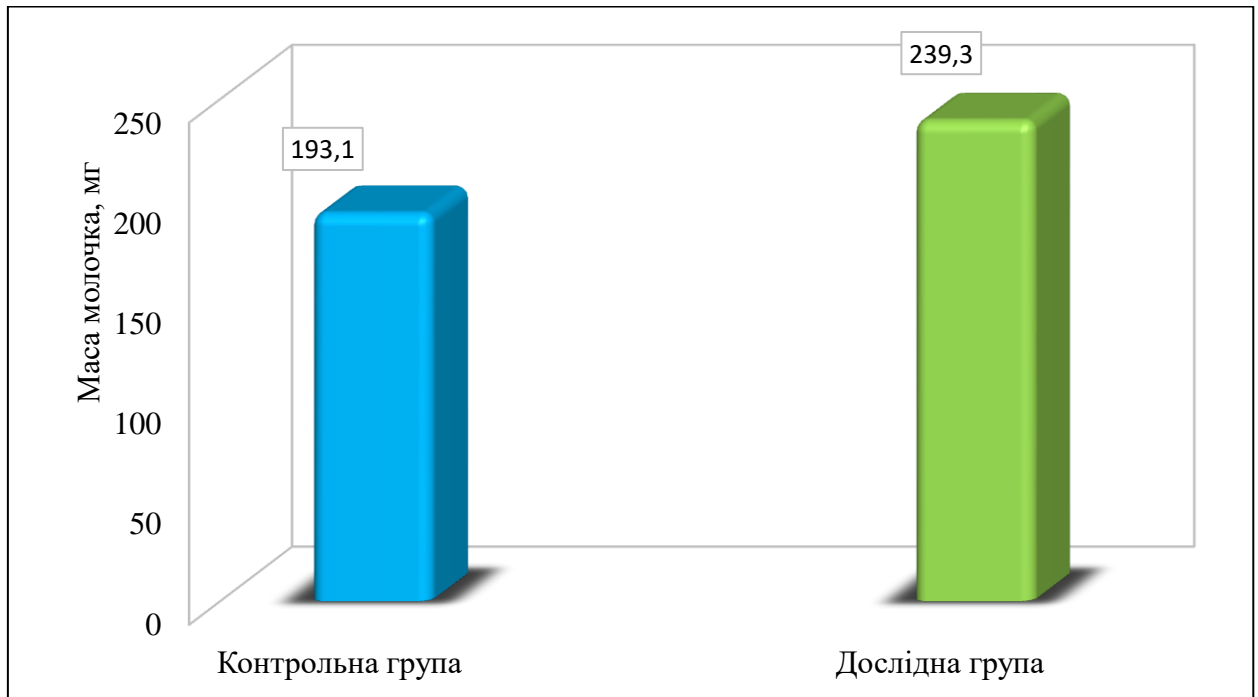


Рис. 3.13 Маса маточного молочка з одного маточника залежно від якості годівлі, $n=30$

При додатковому живленні протеїновими складниками корму у робочих бджіл виявлено збільшення морфометричних показників ацинусів. Як наслідок, синтез маточного молочка відбувається інтенсивніше, а отже маточні личинки мали кращі умови догляду під час росту і дозрівання.

Дослідження процесу оогенезу вказує на те, що саме у період росту відбувається формування яйцевих трубочок у яєчниках матки. У процесі проведених досліджень матки не відрізнялися високою інтенсивністю відкладання яєць, оскільки сила бджолиних сімей не була на тому рівні, при якому проявляються біологічні особливості карпатських маток.

При споживанні корму, збагаченого протеїновими компонентами, динаміка вирощування розплоду у дослідних сімей зазнала позитивних змін порівняно до контролю (табл. 3.7).

**Вплив якості раціону на інтенсивність відкладання яєць матками у
піддослідних сім'ях, шт. ($M \pm m$, $n=10$)**

Дата проведення дослідження	Середньодобова яйцекладка		У % до контролю
	контрольна група	дослідна група	
28 червня	1205,3±5,77	1254,2±79,63	104,0
09 липня	1034,4±18,84	1209,7±31,25***	116,9
21 липня	981,8±10,21	1145,5±12,96***	116,6
02 серпня	798,7±9,21	1066,0±19,21***	133,4
Всього	4020,2±45,3	4675,4±60,1***	116,3

Так, при першому вимірюванні (станом на 28 червня) зафіксовано середньодобову яйцекладку маток дослідних сімей на рівні 1254,2±79,63 шт. Це на 4 % більше, порівняно з матками контрольної групи. Однак два наступні вимірювання середньодобової яйцекладки показали, що у маток дослідних сімей інтенсивність відкладання яєць на 16 % ($p < 0,001$) є більшою. Найбільш яскраво виражена різниця у кількості розплоду при вимірюванні, яке було проведене 2 серпня. Матки, які були вирощені при додаванні до раціону обніжжя гречки показали кращі показники щодо кількості відкладених яєць. Такий висновок ми можемо зробити аналізуючи середньодобову яйцекладку на початку серпня. У контрольній групі показник 2 серпня становив 798,7±9,21 шт. яєць, що на 33,4 % менше, порівняно з дослідною групою ($p < 0,001$). Слід зауважити, що розплід, який буде вирощений у цей період, прийматиме участь у вирощуванні генерації бджіл, яка формуватиме основу зимового клубу. Від інтенсивності відкладання яєць у цей період власне і залежить якість проходження майбутньої зимівлі. Усього за чотири вимірювання матки дослідних сімей відклали в середньому на 16,3 % більше яєць, порівняно з контрольними сім'ями, що свідчить про кращий перебіг обмінних процесів у їхньому організмі ($p < 0,001$).

Рівень протеїнового забезпечення сімей-вихователюк карпатської породи бджіл позитивно впливає на розвиток усіх особин бджолиної сім'ї.

Виявлено позитивну динаміку морфологічних, інтер'єрних та екстер'єрних показників неплідних маток. Внаслідок внесення додаткових протеїнових складників корму до раціону сімей-виховательок у вигляді обніжжя гречки виявлено збільшення показників максимального навантаження медового зобика бджіл-годувальниць на 11,4 %. Ступінь розвитку глоткових залоз у бджіл дослідних сімей був на 59,1 % більшим. Балансування раціону за поживними речовинами збільшує репродуктивні показники бджолиних маток на 16,3 % порівняно з контролем.

3.7 Вплив різних видів протеїнової підгодівлі на показники росту та розвитку медоносних бджіл

Після того як матка спаровується, вона починає відкладати яйця. У такий спосіб підтримується сталість популяції сім'ї. Тому життєздатність та продуктивність маток відіграє вирішальну роль у функціонуванні бджолиної сім'ї як єдиного органу. У спеціалізованій літературі повідомляється, що кожного року у бджолиних сім'ях спостерігається заміна маток внаслідок їх фізіологічної непридатності. Звісно причин може бути кілька. Зокрема заміна маток може бути наслідком впливу агрохімікатів [74,167]. Деякі дослідження показують, що втрата маток відбувається за стресових умов під час транспортування маток. При цьому це впливає на життєздатність сперматозоїдів у плідних маток [74]. Бджолина матка постійно перебуває під постійним доглядом молодих бджіл. Ця поведінка називається поведінкою свити. І вона залежить від біохімічного складу секрету слинних залоз матки які відомі як феромони [215]. Відомо, що тривале і максимальне відкладання яєць маткою відбувається тільки за присутності робочих бджіл. І це є результатом складних комунікативних явищ між маткою і робочими бджолами. А послідовність подій відбувається у наступному порядку. За впливу сприятливої погоди та наявності пилконосів льотні бджоли збирають квітковий пилок і формують так зване бджолине обніжжя. Формування обніжжя здійснюється за допомогою виділень слинних залоз і нектару. Коли

цю суміш бджоли приносять у гніздо починається процес її переробки у продукт, відомий як перга. У сім'ї пергу поїдають молоді вуликові бджоли [154]. При цьому у їхніх гіпофарингіальних залозах починає синтезуватись секрет, відомий як маточне молочко. Ці залози виробляють протеїновмісні сполуки за допомогою яких бджоли-годувальниці забезпечують годівлю членів вулика що розвиваються, а також матку. Перга містить слинні виділення медоносних бджіл. При цьому у ній зустрічаються бактерії, які зазвичай є в травному тракті медоносних бджіл. Взаємозв'язок між розвитком гіпофарингіальних залоз і поведінкою свити не є добре вивченим, але відомо, що за маткою доглядають бджоли віком до 12 діб [246]. Бджоли в цьому віковому діапазоні зазвичай мають високорозвинені залози [13]. Потрапляння у гніздо бджолиного обніжжя зумовлює відкладання маткою яєць. Виробництво яєць у маток корелює з виробництвом вітелогеніну [140, 238, 247]. Рівень вітелогеніну у маток підвищується після її годування свитою, що свідчить про те, що харчування може впливати на виробництво вітелогеніну матки. Тому якість раціону впливає на відтворення в колоніях медоносних бджіл. Однак рівень протеїнового забезпечення у цьому відіграє ключову роль. Тому ми припустили, що розвиток гіпофарингіальних залоз і кількість відкладених яєць можна збільшити за допомогою згодовування обніжжя з високим вмістом протеїну або перги.

Наші дослідження показують, що надходження у гніздо свіжих порцій бджолиного обніжжя впливає на інтенсивність оогенезу. Слід зауважити, що у наших дослідженнях не виявлено прояв максимального оогенезу у силу того, що плідні матки при формуванні відводків не проявляли свої біологічні можливості, які притаманні карпатській породі. Однак уже на першому етапі досліджень ми виявили позитивні зміни у піддослідних сімей, які отримували протеїнові корми.

Метою цієї серії досліджень постало визначення впливу різних видів корму на показники росту і розвитку медоносних бджіл. Методом аналогів

було сформовано чотири групи по три сім'ї у групі: контрольна група не отримувала протеїнових кормів, лише цукровий сироп, перша дослідна отримувала протеїнову підгодівлю у вигляді свіжого обніжжя, друга дослідна група – свіжу пергу, третя дослідна група – заморожену пергу. Вплив різних типів годівлі оцінювали на підставі визначення маси личинок перед запечатуванням та добових бджіл, морфометричних показників глоткової залози дорослих особин та динаміки відкладання яєць маткою.

Основним показником, який характеризує коефіцієнт засвоєння поживних речовин корму вважається маса личинок. Збалансованість раціону відображає відставання у рості або навпаки збільшення маси особини.

Проведені дослідження вказують на те, що перед запечатуванням середня маса личинок коливається в межах від $139,1 \pm 1,12$ до $153,1 \pm 1,45$ мг (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

**Вплив протеїнових кормів на зміни маси бджіл в онтогенезі, мг
($M \pm m$, n=10)**

Показник	Група			
	контрольна	1 дослідна	2 дослідна	3 дослідна
Маса 6-ти добових личинок	$139,1 \pm 1,12$	$146,1 \pm 9,61$	$150,5 \pm 18,13$	$153,1 \pm 1,45^{***}$
Маса добових бджіл	$99,1 \pm 0,79$	$118,1 \pm 0,61^{***}$	$122,8 \pm 15,41$	$125,2 \pm 11,24^*$

Величина даного показника, в основному, залежить від рівня протеїну в кормі. Зокрема найменшою масою характеризувалися личинки робочих бджіл, які були відібрані з контрольної групи. Якщо в раціон додатково вводили протеїнові корми у вигляді свіжого бджолиного обніжжя, то у такому випадку маса 6-добових личинок збільшувалась на 5,0 % і становила в середньому $146,1 \pm 9,61$ мг. Слід зазначити, що показник маси личинок медоносної бджоли не може мати різких коливань, оскільки це унеможлиблює процес онтогенезу. Тому маса личинок, як правило, має сталі показники розвитку. Однак ця величина може відхилитися у більшу сторону

внаслідок впливу аліментарного фактора. Так, при споживанні свіжої перги, яку підставляли у гнізда дослідних сімей відзначається збільшення маси до позначки 150,5 мг, що на 8,2 % більше, порівняно з контролем.

Консервоване бджолине обніжжя, яке зберігається у гнізді у вигляді перги, очевидно має кращі показники перетравлення. Тому перед запечатуванням восково-пилковою кришечкою споживаючи свіжу пергу маса личинок збільшується. Слід зауважити, що маса личинок може збільшуватись за рахунок резервних речовин організму медоносної бджоли. Тому, якщо у гнізді відсутня перга, це може призвести до негативних змін імунного статусу молодих вуликових бджіл. Однак, метою наших досліджень було питання як пливає протеїновий корм на показники в онтогенезі й зокрема, чи змінюється доступність перги при зміні умов її зберігання. Актуальним є спосіб зберігання, а саме замороження корму. Тому проведені дослідження вказують на позитивні показники розвитку. При згодовуванні замороженої перги маса 6-добових личинок досягає позначки 153,1 мг. У цій групі маса є максимальною і порівняно до контролю вона збільшена на 10,0% ($p < 0,001$).

При виході з комірок медоносні бджоли мають показники маси в діапазоні від 99,1 до 125,2 мг. Наявність додаткового обніжжя в раціоні призводить до того, що у процесі метаморфозу бджоли відрізняються більшими показниками маси на 19,2% ($p < 0,001$). Такі дані засвідчують той факт, що в останню добу личинкової стадії бджоли максимально забезпечують личинок кормом. Стадія передлялечки та лялечки характеризується зниженням маси внаслідок витрачання різноманітних речовин на процеси, які відбуваються в запечатаному стані. Раціон з замороженим обніжжям дозволяє знизити інтенсивність катаболізму. Зокрема, середня маса добових бджіл становить $125,2 \pm 11,24$, що на 26,3 % є більшою порівняно з групою бджіл, де не використовували додаткову протеїнову годівлю ($p < 0,05$).

Маса тіла є показником, який характеризує ступінь розвитку організму та екзоскелету зокрема. У більшості випадків під зміною маси тіла розуміють основні фізіологічні зміни, які проходять у різні етапи онтогенезу. Зміна ваги залежить від впливу багатьох чинників, але у найбільшій мірі вона залежить від нагромадження пластичних речовин, трансформованих внаслідок поїдання корму. Чим більше пластичних нутрієнів потрапить і засвоїться організмом, тим більше організм захищений від впливу негативних факторів, що впливають на фізіологічний статус медоносної бджоли. До таких показників відноситься суха маса личинок перед запечатуванням. Згідно проведених досліджень, суха маса 9-добових личинок становить від 28,95 до 34,90 мг. Найнижча маса виявилась у контрольній групі. Зауважимо, що бджолам цієї групи не застосовували додаткову підгодівлю протеїновими кормами. Приніс обніжжя був мінімальний оскільки у цей час погода була несприятлива для вильотів. У більшості випадків протягом дня падав дощ. Тому середній показник сухої маси личинок був найменший і становив $29,5 \pm 0,24$ (рис. 3.14).



Рис. 3.14 Суха маса 9-добових личинок, мг (n=20)

Як зазначалось вище, наявність ліпідно-протеїнових кормів у гнізді впливає на показники як сирії, так і сухої маси. Зокрема, годівля свіжим

бджолиним обніжжям збільшує показник сухої маси личинок на 13,9 % ($p < 0,01$).

Використання як джерела протеїнів перги призводить до збільшення показників перетравлення корму. Це ми можемо стверджувати, оскільки спостерігається збільшення сухої маси. У цій групі діапазон маси становить від 33,2 до 35,5 мг. Максимальна суха маса личинок перед запечатуванням виявлена у групі сімей, які споживали заморожену пергу. Середній показник сухої маси личинок був найбільший і становив $34,1 \pm 1,56$. Очевидно зниження температури внаслідок зберігання перги призводить до руйнування оболонки пилкового зерна. При цьому вміст гаметофіту стає більш доступним для личинок, яких годують вуликові бджоли. Таким чином, технологія утримання бджолиних сімей у річному циклі передбачає використання у живленні личинок протеїнових кормів. У ранньо-весняний період використання замороженої перги як стимулятора росту для личинок робочих бджіл збільшує показник сухої речовини у середньому на 15,6 %.

Наступний етап наших досліджень полягав у дослідженні впливу протеїнових кормів на показники інтенсивності яйцекладки. Зазначимо, що динаміка розвитку бджолиної сім'ї пропорційно залежить від якості спожитого корму (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Вплив протеїнових кормів на динаміку яйцекладки матки у піддослідних сім'ях, шт. ($M \pm m$, $n=10$)

Дата проведених досліджень	Група			
	контрольна	1 дослідна	2 дослідна	3 дослідна
12 червня	$805,4 \pm 10,68$	$1010,6 \pm 71,84^*$	$1233,2 \pm 65,36^{***}$	$1300,5 \pm 23,33^{***}$
24 червня	$850,5 \pm 17,55$	$1129,3 \pm 98,77^*$	$1329,7 \pm 54,25^{***}$	$1412,8 \pm 75,41^{***}$
5 липня	$980,1 \pm 6,99$	$1208,1 \pm 101,49^*$	$1399,5 \pm 12,96^{***}$	$1550,2 \pm 55,71^{***}$
17 липня	$910,8 \pm 9,88$	$1201,1 \pm 66,43^{***}$	$1160,0 \pm 44,21^{***}$	$1385,1 \pm 68,92^{***}$
Всього	$3546,8 \pm 115,39$	$4549,1 \pm 120,82^{***}$	$5122,4 \pm 140,37^{***}$	$5648,1 \pm 109,36^{***}$

Так, якщо порівнювати процес оогенезу дослідних сімей до контрольних, то можна виявити певні тенденції. Остання декада травня – це час, коли були сформовані піддослідні сім'ї. У цей час на Львівщині темпи яйцекладки максимальні. Однак відводки для досліджень створені такої сили, що матки не могли у повній мірі проявити свій потенціал. Уведення до раціону протеїнових кормів вже у другій декаді червня показало зміни у темпі яйцекладки. Через нестачу амінокислот у контролі виявлено найнижчі темпи росту. Підрахунок запечатаного розплоду вказує, що у контрольній групі матки мали найменші показники яйцекладки. Так, добова яйцекладка становить на рівні 805 шт. на добу. При додаванні до раціону свіжої перги виявлено зростання добової кількості відкладених яєць у середньому на 408 шт. Природнім кормом, який зберігається у гнізді, є перга. Тому збагачення раціону замороженою пергою викликало ще більш інтенсивні процеси оогенезу.

