

Міністерство освіти і науки України
Білоцерківський національний аграрний університет

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

БЕЗПАЛИЙ ІВАН ФЕДОРОВИЧ

УДК 638.14.06:638.16:606.4

ДИСЕРТАЦІЯ

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ
БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ
ПРОДУКТИВНОСТІ БДЖІЛ І ПОЛПШЕННЯ ЯКОСТІ МЕДУ В
ПРОЦЕСІ ЙОГО ДОЗРІВАННЯ**

03.00.20 – біотехнологія

сільськогосподарські науки

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ І.Ф. Безпалий

Науковий керівник – Постоєнко Володимир Олексійович, доктор
сільськогосподарських наук, професор

Біла Церква – 2021

АНОТАЦІЯ

Безпалий І.Ф. Експериментальне обґрунтування біотехнологічних прийомів для підвищення продуктивності бджіл і поліпшення якості меду в процесі його дозрівання. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.02 – біотехнологія. – Білоцерківський національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України, Біла Церква, 2021.

У дисертаційній роботі наведено результати завершеного наукового дослідження з розроблення біотехнологічних прийомів для підвищення продуктивності бджіл та якості меду на основі оптимізації процесів перетворення нектару в мед у бджолиному гнізді за різних умов медозбору і сили сімей та вдосконалення технологій його одержання.

Встановлено, що під час обробки нектару бджоли використовують фізіологічний механізм вилучення зайвої води через медовий зобик поряд з випаровуванням зі стільників шляхом вентилявання гнізда. У бджіл-збирачок відбувається зменшення вмісту води нектару в медовому зобику при перенесенні до вулика з квіток соняшнику в середньому на 1,97 %, зеленчука жовтого – 2,8, білої акації – 2,47, липи від 0,2 до 7,77 %. Виявлено тенденцію посилення інтенсивності дегідратації при збиранні з квіток рідкого нектару (вміст води близько 60 %) порівняно з густішим (менше 50 %). Тривалість дегідратації зібраного продукту («набризку») у відкритих комірках стільників становить 8–9 діб незалежно від початкового вмісту води. Після запечатування восковими покришечками свіжий мед містить 17,04–18,20 % води (коливання за різних умов від 16,0 до 19,20 %). Ці дані свідчать про високу якість центрифугованого меду за вмістом води при відбиранні для відкачування запечатаних бджолами стільників. Динаміка зменшення вмісту води у відкритих комірках стільників характеризується значною нерівномірністю за період дозрівання меду. Показано, що найбільша частина вилученої з нього води припадає на першу добу обробки його

бджолами, коли втрачається 60,27–66,04 % від усієї зайвої кількості. Упродовж наступного періоду дегідратація уповільнюється і на 5–6 добу від складання у воскові комірки вміст води знижується до 18,31–19,08 %, що відповідає нормам товарної продукції.

З'ясовано суттєві відмінності накопичення моноцукрів в перероблюваному продукті залежно від сили сімей. У сильних сім'ях спостерігається після третьої доби обробки нектару випередження гідролізу сахарози і накопичення моноцукрів (приріст 10–11,25) порівняно з слабкими (не більше 8,45 % відповідно). Після закривання комірок воском у сильних сім'ях свіжий мед містить 75,63 % моноцукрів, слабких – 68,78 %. Отримані дані слугували підґрунтям для розроблення біотехнологічних прийомів прискорення процесу дозрівання меду та поліпшення його якості шляхом розроблення способу тимчасової ізоляції незаповнених стільників під час масового медозбору, обґрунтування технології отримання забрусного меду, використання іммобілізованого препарату інвертази.

Розроблено біотехнологічні способи покращення дозрівання меду із білої акації. Вперше обґрунтовано застосування біотехнологічного прийому з тимчасової ізоляції наповнених стільників із недозрілим медом для підвищення медозбору та збереження якості готового продукту.

Подано характеристику забрусу за зрілістю меду та співвідношення в ньому воскових покриттів за масою при відкачуванні стільників. Вихід забрусу при відкачуванні зрілої продукції з стільників, запечатаних на всій площі стандартної рамки (435x300) становить 316,6 ($\pm 4,81$) кг, на половині площі – 203,2 ($\pm 6,05$) кг.

Розроблено технологію іммобілізації інвертази через адсорбцію та утворення ковалентних зв'язків із сухою сироваткою молока. Встановлено оптимальне співвідношення носій:ензим:розчинник – 1,0 г:85 мг:5,0 см³. Збереження каталітичної активності іммобілізованої інвертази становить 68,54 %, порівняно із нативною формою.

Згідно з результатами виробничих випробувань розроблено технологічну схему іммобілізації ензиму інвертази на основі сухої молочної сироватки, схеми і дози препарату та рекомендовано бджільницьким підприємствам і пасікам його використання для підвищення медозбору і збереження якості товарного меду.

Запропоновано пасічникам науково-методичні рекомендації «Технологія виробництва продукції бджільництва».

Матеріали наукової роботи можуть бути використані під час викладання дисциплін «Біотехнологія», «Годівля сіськогосподарських тварин», «Технологія виробництва продукції бджільництва» у вищих навчальних аграрних закладах для підготовки фахівців за спеціальностями «Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва», «Агрономія», «Ветеринарна медицина».

Ключові слова: бджільництво, біотехнологічні прийоми, дозрівання меду, дегідратація нектару, інверсія сахарози, іммобілізована інвертаза, чистопородність сімей, сила бджолиної сім'ї, медоносна база, ізоляція наповнених стільників, забрусний мед.

Список публікації праць за темою дисертації

1. **Безпалий І.Ф.** Дегідратації нектару в процесі обробки його бджолами. Науковий вісник БДАУ. Біла Церква: БДАУ, 2006. Вип. 42. С. 49–52. (Дисертант виконав експериментальні дослідження, провів аналіз одержаних результатів та підготував статтю до друку).

2. **Безпалий І.Ф., Бала В.І.** Зміни водності і цукристості нектару в технології виробництва меду. Вісник БДАУ. Біла Церква: БДАУ, 2008. Вип. 53. С. 31–36. (Дисертант виконав експериментальні дослідження, провів аналіз одержаних результатів та підготував статтю до друку).

3. **Безпалий І.Ф., Постоєнко В.О., Поліщук А.А.** Біотехнологічні чинники етології бджіл під час збирання нектару. Вісник ПДАА. Полтава:

ПДАА, 2021. Вип. 2. С. 188–193. (Дисертант виконав експериментальні дослідження, провів аналіз одержаних результатів та підготував статтю до друку).

4. **Безпалий І.Ф.**, Постоєнко В.О., Мерзлов С.В., Постоєнко Д.М. Розроблення біотехнологічного прийому з тимчасової ізоляції наповнених стільників для підвищення продуктивності медозбору та якості бджолиного меду: збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва». Біла Церква: БНАУ, 2021. Вип. 1. С. 137–142. (Дисертант виконав експериментальні дослідження, провів аналіз одержаних результатів та підготував статтю до друку).

5. **Безпалий І.Ф.**, Постоєнко В.О., Мерзлов С.В., Король-Безпала Л.П. Відпрацювання технології та доз застосування нативної та іммобілізованої інвертази у бджільництві / *Віол. Tvarin*. 2021. Vol. 23 (1): Р. 97–103. (Дисертант виконав експериментальні дослідження, провів аналіз одержаних результатів та підготував статтю до друку).

6. **Bezpalyy I.** Biotechnology of families' strength influence on the processes of sucrose inversion, dehydration and accumulation of monosaccharides. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*. 2021. Vol. 4(2). Р. 13–17. (Дисертант виконав експериментальні дослідження, провів аналіз одержаних результатів та підготував статтю до друку).

7. **Безпалий І.Ф.** Вплив оптимізації утримання бджолиних сімей на процес дозрівання меду: міжнар. наук.-прак. конф. молодих учених, аспірантів і докторантів «Наукові пошуки молоді у третьому тисячолітті». Новітні технології виробництва та переробки продукції тваринництва. 15–16 травня. Біла Церква, 2014. С. 7. (Дисертант виконав експериментальні дослідження, провів аналіз одержаних результатів та підготував тези до друку).

8. **Безпалий І.Ф.** Оптимізація умов виробництва забрусного меду: міжнар. наук.-прак. конф. «Стратегічні напрями розвитку тваринництва в Україні у контексті національної продовольчої безпеки». 30–31 жовтня.

Біла Церква, 2014. С. 11. (Дисертант виконав експериментальні дослідження, провів аналіз одержаних результатів та підготував тези до друку).

9. **Безпалий І.Ф.** Вплив процесу дозрівання меду на якісні показники забрусу: держ. наук.-практ. конф. «Сучасні технології виробництва та переробки продукції тваринництва». 6–7 листопада. Біла Церква, 2014. С. 6. (Дисертант виконав експериментальні дослідження, провів аналіз одержаних результатів та підготував тези до друку).

10. **Безпалий І.Ф.** Вплив ензимів на дозрівання меду: міжнар. наук.-практ. конф. «Інноваційні технології виробництва та переробки тваринницької продукції». 25–26 жовтня. Вінниця, 2018. С. 18. (Дисертант виконав експериментальні дослідження, провів аналіз одержаних результатів та підготував тези до друку).

11. **Безпалий І.Ф.** Вплив біотехнологічних процесів на ензимне дозрівання меду: міжнар. наук.-практ. конф. «Сучасні методи селекції у тваринництві». 16–18 жовтня. Київ, 2019. С. 15. (Дисертант виконав експериментальні дослідження, провів аналіз одержаних результатів та підготував тези до друку).

12. **Безпалий І.Ф.** Вплив ензимів на процес дозрівання меду: міжнар. наук.-практ. конф. «Новітні технології виробництва та переробки продукції тваринництва». 20–21 листопада. Біла Церква, 2019 р. С. 9–10. (Дисертант виконав експериментальні дослідження, провів аналіз одержаних результатів та підготував тези до друку).

13. **Безпалий І.Ф.** Рекомендації щодо використання ензимного препарату інвертази для підвищення медозбору: метод. рекомендації. Біла Церква, 2021. 12 с. (Дисертант провів аналіз та узагальнення одержаних результатів досліджень, брав участь у підготовці на написанні рекомендацій).

SUMMARY

Bezpaly I.F Experimental substantiation of biotechnological methods to increase the productivity of bees and improve the quality of honey during its maturation. - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation work presents the results of a completed scientific study on the development of biotechnological methods to increase the productivity of bees and the quality of honey based on the optimization of the processes of converting nectar into honey in a bee nest under various conditions of honey collection and strength of families and improving the technologies for its production.

It was found that during the processing of nectar, bees use a physiological mechanism to remove excess water from the honey crop next to evaporation from the combs by ventilating the nest. In collecting bees, the water content of nectar in the honey crop decreases when transferred to the hive from sunflower flowers by an average of 1,97%, yellow zelenchuk – 2,8, white acacia – 2.47, linden from 0,2 to 7,77 %. A tendency was revealed to increase the intensity of dehydration when harvesting rare nectar from flowers (water content about 60 %) in comparison with thick nectar (less than 50 %). The duration of dehydration of the collected product ("spraying") in open cells of combs is 8–9 days, regardless of the initial water content. After sealing with wax pods, fresh honey contains 17,04–18,20 % water (fluctuations in different conditions from 16,0 to 19,20 %). These data testify to the high quality of centrifuged honey in terms of water content when selecting for pumping out the combs sealed by bees. The dynamics of a decrease in the water content in open cells of combs is characterized by significant unevenness during the period of honey ripening. It is shown that most of the water withdrawn from it falls on the first day of its processing by bees, when 60,27–66,04 % of the entire excess amount is lost. During the next period, dehydration slows down and on the 5-6th day after being put into wax cells, the water content decreases to 18,31–19,08 %, which corresponds to the standards of marketable production.

Significant differences in the accumulation of monosaccharides in the processed product, depending on the strength of the families, were found. In strong

families, after the third day of nectar processing, an advance of sucrose hydrolysis and accumulation of monosugar (an increase of 10–11,25) compared to weak ones (no more than 8,45 %, respectively) is observed. After closing the cells with wax in strong families, fresh honey contains 75,63 % monosaccharides, weak ones – 68,78 %. The data obtained served as the basis for the development of biotechnological methods to accelerate the process of honey ripening and improve its quality by developing a method for temporary isolation of unfilled honeycombs during mass honey collection, substantiation of the technology for obtaining outdated honey, and the use of an immobilized invertase preparation.