Станом на 12 червня у цій дослідній групі зафіксовано показник у 1300 яєць на добу, що на 61,5 % більше, як у контролі і на 25,5 % більше порівняно з групою, що споживала обніжжя. Починаючи з третьої декади червня в усіх піддослідних групах матки почали інтенсивніше відкладати яйця. Середньодобова яйцекладка становила від 350 до 1329 шт. Припускаємо, що причиною такого збільшення є той факт, що у відводках вийшло з комірок більше молоді бджоли. При їх присутності матки мають змогу відкладати більшу кількість яєць не залежно від аліментарного фактору. Епогей у кількості наявного розплоду в сім'ях припав на 5 липня. Так, матки контрольної групи за добу відкладали від 850 до 1115 яєць на добу. Споживання переробленого квіткового пилку збільшило кількість усіх стадій розвитку медоносних бджіл. У сім'ях, де відбувалась годівля свіжим обніжжям матки досягли піку яйцекладки 5 липня. У цей період кожна матка відкладала в середньому по групі 1208 яєць на добу. Бджоли, яким у стільниках поміщали свіжу пергу у тісній комунікації з маткою могли вирощувати по 1550 яєць щодоби. Починаючи з другої декади липня матки

усіх підслідних груп почали зменшувати темп у кількості відкладених яєць. Зокрема, 17 березня у контрольній групі кількість відкладених яєць була на рівні 910 яєць на добу. І навіть у сім'ях з підвищеним вмістом протеїну вивлено зниження інтенсивності оогенезу. Однак, годівля замороженою пергою сприяла тому, що показники кількості відкладених матками яєць були більш стабільними. У середньому матки цієї дослідної групи порівняно з піковими показниками зменшили темп яєцекладки лише на 10,6 %. Тому можна припустити, що доступність гаметофіту сприяла кращій засвоюваності перги. Внаслідок чого інтенсивність процесу ооогензу проявилася у повній мірі. Таке зниження можливо зумовлене підготовкою до періоду гіпобіозу, адже у цей час фізіологічною нормою вважається зменшення кількості відкладених яєць. Генерація бджіл, яка вийде з комірок відіграє фундаментальну роль у процесах підготовки бджолої сім'ї до періоду зимівлі. Саме ці особини будуть приймати участь у процесі годівлі та вирощування личинок, котрі після народження будуть формувати основу зимового клубу. Тому у практиці бджільництва звертають особливу увагу на інтенсивність відкладання яєць саме у цей часовий діапазон. Адже саме від цих показників залежить якість проходження гіпобіозу.

Усього за період досліджень матки у відводках підслідних сімей мали можливість відкласти у середньому від 4549 до 5648 яєць, що на 28,3-59,3 % більше щодо контрольної групи.

Підсумовуючи вплив аліментарного фактора на динаміку яйцекладки можна припустити, що використання для підгодівлі перги, особливо мороженої, може позитивно впливати на показники метаболічних процесів в організмі маток.

Для того, щоб бджола здійснювала максимальний ріст, в організм ще в личинковій стадії повинні надходити усі незамінні поживні речовини. При цьому, збалансованість раціону впливає на ріст і розвиток слинних залоз. Метою наступного етапу досліджень було вивчення впливу якості протеїнових кормів на морфометричні показники гіпофарингфальної залози.

Онтогенез медоносних бджіл є неможливим без секреції слинних залоз. У цьому відношенні аліментарний фактор відіграє вирішальну роль і є найбільш значущим. Із технологічної точки зору є можливість цей фактор корегувати. Тому фізіологічні процеси можна як теоретично, так і практично превести у прикладне значення. Від ступеня розвитку глоткової залози буде залежати наповнення комірок маточним молочком. При цьому відомо, що у бджіл старшого віку дана залоза приймає участь у продукуванні гідролітичних ензимів. Їхня роль відома давно, адже саме за допомогою цих протеїнових сполук відбувається збагачення нектару фруктозою і глюкозою внаслідок гідролізу цукрози. А ступінь збагачення нектару ензимами у значній мірі залежить від готовності залоз здійснювати інверсію складних цукрів.

Проведені дослідження дають можливість стверджувати, що якість і доступність корму впливає на деякі інтер'єрні показники, що характеризують фізіологічний статус робочих бджіл (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

**Морфометричні показники ацинусів глоткової залози медоносних бджіл,
($M \pm m$, $n=10$)**

Група	Розмір ацинусів		
	довжина, мкм	ширина, мкм	площа, тис. мкм ²
Контрольна	189,7±12,4	110,3±10,0	17,8±1,5
1 дослідна	195,5±18,0	119,6±10,6	19,3±0,8
2 дослідна	205,1±9,5	125,4±8,0	21,0±1,3
3 дослідна	207,9±12,7	128,0±9,8	22,0±1,4*

Аналіз даних стану слинних залоз, відпрепарованих у 9-добових бджіл, дає нам уяву в який спосіб дозріває залоза за різного надходження протеїну. З даних таблиці видно, що бджоли, які були обмежені споживанням кормів, які містять протеїн мали найнижчі показники розвитку глоткової залози. Згідно морфометричних вимірювань середня довжина ацинусів становила 189,7±12,4 мкм. Слід зауважити, що у цій групі не виявлено жодної особини, яка б мала довжину ацинуса більшу як 200 мкм. Дослідження ширини

ацинусів показує що в контролі вона коливається в межах від 105,7 до 111,8 мкм зі середнім показником у $110,3 \pm 10,0$ мкм.

Такий незначний розвиток позначився на площі ацинусів, яка становила 17,8 тис. мкм². Наступні вимірювання у піддослідних сімей, яким засипали у стільники свіже обніжжя показав, що такий спосіб годівлі позитивно впливав на морфометрію ацинусів глоткових залоз. Порівняно з контролем ми спостерігали збільшення їх довжини на 3,4 %, а ширини на 8,1 %. Використання як стимулятора росту свіжої перги призводить до збільшення довжини ацинусів у середньому на 8,4 %. Причому більшість показників були більше ніж 200 мкм, що свідчить про кращий перебіг обмінних процесів. Слід відзначити, що згідно даних більшості авторів показник ширини альвеол вважається визначним показником у моніторингу розвитку залози. У нашому випадку бджоли у сім'ях, які споживали свіжу пергу мали на 14,0 % більші показники ширини порівняно з контролем. Тому площа ацинусів на 17,9 % більша. Найкращий перебіг оогенезу виявлено в групі бджіл, які мали можливість споживати заморожену пергу. Проведені дослідження вказують на те, що у цій групі бджіл довжина ацинусів становила у середньому $207,9 \pm 12,7$ мкм, що на 9,6 % більше порівняно до контролю. Показник ширини альвеол коливається в межах від 116,4 до 144,5 мкм. Середнє значення ширини, порівняно до контролю було більше на 16,1%. З усіх піддослідних груп максимальною площею наповнення маточним молочком характеризуються бджоли, яким у раціон було включено проморожену пергу. Дана група характеризується тим, що середній показник площі альвеол становив $22,0 \pm 1,38$, що на 23,4 % більше порівняно з контрольною групою бджіл, де застосовували традиційні методи годівлі ($p < 0,05$).

За аналогічною схемою було проведено дослідження впливу згодовування протеїнових кормів на нарощення сили сімей до початку головного медозбору. Для цього методом аналогів було сформовано чотири групи по п'ять бджолосімей у кожній. Одна з груп служила контролем і в якості додаткового корму отримувала цукровий сироп, перша дослідна група

отримувала свіже обніжжя, друга дослідна – свіжу пергу і третя дослідна – заморожену пергу. Силу сімей визначали візуальним експрес методом за кількістю зайнятих бджолами вуличок. Вуличкою вважають простір між рамками, зайнятий бджолами. Такий метод є дещо суб'єктивний, проте дуже швидкий. Результати щодо впливу такого типу годівлі представлені у табл. 3.11.

Таблиця 3.11

**Динаміка сили бджолиних сімей за підгодівлі протеїновими кормами,
вуличок (n=5, M±m)**

Група	Сила бджолиних сімей	
	на початок досліді	перед головним медозбором
Контрольна	6,8±0,11	15,8±0,14
1 дослідна	6,7±0,12	19,7±0,28***
2 дослідна	6,8±0,09	20,8±0,17***
3 дослідна	6,7±0,15	23,9±0,19***

Згідно даних таблиці на початок досліді сила усіх відводків коливалась у межах 6,7–6,8 вуличок. Така кількість є недостатньою у плані максимального прояву біологічних можливостей сім'ї. Однак, для вивчення впливу кормових добавок така сила є достатньою. Перед головним медозбором ми провели наступний облік сили бджолиних сімей. У контрольній групі бджолині сім'ї займали від 14,8 до 16,8 вуличок. Споживаючи бджолине обніжжя протягом досліді, бджоли змогли наростити значно більшу кількість біологічної маси. Зокрема перед взятком середня сила сімей становила 19,7±0,28 вуличок, що на 24,7 % більше, порівняно з контролем ($p < 0,001$). Група сімей, яка мала можливість нарощувати силу за допомогою свіжої перги показала, що протеїнове забезпечення є основним фактором, який впливає на кількість і масу бджіл. Так, у цій групі сила сімей досягла позначки 20,8 вулички, що на 5,6 % більше, порівняно з групою сімей, які споживали обніжжя і на 31,6 % більше порівняно з контролем.

Обидві різниці статистично вірогідні, $p < 0,01$ і $p < 0,001$ відповідно. Звичайно порівняно з контрольною групою бджолині сім'ї обсиджували на 5–7 вуличок більше.

Такий розвиток пропорційно впливає на показники продуктивності. Поряд з цим, перевага сильних сімей полягає у тому, що такі бджоли менш піддатливі впливу хвороботворних чинників. Цей фактор відіграє ключову роль у формуванні імунітету медоносних бджіл. Однак у нашому випадку була ще одна група бджолиних сімей, які відрізнялись максимальною кількістю бджіл. Мова йде про сім'ї, яким у якості протеїнового корму вводили в раціон пергу, яка була напередодні заморожена. У таких сім'ях у гніздах нараховувалось від 23 до 26 вуличок, що займало об'єм у три корпуси багатокорпусного вулика, різниця з контрольною, першою і другою дослідними групами статистично високо вірогідна, в усіх випадках $p < 0,001$.

Таким чином проведені дослідження дозволяють переконатись у тому, що доступність і рівень протеїнового забезпечення позитивно впливає на ріст і розвиток бджолиної сім'ї. Найкращі результати у порівнянні з іншими протеїновими кормами (свіже обніжжя, свіжа перга) було отримано за використання у годівлі бджіл замороженої перги. Як наслідок, мало місце вірогідне збільшення показників маси як личинок, так і добових робочих бджіл, покращення репродуктивних показників бджолиних маток на 59,3 % порівняно з контролем, збільшення площі ацинусів гіпофарингіальних залоз на 23,4 %, підвищення сили сімей перед головним медозбором на 51,3 %.

3.8 Дослідження динаміки кишкової мікробіоти медоносних бджіл

Формування мікробіоти кишечника медоносних бджіл відбувається в процесі онтогенезу шляхом взаємодії особин із зовнішнім середовищем, через харчування, контакти між особинами всередині спільноти. Чисельність мікробної популяції у кишечнику дорослої робочої бджоли становить в межах 10^8 - 10^9 бактеріальних клітин і представлена дев'ятьма кластерами видів бактерій [180, 200]. Стосовно локалізації мікробіоти в кишечнику

тракті: в зобі зустрічається невелика кількість мікроорганізмів, у середній кишці їх кількість не стабільна, основна частина мікроорганізмів зосереджена в ректумі, тут домінують молочнокислі та біфідобактерії. Така особливість пов'язана з тим, що пілоричний клапан, який розміщений після середнього відділу не дає можливість у великій мірі здійснювати проникнення бактерій та грибів у краніальному напрямку. Тому їх виявлення та ідентифікацію доцільно проводити в задньому відділі кишечника.

Крім участі у процесі травлення кишкова мікробіота впливає на стимуляцію та функціонування імунної системи, захист від патогенів та детоксикацію пестицидів, які потрапляють з кормом, сприяє приростам маси тіла, тощо [211]. Продуктивність бджолиних сімей суттєво залежить від здатності організму медоносних бджіл протидіяти впливу різноманітних несприятливих факторів зовнішнього середовища. Існують припущення щодо зниження рівня імунітету бджіл за впливу різноманітних чинників, у тому числі пестицидів та інших токсичних речовин [113, 134, 219]. При цьому науковці досліджують тривалість життя комах, поведінкові особливості, показники відтворювальної здатності та низку інших факторів [81, 82].

Одним з основних компонентів раціону бджіл є квітковий пилок. Його хімічний склад різноманітний і залежить переважно від ботанічного походження. Споживаючи пилок, організм отримує незамінні амінокислоти, жири, вітаміни та мінеральні речовини [14]. Більшість з них засвоюється у середній кишці. Біологічна цілісність структурних компонентів кишки позитивно корелює з показниками засвоюваності корму. Однак у кишечковому тракті залишаються неперетравленими такі компоненти клітинної стінки пилкового зерна як целюлоза, геміцелюлоза, пектин. У літературі зустрічається безліч повідомлень про те, що у дистальному відділі кишечника процесам травлення сприяють різноманітні мікроорганізми [183, 228, 231, 232]. У кишечнику медоносної бджоли домінує невелика кількість симбіотичної мікрофлори [89]. Вона складається з аеробних і анаеробних

мікроорганізмів, які представлені грамнегативними, грампозитивними бактеріями та грибами. З ідентифікованих мікроорганізмів кишечника бджоли виявлено як грампозитивні (*Bacillus*, *Streptococcus*, *Staphylococcus*), так і грамнегативні (*Enterobacter*, *Escherichia*, *Mikrococcus*) бактерії, а також плісневі гриби і дріжджі. При цьому доміантними у мікробіоценозі є ентеробактерії (*Enterobacter aerogenes* і *Escheriichia coli*) і стафілококи (*Staphylococcu svarneri*). Ці мікроорганізми, у свою чергу, впливають на ендокринні сигнали, імунну функцію та стійкість до збудників хвороб. Кишковий тракт медоносної бджоли належить до органів імунної системи [25]. У свою чергу бактерії в організмі медоносних бджіл відіграють роль пробіотиків, що впливають на кишковий імунітет. Пробиотики разом з пребіотиками в основному надходять в кишковий тракт при поїданні перги.

Результати аналізу видового складу мікробіоти дорослих особин робочої бджоли у весняний період (квітень-травень) наведено в табл. 3.12.

Таблиця 3.12

Видовий склад мікроорганізмів кишечкового тракту дорослих особин медоносної бджоли, lg КУО/г (M±m, n=100)

Вид мікроорганізму	Період досліджень	
	квітень	Травень
<i>Enterobacter aerogenes</i>	5,1±0,1	5,1±0,1
<i>Escherichia coli</i>	5,5±0,1	5,1±0,2
<i>Lactobacillus plantarum</i>	2,9±0,4	3,3±0,5
<i>Staphylococcus warneri</i>	5,8±0,5	5,9±0,3
<i>Enterococcus faecalis</i>	6,1±0,4	6,1±0,5
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	5,1±0,1	5,1±0,2
<i>Candida glabrata</i>	5,8±0,2	5,2±0,1*
<i>Aspergillius niger</i>	1,8±0,1	1,7±0,1
<i>Aspergillius ustus</i>	-	1,7±0,1

Як видно з отриманих даних з ідентифікованих мікроорганізмів у найбільшій кількості виявлено *Enterococcus faecalis*. Причому два місяці поспіль грампозитивна анаеробна бактерія становить в середньому 6,1 lg КУО/г. Дана бактерія приймає участь у ферментації глюкози. Інша

грампозитивна бактерія *Staphylococcus warneri* є представником нормальної мікрофлори кишечника медоносної бджоли. У квітні її кількість становить біля 5,8 lg КУО/г. Слід відзначити, що з усіх видів грибів саме дріжджі *Candida glabrata* заселяють кишковий тракт бджіл весняної генерації. Причому їх кількість у травні вірогідно зменшується на 10,3 %, $P < 0,05$. Вид грибів *Aspergillus niger* виявлено в найменшій концентрації. У кишковому тракті травневих льотних бджіл їхня кількість становить 1,7 lg КУО/г.

Молочнокислі бактерії *Lactobacillus plantarum*, які вважаються пробіотиками, також займають важливе місце в мікробіocenozі бджіл. Вони відіграють суттєву роль у ферментації цукрів та характеризуються антагоністичними властивостями до патогенної мікрофлори. Виділені із свіжовідкачаного меду бактерії *Lactobacillus plantarum*, пригнічують ріст колоній збудника європейського гнильцю *Streptococcus pluton*, а також *Escherichia coli* та *Bacillus Subtilis* [11]. Деякі штами *Lactobacillus plantarum* мають здатність до детоксикації окремих пестицидів, які потрапляють із кормом в організм бджоли [181]. У дорослих бджіл концентрація молочнокислих бактерій *Lactobacillus plantarum* суттєво залежить від сезону року (рис. 3.15).

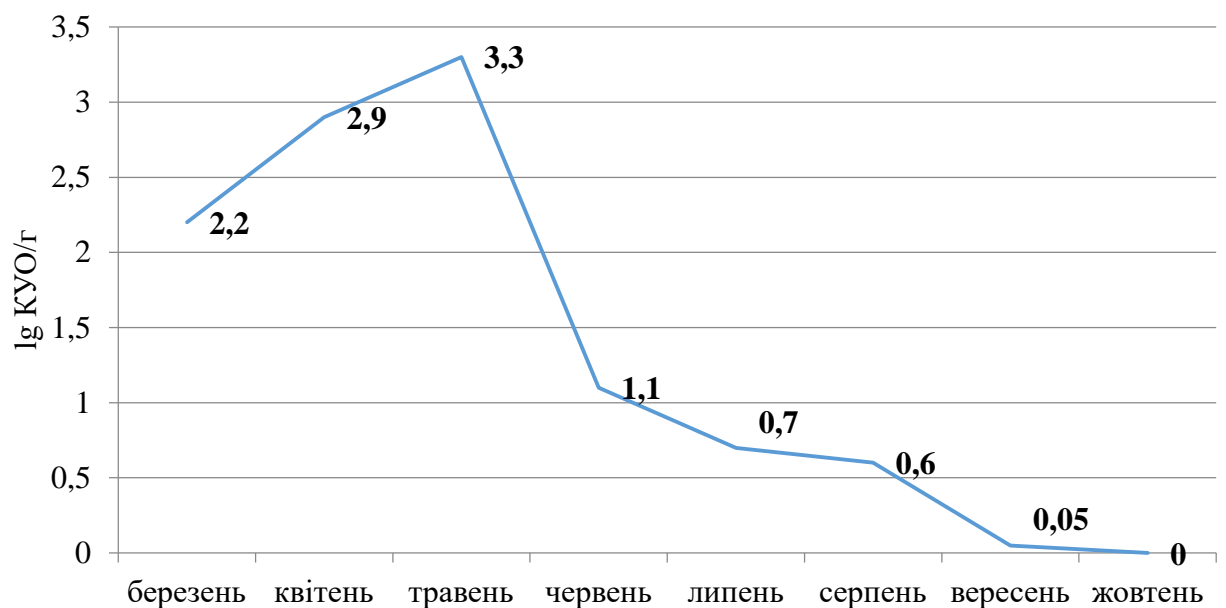


Рис. 3.15 Сезонна динаміка молочнокислих бактерій *Lactobacillus plantarum* кишкового тракту медоносної бджоли в нормі, lg КУО/г

Наведені дані дають підстави припустити, що характер годівлі має найбільш вагомий вплив на кількість молочнокислих бактерій у кишковому тракті бджоли. Присутність цих мікроорганізмів виявлено у весняно–літній період. Причому найбільша їх кількість спостерігається у квітні і травні. При дослідженні наявності *Lactobacillus plantarum* у травні виявлено максимальну кількість 3,3 ІгКУО/г. Саме у цей місяць матки відкладають 1500-1600 яєць на добу. У цей період весни, для вирощування розплоду та продукування маточного молочка, молоді бджоли споживають пергу. Дозрівання перги у гнізді супроводжується розвитком молочнокислих бактерій. Тому при її споживанні у кишковому тракті бджіл виявляють бактерії, які присутні у перзі. Протягом червня і липня виявлено різке зниження кількості лактобактерій. Особливо бідний у кількісному відношенні кишечний мікробіоценоз серпневих бджіл. Дослідження щодо їх наявності в інші періоди року підтверджують той факт, що у вересні і жовтні, при підготовці до періоду гіпобіозу, такий вид як *Laktobacillus plantarum* відсутній у всіх піддослідних особин. Тому припускаємо, що застосування у живленні бджіл пробіотичних препаратів доцільне тільки після заміни зимової генерації комах.

Згідно даних літератури серед хвороб бджіл суттєву місце займають захворювання з кишковою етіологією [8, 10]. Потрапляння в організм бджіл ксенобіотиків, які мають негативний вплив на склад мікрофлори кишечника призводить до зниження кількості бактерій з пробіотичними властивостями і може стати причиною виникнення деяких хвороб. Прикладом такого негативного явища може бути безконтрольне застосування антибіотиків з метою профілактики кишечних захворювань. Результати застосування окситетрацикліну гідрохлориду і його впливу на вміст молочнокислих бактерій *Lactobacillus plantarum* у кишковому тракті бджіл наведено в табл. 3.13.

На підставі даних табл. 3.13 можна відзначити, що мікробіоценоз молодих особин менш колонізований бактеріями порівняно з дорослими

особинами. У вуликових бджіл перед застосуванням антибіотику у квітні виявлено $1,8 \text{ lg КУО/г}$ *Lactobacillus plantarum*.

Таблиця 3.13

Вплив окситетрацикліну гідрохлориду на вміст *Lactobacillus plantarum* у кишковому тракті медоносної бджоли, lg КУО/г ($M \pm m$, $n=100$)

Статус досліджуваних особин	Перед застосуванням	Після застосування
Квітень		
Вуликові бджоли	$1,8 \pm 0,72$	$0,1 \pm 0,01^{***}$
Льотні бджоли	$2,6 \pm 0,92$	$0,3 \pm 0,01^{**}$
Травень		
Вуликові бджоли	$2,4 \pm 0,31$	$0,2 \pm 0,01^{***}$
Льотні бджоли	$2,8 \pm 0,92$	$0,5 \pm 0,01^{***}$

Після поїдання значної кількості різноманітного квіткового пилку та відвідування різних квітів і предметів льотні бджоли мають можливість контактувати з більшою кількістю поверхонь, на яких присутні бактерії. Тому в квітні в кишечнику льотних бджіл виявлено в середньому $2,6 \pm 0,92 \text{ lg КУО/г}$ *Lactobacillus plantarum*.

У кишечнику бджіл, куди потрапив антибіотик, не виявлено 100 % знищення молочнокислих бактерій, однак їх кількість суттєво зменшилась до позначки $0,1 \text{ lg КУО/г}$ ($p < 0,001$).

Проведені у травні дослідження підтверджують згубний вплив окситетрацикліну гідрохлориду на чисельність молочнокислих бактерій. Особливо негативний вплив виявлено по відношенню до молодих бджіл: у них кількість молочнокислих бактерій знижується з 2,4 до $0,2 \text{ lg КУО/г}$. Підрахунок колонієутворюючих одиниць показав, що після застосування вказаної антибактеріальної речовини у кишковому тракті вуликових і льотних бджіл виявлено відповідно 0,2 і $0,5 \text{ lg КУО/г}$ молочнокислих бактерій *Lactobacillus plantarum*.

Крім цього, спостерігається певний негативний вплив антибіотика на морфологічну структуру ентероцитів середньої кишки. Цитоплазма ентероцитів дослідної групи заповнена дрібними і щільними однорідними

включеннями, але неушкоджена і має чіткі межі. На сегментальному зрізі, в краніальному напрямку, спостерігається зменшення кількості складок епітелію у розрахунку на одиницю площі кишки. Таким чином, результати проведених досліджень вказують на те, що деякі ксенобіотики, які потрапляють до травної системи бджіл, можуть мати негативний ефект, що проявляється зниженням ступеня засвоєння поживних речовин корму. Це у свою чергу призводить до загального зниження рівня імунної системи та, як наслідок, спричиняє виникнення різноманітних захворювань кишкового тракту.

У тваринництві використання антибіотичних речовин у раціонах заборонено. Однак, є такі моменти технологічного процесу, наприклад лікування різноманітних бактеріологічних захворювань, коли ці речовини потрапляють у товарну продукцію. Їхня поведінка і вплив на організм медоносних бджіл маловивчений. Тому ці питання є вкрай актуальні для практикуючих пасічників. Нашими дослідженнями доведено, що застосування окситетрацикліну має негативні наслідки у розвитку структурних компонентів слизової оболонки середньої кишки. При цьому антибактеріальний препарат негативно впливає на наявність корисних мікроорганізмів, у тому числі молочнокислих бактерій *Lactobacillus plantarum*. Тому використання антибактеріальних препаратів має бути тільки з лікувальною метою під наглядом спеціалістів ветеринарної медицини.

3.9 Особливості патогенезу при мішечкуватому розплоді у медоносних бджіл (*Apis mellifera*L.)

Під час проведення експериментальних досліджень у групі бджіл, що були обмежені у протеїновому забезпеченні ми виявили схильність до уражень різної етіології. Одним з факторів цього причинно наслідкового стану є зниження імунітету. Недостатнє надходження в гніздо квіткового пилку високої біологічної цінності призводить до порушення життєдіяльності бджолої сім'ї, а іноді і до її загибелі. При супутніх чинниках, наприклад

різкому зниженні температури, організм медоносних бджіл уражається вірусними хворобами. Особливо небезпечним для бджолої сім'ї є її ураження мішечкуватим розплідом. Хворі сім'ї за своїм станом і продуктивністю різко відрізняються від здорових, навесні повільно розвиваються, вирощують мало розпліду. Дорослі бджоли хворих сімей живуть недовго, вони малоактивні, слабо захищають гнізда, мляво і недружно літають на медозбір [160]. Тому метою роботи було виявлення фізіологічних змін у кишечнику статевозрілих маток, уражених вірусом мішечкуватого розпліду. При цьому ми провели гістологічні дослідження фізіолого–морфологічних змін середньої кишки плідних маток. Також проаналізували дані про особливості травлення в середньому відділі кишечника плідних маток.

Медоносні бджоли належать до основних запилювачів ентомофільних сільськогосподарських культур [121]. Вони, як і всі інші комахи, зазнають впливу заразних хвороб [220, 230]. Здоров'я бджіл значним чином залежить від імунітету, вплив на який мають множинні абіотичні та біотичні фактори [127, 128]. Соціальний спосіб існування великими групами з однієї сторони допомагає їм протидіяти хвороботворним чинникам [179]. З іншої сторони така згуртованість є ідеальним місцем для життєдіяльності та поширення збудників багатьох хвороб [165]. Однією з них є мішечкуватий розплід. Мішечкуватий розплід (*Sacculisato contagiosa larvae*) – вірусна хвороба розпліду медоносних бджіл, яка характеризується депонуванням під покривними тканинами тіла водянисто–зернистої рідини, що робить личинок зовні схожими на мішечки [77-79, 112, 236, 269, 276] Збудник хвороби – РНК–геномний вірус сферичної форми, діаметром 28–30 нм [68]. Уражає личинок робочих бджіл, маток і трутнів у 2–3 добовому віці під час годівлі інфікованим кормом. Найбільш чутливими є 4–7-добові личинки, які гинуть у стадії передлялечки, рідше – лялечки. Інкубаційний період триває 5–6 діб. Дорослі бджоли хворіють, як правило, без видимих симптомів, однак, при цьому спостерігається скорочення тривалості їхнього життя. Захворювання

виникає переважно в першій половині літа, частіше після різкого похолодання в ослаблених сім'ях, у разі нестачі корму або ураження вароатозом. Переносником збудника інфекції є дорослі бджоли, в організмі яких вірус може зберігатися впродовж усєї зими. Факторами поширення збудника можуть бути трупи інфікованих лялечок, кожен з яких містить таку кількість віріонів, що може заразити до 3 тис. здорових личинок. У межах бджолої сім'ї вірус поширюється бджолами–годувальницями, між сім'ями – трутнями, блукаючими бджолами, а також під час переставляння стільників з розплодом і медом від хворих сімей до здорових. Поширення хвороби може залежати також від гігієни на пасіці та відсутності дезинфекції пасічного інвентаря. Надходження великої кількості нектару та пилку у гнізда сприяє зниженню рівня захворюваності і навіть зникненню хвороби, однак восени або навесні наступного року вона знову з'являється на інфікованій пасіці. Мішечкуватий розплід часто асоціюється з європейським чи американським гнильцем або парагнильцем, що значно утруднює встановлення діагнозу та організацію заходів боротьби [261]. Досить характерними є механізм виникнення і розвиток хвороби, а також її прояв. Згідно даних літератури, вірус мішечкуватого розплоду потрапляє в середню кишку 1–3 добової личинки разом з кормом, звідти – в покривні тканини і починає розмножуватися. Репродукція вірусу в клітинах покривних тканин личинок супроводжується утворенням специфічних округлих тілець–включень чорного кольору. Разом з жировими клітинами тільця–включення надають зруйнованим тканинам зернистого вигляду. Уражені передлялечки набувають коричневого кольору, згодом настає склеротизація їхніх тканин. Уражені личинки втрачають перламутровий блиск, стають тьмяними, значно збільшуються в об'ємі і гинуть у 8–9 добовому віці – після запечатування восковими кришечками. Наявність строкатого розплоду, серед якого розміщені здорові, хворі та загиблі личинки, є характерною клінічною ознакою патології розвитку сім'ї. Кришечки над загиблими личинками в багатьох комірках потемнілі, запалі, продірявлені. Бджоли часто відкривають

їх повністю або частково, через що створюється враження про загибель відкритого розплоду. У таких комірках розміщені загиблі передлялечки, тіла яких є витягнуті вздовж нижньої стінки. Розвиток голови хворих личинок зазвичай відстає, область голови має темніше, ніж решта частин тіла забарвлення і може нахилитися до центру комірки. Мертва передлялечка наповнена водянисто–зернистим вмістом, має в'ялий вигляд, блідо–жовте забарвлення на початку ураження, після чого буріє і при висиханні стає темно–коричневою. На відміну від гнильцевих хвороб, при мішечкуватому розплоді загиблі личинки не розкладаються і не мають запаху. При вийманні з комірки, личинка, що недавно загинула, нагадує мішок з рідиною, передній кінець якого піднятий до виходу з комірки, що є характерною для цього захворювання ознакою. Після висихання трупи передлялечок перетворюються на кірочки темно–бурого кольору, які легко видалити з комірки [236]. Науковцями розроблені методики польових досліджень діагностики мішечкуватого розплоду [230]. Однак, у літературі недостатньо даних щодо патогенності вірусу в кишечнику плідних маток. Тому метою роботи було виявлення фізіологічних змін у статевозрілій стадії індивідуального розвитку уражених мішечкуватим розплодом. А саме дослідити у який спосіб відбуваються морфологічні зміни середньої кишки у плідних маток медоносних бджіл. Сегментальний зріз надає уяву про анатомічну будову середньої кишки. На рис. 3.16 продемонстровано гістологічну будову переднього відділу середньої кишки клінічно здорової плідної матки.

Слизова оболонка середньої кишки маток медоносних бджіл представлена одношаровим епітелієм, яким вистелено безліч складок. Така особливість будови пов'язана з необхідністю збільшення площі поверхні всмоктування.

Корм, який потрапив до середньої кишки утримується перитрофічними мембранами. Причому кожна порція корму обволікається іншою мембраною.

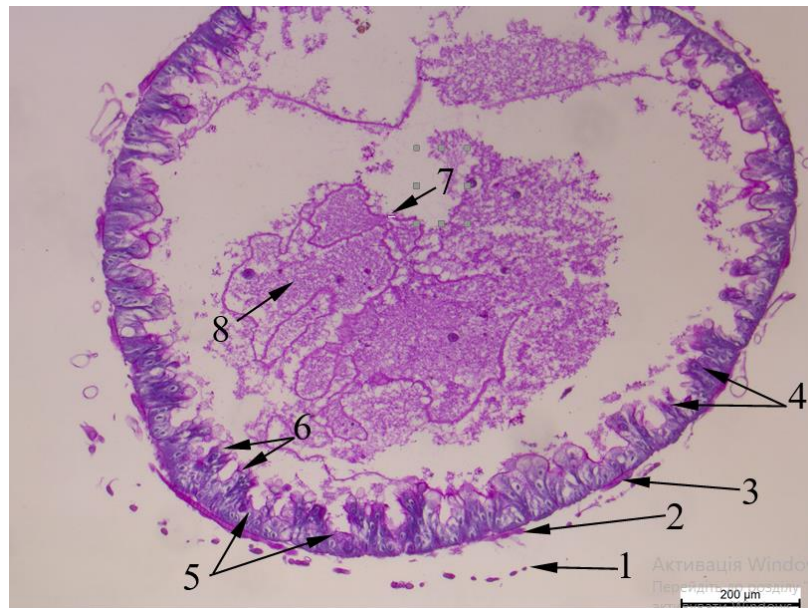


Рис. 3.16 Сегментальний зріз переднього відділу середньої кишки клінічно здорової плідної матки:

1 – повздожній зовнішній м’язовий шар, 2 – коловий м’язовий шар, 3 – косий м’яз, 4 – кишкові складки, 5 – дискретні крипти, 6 – проліферуючий дрібний епітелій травних клітин, 7 – перитрофічна мембрана, 8 – вміст кишечника.

(Збільшення: об. 8 x ок. 7, фарбування: гематоксилін–еозин)

Очевидно, пласти перитрофічної мембрани, які продукуються епітеліальними клітинами, покривають кожну частину корму по мірі її надходження.

Плідні матки споживають маточне молочко, тому на рисунку не виявлено пилкових зерен. При ураженні мішечкуватим розплодом порушується робота мембрани, пов’язана з моторною, секреторною та іншими функціями середньої кишки. Це у свою чергу призводить до дистрофічних і запальних змін поверхневого епітелію, а також гальмує процес регенерації.

Функція переднього відділу середньої кишки полягає у продукуванні травних ферментів (в основному це протеази і ліпази). При дослідженні цього відділу середньої кишки маток уражених вірусом мішечкуватого розплоду проявляються деякі зміни (рис. 3.17).

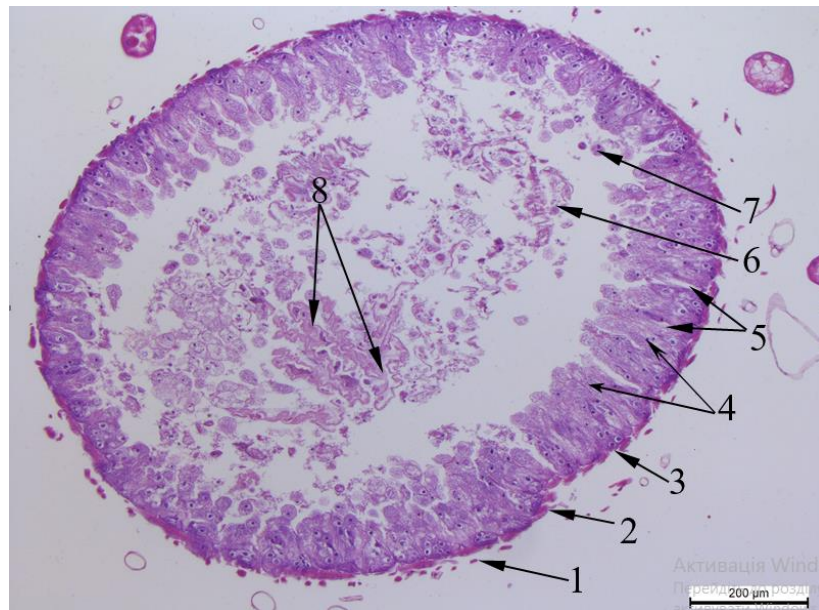


Рис. 3.17 Сегментальний зріз переднього відділу середньої кишки плідної матки, ураженої вірусом мішечкуватого розплоду:

1 – повздожній зовнішній м'язовий шар, 2 – коловий м'язовий шар, 3 – базальна мембрана, 4 – келихоподібні клітини, 5 – дискретні крипти, 6 – вміст кишечника, 7 – ентероцит, 8 – перитрофічна мембрана. (Збільшення: об. 8 х ок. 7, фарбування: гематоксилін–еозин)

Цитоплазма ентероцитів заповнена дрібними і щільними однорідними включеннями. Вона неушкоджена і має чіткі межі. На сегментальному зрізі середньої кишки, в краніальному напрямку, спостерігається збільшення кількості складок епітелію у розрахунку на одиницю площі кишки. Відстань між ентероцитами дрібних складок настільки мала, що на деяких зрізах візуально неможливо побачити в дискретних криптах слизової. У здорових маток ентероцити значно видовжені порівняно з клітинами епітелію середньої кишки. Причому у деяких ентероцитів овальної форми ядро розміщене в основі базальної мембрани. Заслуговує увагу спосіб прикріплення клітин слизової. На рисунку видно, що основа деяких ентероцитів прикріплена до базальної мембрани вужчим кінцем. У той час клітини верхівки розширені. Цитоплазма містить численні секреторні вакуолі. За формою, будовою та функціональним призначенням такі клітини називають келихоподібними клітинами. Вони

відповідають за продукування білковоподібних речовин перитрофічної мембрани. Келихоподібні клітини практично не мають війок і виробляють слиз, який виділяється на поверхню епітелію. Розміщення ядра у клітині, пов'язане з тим, що до основи його відтісняє накопичуваний секрет. Збільшення розмірів клітин за рахунок збільшення кількості функціонально активних клітин може говорити про захисну гіперплазію. Як видно з даних рисунку, кількість келихоподібних клітин збільшується в дистальному напрямку кишки. Якщо звернути увагу на гістопрепарат, зроблений з середньої кишки здорової особини, то можна говорити про те, що при патології, внаслідок ураження вірусом, келихоподібні клітини зустрічаються в середній кишці, в якій у нормі вони або відсутні, або присутні в значно меншій кількості. Поряд з цим, про ураження структурних компонентів слизової свідчить відсутність *peritrophic membrane*. При цьому, у просвіті кишки наявні, у більшості знебарвлені відшаровані ентероцити, що свідчить про інтенсивну секрецію мерокринового типу.

Рисунок 3.18 демонструє зміни, які проявляються в середньому відділі середньої кишки клінічно здорових та уражених вірусом маток.

Проведені дослідження середньої кишки, ураженої вірусом мішечкуватого розплоду дають підставу припустити, що в середньому відділі, який відповідає за процеси перетравлення поживних речовин, спостерігаються зміни, які не є характерні для архітекtonіки деяких структур клітин медіального напрямку.

При огляді сегментального зрізу середнього відділу середньої кишки плідної матки виявлено, що кількість кишкових складок виражена не чітко. У глибині дискетних крипт виявлено збільшення кількості регенеративних клітин. Ядра цих ентероцитів чітко проглядаються. Однак, мембранні оболонки старших ентероцитів не мають чітких кордонів.

На апікальній поверхні ентероцитів виявлено проліферативний малий епітелій травних клітин. Цитоплазма цих клітин при фарбуванні

гематоксилін–еозином забарвлена у червоний колір, що вказує на наповнення речовинами білкової природи, можливо протеазами.