Biotechnological methods have been developed to improve the maturation of honey from acacia. For the first time, the use of a biotechnological technique for the temporary isolation of filled cells with unripe honey was substantiated to increase the honey yield and preserve the quality of the finished product.

A characteristic is given to the backbone for the maturity of honey and the ratio of wax covers in it by weight when pumping out the honeycomb. The yield of the backbone when pumping out mature products from combs, sealed over the entire area of the standard frame (435x300), is 316,6 ($\pm$ 4,81) kg, on half of the area – 203,2 ($\pm$ 6.05) kg.

The technology of immobilization of invertase through adsorption and formation of covalent bonds with milk whey has been developed. The optimal ratio of carrier: enzyme: solvent was established – 1,0 g:85 mg:5,0 cm³. The retention of the catalytic activity of the immobilized invertase is 68,54 % compared to the native form.

According to the results of production tests, a technological scheme for immobilizing the invertase enzyme based on milk whey, a scheme and a dose of the drug has been developed and is recommended for beekeeping enterprises and apiaries to use it to increase the honey yield and preserve the quality of marketable honey.

Scientific and methodological recommendations "Technology of beekeeping products production" were offered to beekeepers.

The materials of scientific work can be used in teaching the disciplines "Biotechnology", "Feeding boobies animals", "Technology of production of beekeeping products" in higher educational institutions for training specialists in the specialties "Technology of production and processing of animal products", "Agronomy", "Veterinary medicine ".

Key words: beekeeping, biotechnological methods, honey ripening, nectar dehydration, sucrose inversion, immobilized invertase, purebred families, strength of the bee colony, honey base, isolation of filled honeycombs, out-of-bar honey.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	12
ВСТУП	13
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	18
1.1. Біологічна пристосованість бджолої сім'ї до живлення нектаром і створення запасів меду	18
1.2. Виділення нектару і збирання його бджолами	21
1.2.1. Природні особливості нектару	21
1.2.2. Збирання нектару і переробка його в гнізді бджолої сім'ї	24
1.3. Обробка нектару бджолами і створення запасів меду в гнізді	28
1.4. Ознаки і показники зрілого меду	33
1.5. Інвертуючий ензим. Імобілізація ензимів та її характеристика	40
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	48
2.1. Матеріали і місце проведення досліджень	48
2.2. Схема, постановки та умови проведення дослідів	48
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	55
3.1. Встановлення оптимального співвідношення між інвертазою та носієм	55
3.2. Біотехнологічні чинники етології бджіл під час збирання нектару	59
3.3. Динаміка часткової дегідратації нектару бджолами	64
3.3.1. Зміна масової частки води в нектарі в медовому зобику бджіл під час збирання та перенесення його до вулика	64
3.3.2. Зменшення масової частки води в процесі обробки нектару бджолами у комірках стільників	72
3.3.3. Аналіз якісного складу відкачаного меду за вмістом води	77
3.4. Процес дозрівання меду в бджолому гнізді за змінами вмісту цукрів	80
3.4.1. Динаміка інверсії сахарози та накопичення моноцукрів у процесі перетворення нектару в мед	80

3.4.2. Вплив сили сімей на процеси інверсії сахарози, дегідратації та накопичення моноцукрів	90
3.5. Дослідження впливу ензимного препарату інвертази на процес дозрівання меду	95
3.5.1 Вивчення технологічних способів введення ензимного препарату інвертази в організм бджіл за переробки нектару	96
3.5.2 Вивчення дози ензимного препарату інвертази за дозрівання меду	98
3.6. Способи оптимізації дозрівання і поліпшення якості меду	99
3.6.1. Збільшення виробництва меду способом тимчасової ізоляції наповнених стільників	99
3.6.2. Збільшення виробництва меду за використання іммобілізованої інвертази при дозріванні	101
3.6.3. Технологічні особливості одержання забрусного меду	103
3.6.4. Періодизація одержання забрусного меду	107
3.7. Економічне обґрунтування технології виробництва меду за використання іммобілізованої інвертази	108
РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	110
ВИСНОВКИ	120
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	122
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	123
ДОДАТКИ	148

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

г/кг – грам на кілограм;

хв. – хвилина;

мг – міліграм;

мл – мілілітр;

ОД/кг – активність ензиму;

°С – градус Цельсієм;

* – різниця з контролем вірогідна ($p < 0,05$);

** – різниця з контролем вірогідна ($p < 0,01$);

*** – різниця з контролем вірогідна ($p < 0,001$).

ВСТУП

Актуальність теми. Одержання бджолиного меду за сучасних технологій зазнає впливу чинників індустріалізації, хімізації та змін довкілля медоносної бджоли. Забезпечення якості перероблюваного у вулику нектару в готовий продукт потребує досліджень впливу не лише антропогенної природи, а й розширення знань щодо змін його складу за впливу бджолиного організму, сім'ї загалом та використання біологічно активних речовин [46, 161].

У процесі одержання меду важливого значення набувають процеси регульованого та оптимізованого впливу на продуктивність бджолиних сімей біокаталізаторів та своєчасного відбирання з гнізда зрілого продукту. Відкачування меду займає в технологічному ланцюгу важливе місце, що впливає на його якість з одного боку та реалізацію потенційних можливостей сім'ї – з іншого [84, 149].

Інтенсивна обробка нектару бджолами, особливо під час сильного взятку, позначається на кількості вилученої з нього води, змінах співвідношення цукрів під впливом інвертування. З ними пов'язані показники якісної характеристики товарної продукції [42, 217, 236]. Тому, дослідження процесів часткової дегідратації нектару, змін співвідношення цукрів за обробки інвертазою гіпофарінгеальних залоз бджіл та визначення оптимального періоду дозрівання меду є актуальними і мають практичне значення в бджільництві.

Водночас, науково-практичний інтерес становлять дослідження іммобілізації інвертази та розробки технології її використання за дозрівання меду.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана на кафедрі технології виробництва молока і м'яса Білоцерківського національного аграрного університету впродовж 2015–2020 років і є складовою частиною комплексних досліджень із тем «Дослідження якості

меду, одержаного в різних регіонах України» (номер державної реєстрації 0111U004235) та «Удосконалення системи моніторингу якості та безпечності продуктів бджільництва» (номер державної реєстрації 0116U001461).

Мета і завдання дослідження. Метою наукової роботи є розроблення біотехнологічних прийомів для підвищення продуктивності бджіл і якості меду через оптимізацію технологічних підходів до його отримання та дозрівання за біохімічними показниками.

Відповідно до поставленої мети необхідно вирішити наступні **завдання:**

- встановити зміни вмісту вологи та складу цукрів у нектарі в медовому зобику бджіл під час збирання та перенесення його до вулика;
- з’ясувати інтенсивність часткової дегідратації та інверсії сахарози в нектарі під час його обробки бджолами та дозрівання у комірках стільників;
- дослідити вплив сили сімей та строків відкачування на процес інверсії сахарози, дегідратації накопичення моноцукрів у меді;
- розробити біотехнологічні прийоми з тимчасової ізоляції наповнених стільників для підвищення продуктивності медозбору;
- розробити технологію іммобілізації інвертази на органічних природних носіях;
- розробити біотехнологічні прийоми з додаванням ензимного препарату інвертази для прискорення процесу дозрівання меду;
- вивчити технологічне обґрунтування одержання забрусного меду;
- встановити економічну ефективність розроблених біотехнологічних прийомів дозрівання меду.

Об’єкт дослідження – розроблення біотехнологічних прийомів прискорення дозрівання меду бджолиного та підвищення продуктивності бджіл і якості меду.

Предмет дослідження – бджолині сім’ї, органічні носії, іммобілізація інвертази, мед, продуктивність бджіл, природні медоноси.

Методи дослідження. Поставлені в роботі завдання вирішувались експериментально з використанням таких методів: біотехнологічних (збереження активності іммобілізованої інвертази); зоотехнічних (ознаки чистопородності бджіл, навантаження медового зобика, медова продуктивність сімей); хімічних (вміст сахарози та інвертованого цукру в нектарі та меді); фізичних (вміст води і сухих речовин); біохімічних (активність інвертази бджіл); статистично-математичних (обрахунок вірогідності, похибок середньоарифметичного); аналітичних (огляд літератури, узагальнення результатів).

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше розроблено біотехнологічні способи покращення дозрівання меду із білої акації.

Уперше встановлено динамічні зміни співвідношення моноцукрів і сахарози в процесі обробки нектару бджолами, починаючи з медового зобика під час збирання з квіток до запечатування в комірках стільників.

Уперше проведено порівняння динаміки дегідратації та інверсії сахарози в процесі переробки нектару бджолиними сім'ями різних за силою. Вперше обґрунтовано застосування біотехнологічного прийому з тимчасової ізоляції наповнених стільників із недозрілим медом для підвищення медозбору та збереження якості готового продукту.

Уперше розроблено біотехнологію іммобілізації інвертази на сухій сироватці молока та вперше відпрацьовано технологію використання іммобілізованої інвертази за дозрівання меду.

Уперше подано характеристику забрусу за зрілістю меду та співвідношення в ньому воскових покриттів за масою під час відкачування стільників.

Практичне значення одержаних результатів. Встановлено, що найбільша частина вилученої з нектару води припадає на першу добу обробки його бджолами, коли втрачається 60,3–66,0 % від усієї зайвої кількості. Доведено, що інверсія сахарози за перетворення нектару в мед

характеризується поступовим накопиченням моноцукрів і на 7 добу досягає вмісту їх у натуральному продукті 72,8–73,2 %.

Встановлені суттєві відмінності накопичення інвертного цукру в перероблюваному продукті залежно від сили сімей. У сильних сім'ях спостерігається після третьої доби обробки нектару випередження гідролізу сахарози і накопичення моноцукрів (приріст 10–11,25 %) порівняно з слабкими (не більше 8,45 % відповідно).

Розроблено технологію іммобілізації інвертази методом адсорбції та утворення ковалентних зв'язків із сухою сироваткою молока. Встановлено оптимальне співвідношення носій:ензим:розчинник – 1,0 г:85 мг:5,0 см³. Збереження каталітичної активності іммобілізованої інвертази становить 68,54 %, порівняно із нативною формою.

Доведено, що найкращим способом використання іммобілізованої на сухій сироватці інвертази для прискорення процесу дозрівання меду є її розпилення до комірок стільників у складі цукрового сиропу. Внесення іммобілізованого ензиму сприяє утворенню 80,46 % моноцукрів, що на 5,63 % більше ніж за традиційної технології.

На основі одержаних результатів розроблено і опубліковано рекомендації щодо використання ензимного препарату інвертази для підвищення медозбору.

Матеріали наукової роботи можуть бути використані під час викладання дисциплін «Біотехнологія», «Технологія виробництва продукції бджільництва» у вищих навчальних аграрних закладах для підготовки фахівців за спеціальностями «Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва», «Агрономія», «Ветеринарна медицина».

Особистий внесок здобувача. Автор самостійно здійснив пошук і аналіз наукової літератури за темою дисертації, організував та виконав експериментальні дослідження. Аналіз, узагальнення та інтерпретацію одержаних результатів, формування висновків і пропозицій дисертант

виконав за науково-методичної допомоги наукового керівника – доктора сільськогосподарських наук, професора Постоєнка В.О.

Апробація результатів дисертації. Матеріали дисертаційної роботи доповідались, обговорювались і отримали позитивні відгуки на Міжнародній науково-практичній конференції молодих учених, аспірантів і докторантів «Наукові пошуки молоді у третьому тисячолітті». Новітні технології виробництва та переробки продукції тваринництва (Біла Церква, 15–16 травня 2014); Міжнародній науково-практичній конференції «Стратегічні напрями розвитку тваринництва в Україні у контексті національної продовольчої безпеки» (Біла Церква, 30–31 жовтня 2014); Державній науково-практичній конференції «Сучасні технології виробництва та переробки продукції тваринництва» (Біла Церква, 6–7 листопада 2014); Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні технології виробництва та переробки тваринницької продукції» (Вінниця, 25–26 жовтня 2018); Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні методи селекції у тваринництві» (Київ, 16–18 жовтня 2019); Міжнародній науково-практичній конференції «Новітні технології виробництва та переробки продукції тваринництва» (Біла Церква, 20–21 листопада 2019).