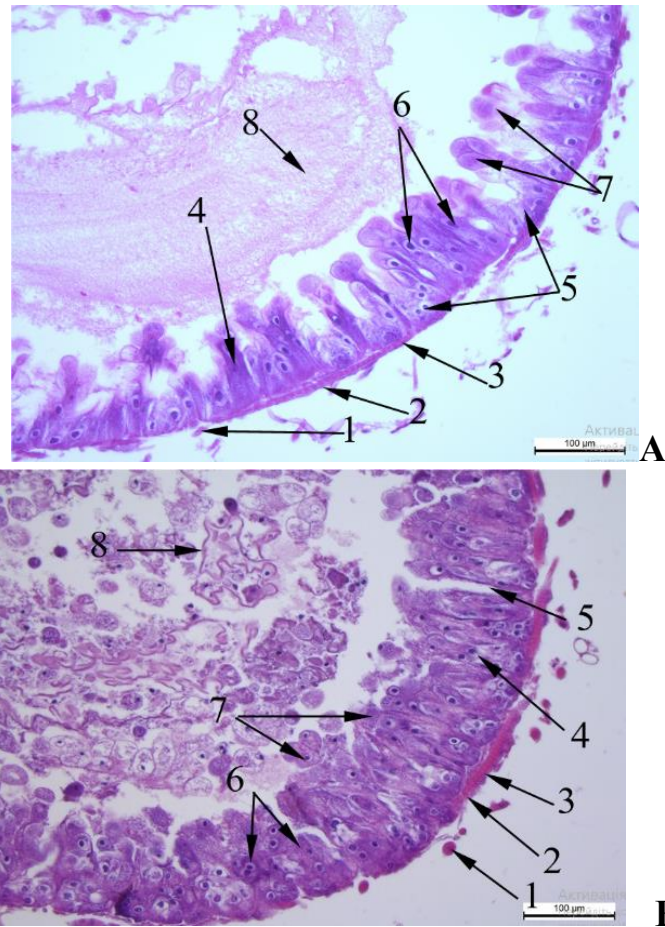


Рис. 3.18 Сегментальний зріз середнього відділу середньої кишки плідної матки клінічно здорової (А) та ураженої мішечкуватим розплодом (В):
 1 – поздовжній зовнішній м'язовий шар, 2 – коловий м'язовий шар, 3 – косий м'яз, 4 – кишкова складка, 5 – дискретні крипти, 6 – ентероцити, 7 – проліферуючий дрібний епітелій травних клітин, 8 – перитрофічна мембрана.
 (Збільшення: об. 10 х ок. 7, фарбування: гематоксилін–еозин)

У просвіті кишки можна виявити значну кількість ядерних клітин з чіткими тонкими контурами, які повністю знебарвлені.

Наповнення цих клітин ферментами мінімальне, оскільки вони приймають участь у процесах перетравлення. При огляді виявлена прогресуюча клітинна проліферація. Індекс проліферації збільшений по відношенню до показників у здорових особин.

У хворому організмі у більшості випадків відмирання (некроз) ентероцитів настає не внаслідок старіння, а під впливом шкідливих

факторів. Гинуть клітини, які не виконали свою функцію. Остаточне руйнування клітин супроводжується запальним процесом, викликаним продуктами їх розпаду. На рисунку 3.20 можна побачити відмінності заднього відділу середньої кишки плідних маток.

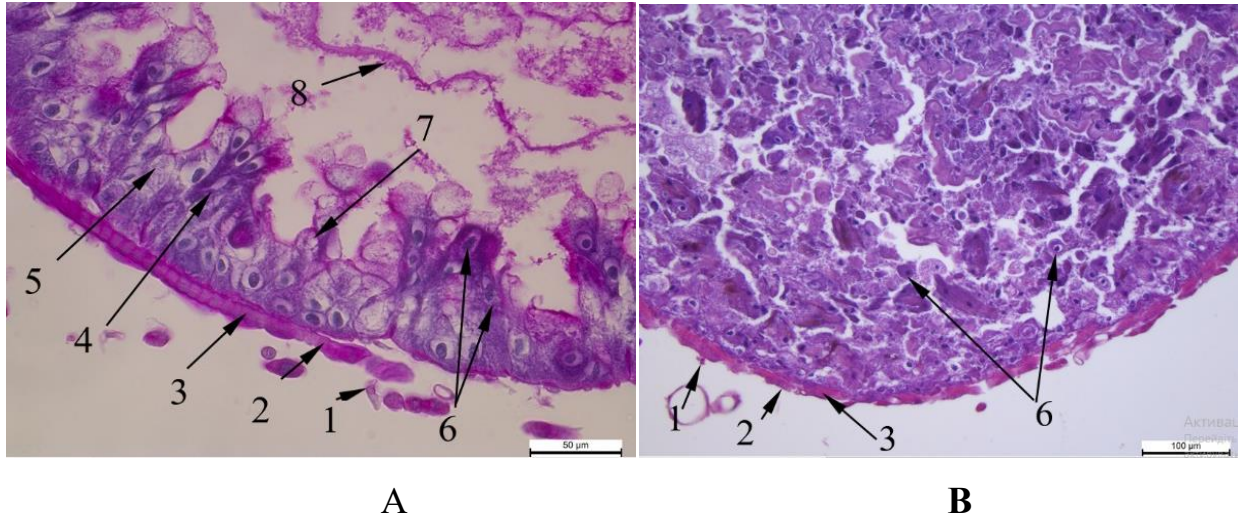


Рис. 3.19 Сегментальний зріз заднього відділу середньої кишки плідної матки клінічно здорової (А) та ураженої вірусом мішечкуватого розплоду (В):

1 – поздовжній зовнішній м’язовий шар, 2 – коловий м’язовий шар,
3 – косий м’яз, 4 – кишкова складка, 5 – дискретні крипти, 6 – ентероцити,
7 – проліферуючий дрібний епітелій травних клітин,
8 – перитрофічна мембрана.

(Збільшення: об. 10 х ок. 7, фарбування: гематоксилін–еозин)

У клінічно здорових особин чітко проглядаються всі структурні компоненти епітелію. Рух корму здійснюється за допомогою групи м’язів. У цьому процесі участь приймають: поздовжній зовнішній м’язовий шар, коловий м’язовий шар, косий м’яз. У дискретних криптах складок чітко розрізняють регенеративні клітини епітелію. Відстань між складками коливається в межах від 15 до 35 мкм. Кожна складка у своєму складі містить 2–5 ентероцити різного ступеня зрілості, на апікальній поверхні якої добре проглядається так званий проліферуючий дрібний епітелій. При цьому не можна однозначно стверджувати про наявність рабдоріуму на поверхні ентероцитів. Можливо мембрани ентероцитів вкриті тонкими шаром драглистого слизу, який містить ферменти [246]. Ширина

ектоперетрофічного простору є меншою порівняно з показниками висоти кишкової стінки.

Застосувавши морфометричні методи досліджень ми отримали цікаву закономірність щодо кишкових складок середньої кишки у плідних маток (табл. 3.14).

Таблиця 3.14

Розмір кишкових складок середньої кишки у плідних маток, мкм (M±m)

Група маток	Напрямок середньої кишки		
	краніальний	медіальний	каудальний
Клінічно здорові	152,12±5,46	161,23±4,45	169,93±4,45
Хворі	170,58±1,8*	178,58±1,81**	12,11±0,11

У таблиці показано довжину складок середньої кишки піддослідних особин, одержаних на відстані 3, 7, 11 мм від початку кишки. У клінічно здорових маток довжина складок коливається в межах від 138,19 до 218,65 мкм. Найменші складки спостерігаються у передньому відділі. У цій частині середній показник довжини складок становить 152,12±5,46. У медіальному відділі, який відповідає за секрецію травних ферментів, відбувається незначне збільшення довжини кишкових складок. Позитивна динаміка щодо морфологічних показників складок проявляється у задньому відділі. У цій частині кишки середній показник довжини становить 169,93±4,45 мкм. Очевидне збільшення довжини складки пов'язане з фізіологічною функцією середньої кишки. Функціональне призначення дистального відділу полягає у процесах всмоктування поживних речовин корму. Аналізуючи дані таблиці можна зауважити, про морфологічні показники розвитку середньої кишки у маток уражених мішечкуватим розплодом у залежності від місця проведення гістозрізу. Довжина складок коливається в межах від 0 до 14,76 мкм. Зокрема, у передньому відділі у маток, уражених збудником мішечкуватого розплоду виявлено на 12 % збільшення довжини складки порівняно з показниками здорових особин. У медіальному відділі середньої кишки

виявлено аналогічне збільшення порівняно зі здоровими особинами: довжина складок є вірогідно збільшена на 11 % ($p < 0,01$).

Зовсім інша ситуація спостерігалася в задній частині середньої кишки. Максимальна довжина складки не перевищувала позначки 14,76 мкм. Причому, у більшості випадків, виявлено некробіотичні вогнища ураження слизової оболонки.

Захворювання сімей мішечкуватим розплідом зустрічається повсюди, де розводять бджіл [68, 188, 226]. Серед вірусних захворювань мішечкуватий розплід вважається найпоширенішим. Поширенню збудника сприяє міграція бджіл а особливо кліщів *Varoa*. Бджоли заражають личинок при годівлі інфікованим кормом. При цьому бджоли в середині вулика, контактуючи з загиблими личинками, стають вірусоносіями. Вірус проникає в гемолімфу через середню кишку, яка виконує функцію перетравлення і всмоктування корму у медоносних бджіл.

У літературі недостатньо даних про те, що імагінальна форма медоносних бджіл *Apis mellifera L.* внаслідок ураження мішечкуватим розплідом не проявляє клінічних ознак. Однак, дослідження травної системи розкривають нові дані щодо патогенезу медоносних бджіл, уражених мішечкуватим розплідом. Потрібно наголосити, що ураження клітин середньої кишки при мішечкуватому розпліді має суттєві відмінності порівняно з гістологічними змінами, характерними при ураженні *N. Cerana* [67, 97, 98, 130, 156, 188].

Фізіологія травлення корму в середній кишці у плідних маток уражених вірусом мішечкуватого розпліду описана недостатньо. Її довжина у піддослідних маток становила 12–13 мм. Колір середньої кишки залежить від сукупності м'язових волокон та зовнішньої оболонки сполучної тканини. У піддослідних маток відпрепарована середня кишка, напівпрозора і мала червонувато–коричневий колір. У робочих бджіл пилок і мед, який потрапив в середній відділ кишечника зазнає впливу ферментів різного спектру дії [201, 217, 249]. Ці хімічні речовини концентруються в перитрофічній

мембрані [177]. Схожі процеси виявлені у плідних маток. Наявність кількох шарових пластів перитрофічної мембрани вказує на достатньо складні і поступові перетворення корму. Однак, перитрофічна мембрана не забезпечує захист слизової від ушкоджень квітковим пилком тому, що він у кормі відсутній.

Проведені дослідження дають підставу вважати, що у хворих особин ознаки ураження виявлено у різних ділянках середньої кишки. Причому виявлено залежність між ступенем ураження і відстанню від початку кишки. Проксимальний (передній) відділ кишки, який відповідає за секрецію травних ферментів, почав виконувати функцію дистального, який відповідає за всмоктування поживних речовин. Про це свідчить збільшення довжини складок переднього відділу середньої кишки. На перший погляд наявність усіх структурних компонентів кишки вказує на те, що ця частина кишечнику фізіологічно справляється з своїми функціями. Однак, якщо звернути увагу на наявність перитрофічної мембрани, то можна зауважити, що порівняно з здоровими особинами її кількість є недостатньою. У каудальному відділі спостерігаються осередки нової деструкції, які морфологічно характеризуються некробіотичними змінами новоутвореного епітелію. Особливу увагу заслуговує той факт, що вірус проникає через ушкоджену перитрофічну мембрану, яка служить фактором імунного захисту. Під час реплікації РНК вірус мішечкуватого розплоду, як і інші РНК-вмісні віруси, має високу швидкість мутації, що сприяє величезному розмаїттю штамів. Мішечкуватий розплід присутній як у популяціях *A. cerana*, так і у *A. mellifera* усього світу. У даний час існує 52 штами мішечкуватого розплоду, які можна знайти в базі даних GenBank [276].

Комахи мають різноманітні механізми боротьби із зараженням збудниками хвороб. Багато з них захищені шаром антимікробних виділень на їх зовнішній стороні та кишковим середовищем, ворожим до патогенів. Коли збудники виходять за межі цих захисних сил, для зупинки подальшого прогресу часто достатньо епітелію. Якщо хвороботворні мікроорганізми

перемагають морфологічну захисну силу комах, вони часто зустрічаються з факторами ефективного клітинного та гуморального імунного захисту. Імунітет комах демонструє багато паралелей із вродженою імунною реакцією людини та інших хребетних, що передбачає різноманітний набір дій, включаючи секрецію антимікробних пептидів, фагоцитоз, меланізацію та ферментативну деградацію збудників хвороб [85, 93, 97, 128, 132, 165, 229]. Наприклад, виявлені значні порушення епітеліальної оболонки трахеї та перитрофічної мембрани, які спричинені інфекцією мішечкуватого розплоду, можуть призвести до зараження гемолімфи бактеріями, що перебувають в трахейній або кишковій оболонках.

Різні віруси по-різному впливають на імунітет бджіл. Зокрема, зараження вірусом DWV (вірус деформованого крила) призводить до порушення епітелію кишечника [96]. Тому інфекція може суттєво погіршити процес травлення [109]. Вірус DWV поширюється по всьому тілу, включаючи яєчники та жирове тіло матки [66, 189, 265]. Для вірусу гострого паралічу бджіл (ABPV) виявлено значний ступінь тканинної специфічності що проявлявся накопиченням збудника майже виключно в слинних залозах, з незначним накопиченням в середній кишці [189, 226]. Вірус повільного паралічу (SPV) мав дещо ширший розподіл, накопичуючись також у мозку та жировому тілі. На відміну від кількох інших вірусів, деякі науковці не знайшли жодних доказів того, що *V. destructor* здатний переносити CWV під час годування [210]. З настанням головного медозбору (перша половина липня) ознаки хвороби зазвичай зникають, відбувається на перший погляд тимчасове одужання. Однак навесні наступного року настає рецидив хвороби.

Одна з особливостей вірусів комах – їх здатність зберігатися в організмі господаря у латентному стані протягом багатьох генерацій [77]. При цьому вірус не викликає видимих симптомів хвороб. Однак він може бути активований будь-яким внутрішнім або зовнішнім фактором. Весняна

мінливість клімату і недостатня кількість корму, ймовірно, є факторами, що сприяють інтенсивному поширенню хвороби кожної весни.

У той час, коли організм медоносної бджоли розвиває нові захисні сили проти збудника, останній змушений адаптувати власну стратегію вторгнення та інфікування, щоб протидіяти імунному захисту господаря. Тому було висловлено припущення, що чим стійкіший імунітет бджіл, тим більш частіше будуть виявляти більш патогенні штами, і це в свою чергу прискорить еволюцію патогенів [276].

Проведені спостереження за динамікою яйцекладки вказують на зниження яйценосності на 40–60 % порівняно з показниками у здорових маток. Протягом доби матки уражені вірусом мішечкуватого розплоду відкладали по 800–1050 яєць. Таке зниження кількості відкладених яєць матками може бути причиною недостатнього надходження поживних речовин у процесі оогенезу внаслідок ураження епітелію середньої кишки. Дослідження шляхів зміцнення імунітету медоносних бджіл має економічне обґрунтування. Встановлено прямий зв'язок між продуктивністю бджолиної сім'ї і кількістю ураженого розплоду. У таких сім'ях кількість отриманого меду знижується на 75–85 %.

Інформація, представлена в цьому дослідженні, розширює дані щодо патогенезу медоносних бджіл, уражених вірусом мішечкуватого розплоду. При легкій формі ураження вірусом ознаки хвороби, як правило, у заражених бджіл залишаються безсимптомними. Однак, в уражених плідних маток проявляються зміни у будові травної системи. Таким чином технологія утримання сильних бджолиних сімей є запорукою міцного їх імунітету.

Висновки до розділу 3

Пилок, як основне джерело протеїну медоносних бджіл, впливає на ріст і здоров'я сімей. Встановлено, що розмір і кількість пилових зерен у меді залежить від його ботанічного походження, а їх кількість у медах Західного регіону України коливається в межах від 230 до 2150 шт./г. Отримані дані

про морфометричні особливості пилкових зерен медоносів Західного регіону України дозволять ідентифікувати найпоширеніші меди, які призначаються на експорт. Загодовування бджолиних сімей на період гіпобіозу монофлорним медом призводить до збільшення калового навантаження у порівнянні з цукровим сиропом. Поживна цінність бджолиного обніжжя залежить від його ботанічного походження і характеризується певним рівнем мінливості за вмістом протеїну та ліпідів. Згодовування якісного монофлорного обніжжя у порівнянні з дієтою без пилку сприяє підвищенню тривалості життя медоносних бджіл, кращому розвитку жирового тіла, восковидільної та гіпофарингіальних залоз, збільшенню маси личинок і добових робочих бджіл, покращенню репродуктивних показників маток. Використання в якості білкового корму свіжої і замороженої перги виявилось більш ефективним у порівнянні із монофлорним обніжжям. Найкращі результати з огляду позитивного впливу на ріст і розвиток бджіл, відтворювальну здатність бджоломаток та підвищення сили сімей перед головним медозбором отримано при згодовуванні бджолам замороженої перги. Очевидно це є наслідком покращення засвоюваності такого корму після впливу на нього, а в першу чергу на оболонку пилкових зерен, низьких температур.

За матеріалами даного розділу автором опубліковано такі наукові праці:

Метаболізм мангану в організмі медоносної бджоли (*Apis mellifera* L.) на різних періодах онтогенезу. Ковальський Ю. В., Федак В. В., Ковальська Л. М., Головач П. І., Дружб'як А. Й. *Наук. вісник ЛНУВМ та БТ ім. С. З. Гжицького*. 2020. Т.22. С. 74–78. <http://dx.doi.org/10.32718/nvlvet-a9313> (Здобувачем виконано експериментальну частину, проаналізовано результати досліджень та сформовано висновки).

Профілактика порушень травлення у медоносних бджіл. Ковальський Ю.В., Федак В.В., Ковальська Л.М., Дружб'як А.Й., Вовкун Я.М.

Наук. вісник ЛНУВМ та БТ ім. С. З. Гжицького. 2021. Т. 23. С. 61–64. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9412> (Здобувачем виконано експериментальну частину, проаналізовано результати досліджень та сформовано висновки).

Structure of the Midgut of the Queen Bee *Apis mellifera* L. Naturally Infected with *Sacbrood virus* (SBV). Kovalskiy Y., Fedak V., Kovalska L., Druzhbiak A. *Animal and Veterinary Sciences*. 2021. Vol. 9. P. 73–79. <https://doi.org/10.11648/j.av.s.20210903.15> (Здобувачем виконано експериментальну частину, проаналізовано результати досліджень та сформовано висновки).

Вплив якості корму на розвиток і продуктивність бджолиних маток. Ковальський Ю. В., Гутий Б. В., Федак В. В., Ковальська Л. М. *Наук. вісник ЛНУВМ та БТ ім. С. З. Гжицького*. 2021. Т. 23. С. 71–75 <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9510> (Здобувачем виконано експериментальну частину, проаналізовано результати досліджень та сформовано висновки).

Федак В. Особливості патогенезу при мішечкуватому розплоді медоносних бджіл (*Apis Mellifera* L.). *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького*. 2022. Т. 24. С. 118–125. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9616> (Здобувачем виконано експериментальну частину, проаналізовано результати досліджень та сформовано висновки).

Вплив гетерозису на медову продуктивність карпатських бджіл. Ковальський Ю. В., Федак В. В., Ковальська Л. М., Дружб'як А. Й., Вовкун Я. М. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького*. 2022. Т. 25. С. 148-152. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9621> (Здобувачем виконано експериментальну частину, проаналізовано результати досліджень та сформовано висновки).