Публікації. Основні положення дисертації та результати досліджень висвітлені в повному обсязі та опубліковані у 13 друкованих працях, зокрема 6 статтях у фахових виданнях, рекомендованих ДАК України, 6 – у матеріалах і тезах конференцій, 1 – методичних рекомендаціях.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається із анотації, вступу, огляду літератури, матеріалів і методів досліджень, результатів досліджень, узагальнення результатів досліджень, висновків та пропозицій виробництву, списку використаних джерел, додатків. Робота викладена на 163 сторінках комп'ютерного тексту, містить 15 рисунків і 21 таблицю. Список літератури включає 306 джерел, зокрема 86 – латиницею.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Біологічна пристосованість бджолої сім'ї до живлення нектаром і створення запасів меду

Початок формування медоносної бджоли пов'язаний з розвитком медоносної рослинності приблизно 100–150 млн років тому [1, 5, 11]. Поширена думка, що перші бджоли походять від осоподібних предків, які поступово перейшли від хижацького способу життя до споживання нектару і пилку, а це, зокрема, вплинуло на процеси обміну речовин у їх організмі, покращило умови вигодовування личинок і харчування дорослих особин [2, 7, 14, 35].

Перейшовши до вузькоспеціалізованого типу живлення (споживання лише двох рослинних продуктів) у бджіл сформувались спеціальні органи, що сприяли збільшенню збирання квіткового пилку і нектару та створенню їх запасів [4, 9, 15]. Водночас у медоносних бджіл сформувалися соціальні інстинкти, вони досягли третього ступеня складності організації життя, коли всі процеси відбувалися не на рівні клітини або одного складного організму [3, 13].

У процесі еволюції виду та переходу до соціального способу життя відбувалася морфологічна і фізіологічна диференціація жіночих представниць бджолої сім'ї не в результаті появи нових органів, а через поступове згасання й атрофію частини одних органів і функцій та посилення й удосконалення інших [8, 16, 38, 87].

Розвиток медоносних бджіл як цілісної взаємозалежної біологічної системи відбувся під впливом двох важливих чинників: заготівлі значних кормових запасів улітку і найбільш ощадливої витрати корму в період відсутності у природі [84, 124].

Корм необхідний бджолам для підтримання оптимального мікроклімату в гнізді, утворення та виділення воску, вигодовування личинок.

Несприятливі кліматичні умови та тривалий період зимівлі змусило бджіл заготовляти більше корму. Якість заготовленого меду також має важливе значення в життєдіяльності бджолої сім'ї протягом безвзяткового періоду, тому в процесі еволюційного розвитку бджоли створили високоенергетичний, майже повністю перетравний продукт, який дає можливість збільшити потенціал організму. Від цього, наприклад, продовжується тривалість життя особини, яка на сьогодні досягає до 9 місяців [12, 34, 144].

Отже, особливість медоносної бджоли як виду полягає в тому, що сім'я сама заготовляє, переробляє та раціонально використовує запаси корму. У зв'язку з цим у робочих особин виникали своєрідні анатомо-фізіологічні пристосування травної системи, сформувались функції кормових залоз.

Травна система бджіл, крім перетравлення корму й всмоктування поживних речовин, виконує функцію резервуара для тимчасового зберігання нектару (меду) за його збирання та перенесення [10, 24, 131].

Ротові органи бджоли, матки і трутня мають здебільшого подібну будову і належать до гризучо-лижучого типу. Бджола гризе верхніми щелепами, а нижня щелепа разом з нижньою губою утворюють хоботок, за допомогою якого всмоктується рідкий корм.

Робочі бджоли мають довший хоботок, ніж у трутнів і маток, він становить 5,5–7,2 мм залежно від породи. Ця ознака має стійку спадковість та індивідуальне селекційне, біологічне і господарське значення [36, 59, 67, 131, 177].

У сучасній літературі показано, що корм через хоботок, ротову порожнину і глотку потрапляє в стравохід, який у черевці має розширення та утворює медовий зобик. За будовою стінки стравоходу і медового зобика подібні, але більш розвинені та добре розтягуються завдяки складкам останнього, що дає можливість значно збільшити його об'єм. Внутрішня поверхня стінки медового зобика вистелена шаром епітеліальних клітин, які вкриті хітиною оболонкою. Він має шар м'язів, який складається з

повздовжніх та поперечних волокон. М'язи стінок медового зобика скорочуючись, зменшують його об'єм і витісняють вміст через стравохід на хоботок, і бджола здатна віддати принесений корм іншим індивідам або помістити його в комірку стільника. Однак медовий зобик є не лише резервуаром, у ньому під дією ензимів, які виділяються гіпофарінгеальними залозами, відбуваються процеси розщеплення сахарози. Деякі автори припускають, що в зобику розпочинається процес часткової дегідратації [85, 100, 121, 132, 135, 112, 118, 178].

Важливе значення на процес дозрівання меду має глоткова (гіпофарінгеальна) залоза і те, що вона добре розвинута лише в робочих бджіл, свідчить про виняткове еволюційне пристосування цієї комахи. Складається вона з численних кулястих залозистих клітин, які знаходяться навколо загальної протоки. Установлено, що за ступенем розвитку залози прослідковуються сезонні та вікові зміни. У молодих робочих особин, які щойно вийшли із комірки, вона фізіологічно не функціонує. Через деякий час відбувається розвиток залози, альвеоли збільшуються у розмірі, формуються вакуолі із секретом. У 9–12-добової бджоли гіпофарінгеальні залози повністю сформовані та виробляють складові молочка для годівлі личинок. З віком у робочих бджіл відбувається згасання секреторної діяльності. Досліджено, що у робочих особин бджолиної сім'ї старшого віку з 20-ї доби життя гіпофарінгеальні залози трансформуються вже на виділення ензиму інвертази, яка впливає на розщеплення сахарози та деяких олігоцукрів нектару на моноцукри [29, 31, 45, 66, 97, 101]. За рівнем активності інвертази прослідковується ступінь фізіологічної придатності бджіл до використання медозбору і залежить від сили сім'ї (сильні мають більшу активність, слабкі – меншу). Глоткові залози найбільш розвинуті у весняно-літніх бджіл, коли в сім'ї є велика кількість розплоду, та менш розвинені у бджіл осінньої генерації. Поряд з гіпофарінгеальною (глотковою) робоча бджола має ще три кормові залози: грудна, мандибулярна і задньоголова. Дві останні – не беруть участь у процесах травлення [97, 103, 133, 115].

Корм, який надходить в організм бджоли, не може бути засвоєним у початковому вигляді, тому під час перетравлення високомолекулярні речовини (білки, вуглеводи і жири) розщеплюються на простіші (моноцукри, амінокислоти і жирні кислоти) і лише тоді через стінки травної системи надходять у гемолімфу.

У гідролізі беруть участь ензими, які лише каталізують відповідні реакції. Зокрема, ензим, що розщеплює білки, не діє на молекули жирів і вуглеводів. Основні травні ензими бджоли поділяють на три групи: протеази, карбогідрази і ліпази [115, 136, 143, 147, 151].

Отже, отримання меду – високоенергетичного продукту, стало можливе завдяки еволюційним метаморфозам медоносної бджоли, переходу від одноосібного способу життя до соціальної форми, морфофізіологічних перетворень не лише в межах одного організму, а загалом всіх членів сім'ї за поширення виду у суворіші кліматичні умови.

Біологічний потенціал медоносної бджоли у збільшенні виробництва меду ще повністю не розкритий, тому потребує детальнішого вивчення окремих можливостей організму робочих особин у виготовленні більшої кількості продукту, не знижуючи його якість.

1.2. Виділення нектару і збирання його бджолами

1.2.1. Природні особливості нектару

Життя медоносної бджоли пов'язане з ентомофільними рослинами, тому що вони забезпечують комах основними продуктами живлення – нектаром і пилом. Бджоли виробляють мед переважно з квіткового нектару – цукровмісної речовини, яку виділяють нектарникові залози рослин.

Процес виділення нектару є чудовою здатністю рослинного світу залучати комах до перехресного запилення квіток [6, 39, 41, 70, 75].

Вважають, що виділення нектару, як і багато інших фізіологічних процесів, піддається саморегуляції, тобто за сприятливих умов для рослини

нектар виділяється в необхідний для запилення час, у потрібній кількості та складі. Також деяку стимулюючу функцію виконують комахи-запилювачі. Крім того, рослина захищає нектар від дії несприятливих умов (дощу, втрати вологи, впливу посухи тощо).

За ступенем розвитку нектарників у квітці є три групи: безнектарникові (не мають особливих органів виділення нектару, до яких належать липа, вишня, черешня), нектарникові та рослини з позаквітковими залозами (вика посівна). Зокрема нектарникові поділяються на рослини з відкритими нектарниками (гречка, гірчиця), неповністю сховані (фацелія, огіркова трава), сховані (синяк, медунка, фіалка), дуже сховані (конюшина лучна, вика мохната) [50, 51, 57, 74].

У більшості дводольних рослин з квітковими нектарниками є обидва види судинної системи: флоема і ксилема. Нектарники, які мають флоему, виділяють нектар багатий на цукри (до 60–70 % і більше), а нектарники, які мають лише ксилему містять мало цукрів (рябчик – 5 %) [74, 82].

Нектарник – це невеликий горбочок, що утворюється спеціальними клітинами, які відрізняються від навколишніх. Фахівці бджільницької ботаніки дослідили форму, кількість і місце нектарників у квітці. Відомо, що розмір квіток на рослині зменшується в міру наближення до вершини стебла. Навіть на одному суцвітті перші квітки більші за наступні і розпускаються вони теж першими. Тому на початку медозбору всі види рослин виділяють більше нектару. До кінця цвітіння рослини зменшуються як розміри нектарників, так і інтенсивність виділення ними нектару [76, 86, 88, 104, 114]. Виділятися нектар розпочинає після повного розкриття квітки в кількості, яка притаманна певному виду рослини. Встановлено, що сорти навіть у межах одного виду рослин мають різну кількість нектару. Погодні умови значною мірою впливають на виділення нектару з певною концентрацією цукру [105, 111, 134, 140]. Наприклад, температура повітря в межах 16–25 °C є оптимальною для виділення нектару. За відхилення від цих меж температури повітря виділення нектару зменшується, а за досягнення менше

6 або більше 35 °C – повністю припиняється. Звідси випливає, що як низька, так і занадто висока температура стримує виділення нектару.

Також на нектаровиділення впливає сонячне світло – притінені рослини виділяють менше нектару, ніж добре освітлені.

Основними складовими нектару є вода, сахароза, глюкоза і фруктоза. За масовою часткою нектар у квітках літньої пори містить від 60 до 80 % [141, 149, 157, 163, 170].

Матеріалом для утворення нектару, переважно, є сік флоєми, який містить до 20 % цукрів і 0,9 % азотистих сполук. Спектральний аналіз цукрів показує, що у білої акації, клену, дуба – переважає сахароза, у айланта, ясена американського – фруктоза, глюкоза, стахіоза, вербаскоза [185, 193, 211, 217, 237, 238].

Дослідження показують, що в більшості випадків склад цукрів нектару протягом цвітіння (початок, середина, кінець фази) та пори дня (ранок, середина дня і вечір) залишався майже постійним, інколи з незначним коливанням.

За складом цукрів у нектарниках і в нектарі рослини можна поділити на три групи. У рослин першої групи склад цукрів нектарників і нектару подібні між собою. У різних видів цієї групи вміст сахарози в нектарнику коливався в межах 49,0–72,6 % від загального вмісту цукрів, а в нектарі 46,7–79,6 %. Вміст моноцукрів змінювався в нектарниках у межах 27,4–51,0 %, у нектарі – від 20,4 до 53,3 % (липа серцеподібна, огіркова трава, гарбуз, яснотка біла, клен Гіннала) .

Склад цукрів нектарників і нектару рослин другої групи різний, причому в нектарі переважає сахароза, а в нектарниках – моносахариди. До них належать барбарис звичайний, каштан кінський, ваточник, сніжноягідник, шавлія лісова) [164, 179, 194, 243, 273].

Виявлено відмінності складу цукрів нектарника і нектару також у рослин третьої групи, причому в їх нектарниках сахарози міститься більше, ніж у нектарі. Зокрема, у рослин цієї групи виявлено сахарозу в нектарнику

25,0–53,1 %, у нектарі – 10,9–12,0 %, тоді як моноцукри у нектарниках становили 46,9–75,0 %, у нектарі – 88,0–89,1 % (жасмин садовий і свидина криваво-червона) [89, 90, 98, 116, 145, 183].

За даними деяких дослідників у нектарі було знайдено незначну кількість поліцукрів: мальтозу, трегалозу і мелібіозу та трисахариди: рафінозу і мелітозу, однак інші заперечують наявність вказаних цукрів.

Кількість води в нектарі взагалі змінюється залежно від умов транспірації. Якщо рослина переповнена соками і майже не випаровує води, вміст цукру в нектарі знижується до мінімуму (1 %). Навпаки, якщо спостерігається посуха, нектар висихає до випадання на поверхні залоз кристалів цукру. За звичайних умов води в нектарі міститься від 70 до 90 % [173, 183, 201, 235].

Привабливість квіток для бджіл обумовлюється переважно наявністю певних цукрів у нектару та його загальною кількістю на масиві рослин в зоні збирання корму. Тому цей напрям досліджень пов'язують з питаннями продуктивної діяльності бджолиних сімей.

1.2.2. Збирання нектару і переробка його в гнізді бджолої сім'ї

Одна з основних особливостей соціального способу життя медоносних бджіл, за висловами багатьох вчених, – це спільна систематична заготівля корму для всіх членів сім'ї. Бджолині сім'ї проводять збирання вуглеводного і білкового корму постійно протягом усього періоду, як тільки погодні умови сприяють виділенню нектару та льоту бджіл. Запаси корму у вулику значною мірою визначають життєздатність сім'ї під час зимівлі. У період масового цвітіння високопродуктивних медоносів бджоли найінтенсивніше працюють на збиранні корму [10, 37, 40, 74, 117, 137].

Досліджуючи біологію бджолосім'ї, було встановлено, що в активний медозбірний період робочі особини розділяються на дві групи: молоді (нелітні) і бджоли старшого віку (літні). Молоді бджоли переважно

чистять комірки, у яких вивелися самі, годують личинок старшого, а потім молодшого віку, виділяють віск, виконують функції приймальниць нектару та іншу роботу у вулику. В другу половину життя бджоли переходять до збирання нектару і пилку [46, 52, 127, 160, 269].

Фахівці з біології медоносної бджоли дослідили, що за підготовки до льотної роботи в організмі бджіл відбуваються глибокі фізіологічні зміни. Значно зменшується жива маса бджіл (на 26 %), синхронізується активність залоз, внаслідок різкого зменшення обсягу середньої кишки (у середньому на 63 %) вивільняється місце для розширення медового зобика за наповнення його нектаром [53, 57, 58, 92, 187, 219, 224].

Уперше бджоли вилітають за кормом у віковий період 10–28 діб, хоча найчастіше на 14–21-шу добу життя. Водночас експериментально встановлено, що вік, у якому бджола починає виконувати функцію збирання корму, залежить від стану сім'ї, гнізда і наявності медозбору в природі. У сильній сім'ї за наявності рясного медозбору бджоли вилітають за нектаром навіть з 5-ї доби життя, зменшуючи свою участь у годуванні личинок та інших роботах. У ясні сонячні дні літ бджіл розпочинається за температури 12–14 °С, збільшується в умовах підвищення її до 25–27 °С, після чого активність помітно зменшується [160, 284, 302, 305].

Встановлено, що початок масового льоту бджіл уранці залежить від температури повітря в нічний і ранковий час. Після теплої ночі літ починається раніше, ніж після холодної через неоднакове накопичення нектару в квітках за ніч. У найжаркішу пору дня літ бджіл значно знижується і навіть зовсім припиняється, бо нектарники квіток перестають продукувати нектар, а за високих температур він дуже швидко густішає і стає недоступним для бджіл. Під час збирання нектару з рослин, які добре виділяють його у вечірній час, бджоли можуть ночувати в полі на квітках, а повертатися у вулик вранці, коли прогріється повітря [3, 126, 146, 131, 278].

Оптимальною температурою для льоту бджіл за кормом є 17–32 °С. У бджіл літньої генерації льотна активність за температури повітря 32 °С в 2

рази вища, ніж за 21 °С. Підвищена активність льоту бджіл за температури 35 °С і вище зумовлена вже необхідністю термінової потреби у воді. Для льоту бджіл за температури 20–25 °С оптимальною вологістю повітря є 20–60 %.

Експериментально доведено, що на льотну діяльність впливає також швидкість вітру, послаблюється вона за швидкості вітру понад 24 км/год. Бджоли літають за кормом переважно на відстань 0,75 км від пасіки. Однак в окремих випадках робочі особини були виявлені на медозборі за 3,4–4,2 км від пасіки [102, 150, 158, 234, 253].

Тривалість одного вильоту бджіл за кормом відбувається в межах від 15 до 103 хв. Вона залежить від сили взятку та відстані до медоносів і становить під час збирання нектару 10–60 хв, пилку – 6–30 хв. Кількість вильотів зростає за збільшення добового взятку до 8 кг, а потім поступово зменшується. Вважають, що бджоли звикають до максимального заповнення медового зобика, тому змушені затрачати більше часу на збирання нектару.

Бджола-збирачка перебуває в полі в середньому 62 хв, а звільняється від принесеної ноші приблизно за 15 хв. За день медозбору льотна бджола здійснює у середньому 8–10 вильотів, щоразу доставляє 30–40 мг нектару або до 15 мг квіткового пилку [12, 16, 31, 87, 121, 249].

Із сильної сім'ї, в якій налічується 60–70 тис. бджіл, у період головного медозбору з липи щодня може вилітати за нектаром до 45 тис. збирачок. Роблячи 10 вильотів за день, вони можуть сукупно принести 13–15 кг нектару.

Під час польоту бджола витрачає багато енергії, яку поповнює вуглеводним кормом. Досліджено, що на 1 годину роботи за межами вулика потрібно 10 мг глюкози або, відповідно, 12–13 мг меду. Встановлено, що бджолосім'я середня за силою витрачає 28–30 кг корму на льотну діяльність протягом пасічного сезону [40, 99, 119, 176, 241, 263].

Кількість нектару, принесеного бджолою за один політ, залежить від наповненості медового зобика, на що впливають вік і якість бджіл,

температура зовнішнього середовища, концентрація цукру в нектарі, його кількість. Встановлено, що збір меду зростає в міру збільшення загальної маси льотних бджіл, у яких добре розвинуті м'язи, крила та інші органи.

Також виявлено зв'язок між концентрацією цукру в кормі і ступенем наповненості медового зобика. Зокрема за 17 % цукру в сиропі бджоли набирали в зобик 42 мг, за 34 % – 55 мг, за 68 % – 61 мг. Концентрація цукру в нектарі впливає і на швидкість забирання його бджолами. Експериментально доведено, що бджоли найкраще збирають нектар, який містить 50–60 % цукрів, однак бджоли найчастіше приносять нектар з вмістом цукрів 20–60 %. Середня швидкість наповнення медового зобика нектаром близько 0,9 мг/хв.

Експериментально доведено, що найбільше приваблює бджіл сахароза, потім фруктоза, мальтоза і глюкоза [23, 34, 54, 48, 136, 197, 291].

Продуктивність сім'ї забезпечують три групи робочих бджіл – розвідниці, збирачки і приймальниці. З'ясовано, що розвідниці проводять пошук нектару і квіткового пилку, потім передають інформацію за допомогою танців бджолам-збирачкам. За наявності джерела взятку ці дві групи бджіл проводять регулярні вильоти, збирають нектар і пилок та заносять до вулика. Постійна розвідка забезпечує своєчасний перехід на нові найпродуктивніші ресурси нектару, що значно підвищує ефективність кормозбиральної діяльності сім'ї.

Крім того, цей механізм соціальності виду дає змогу зекономити запаси корму. У дійсності лише маленька група бджіл-розвідниць обстежує прилеглу територію на наявність медозбору, а за його встановлення спрямовує бджіл-збирачок.

У заготівлі корму та, особливо, за доброго медозбору важливу нішу займають бджоли-приймальниці [16, 29, 84, 100, 131, 189, 244, 297, 301]. Основне їх функціональне навантаження – обробка нектару і вироблення з нього меду.

1.3. Обробка нектару бджолами і створення запасів меду в гнізді

Принесений нектар у свіжому стані в комірках стільників являє собою продукт, що називають набризком. Цей термін увійшов у пасічницьку літературу в другій половині XIX ст., як тільки стали поширюватись рамкові вулики і використовується в сучасній науковій термінології.

У дозріванні меду чітко виділяється вісім процесів: зменшення вмісту води, збільшення маси сухої речовини, зміна в'язкості, розщеплення складних цукрів, збагачення ензимами, зростання кислотності, утворення олігоцукрів і запечаткування наповнених комірок. Припускають, що є й інші перетворення, однак вони глибшої природи і наразі мало вивчені.

Перш ніж скласти нектар в комірки, бджоли-приймальниці використовують фізіологію свого організму для його переробки [16, 34, 86, 111, 113, 153, 209, 222, 231, 293, 299].

Щоб передати принесений нектар бджолі-приймальниці, бджола-збирачка широко розкриває верхні щелепи (мандибули) і випускає краплю нектару на поверхню хоботка. Бджола-приймальниця висуває язичок і втягує нектар з поверхні складеного хоботка бджоли-збирачки. Під час передачі нектару обидві бджоли доторкаються своїми вусиками.

Віддавши нектар, у більшості випадків бджола-збирачка бере невелику кількість корму від іншої бджоли або з комірки. Гарний взяток звичайно не затримує бджіл-збирачок у вулику більше 4 хвилин. Одержавши свою частку нектару, бджола-приймальниця переміщується по стільниках у пошуках вільного місця. Вона інтенсивно працює ротовими органами [87, 97, 99, 130, 246, 274].

Робота ротових органів починається з широкого відкривання верхніх щелеп. Весь хоботок висувається дещо вниз і вперед. Віддалена частина хоботка злегка вигинається назовні, і в передротовій порожнині з'являється маленька крапля нектару. Потім піднімається весь хоботок і майже цілком повертається в стан спокою. Такий цикл повторюється.

За повторною витягування хоботка кількість нектару в передротівій порожнині збільшується. Нектар починає переливатися через дорсальну поверхню хоботка, що лежить між мандибулами. У цей момент у куті, утвореному двома головними частинами хоботка, з'являється крапля нектару. Коли крапля досягає максимального розміру, бджола починає витягувати її в себе. При цьому нижня частина краплі набуває увігнутої форми, а віддалена частина хоботка іде далеко в бік. Після зникнення краплі віддалена частина хоботка повертається у своє перше положення [2, 10, 29, 53, 114, 300].

На весь цикл рухів бджола зазвичай затрачає 5–10 секунд. У середньому через 20 хв подібні дії повторюються. Під дією теплого і сухого повітря у вулику нектар швидко втрачає вологу. Тому, тільки що відкладений у стільники нектар стає набагато густішим, ніж свіжозібраний із квіток. При цьому автор не наводить цифрових даних [42, 141, 147].

Розшукавши комірку, бджола заповзає в неї догори черевцем. У порожній комірці бджола розмазує набризк по верхній частині дна комірки. Якщо в комірці уже є мед, бджола занурює свої верхні щелепи в нього і залишає принесену краплю. Під час сильного взятку, коли у вулик надходить багато рідкого нектару, бджоли розподіляють принесений продукт по декількох комірках. За умов доброго взятку по 8 кг за добу, згідно з даними досліджень, бджоли розкладають принесений нектар по більше ніж 6 стільниках. У сучасній літературі загальновідоме положення, що свіжим нектаром бджоли ніколи не заповнюють більше ніж на $\frac{1}{3}$ від загального об'єму комірок. Тому, щоб не зменшити продуктивність бджолиної сім'ї, з цих даних випливає рекомендація пасічникам повною мірою забезпечувати гніздо достатньою кількістю порожніх стільників [2, 23, 140, 141, 147, 287, 298].