Федак В. Вплив якості корму на показники розвитку восковидільної залози у медоносних бджіл (*Apis Mellifera* L.). *Бджільництво України*. 2022. Т. 1. С. 109–113. <https://doi.org/10.46913/beekeepingjournal.2022.9.15> (Здобувачем виконано експериментальну частину, проаналізовано результати досліджень та сформовано висновки).

Ковальський Ю., Федак В., Ковальська Л. Показники безпечності якісного меду. Priority directions of science and technology development. Proceedings of X International Scientific and Practical Conference. Kyiv,. 2021. P. 24–29. <https://sci-conf.com.ua/x-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-priority-directions-of-science-and-technology-development-13-15-iyunya-2021-goda-kiev-ukraina-arhiv/>(Здобувач виконала дослідження, проаналізувала отримані результати).

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПРОТЕЇНОВИХ КОМПОЗИЦІЙ У ГОДІВЛІ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ

Бджільництво вважається галуззю сільського господарства, яка окрім прямої продукції, має вкрай важливе значення для збільшення продуктивності ентомофільних культур. Внаслідок перехресного запилення врожайність деяких культур збільшується до 40 %. Поряд з цим, від медоносних бджіл людство отримує такі цінні продукти як мед, перга, маточне молочко, апітоксин і т.д. Їхнє виробництво залежить від напрямку спеціалізації господарства.

Основні дослідження, які полягають у використанні високопротеїнових кормів мали на меті зменшити собівартість виробленої продукції. Результати розробки були впроваджені на пасіці фермерського господарства «Зоря», яка налічує 295 бджолиних сімей. Для того, щоб визначити економічну ефективність впровадженої розробки було обчислено собівартість виробленої продукції та рентабельність виробництва. Співвідношення прибутку до затрат ми проводили через підрахунок сумарної кількості продукції переведеної в умовні медові одиниці. За таку одиницю, згідно даних спеціалізованої літератури, прийнято вважати 1 кг меду. Тому для підрахунку собівартості продукції ми застосували наступні коефіцієнти (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Коефіцієнти переведення в умовні медові одиниці

Види продукції	Умовні медові одиниці
1 кг меду	1,0
1 кг воску	3,5
1 кг бджолиного обніжжя	4,2
1 бджолопакет	13,3
1 кг прополісу	16,7

Розрахунок економічної ефективності проводився у напрямку підвищення показників продуктивності внаслідок згодовування високопротеїнових кормів. У загальному за рахунок удосконалення процесів годівлі спостерігається позитивна тенденція до зростання показників отриманої продукції. За основну продукцію ми врахували ціну та кількість на мед і віск, а додатковою вважались перга, бджолине обніжжя, прополіс, маточне молочко та бджолині пакети. Кількість отриманої продукції розраховували з кожної біологічної одиниці, яка перезимувала [62]. Для більш достовірної оцінки ми спробували поєднати витрати та прибуток протягом 2021–2022 років. Результати наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Економічна ефективність впровадження підгодівлі бджолиних сімей протеїновими кормами(на 1 бджолину сім'ю)

Показник	Група сімей			
	контрольна		дослідна	
	кг	у. м. о.*	кг	у. м. о.*
Виробництво валового меду, кг	28,5	28,5	32,6	32,6
Виробництво воску, кг	0,8	2,8	0,9	3,1
Зібрано обніжжя, кг	0,8	3,4	1,4	4,6
Отримано прополісу, кг	0,1	1,6	0,1	1,6
Реалізовано бджолопакетів, шт	0,4	5,3	0,5	6,6
Всього	41,6		49,8	
Собівартість 1 у.м.о., грн	52,22		43,62	
Рентабельність, %	14,89		28,66	

у. м. о.* – умовні медові одиниці

Слід зазначити, що основним фактором, який впливає на собівартість продукції є кількість отриманого товарного меду. Кількість відкачаного товарного меду у дослідній групі була на 14,3 % більша, порівняно з контрольною. Щодо воску, то виручка також збільшилась у дослідній групі на 10,7 %.

З другорядних продуктів у господарстві збільшення прибутку зафіксовано внаслідок реалізації бджолиного обніжжя. Зокрема, у наших

дослідженнях усі бджолині сім'ї піддослідних груп також приймали участь у зборі обніжжя. Так, у контрольній групі у середньому отримано по 0,8 кг протейнового корму. У той час дослідні сім'ї зібрали на 33 % його більше. Така незначна кількість отриманої продукції пов'язана з тим, що пасіка у досліджуваних роках відрізнялась медово-товарним напрямком спеціалізації. Внаслідок цього протягом року нектароносний конвеєр використовувався у повному обсязі. Тому в такому випадку використання навісних пилковловлювачів ре було практичним способом отримання обніжжя. Ця незручність пов'язана з тим, що продукт потрібно висушити, щоб він не зіпсувався, а на далеких відстанях це зробити важко. Усього у контрольній групі отримано в середньому на одну бджолину сім'ю 41,6 умовні медові одиниці. У той час у дослідній групі цей показник у перерахунку становив 49,8 у.м.о., що на 19,7 % є більшим. Розрахунками встановлено, що собівартість 1 кг умовної медової одиниці у дослідній групі становить 43,62 грн, що на 16,4 % менше порівняно з контролем - 52,22 грн.

Звичайно, що використання у годівлі бджіл кормової добавки у вигляді високопротейнових кормів збільшує затрати на утримання у порівнянні з традиційним способом годівлі у розмірі біля 150 грн. на одну бджолину сім'ю. Однак позитивний перебіг обмінних процесів та збереженість бджіл під час гіпобіозу супроводжується збільшенням сили сім'ї, що відображається на кількості отриманої продукції. В підсумку має місце суттєве підвищення рентабельності виробництва продукції бджільництва, яка у дослідній групі становила 28,7 %, що на 13,8 % більше ніж у контролі.

Висновки до розділу 4

Логічним завершенням дисертаційної роботи є розрахунок економічної ефективності. Оскільки бджільництво, як галузь сільського господарства вважається досить перспективною на пасіках медово-товарного та розплідницького напрямків, ми провели апробацію наших розробок. Економічна доцільність розвитку галузі в цілому пов'язана з запиленням

рослин та ентомологічних культур. У більшості країнах бджільництво знаходиться на високому рівні розвитку. Україна, з її рівнем виробництва, входить у світові лідери експортерів меду. Економічна доцільність галузі у значній мірі залежить від здоров'я бджіл, яке у свою чергу залежить від годівлі бджолиних сімей. Наші рекомендації щодо застосування в раціонах висопротейнових кормів безпосередньо пов'язані з показниками продуктивності. Тому впровадження запропонованих способів годівлі медоносних бджіл, згідно наших досліджень, сприяє зниженню собівартості 1 умовної медової одиниці.

За матеріалами даного розділу автором опубліковано такі наукові праці:

Федак В. В. Економічна ефективність використання протеїнових композицій у годівлі медоносних бджіл. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Пріоритетні напрями наукового забезпечення виробництва продукції тваринництва у Карпатському регіоні для подолання викликів, пов'язаних з воєнним станом» (с. Оброшине, 25 червня 2024 р.). Оброшине, 2024. С. 150-151 (*Здобувач виконала дослідження, проаналізувала отримані результати*).

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі, відповідно до поставленої мети і завдань, отримано нові дані щодо впливу технології годівлі медоносних бджіл монофлорним обніжжям на показники фізіологічного стану організму в різних етапах розвитку.

1. Розмір і кількість пилкових зерен у меді залежить від його ботанічного походження. До дрібних належать гамето фіти з екваторіальним діаметром до 20 мкм, більше 50 мкм вважаються великими, середні займають проміжне місце і їх розмір у межах від 21 до 49 мкм. Їхня кількість у медах Західного регіону України коливається від 230 до 2150 шт/г.

2. Загодовування бджолиних сімей на період гіпобіозу монофлорним медом призводить до збільшення величини калового навантаження у порівнянні з цукровим сиропом від 20,5 до 91,4 %.

3. Поміж усіх досліджуваних зразків бджолиного обніжжя за вмістом сирого протеїну максимальний вміст виявлено у ріпака озимого (*Brassica napus*) – 26,5 мг/ 100 г та малини (*Rubus idaeus*) – 22,8 мг/ 100 г. За вмістом загальних ліпідів найкращими показниками характеризується кульбабове обніжжя (*Taraxacum*) – 13,0 %.

4. Згодовування монофлорного обніжжя сприяло кращому розвитку структурних елементів жирового тіла: трофоцитів та еноцитів. Зокрема, показник площі трофоцитів збільшився на 19 %, висота клітин восковидільних залоз на 39,4–51,7 %. Валове виробництво воску піддослідними сім'ями зросло на 34,1 % ($p < 0,001$).

5. Внаслідок внесення додаткових протеїнових композицій до раціону сімей–виховательок у вигляді обніжжя гречки, виявлено збільшення показників максимального навантаження медового зобика бджіл–годувальниць на 11,4 %. Ступінь розвитку глоткових залоз у бджіл дослідних сімей був на 59,1 більшим. Балансування раціону за поживними речовинами

збільшує репродуктивні показники бджолиних маток на 16,2 % порівняно з контролем.

6. Внесення додаткових протеїнових компонентів корму до раціону у вигляді свіжого обніжжя або перги призводить до вірогідного збільшення показників маси як 6-добових личинок, так і добових бджіл. Збагачення раціону замороженою пергою збільшує репродуктивні показники бджолиних маток на 59,1 % порівняно з контролем, збільшення площі ацинусів гіпофарингіальних залоз на 23,4 %, підвищення сили сімей перед головним медозбором на 51,3 %.

7. Характер годівлі має вагомий вплив на кількість молочнокислих бактерій *Lactobacillus plantarum* у кишковому тракті бджоли, найбільша кількість яких спостерігається у квітні – травні і знижується практично до нуля у жовтні. Внесення антибіотика негативно впливає на функцію кишкового тракту та знижує чисельність молочнокислих бактерій.

8. В уражених вірусом мішечкуватого розплоду плідних маток при безсимптомному перебігу захворювання відбуваються зміни у травній системі, що негативно впливає на їх продуктивність.

9. Впровадження запропонованих способів годівлі медоносних бджіл знижує собівартість 1 умовної медової одиниці на 16,4 %, сприяє підвищенню рентабельності виробництва продукції бджільництва на 13,8 %.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для точної ідентифікації ботанічного походження меду проби потрібно відбирати з усієї товщі продукту, використовуючи щуп. У верхніх шарах меду кількість пилкових зерен внаслідок осідання є меншою, порівняно з нижніми.

Для годівлі медоносних бджіл під час періоду гіпобіозу кращим кормом можна вважати цукровий мед. При його споживанні виявлено мінімальну кількість пилкових зерен.

Для отримання товарного обніжжя рекомендуємо проводити його збір у період цвітіння ріпака озимого.

При формуванні сімей-виховательок обов'язковим елементом технологічного процесу одержання маточного молочка чи маток є живлення. При цьому потрібно включати в склад раціону протеїнові корми на основі бджолиного обніжжя. Рецептuru отримання корму наступна: до 10 кг висушеного бджолиного обніжжя додають 10 л цукрового сиропу. Після розмішування, для утворення однорідної маси, суміш залишають у посуді на 12–14 год. Суміш у кількості 800–900 г, заливають у світло-коричневий стільник з непошкодженими комірками. За допомогою силіконового шпателя суміш рівномірно вносять у стільник. Після цього кормову рамку підставляють у гніздо бджолиної сім'ї.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Біологічна хімія / Вороніна Л. М. та ін. Харків, 2000. 498 с.
2. Біологічна хімія / Губський Ю. І. та ін. Тернопіль, 2000. 648 с.
3. Броварський В. Д., Багрій І. Г. Розведення та утримання бджіл. Київ, 1995. 223 с.
4. Броварський В. Д., Лосєв О. М., Головецький І. І. Технологія виробництва продукції бджільництва : методичний посібник. Київ, 2013. 156 с.
5. Бугера С. І. Особливості розвитку та функціонування великої отруйної залози бджолої матки. *Український пасічник*. 2001. № 11. С. 2–4.
6. Варенюк І. М., Держинський М. Е. Методи цито–гістологічної діагностики: навчальний посібник. Київ, 2019. 256 с.
7. Винникова О. И., Самойлов А. М., Попова Ю. В. Выделение и идентификация бактерий. Харьков, 2011. 60 с.
8. Галімов С. М. Технологія виробництва продукції бджільництва : курс лекцій. Миколаїв, 2019. 107 с.
9. Гістологія з основами гістологічної техніки / Пішака В. П. та ін. Київ, 2008. 400 с.
10. Горальський Л. П., Хомич В. Т., Кононський О. І. Основи гістологічної техніки і морфофункціональні методи дослідження у нормі та при патології. Житомир: Полісся, 2005. 288 с.
11. Гордієнко О. І., Постоєнко Г. В., Постоєнко В. О. Виділення, ідентифікація та характеристика пробіотичних культур з меду бджолоного. *Науково-виробничий журнал "Бджільництво України"*. 2021. Вип. 1 (6). С. 6-11. <https://doi.org/10.46913/beekeepingjournal.2021.6.01>
12. Іванова В. Д. Технологія виробництва продуктів бджільництва : курс лекцій. Миколаїв, 2009. 245 с.
13. Китаєва А. П., Хамід К. О., Семенова З. Т. Лікувальні властивості меду різних регіонів України. *МНАУ*. 2016. Вип.2 (89). С. 137–143.

14. Ковальський Ю. В. Фізіолого–біохімічні та продуктивні показники карпатських бджіл за дії аліментарних чинників: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня к. с.–г. наук : 03.00.04. Львів, 2005. 16 с.
15. Ковальський Ю. В., Гуцол А. П., Ковальська Л. М. Вплив пробіотиків на ріст, розвиток і господарсько–корисні ознаки медоносних бджіл. *Наук. вісник ЛНУВМ та БТ ім. С. З. Гжицького*. Львів, 2017. Т.19, №74. (60). Ч. 2. С. 235–238.
16. Ковальський Ю. В., Дружбяк А. Й., Миронович А. М. Особливості вирощування медоносних бджіл (*Apis mellifera*L.). *Збірник праць інституту біології тварин УААН*. 2018. С. 18–22.
17. Ковальський Ю. В., Керек С. С. Характеристика екстер'єрних ознак карпатських бджіл різного походження. *Наук. вісник ЛНУВМ та БТ ім. С. З. Гжицького*. 2017. № 74, (60). Ч. 2. С. 239–242.
18. Ковальський Ю. В., Кирилів Я. І. Біохімічні зміни в організмі медоносних бджіл при інтродукції відкритого розплоду. *Науково техн. бюлетень Інституту біології тварин*. 2013. В.14. №1–2. С.26–29.
19. Ковальський Ю. В., Кирилів Я. І. Вплив відкритого розплоду на фізіолого–біохімічні процеси в організмі медоносних бджіл. *Наук. вісник ЛНУВМ та БТ ім. С. З. Гжицького*. 2013. № 1. – (55). Ч.2. С. 101–108.
20. Ковальський Ю. В., Кирилів Я. І. Вплив пониженої температури інкубації розплоду медоносних бджіл на морфологічні особливості будови глоткової залози. *Науковий вісник ЛНУВМ та БТ ім. С. З. Гжицького*. 2014. № 3. (60). Ч.2. С. 141–147.
21. Ковальський Ю. В., Кирилів Я. І. Голубець О. В. Динаміка класів фосфоліпідів при гістолізі та гістогенезі лялечок медоносних бджіл. *Наук. вісник ЛНУВМ та БТ ім. С. З. Гжицького*. 2013. №3. (57). Ч.3. С. 350–355.
22. Ковальський Ю. В., Кирилів Я. І. Деякі показники визначення якості меду. *Сільський господар*. 2012. № 7–8. С. 35–36.

23. Ковальський Ю. В., Кирилів Я. І. Морфологічні особливості будови середньої кишки у медоносних робочих бджіл. *Наук. вісник ЛНУВМ та БТ ім. С. З. Гжицького*. 2013. №3. (57). Ч.2. С. 113–118.
24. Ковальський Ю. В., Кирилів Я. І. Наслідки зимівлі медоносних бджіл при вирощуванні додаткової кількості розплоду. *Науково-теоретичний збірник ЖНАУ*. 2013. № 1. (34). С. 74–79.
25. Ковальський Ю. В., Ковальська Л. М. Особливості розведення карпатських бджіл. *Науковий вісник ЛНУВМ та БТ імені С. З. Гжицького*. 2016. Ч. 3. №1 (65). С. 58–62.
26. Ковальський Ю. В., Ковальська Л. М., Миронович А. М. Особливості обміну ліпідів в організмі медоносних бджіл (*Apis mellifera L.*) за впливу гіпотермічного стресу. *Бджільництво України*. 2017. В. 2. С. 129–139.
27. Ковка Н. О., Недашківський В. М. Тривалість та періоди цвітіння основних нектаропилконосів в умовах лісостепу правобережного. *Журнал тваринництва України*. 2019. № 4. С. 36–39.
28. Локутова О. А. Основні ресурси квіткового пилку (бджолиного обніжжя) у Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 10. С. 71–74.
29. Локутова О. А. Оцінка видового походження бджолиного обніжжя. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 7. С. 74–77.
30. Методика дослідної справи у бджільництві : навчальний посібник / В. Д. Броварський та ін. Київ, 2017. 166 с.
31. Недашківський В. М. Вергеліс В. І. Ефективність використання часткових протеїнових заміників за вирощення бджолиних маток. *Тваринництво України*. 2019. № 11–12. С. 45–47.
32. Недашківський В. М. Вплив гідролізату соєвого молока на виробництво бджолиними сім'ями воску та гомогенату трутневих личинок. *Збірник наукових праць БНАУ*. 2016. № 2 (129). С. 78–81.

33. Недашківський В. М. Вплив гідролізату соєвого молока на інтенсивність вирощування бджолиними сім'ями розплоду. *Збірник наукових праць БНАУ*. 2015. № 2 (120). С. 141–144.

34. Недашківський В. М. Вплив протеази на збереженість сили бджолиних сімей та накопичення в організмі бджіл не перетравних решток корму протягом зимового періоду. *Збірник наукових праць БНАУ*. 2013. № 10 (105). С. 80–83.

35. Недашківський В. М. Вплив часткових заміників протеїнового корму бджіл на виробництво гомогенату трутневих личинок. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології імені С. З. Гжицького*. 2020. № 92. С. 15–18.
DOI: <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9203>

36. Недашківський В. М. Ефективність застосування у бджільництві глюкозно–фруктозного сиропу (ГФС–42). *Збірник наукових праць БНАУ*. 2017. № 1–2 (134). С. 66–70.

37. Недашківський В. М., Міщенко Б. Д. Вплив підгодівлі бджолиних сімей глюкозно–фруктозним сиропом на ефективність вирощування бджолиних маток. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології ім. С. З. Гжицького*. 2021. Ч. 94. С. 46–49. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9409> Недашківський В. М., Недашківська Н. В. Вплив підгодівлі бджіл ферментативним пептоном соєвого борошна на виробництво перги. *Журнал тваринництво України*. 2019. № 3. С. 22–25.

39. Недашківський В. М., Пастернак Л. О. Білкові замітники у годівлі бджіл. *Журнал тваринництво України*. 2019. № 9. С. 30–33.

40. Пилковий аналіз вмістимого ректуму медоносних бджіл / Ю. В. Ковальський та ін. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології імені С. З. Гжицького*. 2017. №74. (60). Ч. 2. С. 235–238.

41. Поліщук В. П. Бджільництво. Львів, 2001. 294 с. .