З другої половини XX століття і до сьогодні поширена думка, що надлишок води з нектару потрапляє у повітря в середині вулика. Однак механізм її вилучення, способів переходу з рідини в повітря залишається

суперечливим. Федоров Т.Г. на основі своїх теплотехнічних розрахунків та експериментальних даних стверджує, що видалення води із нектару відбувається лише фізіологічним шляхом, а не фізичним. Новий погляд суперечить загальноприйнятим уявленням про механізм видалення зайвої води під час дозрівання меду та зумовило низку відзивів. У них одні автори підтримували висунуту гіпотезу, інші вважали, що часткова дегідратація продукту в гнізді відбувається завдяки випаровуванню, а треті схильні визнавати наявність цих двох процесів. Отже, відмінність думок у питанні, як саме видаляється зайва вода з нектару під час дозрівання меду свідчить про необхідність проводити подальші дослідження [34, 42, 69, 108, 110, 221, 228, 248].

Інша важлива складова процесу дозрівання меду полягає в інверсії сахарози. У різні часи розширення знань про хімічні перетворення основою для інформації були спостереження, припущення та експериментальні дані. Встановлено, що під час всмоктування нектару на квітках бджола до нього домішує секрет глоткових залоз. Він містить декілька ензимів: інвертазу – каталізує процеси розщеплення сахарози на глюкозу і фруктозу; амілазу, що розщеплює крохмаль на декстрин і мальтозу; ензим, що сприяє окисленню глюкози та утворенню глюконової кислоти; каталазу, що розщеплює перекис водню [31, 47, 82, 92, 99, 119, 191].

Відомо, що у нектарі рослин, крім сахарози, міститься іноді багато й моноцукрів, вони бувають у різних співвідношеннях, що залежить переважно від виду рослин.

Отже, встановлена фізіологічна пристосованість залоз бджіл і виявлена різноякісність складу цукрів нектару свідчать про доцільну обумовленість зв'язків і пристосованості медоносної бджоли та ентомофільних рослин.

На вміст ензимів у меді впливає спосіб збиральної діяльності бджіл на квітках. За повільного збирання корму (через злизування його язичком) у медовому зобику виявляється більше ензимів, ніж за швидкого засмоктування цукрового розчину. Чим швидше збирають корм бджоли і

більше приносять його, тим нижчий вміст ензимів у меді. Збирання вуглеводного корму завжди підсилює секрецію глоткових залоз [174, 186, 203, 204, 231, 247].

Інверсія цукрів продовжується і після запечатування комірок з медом. У свіжозапечатаному меду може бути до 6 % сахарози, а згодом кількість її знижується до 1 % і менше.

Досліджено, що через інвертування сахарози в нектарі бджоли збільшують можливу щільність кінцевого продукту й у такий спосіб роблять високо енергетичний корм, стійкість якого до впливу мікроорганізмів значно підвищується саме завдяки значному вмісту цукру. Також було встановлено, що за температури 30 °C розчинність глюкози в розчині фруктози різко підвищується, якщо концентрація фруктози перевищує 1,5 г на 1 г води. Сахароза не має такої здатності глюкози розчинятися в концентрованих розчинах фруктози. Тим більше, що за підвищених температур глюкоза втрачає цю властивість. Тому інвертування сахарози в глюкозу і фруктозу дає бджолам можливість робити значно більш концентрований розчин цукрів [34, 47, 48, 63, 66, 90, 105, 180, 191, 225, 258].

Бджоли мають здатністю інвертувати значну кількість сахарози. Під час головного взятку за сприятливих умов сім'я бджіл може зібрати за добу 8–12 кг нектару, вуглеводи якого піддаються гідролізу. Встановлені широкі межі пристосованості бджіл до переробки зібраного нектару, кількість якого за сезон досягає 200 кг і більше.

До складу меду входять органічні кислоти частково рослинного походження з нектару, частково завдяки переробці нектару бджолами. Наприклад, через 2 доби після згодовування бджолам цукрового сиропу, який мав незначну лужну реакцію (рН 7,5), цей продукт виявився різко кислим (рН 3,9). Доведено, що під час перенесення і переробки бджолами цукрового розчину вміст кислот у ньому зростає [13, 19, 34, 41, 64, 71, 80, 128, 175, 218, 229, 232].

Кислота утворюється поза організмом бджоли під впливом окислюючого ензиму, що додається до сиропу за його всмоктування бджолою. Ензим, що окислює, виділяється глотковою залозою і діє на глюкозу, перетворюючи її в глюконову кислоту. Ця реакція проходить з приєднанням кисню і виділенням перекису водню. Активність ензиму за зменшення рН швидко знижується, тому реакція припиняється, як тільки розчин досягає визначеного ступеня кислотності [41, 47, 63, 72, 83].

В одному з дослідів бджіл годували чистою глюкозою і в результаті перероблений корм містив глюконову кислоту та мав кислу реакцію. Інші сім'ї одержували чисту фруктозу; корм, створений цими бджолами, кислоти не містив і мав нейтральну реакцію. Ці досліді підтверджують, що ензим бджіл діє саме на глюкозу, виробляючи з неї глюконову кислоту і забезпечуючи кислу реакцію меду.

Доведено, що обробка нектару бджолами має значення не лише для багаторазового додавання ензимів, а також для здійснення контакту глюкози з киснем повітря, необхідним для утворення глюконової кислоти [29, 54, 88, 106, 125, 239, 250].

Каталаза, що завжди наявна у медовому зобику і виділяється грудною залозою, нейтралізує перекис водню, що виникає під час утворення глюконової кислоти.

Кисла реакція меду є додатковим і ефективним засобом його консервації. Цукор у слабокислому розчині може залишатися без зміни протягом тривалого часу, у той час як цукор у лужному чи нейтральному розчині на повітрі піддається окисленню і руйнується. Крім того, кисле середовище перешкоджає розвитку бактерій, сприяючи збереженню меду [34, 70, 73, 81, 152].

У міру заповнення комірок медом, бджоли розпочинають запечатувати їх восковими кришечками для герметизації продукту.

Запечатування стільників здавна слугує своєрідною ознакою зрілості. Закривання меду дає можливість бджолам ізолювати продукт, призначений

для збереження. Запечатування меду восковою кришечкою відбувається при заповненні комірки та зниження масової частки води до 18–19 %.

Біологічна доцільність запечатування меду звільняє бджіл від функції підтримання стабільного вмісту води під час зберігання, адже він дуже гігроскопічний. За відносної вологості повітря вище або нижче 60 % мед поглинає або віддає воду [188, 202, 205, 210, 240].

Щодо тривалості дозрівання меду єдиного бачення немає. Можливо тому, що причини, від яких залежить швидкість дозрівання, різноманітні – особливості сировини, інтенсивність взятку, погода, сила сім'ї, порода бджіл, стан здоров'я, конструкція вулика. Природний процес перетворень його у бджолиному гнізді досліджувати складно. Відомі результати експерименту, проведених за згодовування сім'ям цукрового сиропу. Було встановлено, що основні процеси дозрівання корму відбуваються впродовж 3–5 діб і здебільшого закінчуються підвищенням густини на п'яту, а інверсії – на 10–12 добу [123, 125, 129, 154, 159, 182].

1.4. Ознаки і показники зрілого меду

Зрілим медом вважається концентрований перероблений бджолами та запечатаний у комірках восковими кришечками продукт, в якому відбулися процеси видалення надлишку води, перетворення складних цукрів на прості. Він корисний у харчуванні людей, має приємні смакові якості та цінні лікувально-профілактичні властивості.

До кінця XIX століття вважали, що мед складається з трьох цукрів (глюкози, фруктози, сахарози) і води, однак згодом було досліджено значно більше інгредієнтів [2, 13, 34, 72, 125, 156, 167].

Установлено, що до складу меду входить більше 100 різних компонентів, які корисні для організму людини: фруктоза, глюкоза, вітаміни, мікро-, макроелементи, гормони, органічні кислоти, ензими, антибактеріальні, мінеральні речовини тощо [184, 196, 206, 211].

Якість меду, його склад і властивості залежать від багатьох чинників: географічних і погодних умов, клімату, виду медоносних рослин, стану сім'ї, породи бджіл.

Одним із основних показників зрілості меду є вміст у ньому води, який має бути меншим ніж 20 %. Межі коливання кількості води в меді сталого показника не мають. Наприклад, за результатами досліджень у проаналізованих українських медах вміст води коливається в межах від 14,80 до 21,19 %.

Експериментально доведено, що мед з вологістю понад 22 % без застосування спеціального дозарювання тривалий час не може зберігатися і зброджує [41, 125, 213, 262, 268, 276].

У середині XX ст. в складі сухого залишку було ідентифіковано більше 20 цукрів, а саме: два моносахариди (глюкоза і фруктоза), 11 дисахаридів (мальтоза, тураноза, ізомальтоза, сахароза, мальтулоза, нігероза, тригалоza, гентибіоза, ламінарибіоза) і 12 три- та олігосахаридів (ерлоза, паноза, мальтотриоза, кестоза, ізомальтотриоза, мелізитоza, ізопаноза, 6- α -глюкозилсахароза, 3- α -3-ізомальтозилглюкоза, рафіноза, ізомальтотетроза, ізомальтопентоза) [140, 154, 160, 172, 195, 198].

Така значна кількість цукрів у меді дала підставу для висунення різних гіпотез про їх походження, однак найбільшого значення має та, що ензими, внесені в сировину збирачками і бджолами-приймальницями, здійснюють не лише гідроліз, а й синтез полісахаридів, тому такі цукри як ізомальтоза, мальтоза, ерлоза є вторинними продуктами перетворення цукрів у результаті процесу трансглюкозидації.

Не зважаючи на такий широкий спектр цукрів у меді, основними залишаються моноцукри – глюкоза і фруктоза. За даними ННЦ «Інститут бджільництва ім. П.І. Прокоповича» в медах, зібраних на території України, вміст моноцукрів становить в середньому 70,1 % і коливається в межах 61,6–80,3 % [197, 198, 200, 207, 213, 215, 256, 266]. Згідно з чинним в Україні ДСТУ 4497–2005 на мед вміст моноцукрів має бути не менше 80 % для

вищого гатунку та не менше 70 % для першого гатунку до безводної речовини [62].

За порівняння моно- і поліфлорних медів В.Г. Чудаков виявив, що середні величини кількості простих цукрів за роками збору залишаються майже подібними, однак монофлорні мають дещо більшу різницю [210].

Середній вміст фруктози у квіткових медах становить 39,71 %, глюкози – 36,78 % [211], для українських — відповідно 43,2 і 27,3 % [210]. У поліфлорному меді співвідношення фруктози до глюкози майже завжди більше за 1,0 – обидва цукри наявні приблизно в рівних кількостях, з незначною перевагою фруктози. Мед, отриманий з одного виду рослин, часто містить значно більше фруктози, ніж глюкози. Мед, багатий фруктозою (фруктоза/глюкоза – 1,38–1,48), бджоли збирають з білої акації, шавлії, каштана їстівного, а також лісових порід дерев. Такий мед протягом тривалого часу залишається густою рідиною і не кристалізується упродовж багатьох років. Мед, багатий глюкозою (співвідношення між фруктозою і глюкозою менше 1,0), звичайно кристалізується незабаром після відкачування або навіть раніше – ще в стільниках (мед, зібраний з кульбаби і ріпаку) [111, 125, 208, 212, 254, 261].

Співвідношення між фруктозою і глюкозою та утворення олігосахаридів залежать від типу гідролізу сахарози. Під час трансфруктозидації фруктозна група (залишок) переходить до інших цукрів, утворюються фруктозовмісні вищі цукри і водночас підвищується концентрація розчину глюкози. Під час трансглюкозидації утворюються глюкозовмісні олігосахариди, відповідним чином збільшується концентрація фруктози в меді. Установлено, що процес трансглюкозидації відбувається в квітковому нектарі, а трансфруктозидації – у позаквітковому нектарі [47, 72, 81, 116, 137, 176, 197, 252, 273].