42. Поліщук В. П., Лосєв О. М., Головецький І. І. Технологія одержання бджолиного меду та методи лабораторного дослідження його якості. Київ, 2013. 116 с.
43. Разанов С. Ф., Недашківський В. М. Вплив підгодівлі бджіл соєвим пептоном на інтенсивність вирощування розплоду в умовах запилення тепличних культур. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. 2020. № 18. С. 172–183. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-3-15
44. Разанов С. Ф., Недашківський В. М. Нектаропилконосний конвеєр бджіл в умовах лісостепу правобережного. *Тваринництво України*. 2019. № 2. С. 11–14.
45. Разанов С. Ф., Недашківський В. М. Сила бджолиних сімей залежно від періоду переробки ними вуглеводних замінників. *Тваринництво України*. 2019. № 10. С. 37–39.
46. Разанов С. Ф., Недашківський В. М., Вергеліс В. І. Вплив температурних параметрів і тривалості цвітіння ріпаку озимого на продуктивність бджолиних сімей. *Збірник наукових праць БНАУ*. 2020. В. 2. С. 97–102. doi: 10.33245/2310-9289-2020-158-2-97-102
47. Разанов С. Ф., Недашківський В. М., Ковка Н. С. Оцінка ефективності використання різних вуглеводних кормів у годівлі бджіл. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. 2019. № 5. С. 29–34.
48. Разанов С. Ф., Недашківський В. М., Мельник В. О. Ефективність білкової підгодівлі бджолиних сімей за нарощування їх сили до запилення озимого ріпаку. *Збірник наукових праць БНАУ*. 2020. В.1(156) С. 105–110. doi: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-105-110
49. Разанова О. П., Скоромна О. І. Технологія виробництва продукції бджільництва : навчальний посібник. Вінниця, 2020. 406 с.
50. Романів Л. І. Ліпідний склад тканин голови медоносних бджіл за згодовування добавки хлориду та цитрату хрому. *Науковий вісник ЛНУВМБТ*

імені С. З. Г'жицького. 2012. Т. 14, № 2 (52). Ч. 2. С. 306–311.

51. Романів Л. І., Федорук Р. С. Ліпідний склад тканин медоносних бджіл та їх підмору за додавання до підгодівлі нативної сої, хлориду та цитрату хрому. *Науково-технічний бюлетень ІБТ і ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок*. 2013. Вип. 14. С. 309–314.

52. Романів Л. І., Федорук Р. С. Вміст загальних ліпідів і співвідношення їх фракцій у тканинах грудей і черевця медоносних бджіл за згодовування борошна з бобів нативної та генетично модифікованої сої. *Біологія тварин*. Львів. 2013. Т. 15, № 2. С. 113–121.

53. Романів Л. І., Федорук Р. С. Як позначаються на організмі бджіл корми з нативної і трансгенної сої. *Тваринництво України*. 2014. В. 3-4. С. 57–60.

54. Романів Л. І., Федорук Р. С., Каплуненко В. Г. Репродуктивна здатність бджолиних маток за підгодівлі борошном сої з додаванням хрому. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2013. В. 4 (76). №. 2. С. 136–144.

55. Саранчук І. І. Вплив екологічних умов довкілля на вміст різних форм жирних кислот у тканинах голови медоносних бджіл. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок*. 2010. № 1. С. 221–228.

56. Саранчук І. І., Рівіс Й. Ф. Склад свіжопобудованих бджолиних стільників – показник екологічної чистоти довкілля. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок*. 2010. Вип. 11. С. 300–309.

57. Саранчук І. І. Рівіс Й. Ф. Вміст різних форм жирних кислот у тканинах грудей медоносних бджіл за впливу екологічних умов довкілля. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Г'жицького*. 2009. Т. 11, №3 (42), Ч. 3. С.120–127.

58. Саранчук І. І., Рівіс Й. Ф. Вміст деяких важких металів в окремих частинах тіла медоносних бджіл із різних екологічних зон. *Науково – технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково – дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок*. 2008. В. 9. № 1, 2. С. 211–216.
59. Стащенко В. І. Флороміграція бджіл та хімічний склад в умовах Лісостепу України. автореф. дис. на здобуття наук. ступеня к. с.–г. наук : 06.02.04. Київ, 2005. 21 с.
60. Технологія виробництва продукції бджільництва : навчальний посібник / С. Ф. Разанов та ін. Київ, 2010. 277 с. ISBN 978-966-7906-74-0.
61. Хамід К., Пушкар Т., Гурко Є. Сучасні проблеми якості та безпечності меду бджолиного. *Agrarian bulletin of the Black Sea littoral*. 2019. P. 71–78. <http://lib.osau.edu.ua/jspui/handle/123456789/2412>
62. Хамід К. О. Економічна ефективність ведення галузі бджільництва на пасіках Миколаївської області. *Аграрний вісник Причорномор'я ОДАУ*. 2017. Вип. 84. С. 104–107.
63. Хамід К. О. Медоносна база та її використання присадибними пасіками Миколаївської області. *Аграрний вісник Причорномор'я ОДАУ*. 2018. Вип. 87. С. 128–133.
64. Хамід К. О. Порівняльна характеристика продуктивних якостей бджіл української степової породи при різних умовах зимівлі. *Аграрний вісник Причорномор'я ОДАУ*. 2014. Вип. 71. С. 71–74.
65. Щербатий З. Є., Кос В. Ф., Кропивка Ю. Г. Генетика з біометрією: лабораторно–практичний курс. Львів, 2014. 288 с.
66. A strong immune response in young adult honeybees masks their increased susceptibility to infection compared to older bees / J. Bull et al. *Plos Pathogens*. 2012. Vol. 8 (12). P. e1003083. DOI: 10.1371/journal.ppat.1003083.
67. A survey of honey bee colony losses in the United States, fall 2008 to spring 2009 / D. Engelsdorp et al. *J. Apic. Res.* 2010. Vol. 49. P. 7–14.

68. Ai H., Yan X., Han R. Occurrence and prevalence of seven bee viruses in *Apis mellifera* and *Apis cerana* apiaries in China. *Journal of Invertebrate Pathology*. 2012. Vol. 109 (2). P. 160–164. DOI: 10.1016/j.jip.2011.10.006.
69. Aljedani D. Antibiotic treatment (Tetracycline) effect on Bio-efficiency of the larvae honey bee (*Apis mellifera jemenatica*). *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2022. Vol. 29(3). SOI:10.1016/j.sjbs.2021.11.024. .
70. Altered physiology in worker honey bees (Hymenoptera: Apidae) infested with the mite *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) : a factor in colony loss during overwintering? / G. V. Amdam et al. *J. Econ. Entomol.* 2004. Vol. 97. P. 741–747.
71. Amdam G. V., Omholt S. W. The hive bee to forager transition in honeybee colonies: the double repressor hypothesis. *J. Theor. Biol.* 2003. Vol. 223. P. 451–464.
72. Amdam G. V., Omholt S. W. The regulatory anatomy of honeybee lifespan. *J. Theor. Biol.* 2002. Vol. 216. P. 209–228.
73. Anderson L. M., Dietz A. Pyridoxine requirement of the honey bee (*Apis mellifera*) for brood rearing. *Apidologie*. 1976. Vol. 7. P. 67–84.
74. Assessment of chronic sublethal effects of imidacloprid on honey bee colony health / G. P. Dively et al. *PLOS One*. 2015. Vol. 10. P. 0118748. DOI: 10.1371/journal.pone.0118748.
75. Avni D., Dag A., Shafir S. The effect of surface area of pollen patties fed to honey bee (*Apis mellifera*) colonies on their consumption, brood production and honey yields. *J. Apic. Res.* 2009. Vol. 48. P. 23–28.
76. Azzouz-Olden F, Hunt A, DeGrandi-Hoffman G. Transcriptional response of honey bee (*Apis mellifera*) to differential nutritional status and *Nosema* infection. *BMC Genomics*. 2018. Vol. 22. P. 628. DOI: 10.1186/s12864-018-5007-0.

77. Bailey L. The multiplication and spread of Sac–brood virus of bees *Apis mellifera*. *Annals of Applied Biology*. 1969. Vol. 63 (3). P. 483–491. DOI: 10.1111/j.1744–7348.1969.tb02844.x.
78. Bailey L. The multiplication and spread of Sacbrood virus of bees *Apis mellifera*. *Annals of Applied Biology*. 1969. V. 63. P. 483-491. doi.org/10.1111/j.1744-7348.1969.tb02844.x.
79. Bailey L., Gibbs A., Woods R. Sacbrood virus of the larval honey bee (*Apis mellifera* Linnaeus). *Virology*. 1964. Vol. 23. P. 425-429. doi.org/10.1016/0042-6822(64)90266-1.
80. Barker R. J. Poisoning by plants, in: Morse R.A., Nowogrodzki R. (Eds.), *Honey bee pests, predators, and diseases*. Cornell University Press, Ithaca, N. Y. and London. 1990. P. 306–328.
81. Barker R. J. Some carbohydrates found in pollen and pollen substitutes are toxic to honey bees. *J. Nutr.* 1977. Vol. 107. P. 1859–1862.
82. Barker R. J., Lehner Y. Galactose a sugar toxic to honey bees found in exudate of tulip flowers. *Apidologie*. 1976. Vol. 7. P. 109–112.
83. Barker R. J., Lehner Y. Laboratory comparison of high fructose corn syrup, grape syrup, honey, and sucrose syrup as maintenance food for caged honey bees. *Apidologie*. 1978. Vol. 9. P. 111–116.
84. Bee collected pollen as a value–added product rich in bioactive compounds and unsaturated fatty acids: A comparative study from Turkey and Romania / R. Mărgăoan et al. *LWT*. 2021. Vol. 149. P. 111925. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111925>
85. Bee cups: Single–use cages for honey bee experiments / J. D. Evans et al. *J. Apic. Res.* 2009. Vol. 48 (4). P. 300–302. DOI: 10.1080/00218839.2009.11101548.
86. Bee pollens originating from different species have unique effects on ovarian cell functions / A. Sirotkin et al. *Pharm Biol.* 2020. Vol. 58 (1). P. 1101–1106. DOI:10.1080/13880209.2020.1839514.

87. Behavioral performance in adult honey bees is influenced by the temperature experienced during their pupal development / J. Tautz et al. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2003. Vol. 100. P. 7343–7347.
88. Boca R., Raubenheimer D., Simpson, S. J. The geometry of compensatory feeding in the locust. *Anim. Behav.* 1993. Vol. 45. P. 953–964. DOI: 10.1006/anbe.1993.1114.
89. Bonilla–Rosso G., Engel P. Functional roles and metabolic niches in the honey bee gut microbiota. *Curr. Opin. Microbiol.* 2018. Vol. P. 43. P. 69–76.
90. Brodschneider R., Crailsheim K. Nutrition and health in honey bees. *Apidologie.* 2010. Vol. 41. P. 278–294. DOI: 10.1051/apido/2010012.
91. Brodschneider R., Moosbeckhofer R., Crailsheim K. Surveys as a tool to record winter losses of honey bee colonies – a 2–year case study in Austria and South Tyrol. *J. Apic. Res.* 2010. Vol. 49. P. 23–30.
92. Brodschneider R., Riessberger–Gallé U., Crailsheim K. Flight performance of artificially reared honeybees (*Apis mellifera*). *Apidologie.* 2009. Vol. 40. P. 441–449.
93. Bumble bees regulate their intake of the essential protein and lipid pollen macronutrients / A. D. Vaudo et al. *J. Exp. Biol.* 2016. Vol. 219. P. 3962–3970. DOI: 10.1242/jeb.140772).
94. Campana B. J., Moeller F. E. Honey bees: preference for and nutritive value of pollen from five plant sources. *J. Econ. Entomol.* 1977. Vol. 70. P. 39–41.
95. Cantrill R. C., Hepburn H. R., Warner S. J. Changes in lipid composition during sealed brood development of African worker honeybees. *Comp. Biochem. Physiol.* 1981. Vol. 68. P. 351–353.
96. Carreck N. L., Ball B. V., Martin S. J. The epi–demiology of cloudy wing virus infections in honey bee colonies in the UK. *Journal of Apicultural Research.* 2010. Vol. 49 (1). P. 66–71. DOI: 10.3896/ibra.1.49.1.09.
97. Colony Collapse Disorder : a descriptive study / D. Engelsdorp et al. *PLoS ONE.* 2009. Vol. 4. P. 6481. DOI: org/10.1371/journal.pone.0006481.

98. Colony failure linked to low sperm viability in honey bee (*Apis mellifera*) queens and an exploration of potential causative Factors / J. S. Pettis et al. *PLOS ONE*. 2016. Vol. 11. P. 147220. DOI: 10.1371/journal.pone.0147220.
99. Comparisons of pollen substitute diets for honeybees : consumption rates by colonies and effects on brood and adult populations / G. DeGrandi– et al. *J. Apic. Res.* 2008. Vol. 47. P. 265–270.
100. Connecting the nutrient composition of seasonal pollens with changing nutritional needs of honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies / G. DeGrandi-Hoffman. *J. Insect Physiol.* 2018. Vol. 109. P. 114-124. DOI: 10.1016/j.jinsphys.2018.07.002.
101. Consumption of bee pollen affects rat ovarian functions / A. Kolesarova et al. *J. Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 2013. Vol. 97(6). P. 1059–1065. DOI: 10.1111/jpn.12013.
102. Corby-Harris V., Snyder L. Measuring Hypopharyngeal Gland Acinus Size in Honey Bee (*Apis mellifera*) Workers. *J. Vis Exp.* 2018. Vol. 139. P. 58261. DOI: 10.3791/58261.
103. Crailsheim K. The protein balance of the honey bee worker. *Apidologie*. 1990. Vol. 21. P. 417–429.
104. Crailsheim K. Dependence of protein metabolism on age and season in the honeybee (*Apis mellifica carnica*). *J. Insect Physiol.* 1986. Vol. 32. P. 629–634.
105. Crailsheim K. Interadult feeding of jelly in honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies. *J. Comp. Physiol.* 1991. Vol. 161. P. 55–60.
106. Crailsheim K. Trophallactic interactions in the adult honeybee (*Apis mellifera* L.). *Apidologie*. 1998. Vol. 29. P. 97–112.
107. Cremonez T. M., de Jong D., Bitondi M. M. G. Quantification of hemolymph proteins as a fast method for testing protein diets for honey bees (Hymenoptera: Apidae). *J. Econ. Entomol.* 1998. Vol. 91. P. 1284–1289.
108. Dalal M., Aljedani D. Comparing the Histological Structure of the Fat Body and Malpighian Tubules in Different Phases of Honeybees, *Apis mellifera*

jemenatica (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Entomology*. 2018. Vol. 15. P. 114–124. DOI: 10.3923/je.2018.114.124.

109. Decourtye A., Mader E., Desneux N. Landscape scale enhancement of floral resources for honey bees in agro–ecosystems. *Apidologie*. 2010. Vol. 41. P. 264–277.

110. DeGrandi–Hoffman G., Chen Y., Huang E. The effect of diet on protein concentration, hypopharyngeal gland development and virus load in worker honey bees (*Apis mellifera* L.). *J. Insect Physiol.* 2010. Vol. 56. P. 1184–1191. DOI: 10.1016/j.jinsphys.2010.03.017.

111. DeGrandi–Hoffman G., Hagler J. The flow of incoming nectar through a honey bee (*Apis mellifera* L.) colony as revealed by a protein marker. *Insectes Soc.* 2000. Vol. 47. P. 302–306.

112. Development and validation of a real–time two–step RT–qPCR TaqMan (R) assay for quantitation of Sacbrood virus and its application to a field survey of symptomatic honey bee colonies / P. Blanchard et al. *Journal of Virological Methods*. 2014. Vol. 197. P. 7–13. DOI: 10.1016/j.jviromet.2013.09.012.

113. Development of hypopharyngeal glands in adult honey bees fed with a Bt toxin, a biotin–binding protein and a protease inhibitor / L. A. Malone et al. *Apidologie*. 2004. Vol. 35. P. 655–664.

114. Diet effects on honeybee immunocompetence / C. Alaux et al. *Biol. Lett.* 2016. Vol. 4. P. 562–565. DOI: 10.1098/rsbl.2009.0986.

115. Dietz A., Stevenson H. R. Influence of long term storage on the nutritional value of frozen pollen for brood rearing of honey bees. *Apidologie*. 1980. Vol. 11. P. 143–151.

116. Dimou M., Thrasyvoulou A. Pollen analysis of honeybee rectum as a method to record the bee pollen flora of an area. *Apidologie*. 2009. Vol. 40. P. 124–133.

117. Does Cry1Ab protein affect learning performances of the honey bee *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) / R. Ramirez–Romero et al. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2008. Vol. 70. P. 327–333.

118. Dustmann J. H., Von der Ohe W. Einfluß von Kälteeinbrüchen auf die Frühjahrsentwicklung von Bienenvölkern (*Apis mellifera* L.). *Apidologie*. 1988. Vol. 19. P. 245–254.

119. Early life stress affects mortality rate more than social behavior, gene expression or oxidative damage in honey bee workers. Rueppell O., Yousefi B., Collazo J., Smith D. *Exp. Gerontol.* 2017. Vol. 90. P. 19–25. DOI: 10.1016/j.exger.2017.01.015.

120. Ecological stoichiometry of the honeybee: Pollen diversity and adequate species composition are needed to mitigate limitations imposed on the growth and development of bees by pollen quality / M. Filipiak et al. *J. PLoS ONE*. 2017. Vol. 12. P. e0183236. DOI: 10.1371/journal.pone.0183236.

121. Economic valuation of the vulnerability of world agri–culture confronted with pollinator decline / N. Gallai et al. *Ecol. Econ.* 2009. Vol. 68 (3). P. 810–821. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2008.06.014.

122. Effect of pollen extract supplementation on the varroa tolerance of honey bee (*Apis mellifera*) larvae reared in vitro / V. Piou et al. *Exp. Appl. Acarol.* 2018. Vol. 74. P. 25–41. DOI: 10.1007/s10493–017–0198.

123. Effects of different bee pollens on colony reproduction and worker development of *Apis mellifera ligustica* / L. J. Chin. Gao et al. *J. Anim. Nutr.* 2019. Vol. 31. P. 4630–4636. DOI: 10.3969/j.issn.1006–267x.2019.10.027.

124. Effects of pollen deprivation in groups of tellian (*Apis mellifera intermissa*) and saharan (*Apis mellifera sahariensis*) honey bees under controlled conditions / H. Khedidji et al. *Insects*. 2022. Vol. 13 (8). P. 727. DOI: 10.3390/insects13080727.

125. Effects of Three Types of Pollen on the Growth and Development of Honey Bee Larvae (Hymenoptera, Apidae) / C. Pang et al. *Ecol. Evol.* 2022. Vol. 10. P. 870081. DOI: 10.3389/fevo.2022.870081.

126. Eischen F. A., Rothenbuhler W. C., Kulinčević J. M. Length of life and dry weight of worker honeybees reared in colonies with different worker–larva ratios. *J. Apic. Res.* 1982. Vol. 21. P. 19–25.
127. Ellis A. M., Hayes G. W. An evaluation of fresh versus fermented diets for honey bees (*Apis mellifera*). *J. Apic. Res.* 2009. Vol. 48. P. 215–216.
128. Ellis J. D., Evans J. D., Pettis J. Colony losses, managed colony population decline, and Colony Collapse Disorder in the United States. *J. Apic. Res.* 2010. Vol. 49 (1). P. 134–136. DOI: 10.3896/IBRA.1.49.1.30.
129. Engel P., Martinson V. G., Moran N. A. Functional diversity within the simple gut microbiota of the honey bee. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2012. Vol. 109. P. 11002–11007.
130. Engelsdorp D., Traynor K., Andree M. Colony Collapse Disorder (CCD) and bee age impact honey bee pathophysiology. *PLoS ONE.* 2017. Vol. 12 (7). P. 0179535. DOI: 10.1371/journal.pone.0179535.
131. Evaluation of the nutritive value of maize for honey bees / N. Höcherl et al. *Insect Physiol.* 2012. Vol. 58. P. 278–85. DOI:10.1016/j.jinsphys.2011.12.001.
132. Evans J., Lopez D. Bacterial Probiotics Induce an Immune Response in the Honey Bee (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology.* 2004. Vol. 97 (3). P. 752–756. DOI: 10.1093/jee/97.3.752.
133. Folch J. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 1957. Vol. 226. P. 497–500.
134. Formation of hydroxymethylfurfural in domestic high–fructose corn syrup and its toxicity to the honey bee (*Apis mellifera*) / B. W. Le Blanc et al. *J. Agric. Food Chem.* 2009. Vol. 57. P. 7369–7376.
135. Free J. B. The behaviour of honeybee foragers when their colonies are fed sugar syrup. *J. Apic. Res.* 1965. Vol. 4. P. 85–88.
136. 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 (1). P. 15–25. DOI: 10.1007/s13592–015–0373–y.

137. Gilliam M. Identification and roles of non-pathogenic microflora associated with honey bees. *FEMS Microbiol. Lett.* 1997. Vol. 155. P. 1–10.
138. Haase A., Hoffmann K. Pollen Diet-Properties and Impact on a Bee Colony. *Insects.* 2021. Vol. 12 (9). P. 798. DOI: 10.3390/insects12090798.
139. Hagedorn H. H., Moeller F. E. Effect of the age of pollen used in pollen supplements on their nutritive value for the honeybee. I. Effect on thoracic weight, development of hypopharyngeal glands, and brood rearing. *J. Apic.* 1968. V. 7. P. 89–95.
140. Harwood G., Amdam G. Vitellogenin in the honey bee midgut. *Apidologie.* 2021. Vol. 52. P. 837–847.
141. Haydak M. H. Honey bee nutrition. *Ann. Rev. Entomol.* 1970. Vol. 15. P. 143–156.
142. Hemolymph Metabolism Analysis of Honey Bee (*Apis mellifera* L.) Response to Different Bee Pollens / H. Chang et al. *Insects.* 2022. Vol. 30 P. 37. DOI: 10.3390/insects14010037.
143. 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. Insect Physiol.* 2019. Vol. 117. P. 103906. DOI: 10.1016/j.jinsphys.2019.103906.
144. 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. Insect Physiol.* 2019. Vol. 117. P. 103906. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jinsphys.2019.103906>
145. Hendriksma H. P., Shafir S. Honey bee foragers balance colony nutritional deficiencies. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 2016. Vol. 70 (4). P. 509–517. DOI: 10.1007/s00265-016-2067-5.
146. Herbert E. W. Effect of diet on the rate of brood rearing by naturally and instrumentally inseminated queens. *Apidologie.* 1980. Vol. 11. P. 57–62.

147. Herbert E. W., Bickley W. E., Shimanuki H. The brood-rearing capability of caged honey bees fed dandelion and mixed pollen diets. *J. Econ. Entomol.* 1970. Vol. 63. P. 215–218.
148. Herbert E. W., Shimanuki H. Brood-rearing capability of caged honeybees fed synthetic diets. *J. Apic. Res.* 1977. Vol. 15. P. 150–153.
149. Herbert E. W., Shimanuki H. Chemical composition and nutritive value of bee-collected and bee-stored pollen. *Apidologie.* 1978. Vol. 9. P. 33–40.
150. Herbert E. W., Shimanuki H. Effect of fat soluble vitamins on the brood rearing capabilities of honey bees fed a synthetic diet. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 1978. Vol. 71. P. 689–691.
151. Herbert E. W., Shimanuki H. Effect of population density and available diet on the rate of brood rearing by honey bees offered a pollen substitute. *Apidologie.* 1982. Vol. 13. P. 21–28.
152. Herbert E. W., Shimanuki H. Mineral requirements for brood-rearing by honey bees fed a synthetic diet. *J. Apic. Res.* 1978. Vol. 17. P. 118–122.
153. Herbert E. W., Shimanuki H., Caron D. Optimum protein levels required by honey bees (Hymenoptera, Apidae) to initiate and maintain brood rearing. *Apidologie.* 1977. Vol. 8. P. 141–146.
154. Herbert E. W., Shimanuki H., Shasha B. S. Brood rearing and food consumption by honeybee colonies fed pollen substitutes supplemented with starch encapsulated pollen extracts. *J. Apic. Res.* 1980. Vol. 19. P. 115–118.
155. Herbert E. W., Vanderslice J. T., Higgs D. J. Effect of dietary vitamin C levels on the rate of brood production of freeflying and confined colonies of honey bees. *Apidologie.* 1985. Vol. 16. P. 385–394.
156. Histopathological findings of the midgut in European honey bee (*Apis Mellifera* L.) naturally infected by *Nosema* spp / P. Maiolino et al. *Veterinary Medicine and Animal Sciences.* 2024. Vol. (1). P. 4. DOI: 10.7243/2054–3425–2–4.

157. Honey bee (*Apis mellifera*) nurses do not consume pollens based on their nutritional quality / V. Corby-Harris et al. *PLoS One*. 2018. Vol. 11. P. e0191050. DOI: 10.1371/journal.pone.0191050.

158. Honey bee colonies provided with natural forage have lower pathogen loads and higher overwinter survival than those fed protein supplements / G. DeGrandi-Hoffman et al. *Apidologie*. 2016. V. 47. P. 186–196.

159. Honey bee morphometrics: linearity of variables with respect to body size and classification tested with European worker bees reared by varying ratios of nurse bees / H. V. Daly et al. *J. Apic. Res.* 1995. Vol. 34. P. 129–145.

160. Honeybee viruses in Uruguay / K. Antúnez et al. *J. Invertebr Pathol.* 2006. Vol. 93 (1). P. 67–70. DOI: 10.1016/j.jip.2006.05.009.

161. Hoover S.E., Higo H.A., Winston M.L. Worker honey bee ovary development: seasonal variation and the influence of larval and adult nutrition. *J. Comp. Physiol.* 2006.V. 176. P. 55–63.

162. Hopkins C. Y., Jevans A. W., Boch R. Occurrence of octadeca-trans-2-cis-9-cis-12-trienoic acid in pollen attractive to the honey bee. *Can. J. Biochem. Cell Biol.* 1969. Vol. 47. P. 433–436.

163. How Does Pollen Chemistry Impact Development and Feeding Behaviour of Polylectic Bees / M. Vanderplanck et al. *PLoS ONE*. 2014. Vol. 9. P. 86209.

164. Hrassnigg N., Crailsheim K. Differences in drone and worker physiology in honeybees (*Apis mellifera* L.). *Apidologie*. 2005. Vol. 36. P. 255–277.

165. Immune pathways and defence mechanisms in honey bees *Apis mellifera* / J. Evans et al. *Insect Molecular Biology*. 2006. Vol. P. 15. 645–656. DOI: 10.1111/j.1365-2583.2006.00682.x.

166. Immune-related proteins induced in the hemolymph after aseptic and septic injury differ in honey bee worker larvae and adults / K. Randolt et al. *Insect Biochem. Physiol.* 2008. Vol. 69. P.155–167.

167. Impact of chronic neonicotinoid exposure on honeybee colony performance and queen supersedure / C. Sandrock et al. *PLOS One*. 2014. Vol. 9. P. 103592 DOI: 10.1371/journal.pone.0103592.

168. Impact of nutritional stress on the honeybee colony health / B. Branchiccela et al. *Sci Rep*. 2019. Vol. 9. P. 10156 doi.org/10.1038/s41598-019-46453-9.

169. Improvement of artificial feeding in a standard in vitro method for rearing *Apis mellifera* larvae / P. Aupinel et al. *Bull. Insect*. 2005. Vol. 58. P. 107–111.

170. In pursuit of the ultimate pollen substitute (insect larvae) for honey bee (*Apis mellifera*) feed / R. Pavlović et al. *Apic. Res*. 2022. Vol. 1. P. 10. DOI: 10.1080/00218839.2022.2080950.

171. Influence of different pollen diets on the development of hypopharyngeal glands and size of acid gland sacs in caged honey bees (*Apis mellifera*) / E. Omar et al. *Apidologie*. 2017. Vol. 48 (4). P. 425–436. DOI: 10.1007/s13592-016-0487-x.

172. Influence of nutritional stress and the age of adults on the morphometrics of honey bees (*Apis mellifera* L.) / E. W. Herbert Sylvester et al. *Apidologie*. 1988. Vol. 19. P. 221–230.

173. Influence of pollen nutrition on honey bee health: Do pollen quality and diversity matter / G. Di Pasquale et al. *PloS one*. 2013. Vol. 8 (8). P. 72016. DOI: 10.1371/journal.pone.0072016.

174. Influence of pollen nutrition on honey bee health: do pollen quality and diversity matter / G. Pasquale et al. *PLoS One*. 2013. Vol. 5. P. e72016. DOI: 10.1371/journal.pone.0072016.

175. Influence of pollen quality on ovarian development in honeybee workers (*Apis mellifera scutellata*) / H. Human et al. *Insect Physiol*. 2007. Vol. 53. P. 649–655. DOI: 10.1016/j.jinsphys.2007.04.002.

176. Interacting stressors matter : Diet quality and virus infection in honeybee health / A. G. Dolezal et al. *R. Soc.* 2019. Vol. 6. P. 181803. DOI: 10.1098/rsos.181803.

177. Jimenez D. R., Gilliam M. Age-related changes in середньої кишки ultrastructure and trypsin activity in the honey bee, *Apis mellifera*. *Apidologie*. 1989. Vol. 20 (4). P. 287–303. DOI: 10.1051/apido:19890402.

178. Johnson B. R. Organization of work in the honeybee: A compromise between division of labour and behavioural flexibility. *Proc. R. Soc. London. Ser. B Biol. Sci.* 2003. Vol. 270. P. 147–152.

179. Jones B., Shipley E., Kathryn A. Social immunity in honeybees- Density dependence, diet, and body mass trade-offs. *Ecol Evol.* 2018. Vol. 8 (10). P. 4852–4859. DOI: 10.1002/ece3.4011.

180. Jones, J. C., Fruciano C., Hildebrand F. Gut microbiota composition is associated with environmental landscape in honey bees. *Ecol Evol.* 2017. Vol. 8 (1). P. 441-451. <https://doi.org/10.1002/ece3.3597>

181. Kjeldahl J. Neue Methode sur Bestimmung der Stickstoffs in organischen Korpern. *S. Anal. Shem.* 1883. № 22. P. 366.

182. Kunert K., Crailsheim K. Seasonal changes in carbohydrate, lipid and protein content in emerging worker honeybees and their mortality. *J. Apic. Res.* 1988. Vol. 27. P. 13–21.

183. *Lactobacillus apinorum* sp. nov., *Lactobacillus mellifer* sp. nov., *Lactobacillus mellis* sp. nov., *Lactobacillus melliventris* sp. nov., *Lactobacillus kimbladii* sp. nov., *Lactobacillus helsingborgensis* sp. nov. and *Lactobacillus kullabergensis* sp. nov., isolated from the honey stomach of the honeybee *Apis mellifera* / T. C. Olofsson et al. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2014. Vol. 64. P. 3109–3119.

184. Liolios V., Tananaki C., Kanelis D. The microbiological quality of fresh bee pollen during the harvesting process. *Journal of Apicultural Research*. 2022. DOI: [org/10.1051/apido:2000130](https://doi.org/10.1051/apido:2000130).

185. Lipid composition in leaves and cotyledons of *Cucurbita pepo* L.(zucchini) during natural and induced senescence / A. Ivanova et al. *Genet. Plant Physiol.* 2012. Vol. 2. P. 98–106.
186. Lipid-enhanced pollen and lipid-reduced flour diets and their effect on the longevity of honey bees (*Apis mellifera* L.) / R. Manning et al. *J. Entomol.* 2007. Vol. 46. P. 251–257.
187. Liquid nutrition within a honeybee colony – who feeds / R. Brodschneider et al. *Apidologie.* 2007. Vol. 38. P. 492.
188. Liu T. P. Ultrastructure of the середньої кишки of the worker honey bee *Apis mellifera* heavily infected with *Nosema apis*. *Journal of Invertebrate Pathology.* 1984. Vol. 44 (3). P. 282–291. DOI: 10.1016/0022–2011(84)90026–0.
189. Localization of deformed wing virus infection in queen and drone *Apis mellifera* / L. Fievet et al. *Virol.* 2006. Vol. 3. P. 16. DOI: 10.1186/1743–422X–3–16.
190. Loper G. M., Berdel R. L. A nutritional bioassay of honeybee brood-rearing potential. *Apidologie.* 1980. Vol. 11. P. 181–189.
191. Malone L. A., Pham–Delègue M.–H. Effects of transgene products on honey bees (*Apis mellifera*) and bumblebees (*Bombus* sp.). *Apidologie.* 2001. Vol. 32. P. 287–304.
192. Manning, R. Fatty Acid Composition of Pollen and the Effect of Two Dominant Fatty Acids (Linoleic and Oleic) in Pollen and Flour Diets on Longevity and Nutritional Composition of Honey Bees (*Apis mellifera*). Ph.D. Thesis, School of Biological Sciences and Biotechnology, Murdoch University, Dell, Bernard, 2006.
193. Martinson V. G., Moy J., Moran N. A. Establishment of characteristic gut bacteria during development of the honeybee worker. *Appl. Environ. Microbiol.* 2012. Vol. 78. P. 2830–2840.
194. Mattila H. R., Otis G. W. The effects of pollen availability during larval development on the behaviour and physiology of spring-reared honey bee. *Apidologie.* 2006. Vol. 37. P. 533–546.

195. Mattila H. R., Otis G. W. Influence of pollen diet in spring on development of honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies. *J. Econ. Entomol.* 2006. Vol. 99. P. 604–613.
196. Maurizio A. Pollernernahrung und Lebensvorgänge bei der Honigbiene (*Apis Mellifera*). *Landwertsch. Jahrb. Schweiz.* 1954. Vol. 68. P. 115–182.
197. Mayack C., Naug D. Energetic stress in the honeybee *Apis mellifera* from *Nosema ceranae* infection. *J. Invertebr. Pathol.* 2009. Vol. 100. P. 185–188.
198. Metz B. N., Tarpy D. R. Variation in the reproductive quality of honey bee males affects their age of flight attempt. *PeerJ.* 2022. Vol. 10. P. 13859. DOI: 10.7717/peerj.13859.
199. Modes of honeybees exposure to systemic insecticides: estimated amounts of contaminated pollen and nectar consumed by different categories of bees / A. Rortais et al. *Apidologie.* 2005. Vol. 36. P. 71–83.
200. Moran N. A., Hansen A. K., Powell J. E. Distinctive Gut Microbiota of Honey Bees Assessed Using Deep Sampling from Individual Worker Bees. *PLOS ONE*, 2012. Vol. 7 (4), P. e36393. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0036393>
201. Moritz B., Crailsheim K. Physiology of protein digestion in the midgut of the honeybee (*Apis mellifera* L.). *J. Insect Physiol.* 1987. Vol. 33. P. 923–931. DOI: 10.1016/0022–1910(87)90004–7.
202. Naug D. Nutritional stress due to habitat loss may explain recent honeybee colony collapses. *Biol. Conserv.* 2009. Vol. 142. P. 2369–2372.
203. Naug D., Gibbs A. Behavioral changes mediated by hunger in honeybees infected with *Nosema ceranae*. *Apidologie.* 2009. Vol. 40. P. 595–599.
204. Nazzi F., Pennacchio F. Disentangling multiple interactions in the hive ecosystem. *Trends Parasitol.* 2014, Vol. 30. P. 556–561. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2014.09.006>

205. Neupane K. R., Thapa R. B. Alternative to off-season sugar supplement feeding of honeybees. *J. Inst. Agric. Anim. Sci.* 2005. Vol. 26. P. 77–81.
206. Nicolson S. W. Bee food: the chemistry and nutritional value of nectar, pollen, and mixtures of the two. *Afr Zool.* 2011. Vol. 46. P. 197–204.
207. Nicolson S. W. Water homeostasis in bees, with the emphasis on sociality. *J. Exp. Biol.* 2009. Vol. 212. P. 429–434.
208. Nicolson S. W., Human H. Bees get a head start on honey production. *Biol. Lett.* 2008. Vol. 4. P. 299–301.
209. Nitrogen and mineral constituents of honey bee worker brood during pollen shortage / A. Imdorf et al. *Apidologie.* 1998. Vol. 29. P. 315–325.
210. Norman L., Brenda V., Stephen J. The epidemiology of cloudy wing virus infections in honey bee colonies in the UK. *Journal of Apicultural Research.* 2010. Vol. 49 (1). P.66-71. doi:10.3896/ibra.1.49.1.09
211. Nowak A., Szczuka D., Górczynska A. Characterization of *Apis mellifera* Gastrointestinal Microbiota and Lactic Acid Bacteria for Honeybee Protection-A Review. *Cells* 2021. Vol. 10. P. 701. DOI: 10.3390/cells10030701
212. Novel lactic acid bacteria inhibiting *Paenibacillus* larvae in honey bee larvae / E. Forsgren et al. *Apidologie.* 2010. Vol. 41. P. 99–108.
213. Nutritional status influences socially regulated foraging ontogeny in honey bees / A. L. Toth et al. *J. Exp. Biol.* 2005. Vol. 208. P. 4641–4649.
214. Ortiz-Alvarado Y. et al. Antibiotics in hives and their effects on honey bee physiology and behavioral development. *Biol Open.* 2020. Vol. 15. P. 9-11. doi:10.1242/bio.053884.
215. Pankiw T., Sagili R. R., Metz B. N. Brood pheromone effects on colony protein supplement consumption and growth in the honey bee (Hymenoptera: Apidae) in a subtropical winter climate. *J. Econ. Entomol.* 2008. Vol. 101. P. 1749–1755.

216. Parasitic and immune modulation of flight activity in honey bees tracked with optical counters / C. Alaux et al. *Journal of Experimental Biology*. 2014. Vol. 217 (19). P. 3416–3424. DOI: 10.1242/jeb.105783.

217. Parasitic and immune modulation of flight activity in honey bees tracked with optical counters / C. Alaux et al. *Journal of Experimental Biology*. 2014. Vol. 217 (19). P. 3416–3424. doi.org/10.1242/jeb.105783.

218. Pernal S. F., Currie R. W. Pollen quality of fresh and 1–year–old single pollen diets for worker honey bees (*Apis mellifera* L.). *Apidologie*. 2000. Vol. 31. P. 387–409.

219. Pesticides and honey bee toxicity – U.S.A / R. M. Johnson et al. *Apidologie*. 2010. Vol. 41. P. 312–331.

220. Phylogenetic analysis of acute bee paralysis virus strains / T. Bakonyi et al. *Appl. Environ. Microbiol.* 2002. Vol. 68 (12), P. 6446–6450. doi:10.1128/AEM.68.12.6446-6450.2002.

221. Pollen consumption and utilization in worker honeybees (*Apis mellifera carnica*): dependence on individual age and functionю / K. Crailsheim et al. *Insect Physiol.* 1992. Vol. 38. P. 409–419.