Дослідники підкреслюють, що співвідношення глюкози до фруктози має велике практичне значення, тому що на цій підставі можна визначити як

тенденцію до кристалізації меду, так і ступінь його консервування, відповідно до показника відсотка глюкози.

Не менш важливою складовою меду є сахароза, вміст якої відображає ступінь зрілості або фальсифікації продукту. Враховуючи те, що в більшості випадків сахароза нектару під дією інвертази у процесі перетворення нектару в мед частково розщеплюється на глюкозу і фруктозу, все ж таки дисахарид залишається і в зрілому продукті. За даними багатьох вчених, масова частка сахарози становить 1,3–3,0 %, однак діапазон коливання її великий і сягає інколи до 12,91 % [34, 47, 75, 90, 161].

Вміст сахарози в меді залежить від багатьох чинників. Мед від сильних сімей отримали майже без сахарози, від середніх за силою містив 3,7–5,2 %, від слабких сімей – 7,5–12,3 %. За походженням, наприклад, в акацієвому меді її містилося від 2 до 10 %. Впливає також тривалість і температури зберігання. Експериментально доведено, що вміст сахарози в цукровому меді за температури зберігання 37 °C за три місяці зменшився в середньому на 15,7 %, а за 18–20 °C – лише на 8,2 %. За температури 3–5 °C сахароза не гідролізується навіть протягом двох років. Згідно з чинним в Україні ДСТУ 4497–2005 допустима норма вмісту сахарози для квіткового меду вищого ґатунку до безводної речовини становить не більше 3,5 %, для першого ґатунку – не більше 6 %, для білоакацієвого – 10 % [18, 34, 41, 62, 80, 140, 158].

Що стосується складних цукрів (декстринів), то загальна кількість їх в меді незначна і становить в середньому 3,31 %.

Із початку дозрівання мед набуває відповідної кислотності, що дозволяє збільшити тривалість зберігання. Навіть було припущення, що перед запечатуванням бджоли опускають жало в комірку і додають до меду бджолину отруту, яка містить деякі органічні кислоти. Досліджуючи глоткові залози бджіл, Гаухе встановив, що вони містять особливий глюкозоокислюючий ензим, який, впливаючи на глюкозу, синтезує глюконову кислоту з утворенням перекису водню. Тому цей солодкий

продукт характеризується активною кислотністю на рівні рН 3,2–6,52 (в середньому 3,98) для нектарного і рН 3,71–5,21 (в середньому 4,53) – падевого меду. Активна кислотність меду, виготовленого з цукру, становить рН 3,54–3,88 [160, 177, 180, 185, 190, 192, 251].

Загальна кислотність медів найчастіше становить 1,5–4,27 мл 1,0 н. кислоти на 100 г продукту, однак коливається в межах 0,23–6,16 мл. На рівень загальної кислотності меду, як і на інші компоненти впливають численні чинники. Досліджено, що на кислотність впливає порода бджіл і географічні умови культивування медоносів [66, 70, 80].

Встановлено, що до складу меду входять такі органічні кислоти як молочна, оцтова, лимонна, масляна, каприлова, щавлева, капронова, мурашина, винна, яблучна, бурштинова, піроглутамінова, дубильна, піроглюконова, глюконова та неорганічні – соляна і фосфорна.

До складу меду також входять азотовмісні сполуки, які потрапляють до нього з нектаром, секретом залоз робочих бджіл та пилковими зернами у процесі збирання і переробки сировини. Дослідження показали, що вміст азотовмісних речовин у меді коливається в межах 0,03–2,42 %, а ті зокрема, поділяються на білкового походження і небілкового. Із білків встановлені глобуліни, альбуміни, протеази і пептони, їх частка становить 0,3–0,6 % [80, 86, 98, 110, 125, 159, 267, 272].

Вважають, що кількість білків у меді обумовлена видом рослини, сезоном медозбору, породою бджіл та іншими маловивченими чинниками. Наприклад, у весняних медах міститься у 2 рази менше білків, ніж у літнього та осіннього виробництва, а падевий мед на азотисті речовини у два рази багатший, ніж квітковий [207, 213, 303].

Наявність вільних амінокислот у меді було встановлено багатьма дослідниками. Спочатку було виявлено аланін, гліцин, гістидин, лейцин, метіонін, серин, лізин і сліди глютамінової та аспарагінової кислот.

Згодом список вільних амінокислот був продовжений 21-ю амінокислотою, зокрема аспарагін, аргінін, цистин, цистеїн, треонін, α -

аміномасляна кислота, метіонін, валін, тирозин, триптофан, фенілаланін і ізолейцин. У дослідях В.Є. Жулая, проведених з медами зібраних на території України, вміст вільних амінокислот коливається в межах 1047–5641 мкг в 1 г продукту і найбільше міститься в гречаному. Крім того, в досліджених зразках він знайшов 8 незамінних амінокислот, які становили 37,2 % від загальної їх кількості [41, 69, 81, 118].

У меді містяться також ензими інвертаза (сахараза), діастаза (амілаза), каталаза, фосфатаза, оксидаза, гідролізуючий гліцерофосфат, наявні сліди пероксидази, ліпази, редуктази, протеази й оксидази [148, 171, 199, 236].

Значний вплив на якість меду має ензим інвертаза, яка належить до класу гідролаз і має більш правильну назву R-фруктофуранозидаза.

Про походження діастази в меді отримано суперечливі дані. Є три погляди: одні вважають, що діастаза рослинного походження, інші – що ензим тваринного походження, а треті – що діастаза потрапляє до меду з нектаром, паддю і додається залозами. Діастаза являє собою суміш α - і β -амілаз. Уперше кількісне визначення активності ензиму на діастазу розробив Х. Готе (1914). Метод Готе в різних варіантах використовується практикою і донині [43, 68, 148, 199].

У меді міститься і каталаза, активність якої у різних сортах меду, за даними Української дослідної станції бджільництва, встановлена в межах 0,3–28,4 мл O_2 .

До складу меду входить також ензим лізоцим, кількість якого міститься у центрифугальному до 2 мкг/мл, а в стільниковому – досягає 16,25 мкг/мл. Бджоли додають ензим до нектару під час обробки та дозрівання меду. На основі цих даних В.О. Соломка зробив припущення, що найбільша його концентрація міститься під кришечкою запечатаного продукту.

Більшість сортів меду у своєму складі мають вітаміни групи В, нікотинову, аскорбінову і фолієву кислоти, тіамін, рибофлавін, піридоксин, біотин [161, 185, 211, 218, 221, 283].

Мінеральний склад меду повторює перелік елементів, що містяться в нектарі. Загальний вміст мінеральних речовин у медах, вироблених на території України, коливається від 0,06 до 1,8 %, а з узагальнення даних різних дослідників становить у середньому близько 0,20 %. До їх складу входять макро-, мікро- й ультрамікроелементи. Найбільш притаманні елементи земної кори (O, Si, Al, Fe, Cu, Na, K, Mg, H, C, Cl, P, S, Mn) знаходяться в усіх сортах меду. Крім того, у досліджених медах були виявлені також Ca, Ti, Ag, As, B, Ba, Bi, Cd, Co, Cr, Ge, Hg, Ni, Pb, Sb, Sn, V, Zn, W. За даними В.Є. Жулая, загальний вміст мінеральних елементів у квітковому меді залежить від його сорту і коливається в межах 117,6–597,54 мкг/г, на калій, натрій та кальцій припадає в середньому близько 94 % [4, 7, 34, 39, 41, 67, 117, 181, 270, 292, 294].

Наведені в огляді літературі дані показують, що у незрілого меду підвищена масова частка води і сахарози, низька активність ензимів та менша кількість органічних кислот і вітамінів, він швидко закисає та має неприємний смак.

Дотримання вимог технології виробництва, зберігання, своєчасна оцінка меду дають змогу підвищити його якість.

Вибір напрямів досліджень за темою дисертації окреслюється колом питань, що характеризують досягнутий рівень технології одержання меду на сучасному рівні розвитку галузі за утримання бджіл у рамкових вуликах, з яких мед добувають способом центрифугування за багаторазового використання стільників. Запечатування в їх комірках виготовленого бджолами продукту вважається ознакою його зрілості для тривалого зберігання як енергетичного запасу корму сім'ї, відбирання на потреби в харчуванні та лікуванні людей. Іншого джерела одержання бджолиного меду, крім вулика, немає [12, 29, 34, 41, 67, 82, 124, 186, 214, 285, 288].

Досягнутий рівень знань за даними всебічних досліджень хімічного складу, властивостей компонентів, біохімічних перетворень нектару бджолами дає підставу вченим визнати мед недосяжним продуктом, який

неможливо штучно виготовити навіть в сучасних лабораторіях. Первинним матеріалом для його виготовлення слугує сік рослин (нектар, падь), що переробляється бджолами, які збагачують кінцевий продукт виділеннями своїх залоз. Тому бджолиний мед за формуванням складу залежить від рослинних організмів і впливу фізіології бджіл. Цими двома шляхами урізноманітнюються ботанічні сорти меду за багатьма показниками, від вмісту води, кількості та співвідношення цукрів, перенесення рослинами мінеральних елементів з ґрунту, наявності ензимів та інших біологічно активних сполук від бджолиного організму [15, 29, 34, 41, 67, 127, 140, 147, 159, 200, 286].

Компонування природним шляхом виготовлюваного бджолиною сім'єю меду, обробка ензимами, як показали дослідження деяких вчених, впливає на його якісні показники після відкачування і відображається на характеристиці товарної продукції, яка супроводжується відповідними матеріалами. Тому знання про мед безперервно розширюються [34, 63, 66, 86, 116].

Отже, повноцінна бджолина сім'я визнана цілісною біологічною одиницею, тому окремі особини її не можуть жити поза її межами.

У сучасний період важливим напрямом досліджень є експериментальні роботи щодо біотехнологічних процесів, пов'язаних з впливом на бджолиний організм і всієї сім'ї для перетворення зібраного з квіток нектару до стану зрілого меду. Стабілізація вмісту води за перетворення нектару в мед має бути з'ясована у зв'язку з інверсією сахарози і динамікою співвідношення цукрів, що є основними компонентами меду [47, 72, 74, 110, 137]. У поєднанні показників з оцінки його стану в природному середовищі та застосування штучного ензиму інвертази за різних медозбірних умов визначається ступінь зрілості меду в бджолиному гнізді, що створює підстави для вдосконалення технологічних процесів з одержання продукції бджільництва [43, 68, 129, 199, 242, 289].

1.5. Інвертуючий ензим. Імобілізація ензимів та її характеристика

У період медозбору з білої акації спостерігається закономірність: слабо розвинені глоткові залози у робочих особин та переважаюча масова частка сахарози в нектарі. Акацієвий мед має підвищений попит, тому пасічники для збільшення його кількості часто відкачують недостатньо зрілий мед за вмістом сахарози, хоча такий мед повністю відповідає вимогам ДСТУ за масовою часткою води. Після аналізу в лабораторії такий продукт не допускають до реалізації і помилково вважають фальсифікованим цукровим сиропом. У літературних джерелах є рекомендації щодо (через 3–4 місяці) проведення повторних лабораторних досліджень зразків меду, оскільки у процесі зберігання інвертаза меду за певної температури розщеплює сахарозу [26, 43, 92, 233, 292].

Бджолярі, як за кордоном так і в Україні, все частіше використовують інвертований цукор для бджіл у період дефіциту природних кормів, як заміник меду під час весняної підгодівлі, для стимулювання матки, поповнення запасів на зиму тощо. Вже готовий продукт у 2–3 рази дорожчий, ніж цукор, тому пасічники власноруч виготовляють його за допомогою дії кислоти або ензимного препарату [44, 94, 304, 306].

На ринок України у продаж надходить ензимний препарат інвертази, який виробляють у результаті спрямованої ферментації штаму *Penicillium canescens* з подальшим відділенням і концентруванням. Цей препарат інвертази використовують як харчову добавку для кондитерської промисловості, особливо за технології виробництва інвертованих сиропів з тростинного або бурякового цукру) [30, 79, 91, 199, 236, 242, 279, 280, 295].

Препарат сприяє інвертуванню сиропу і розщеплює до 80–100 % сахарози, в результаті утворюється суміш, яка складається з рівних частин глюкози і фруктози.

На відміну від кислотної інверсії, ензимний гідроліз піддається більшому контролю, в ньому менше накопичується шкідливих речовин, на

зразок гідрооксиметилфурфурола, тобто кінцевий продукт буде більш чистішим.

Максимальна активність ензиму інвертази залежить від температури – бажано від 55 до 60 °C та кислотності pH від 4,5 до 5,0.

Застосування нативних ензимів має недоліки. Їх каталітична активність може знижуватись за дії pH середовища, температури, хімічних сполук тощо. Одним із способів стабілізації ензимів є їх іммобілізація на носіях різної природи [68, 77, 148, 277].

Пектин (Pectin) належить до полісахаридів, до його складу входять залишки галактуринової кислоти, найбільше його у фруктах і водоростях. Пектинові речовини, які містяться у фруктах і овочах, підвищують стійкість їх під час зберігання. Особливо багато їх у шкірці цитрусових та яблуках. Дещо менше пектину міститься в овочах (морква, капуста, перець, столовий буряк, гарбуз, баклажани) і фруктах (вишня, груша, слива, айва). Він являє собою стабілізатор і гелеутворювач. Водночас він є природним згущувачем і відомий під харчовою добавкою E 440.

Пектин складаються із пектинової кислоти, метоксильованих залишків полігалактуринової кислоти, метоксильних груп – 7 % і більше, карбоксильних груп до 3,7 %, ацетильних груп до 2,5 %, нейтральних поліцукрів (галактани і арабінами) та мінеральних речовин (калію, кальцію, фосфору, натрію, магнію, заліза).

Нативні та модифіковані пектини, одержані із різної сировини використовують у промисловості для виготовлення харчових продуктів, зокрема функціонального призначення. Пектини застосовують за технологій желе, мармеладів, джемів, кондитерських виробів та фруктових соків. За часткової деестерифікації і деполімеризації пектину отримують його модифіковану форму, яка має розміри, здатні всмоктуватись у кишківнику і потрапляти у кровоток [27, 33, 65, 230].

Сьогодні розроблено технології виробництва пектину із різноманітних рослин, лущиння какао, пшеничних висівків, відходів цитрусових,

бананових шкірок, яблук і відходів яблук, бурякового жому, шкірок питахайї. З часом об'єми виробництва пектину збільшуються [28, 60, 96, 142].

Молекули пектинів побудовані з груп атомів, які по-різному реагують із водою. Макромолекула поліцукру об'єднує центри взаємодії з молекулами води, що формує дієву гідратну оболонку кожної макромолекули. Гелеутворення пектинів відбувається за рН 4,0–4,4, що кардинально впливає на розвиток пробіотичної мікрофлори. Пектин є пребіотиком, який впливає на збільшення і активування життєздатних інвертаз.

Молекулярна структура поліцукру представлена рамногалактуронами I і II (RG I і II) та гомогалактуронами (HG).

Виявлено, що катіонозв'язувальні та функціональні властивості пектину впливають на його головні архітектонічні домени (RG I і II, HG), однак з'ясовано вплив лінійного субдомену HG [384, 390].

За даними авторів, пектини із цитрусових з чіткими закономірностями розподілу неметилетерифікованих залишків GalA не мають суттєвих відмінностей у максимальній концентрації зв'язаних катіонів (Ca^{2+} , Fe^{2+} та Zn^{2+}). Це підтверджує, що максимальна зв'язуюча властивість залежить від ступеня метилетерифікації (DM). Вплив поліцукру DM/DB на катіонозв'язувальну властивість корелює з силою визначеної пектин-катіонної взаємодії [32, 78, 281].

Олігоцукри, одержані з пектину, є представниками нового покоління функціональних інгредієнтів з модифікованими технологічними і біологічно активними можливостями в порівнянні з нативним пектином. Зокрема, високометоксильований поліцукор здатний формувати гелі за наявності цукру за низького значення рН, низькометоксильований пектин проявляє гелеутворювальну властивість за наявності у рідкій фазі багатовалентних йонів [25, 49, 61, 282].

Для технології модифікації пектину використовують різні ензимні та хімічні методи. За хімічного методу виготовляють модифікований поліцукор, що має лінійну структуру зі ступенем естерифікації 12–45 % і приблизною

молекулярною масою 16–22 КДа. За використання ензимного методу модифікація пектину полягає в деестерифікації та деполімеризації попередньо отриманого нативного поліцукру. Модифіковані форми можна застосовувати в технологіях стабілізації клітин мікроорганізмів, ензимів та біологічно активних сполук.

Пектин утворює систему відкритих пор, де створені умови для газообміну. Гелі із пектинів мають задовільні дифузні якості. Гелеутворення є важливою умовою захищеності пробіотичних мікроорганізмів.

Одержання полісахариду крохмалю як біополімерної речовини із різної сировини має свої технологічні особливості. Основним джерелом для одержання крохмалю є зерно пшениці, кукурудзи, сорго, рису та різні бульби (топінамбур, картопля, тапіока) [56, 107, 122, 138]. Розроблено технології виробництва крохмалю із мікрководоростей та амаранту. Як джерело крохмалю також ефективно застосовують банани, маніоку та кедрові горіхи. Синтез гранул крохмалю, їх форма, розмір, структура та склад є специфічними для кожного ботанічного підвиду рослин. Для покращення або зміни властивостей крохмалю його модифікують [93, 120, 162, 166, 216, 259, 290,].

Різні форми модифікованого та нативного крохмалю використовують у галузях народного господарства. Властивості поліцукру, його хімічна будова, доступність, невисока вартість, відсутність специфічного запаху і забарвлення крохмалю, здатність адсорбувати сполуки та відновлюваність дають змогу використовувати крохмаль як носій для іммобілізації ензимів і клітин мікроорганізмів [168, 223, 255, 226, 227].

Для окиснення ряду полімерних сполук, зокрема крохмалю, встановлено ефективне застосування пероксиду гідрогену. За використання пероксиду гідрогену для окиснення крохмалю не відбувається синтез побічних шкідливих продуктів. Пероксид гідрогену легко розкладається на воду та Оксиген і як результат токсичність впливу на зовнішнє середовище втрачається [55, 95, 245].

Молочна сироватка – це плазма молока після термомеханічного оброблення молочного згустку за виробництва твердих і м'яких сирів, сиру кисломолочного, казеїну. В процесі згущування та подальшого висушування отримують суху сироватку молока.

Склад сухої сироватки молока залежить від технології виробництва кисломолочних продуктів. Наприклад, кисломолочного сиру – від масової частки жиру за нормалізації суміші; підсирної сироватки – від виду твердого сичужного сиру (його жирності). Не менш важливо, що складові сироватки значною мірою залежать від дотримання вимог технологічних параметрів виробництва окремих продуктів, виду обладнання, якості вихідної сировини [139, 155, 169, 260, 275].

Приблизно 50 % сухої речовини молока переходить у молочну сироватку, зокрема жиру 10–22, лактози 85–95, мінеральних речовин 55–65 %. Під час виробництва сухої сироватки молока за плівкового сушіння технологічний процес згущення триває до концентрації сухих речовин у межах 28–32 %, а за розпилювального сушіння – у межах 36–42 %. Суха сироватка гігроскопічна, швидко зволожується, що сприяє утворенню грудочок, ущільнюється, а вже потім погано розчиняється за використання готової продукції [49, 77, 94, 230, 264].

Суху сироватку молока можуть використовувати як замітник яєчного порошку за виготовлення майонезу, соусів, салатних заправок, що мають низьку калорійність. Важливою функцією його за виробництва перерахованих продуктів є здатність білка стабілізувати масляну емульсію у воді. Білок сухої сироватки містить гідрофільну та гідрофобну групи, що дають змогу йому адсорбуватися, тобто розкриватися у масляній воді, утворювати шар, який формує стійкі масляні краплі та попереджує утворення грудочок та їх злипання. Гідрофільні часточки молекул білка злипаються у воді, а гідрофобні – стабілізують систему, капсулюючи жир [216, 233, 275, 264].

Яєчний альбумін – це оригінальний інгредієнт, який використовують у харчовій промисловості і має багато варіантів застосування. За використання у сухому вигляді він прискорює і полегшує технологічні процеси. Показники піноутворення після збивання, вищі, ніж за використання свіжого яєчного білка, що робить його дуже популярним за виробництва крему, безе, суфле, нуги [27, 33].

Сухий яєчний альбумін виробляють із білків свіжих яєць, з ретельним відокремлення від жовтків, а потім фільтрують, проводять ферментацію, зменшують кількість цукрів, пастеризують і висушують, отримуючи сухий порошок яєчного альбуміну.

Досліджено, що за процесу виробництва яєчного альбуміну можна впливати на його параметри, досягаючи або піноутворювальних або гелеутворювальних властивостей продукту [44, 49, 77].

Встановлені корисні властивості яєчного альбуміну, як джерела протеїну, також він містить незначну кількість холестерину і жирних кислот, на відміну від яєчного жовтка. Часто рідкий яєчний білок використовують як харчову добавку.

У природі білок яйця захищає ембріон, що розвивається, однак головна функція полягає у забезпеченні його поживними речовинами. Саме за цими ознаками яєчний альбумін має багато протеїну, вітамінів і мінеральних елементів [95, 142, 216, 260].

Встановлено, що яєчний білок складається з більше ніж сорока видів протеїнових молекул, основні з яких: овальбумін (54 %) є поживною складовою і впливає на травні ензими; овотрансферин (12 %) впливає на білки теплового шоку; овомукоїд (11 %) сприяє піноутворенню білка, послаблює дію ензиму трипсину, у кислому середовищі має високу термостійкість; овоглобулін (8 %) під час збивання утворює піну.

Разом ці протеїни сприяють перетравленню їжі, з'єднуються із клітинними рецепторами, підсилюють стимуляцію імунної системи [33, 78, 120, 155, 216, 257, 265, 271, 292, 296].

Водночас в яєчному білку є магній, калій, рибофлавін, натрій і ніацин, із мікроелементів – цинк, кальцій, фосфор і мідь, із вітамінів – B₆, B₁₂, D. За термічної обробки, на відміну від інших продуктів, яєчний альбумін не втрачає поживних властивостей.

Використання ензимного препарату в галузі бджільництва вивчено недостатньо. Також не вивчено іммобілізацію інвертази на органічних носіях, наприклад, на крохмалі, пектині, яєчному альбуміні та сухій сироватці молока. Тому є потреба в дослідженнях щодо впливу нативної та іммобілізованої інвертази на процес дозрівання меду.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Матеріали і місце проведення досліджень

Дослідження проводили в умовах лабораторії технології виробництва продукції бджільництва кафедри технології виробництва молока і м'яса в Білоцерківському національному аграрному університеті (БНАУ) впродовж 2015–2020 років.

Матеріалом досліджень були бджолосім'ї на пасіці Білоцерківського національного аграрного університету та медоносні угіддя Білоцерківського району Київської області.

Виробничі випробування було проведено в умовах пасіки ФОП «Ковальчук» під час кочівлі на медозборі протягом пасічного сезону в Білоцерківському районі Київської області.

2.2. Схема, постановки та умови проведення дослідів

Загальна схема досліджень має два етапи. На першому етапі встановлення оптимальних біотехнологічних параметрів дозрівання меду вивчали створення стабільної інвертази через іммобілізацію на природних органічних носіях, динаміку дегідратації та складу цукрів у нектарі на етапі від рослини до запечатування у комірках стільників зрілого продукту та вплив сили сімей і строків відкачування на процес інверсії сахарози, дегідратації, накопичення моноцукрів у меді.

На другому етапі досліджень вивчали підвищення медопродуктивності бджолиних сімей за впливу елементів біотехнології, а саме прийомів з тимчасової ізоляції наповнених стільників, застосування іммобілізованої інвертази на сухій сироватці молока (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Загальна схема досліджень.