222. Pollen consumption in honey bee larvae: a step forward in the risk assessment of transgenic plants / D. Babendreier et al. *Apidologie*. 2004. Vol. 35. P. 293–300.

223. Pollen nutrients better explain bumblebee colony development than pollen diversity / R. Moerman et al. *Insect. Conserv. Diver.* 2017. Vol. 10. P. 171–179. DOI: 10.1111/icad.12213.

224. Pollen substitutes increase honey bee haemolymph protein levels as much as or more than does pollen / D. De Jong et al. *J. Apic. Res.* 2009. Vol. 48. P. 34–37.

225. Predominant and Secondary Pollen Botanical Origins Influence the Carotenoid and Fatty Acid Profile in Fresh Honeybee–Collected Pollen / R. Mărgăoan et al. *Agric. Food Chem.* 2014. Vol. 62. P. 6306–6316.

226. Prevalence and seasonal variations of six bee viruses in *Apis mellifera* L. and *Varroa destructor* mite populations in France / D. Tentcheva et al. *Appl Environ Microbiol.* 2004. Vol. 70. P. 7185–7191. DOI: 10.1128/AEM.70.12.7185–7191.2004.
227. Protein uptake in honeybee colonies supplemented with two protein diets simultaneously / R. Brodschneider et al. *Apidologie.* 2009. Vol. 40. P. 662.
228. Raymann K., Shaffer Z., Moran N. A. Antibiotic exposure perturbs the gut microbiota and elevates mortality in honeybees. *PLoS Biol.* 2017. Vol. 15. P. 2001861. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2001861>
229. Review of the Expression of Antimicrobial Peptide Defensin in Honey Bees *Apis mellifera* / L Mellifera et al. *Journal of Apicultural Science.* 2012. Vol. 56 (1). P. 115–124. DOI: 10.2478/v10289-012-0013-y.
230. Ribière M., Faucon J., Pépin M. Detection of chronic honey bee (*Apis mellifera* L.) paralysis virus infection: application to a field survey. *Apidologie.* 2000. Vol. 31 (5). P. 567–577. DOI: 10.1051/apido:2000147.
231. Ricigliano V. A., Williams S. T., Oliver R. Effects of different artificial diets on commercial honey bee colony performance, health biomarkers, and gut microbiota. *BMC Vet. Res.* 2022. Vol. 18 (1). P. 52–14. DOI: 10.1186/s12917-022-03151-5.
232. Rokop Z. P., Horton M. A., Newton I. L. Interactions between cooccurring lactic acid bacteria in honey bee hives. *Appl. Environ. Microbiol.* 2015. Vol. 81. P. 7261–7270. <https://doi.org/10.1128/aem.01259-15>
233. Roma G., Bueno O., Camargo–Mathias M. Morpho–physiological analysis of the insect fat body. *A review. Micron.* 2010. Vol. 41. P. 395–401. DOI:10.1016/j.micron.2009.12.007.
234. Roulston T. H., Cane J. H. Pollen nutritional content and digestibility for animals. *Plant Syst. Evol.* 2020. Vol. 222. P. 187–209.
235. Roulston T. H., Cane J. H., Buchmann S. L. What governs protein content of pollen: pollinator preferences, pollen–pistil interactions, or phylogeny. *Ecol. Monogr.* 2000. Vol. 70. P. 617–643.

236. Sacbrood Virus of the Honeybee (*Apis mel–lifera*): Rapid Identification and Phylogenetic Analy–sis Using Reverse Transcription–PCR / E. Grabensteiner et al. *Clinical and Di–agnostic Laboratory Immunology*. 2001. Vol. 8 (1). P. 93–104. DOI: 10.1128/CDLI.8.1.93–104.2001.

237. Saccharide breakdown and fermentation by the honey bee gut microbiome / F. J. Lee et al. *Environ. Microbiol.* 2015. Vol. 17. P. 796–815. DOI: 10.1111/1462-2920.12526 .

238. Sarioğlu–Bozkurt. Changes in Vitellogenin (Vg) and Stress Protein (HSP 70) in Honey Bee (*Apis mellifera anatoliaca*) Groups under Different Diets Linked with Physico–Chemical, Antioxidant and Fatty and Amino Acid Profiles. *Insects*. 2022. Vol. 13. I. 11. P. 10.3390. DOI: 10.3390/insects13110985

239. Schmickl T., Crailsheim K. Cannibalism and early capping: strategies of honeybee colonies in times of experimental pollen shortages. *J. Comp. Physiol.* 2010. Vol. 187. P. 541–547.

240. Schmickl T., Crailsheim K. How honeybees (*Apis mellifera* L.) change their broodcare behavior in response to non–foraging conditions and poor pollen conditions. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 2020. Vol. 51. P. 415–425. DOI: 10.1007/s00265-002-0457-3

241. Schmickl T., Crailsheim K. Inner nest homeostasis in a changing environment with special emphasis on honey bee brood nursing and pollen supply. *Apidologie*. 2004. Vol. 35. P. 249–263. DOI: 10.1051/apido:2004019

242. Schmidt J. O., Hanna A. Chemical nature of phagostimulants in pollen attractive to honeybees. *J. Insect Physiol.* 2006. Vol. 19. P. 521–532 DOI: 10.1007/s10905-006-9039-y.

243. Scofield H. N., Mattila H. R. Honey bee workers that are pollen stressed as larvae become poor foragers and waggle dancers as adults. *PLoS One*. 2015. Vol. 10. P. e0121731. 10.1371/journal.pone.0121731.

244. Segmentation of the subcuticular fat body in *Apis mellifera* females with different reproductive potentials / A. Strachecka et al. *Sci Rep.* 2021. Vol. 11. P. 13887. doi.org/10.1038/s41598–021–93357–8.

245. Sequential development of glycolytic competence in muscles of worker honeybees / M. I. Hersch et al. *Comp. Biochem. Physiol.* 1978. Vol. 61. P. 427–431.
246. Snodgrass R. E. The anatomy of the honey bee. Washington: government printing office. 1910. 164 p.
247. Social exploitation of vitellogenin / G. V. Amdam et al. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2003. Vol. 100 P. 799–1802.
248. Somerville D. C., Nicol H. I. Crude protein and amino acid composition of honey bee–collected pollen pellets from south–east Australia and a note on laboratory disparity. *Aust. J. Exp. Agr.* 2006. Vol. 46. P. 141–149. DOI: 10.1071/EA03188
249. Standard methods for *Apis mellifera* anatomy and dissection / N. Carreck et al. *Journal of Apicultural Research.* 2013. V. 52(4). doi.org/10.3896/IBRA.1.52.4.03.
250. Standard methods for behavioural studies of *Apis mellifera* / R. Scheiner et al. *Apic. Res.* 2013. Vol. 52 (4). P. 1–58. DOI: 10.3896/ibra.1.52.4.04.
251. Standard methods for maintaining adult *Apis mellifera* in cages under in vitro laboratory conditions / G. R. Williams et al. *J. Apic. Res.* 2013. Vol. 52 (1). P. 1–36. DOI: 10.3896/ibra.1.52.1.04.
252. Steen J. Effect of a home–made pollen substitute on honey bee colony development. *J. Apic. Res.* 2007. Vol. 46. P. 114–119.
253. Stell I. Pollen for lunch. Again. *Bee Culture.* 2006. 64 p.
254. Sterol utilization in honey bees fed a synthetic diet: Effects on brood rearing / E. W. Herbert et al. *Insect Physiol.* 1980. Vol. 26. P. 287–289.
255. Survival, Body Condition, and Immune System of *Apis mellifera* *ligustica* Fed Avocado, Maize, and Polyfloral Pollen Diet / V. Quesada–Béjar et al. *Neotrop. Entomol.* 2022. Vol. 51. P. 583–592. DOI: 10.1007/s13744-022-00974-7.

256. Survival, Body Condition, and Immune System of *Apis mellifera* ligustica Fed Avocado, Maize, and Polyfloral Pollen Diet / V. Béjar et al. *Neotrop Entomol.* 2022. Vol. 51. P. 583-592. DOI: 10.1007/s13744-022-00974-7.

257. Synthetic larval diet produces lighter and smaller honeybees (*Apis mellifera*) / R. Brodschneider et al. *Apidologie.* 2009. Vol. 40. P. 663–664.

258. Szymas B., Jedruszuk A. The influence of different diets on haemocytes of adult worker honey bees, *Apis mellifera*. *Apidologie.* 2003. Vol. 34. P. 97–102.

259. Taha E., Al-Kahtani S., Taha R. Protein content and amino acids composition of bee-pollens from major floral sources in Al-Ahsa, eastern Saudi Arabia. *Saudi J Biol Sci.* 2019. Vol. 26(2). P. 232-237. DOI: 10.1016/j.sjbs.2017.06.003.

260. Tasei J. N., Aupinel P. Nutritive value of 15 single pollens and pollen mixes tested on larvae produced by bumblebee workers (*Bombus terrestris*, Hymenoptera: Apidae). *Apidologie.* 2008. Vol. 39. P. 397–409. DOI: 10.1051/apido:2008017.

261. Thai sacbrood and sacbrood viruses versus European foulbrood of hive bees in India / K. M. Rao et al. *Journal of Apicultural Research.* 2019. Vol. 54 (3). P. 1–8. DOI: 10.1080/00218839.2016.1145417.

262. The carry-over effects of pollen shortage decrease the survival of honeybee colonies in farmlands / F. Requier et al. *J. Appl. Ecol.* 2017. Vol. 54 (4). P. 1161–1170. DOI:10.1111/1365–2664.12836.

263. The effect of bee pollen on secretion activity, markers of proliferation and apoptosis of porcine ovarian granulosa cells in vitro / A. Kolesarova et al. *J Environ Sci Health.* 2011. Vol. 46. P. 207–212. DOI: 10.1080/03601234.2011.540202.

264. The Effect of Supplementary Feeding with Different Pollens in Autumn on Colony Development under Natural Environment and In Vitro Lifespan of Honey Bees / E. Topal et al. *Insects.* 2022. Vol. 13. P. 588. <https://doi.org/10.3390/insects13070588>

265. The Iflaviruses Sacbrood virus and Deformed wing virus evoke different transcriptional responses in the honeybee which may facilitate their horizontal or vertical transmission / E. Ryabov et al. *PeerJ*. 2016. Vol. 4. P. 1591. DOI: 10.7717/peerj.1591.

266. The impact of pollen consumption on honey bee (*Apis mellifera*) digestive physiology and carbohydrate metabolism / V. A. Ricigliano et al. *Arch. Insect Biochem. Physiol.* 2017. Vol. 96 (2). P. 21406. DOI: 10.1002/arch.21406.

267. The nurse's load: Early-life exposure to brood-rearing affects behavior and lifespan in honey bees (*Apis mellifera*) / G. V. Amdam et al. *Exp. Gerontol.* 2009. Vol. 44 (6–7). P. 467–471. DOI:10.1016/j.exger.2009.02.013.

268. The parasitic mite *Varroa destructor* affects non-associative learning in honey bee foragers, *Apis mellifera* L. / J. Kralj et al. *J. Comp. Physiol.* 2007. Vol. 193. P. 363–370.

269. The Phylogeny and Pathogenesis of Sacbrood Virus (SBV) Infection in European Honey Bees, *Apis mellifera* / J. Li et al. *Viruses*. 2019. Vol. 11. P. 61. DOI: 10.3390/v11010061.

270. Toth A. L., Robinson G. E. Worker nutrition and division of labour in honeybees. *Anim. Behav.* 2005. Vol. 69. P. 427–435.

271. Translocation of neonicotinoid insecticides from coated seeds to seedling guttation drops : a novel way of intoxication for bees / V. Girolami et al. *J. Econ. Entomol.* 2009. Vol. 102. P. 1808–1815.

272. Unlike nectar foragers, honeybee drones (*Apis mellifera*) are not able to utilize starch as fuel for flight / N. Hrassnigg et al. *Apidologie*. 2005. Vol. 36. P. 547–557.

273. Van Engelsdorp D., Traynor K., Andree M. Colony Collapse Disorder (CCD) and bee age impact honey bee pathophysiology. *PLoS ONE*. 2017. Vol. 12(7). doi: 10.1371/journal.pone.0179535.

274. Variations in the availability of pollen resources affect honey bee health. Di Pasquale G., Alaux C., Le Conte Y., Odoux J. F., Pioz M., Vaissière B. E., et al. *PloS ONE*. 2016. V. 11. P. 162818. DOI: 10.1371/journal.pone.0162818

275. Vásquez A., Olofsson T.C. The lactic acid bacteria involved in the production of bee pollen and bee bread. *J. Apic. Res.* 2009. V. 48. P. 189–195.
276. Xia X., Zhou B., Wei T. Complete genome of Chinese sacbrood virus from *Apis cerana* and analysis of the 3C-like cysteine protease. *Virus Genes.* 2015. V. 50(2). P. 277–285. DOI: 10.1007/s11262-014-1154-9.
277. Yeninar H., Akyol E., Yörük A. Effects of Additive Feeding with Pollen and Water on Some Characteristics of Honeybee Colonies and Pine Honey Production. *Turk. J. Agric.–Food Sci. Technol.* 2015. V.3. P. 948–951.
278. Zheng B., Wu Z., Xu B. The Effects of Dietary Protein Levels on the Population Growth, Performance, and Physiology of Honey Bee Workers During Early Spring. *J Insect Sci.* 2014. Vol. 14. P. 191. DOI: 10.1093/jisesa/ieu053.

ДОДАТКИ

Додаток А

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових виданнях, включених до переліку фахових видань

України:

1. Метаболізм мангану в організмі медоносної бджоли (*Apis mellifera*.) на різних періодах онтогенезу / Ю. В. Ковальський, **В. В. Федак**, Л. М. Ковальська, П. І. Головач, А. Й. Дружб'як *Наук. вісник ЛНУВМ та БТ імені С. З. Гжицького*. 2020. Т. 22. С. 74–78. <http://dx.doi.org/10.32718/nvlvet-a9313> (Здобувачем виконано експериментальну частину, проаналізовано результати досліджень та сформовано висновки).
2. Профілактика порушень травлення у медоносних бджіл / Ю. В. Ковальський, **В. В. Федак**, Л. М. Ковальська, А. Й. Дружб'як, Я. М. Вовкун *Наук. вісник ЛНУВМ та БТ імені С. З. Гжицького*. 2021. Т. 23. С. 61–64. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9412> (Здобувачем виконано експериментальну частину, проаналізовано результати досліджень та сформовано висновки).
3. Structure of the Midgut of the Queen Bee *Apis mellifera* L. Naturally Infected with *Sacbrood virus* (SBV) / Y. Kovalskiy, **V. Fedak**, L. Kovalska, A. Druzhibiak *Animal and Veterinary Sciences*. 2021. Vol. 9. P. 73–79. <https://doi.org/10.11648/j.av.s.20210903.15> (Здобувачем виконано експериментальну частину, проаналізовано результати досліджень та сформовано висновки).
4. Вплив якості корму на розвиток і продуктивність бджолиних маток / Ю. В. Ковальський, Б. В. Гутий, **В. В. Федак**, Л. М. Ковальська *Наук. вісник ЛНУВМ та БТ імені С. З. Гжицького*. 2021. Т. 23. С. 71–75 <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9510> (Здобувачем виконано експериментальну частину, проаналізовано результати досліджень та сформовано висновки).
5. **Федак В.** Особливості патогенезу при мішечкуватому розплоді медоносних бджіл (*Apis Mellifera* L.). *Науковий вісник ЛНУВМБ імені*

С. З. Гжицького. 2022. Т. 24. С. 118–125. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9616> (Здобувачем виконано експериментальну частину, проаналізовано результати досліджень та сформовано висновки).

6. Вплив гетерозису на медову продуктивність карпатських бджіл / Ю. В. Ковальський, **В. В. Федак**, Л. М. Ковальська, А. Й. Дружб'як, Я. М. Вовкун *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького*. 2022. Т. 25. С. 148-152. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9621> (Здобувачем виконано експериментальну частину, проаналізовано результати досліджень та сформовано висновки).

7. **Федак В.** Вплив якості корму на показники розвитку восковидільної залози у медоносних бджіл (*Apis Mellifera L.*). *Бджільництво України*. 2022. Т. 1. С. 109–113. <https://doi.org/10.46913/beekeepingjournal.2022.9.15> (Здобувачем виконано експериментальну частину, проаналізовано результати досліджень та сформовано висновки).

Наукові праці, які засвідчують апробацію результатів дисертації:

8. Ковальський Ю., **Федак В.**, Ковальська Л. Показники безпечності якісного меду. Priority directions of science and technology development. Proceedings of X International Scientific and Practical Conference. Kyiv,. 2021. P. 24–29. <https://sci-conf.com.ua/x-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-priority-directions-of-science-and-technology-development-13-15-iyunya-2021-goda-kiev-ukraina-arhiv/> (Здобувач виконала дослідження, проаналізувала отримані результати).

9. **Федак В. В.** Економічна ефективність використання протеїнових композицій у годівлі медоносних бджіл. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Пріоритетні напрями наукового забезпечення виробництва продукції тваринництва у Карпатському регіоні для подолання викликів, пов'язаних з воєнним станом» (с. Оброшине, 25 червня 2024 р.). Оброшине, 2024. С.150-151 (Здобувач виконала дослідження, проаналізувала отримані результати).

Додаток Б



ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ФГ
«Зоря»
Ковальський В.М.
«20» 09 2023 року

АКТ

про впровадження науково-дослідної роботи (НДР)

Ми нижче підписані, представники фермерського господарства «Зоря»

(назва підприємства)

Ковальський В.М., Хоростіль І.М.

з однієї сторони і представники Львівського НУВМБ імені С.З. Гжицького

Федак В., Ковальський Ю.

з іншої сторони склали даний АКТ про те що в результаті закінченої наукової роботи

Годівля бджолиних сімей протеїновими кормами

(назва та термін виконання роботи)

впроваджені на вказаному підприємстві.

У результаті впровадження виконано: Підгодівля протеїновим кормом призвела до отримання більшої кількості товарної продукції. Підрахунок кількості відкачаного товарного меду у дослідній групі був на 14,3 % більший порівняно з контрольною. Щодо воску, то виручка також збільшилась у дослідній групі на 10,7 %. Усі бджолині сім'ї піддослідних груп також приймали участь у зборі обніжжя. Так у контрольній групі у середньому отримано по 0,8 кг протеїнового корму. У той час дослідні сім'ї зібрали на 33 % його більше. Отримані дані на пасіці, яка налічує 295 бджолиних сімей.

Вид впровадження результатів НДР:

а) прийнято у виробництво Запропоновано здійснювати підготовлю бджолиних сімей ріпаковим бджолиним обніжжям у період нарощення маси

(тип виробництва)

бджіл до медозбору

б) опубліковано у друці: Федак В. Вплив якості корму на показники розвитку восковидільної залози у медоносних бджіл (*Apis Mellifera L.*).

Бджільництво України. 2022. Т. 1. С. 109–113.

<https://doi.org/10.46913/beekeepingjournal.2022.9.15>.

в) реалізовано в системі освіти застосовується при викладенні курсу «Технологія виробництва продукції бджільництва» зокрема в темі: «Одержання продукції бджільництва»

ДОДАТОК: Рекомендуємо здійснювати підготовлю бджолиним обніжжя з ріпаку

озимого у період з травня по серпень

включно

Відповідальні виконавці



Хвостинь І.

від ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького

Федак В.

Ковальський Ю.