З метою створення стабільної інвертази були проведені дослідження щодо її іммобілізації на природних органічних носіях методом адсорбції та ковалентного приєднання. Як розчинник застосовували буферний розчин із рН 5,5. Для встановлення оптимального співвідношення між інвертазою та носієм як матрицю використали крохмаль, пектин, яєчний альбумін і суху сироватку молока. Маса носія в усіх варіантах дослідів не змінювалася і становила 1,0 г. Об'єм розчинника теж залишався сталим 5,0 см³ для всіх досліджень. Маса доз ензиму становила 20, 40, 80, 160, 320, 640 мг. Для

встановлення більш оптимального і точного співвідношення між носієм та ензимом було проведено додатково дослідження, де діапазон доз біокатализатора був звужений від 60 до 105 мг. Як оптимальний носій було використано суху сироватку молока.

Для контролю чистопородності бджіл пасіки були відібрані проби робочих особин з 10 сімей і проведено екстер'єрні проміри за такими ознаками: довжина хоботка, кубітальний індекс, дискоїдальне зміщення та форма заднього краю воскового дзеркальця.

Дослідження проводили в типових умовах медозборів лісостепової зони. Конвеєрне цвітіння медоносних рослин починається з лісового та польового різнотрав'я, верб, клену, садових культур, озимого ріпаку. Влітку основний збір меду проводять з білої акації, соняшнику, рідше гречки, липи.

Для визначення динаміки дегідратації у нектарі за перенесення від квітки до вулика у медовому зобику 25 бджіл окремо визначали масову частку води під час збирання його на рослинах. Таку ж кількість бджіл досліджували після принесення його до гнізда, відловивши збирачок біля льотка вулика. У відловлених бджіл препарували медовий зобик і за допомогою рефрактометра визначали масову частку води в нектарі від кожної особини.

За дослідження динаміки часткової дегідратації нектару під час дозрівання меду за інтенсивного льоту (10–12 год) на прильотній дошці відловлювали по 25 збирачок, які поверталися з медозбору. У відібраних бджіл відпрепаровували медовий зобик, зробивши аналіз його вмісту, визначили кількість і вміст води в нектарі, що заноситься до вулика. Наприкінці першої доби дослідження після закінчення льоту, обережно без порушень спокою бджіл та місця розташування рамок, відібрали набризк з комірок на визначених частинах стільників. Кожної наступної доби до повного запечатування стільника відбір проб повторювали, але вже із сусідніх комірок.

Для визначення динаміки перетворення сахарози на моноцукри було проведено дослідження під час цвітіння соняшнику та медозборів з білої акації і липи. Відбір проб нектару здійснювали з медових зобиків бджіл-збирачок на прильотній дошці, потім набризку із комірок стільників по завершенню льоту бджіл першої доби дослідів та через кожні дві доби до запечатування комірок.

Для розширення уявлення про значення сім'ї щодо вилучення зайвої води з нектару, інверсії сахарози гіпофарінгеальних залоз бджіл під час дозрівання меду провели порівняльне дослідження на сильних і слабких сім'ях. Їх підібрали за принципом аналогів по три в кожній з двох груп. Дослідження проводили на медозборі з білої акації через відбір проб нектару із медових зобиків бджіл, відловлених під час входження їх до вулика, потім тієї ж доби увечері та через кожні дві доби дозрівання у комірках стільників до запечатування меду на 9-у добу восковими кришечками.

Під час дослідів на сильних і слабких сім'ях відібрали робочих бджіл з кожного гнізда для визначення інвертуючої здатності їх залоз. Матеріал для досліджень відбирали за методикою, розробленою М.В. Жеребкіним [33]. В пробу для лабораторного аналізу брали по 30–40 бджіл від кожної піддослідної сім'ї.

Для встановлення технології оптимального способу введення ензимного препарату в організм бджіл та у набризк нектару за дозрівання меду було сформовано сім груп (контрольна і 6 дослідних) по 3 бджолині сім'ї у кожній. Дослідження способу введення ензиму здійснювали за схемою:

I дослідна група – задавання ензиму інвертази з водою у напувалках за межами вулика;

II дослідна група – задавання ензиму інвертази з водою у напувалках в середині вулика;

III дослідна група – задавання ензиму інвертази з цукровим сиропом у годівницях за межами вулика;

IV дослідна група – задавання ензиму інвертази з цукровим сиропом у годівниці в середині вулика;

V дослідна група – розчин ензиму інвертази розпилений з водою безпосередньо у комірки стільників;

VI дослідна група – розчин іммобілізованої інвертази на сухій сироватці молока з цукровим сиропом розпилений безпосередньо у комірки стільників.

За приготування розчину для V дослідної групи використано 3 мл рідини ензимного препарату інвертази (10000 ОД) на 50 мл води в розрахунку на одну стандартну рамку (435x300), яку доставляють до гнізда перед медозбором. За приготування розчину для VI дослідної групи використано 3 мл іммобілізованого препарату на 50 мл цукрового сиропу (1:1).

Для встановлення технології оптимальної дози ведення ензимного препарату в організм бджіл та у наблизк нектару за дозрівання меду було сформовано тринадцять груп (контрольна і 12 дослідних) по 3 бджолині сім'ї у кожній (табл. 2.1).

Таблиця 2.1. – Схема досліду з визначення доз внесеного препарату інвертази в розрахунку на один стандартний стільник (435x300 мм), мл

Група	З водою (50 мл)	З цукровим сиропом (50 мл) + іммобілізований ензим на сухій сироватці молока
Контрольна	—	—
I дослідна	0,5	0,5
II дослідна	1,0	1,0
III дослідна	1,5	1,5
IV дослідна	2,0	2,0
V дослідна	2,5	2,5
VI дослідна	3,0	3,0

Лабораторні дослідження активності інвертази свіжозапечатаного меду проводили за методикою О.Є. Галатюка [46].

З метою збільшення медопродуктивності бджолиних сімей під час взятку з білої акації проводили методом відбирання незрілого меду із гнізда. На їх місце підставляли порожні стільники. Відбирання незрілого меду із гнізда здійснювали за наступною технологічною схемою. На п'яту добу медозбору з білої акації в сім'ях дослідної групи між двома корпусами поміщали третій з порожніми стільниками. Між 2 і 3 корпусами ставили обмежувач бджіл, що давав змогу робочим бджолам легко потрапити у 2-й корпус, однак не давав змоги їм повернутися назад. До завершення фази цвітіння білої акації, коли маса контрольного вулика збільшувалась не більш як на 200–500 г, відібрані стільники повертали у вулик. Після завершення дозрівання меду у бджолиних сім'ях було відібрано запечатані стільники не менш як на $\frac{1}{2}$ їх площі для відкачування.

Вплив іммобілізованої інвертази на процес дозрівання і якість меду проводили на медозборі з білої акації через відбір проб нектару із медових зобиків бджіл, відловлених за входження їх до вулика, потім тієї ж доби увечері та через кожні дві доби дозрівання у комірках стільників до запечатування меду. Стільники для дослідних груп перед розміщенням до гнізда бджіл обробляли цукровим сиропом з іммобілізованою інвертазою на сухій сироватці молока (50 мл:3 мл на одну стандартну рамку).

У дослідах встановлення маси забрусу з розрахунку на один відкачаний стільник стандартної вуликової рамки (435x300 мм) за різної площі запечатаної поверхні визначали співвідношення меду і воску (покришечок). Роботу виконували під час медозборів з білої акації та гречки. В науково-виробничому досліді було обліковано методом зважування кількість зібраного забрусу окремо з 25 стільників за відкачування товарної продукції. Зважували і фільтрували кожну порцію покришечок з них, встановили масу чистого воску і визначили співвідношення до частки меду. На такій же кількості відкачаних стільників досліджено показники в другому варіанті,

коли запечатаний мед займав половину площі стільника. Ці два варіанти адаптовані до умов, коли найчастіше проводять відбирання рамок з бджолиного гнізда для відкачування на товарних пасіках.

Виробничу перевірку економічної ефективності розроблених прийомів підвищення медопродуктивності провели на пасіці ФОП «Ковальчук» за наявною методикою Броварського В.Д. [238]. Для цього, за принципом аналогів, було сформовано контрольну та дослідну групи бджолиних сімей по 30 у кожній.

Контрольна група сімей отримувала для розширення гнізда стільники, зрошені цукровим сиропом із іммобілізованою інвертазою на сухій сироватці молока (3 мл на 50 мл сиропу на 1 стільник). Відбір стільників для відкачування меду здійснювали при запечатуванні $\frac{1}{2}$ від загальної кількості комірок.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Встановлення оптимального співвідношення між інвертазою та носієм

З метою створення стабільної інвертази були проведенні дослідження щодо її іммобілізації на природних органічних носіях через адсорбцію та ковалентне приєднання. Як розчинник застосовували буферний розчин із рН 5,5.

Для встановлення оптимального співвідношення між інвертазою та носієм як матрицю використали крохмаль, пектин, яєчний альбумін і суху сироватку молока. Маса носія в усіх варіантах дослідів не змінювалася і становила 1000,0 мг. Об'єм розчинника теж залишався сталим 5,0 см³ для всіх досліджень.

Іммобілізована інвертаза на крохмалі за використання 20 мг ензиму зберігає свою активність у межах 10,6 % відносно нативної форми (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Дослідження сорбційних властивостей крохмалю
(n=5; M±m)

Маса носія, мг	Маса ензиму, мг	Об'єм розчинника, см ³	Активність, %
1000	20	5,0	10,6±0,86
1000	40	5,0	18,4±1,36**
1000	80	5,0	27,0±2,16**
1000	160	5,0	27,5±1,08**
1000	320	5,0	28,0±1,22**
1000	640	5,0	29,0±2,16**

Примітка: ** $p \leq 0,01$ – відносно варіанта із 20 мг ензиму.

За збільшення маси ензиму у 2 рази (40 мг) активність досягає 18,4 %, що на 7,8 % більше ніж у попередньому досліді. Наступне подвоєне

збільшення препарату (80 мг) дає можливість покращити активність ензиму в 2,5 рази відносно варіанта, де використовували 20 мг.

Використання високих доз ензиму від 160 до 640 мг на 1000 мг носія не супроводжувалось вірогідним підвищенням гідролітичної активності одержаного препарату відносно препарату, який був виготовлений із використанням 80 мг ензиму.

За використання пектину як носія (20 мг ензиму на 1000 мг носія) для іммобілізації інвертази збереження активності відносно аналогічного варіанта із крохмалем покращується на 1,1 % (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Дослідження сорбційних властивостей пектину (n=5; $M \pm m$)

Маса носія, мг	Маса ензиму, мг	Об'єм розчинника, см ³	Активність, %
1000	20	5,0	11,7±0,76
1000	40	5,0	21,4±0,94**
1000	80	5,0	32,4±1,34***
1000	160	5,0	33,1±2,64**
1000	320	5,0	33,5±2,17**
1000	640	5,0	34,0±1,96**

Примітка: ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$ – відносно варіанта із 20 мг ензиму.

За внесення 40 і 80 мг ензиму – спостерігається зростання активності у 1,82 і 2,76 рази відносно найменшої дози в цьому дослідженні. Наступні подвоєння кількості ензиму не дали можливості одержати препарати із вірогідно високою активністю відносно варіанта, де іммобілізували 80 мг ензиму.

Досліджуючи як носій яєчний альбумін (табл. 3.3) було підтверджено закономірність, що використання високих доз ензиму 160–640 мг на 1000 мг носія не дає ефекту.

Оптимальною дозою можливо приймати 80 мг. За таких умов активність іммобілізованого ензиму становила 68,3 % від нативної форми. Порівнюючи іммобілізовану інвертазу на яєчному білку до препаратів,

отриманих на крохмалі та пектині виявлено, що активність ензиму була вищою, відповідно, на 41,3 та 35,9 %.

Таблиця 3.3 – Дослідження сорбційних властивостей яєчного альбуміну
(n=5; M±m)

Маса носія, мг	Маса ензиму, мг	Об'єм розчинника, см ³	Активність, %
1000	20	5,0	20,2±0,86
1000	40	5,0	34,5±1,12**
1000	80	5,0	68,3±2,62***
1000	160	5,0	69,4±3,15***
1000	320	5,0	69,8±3,14***
1000	640	5,0	70,0±4,12**

Примітка: ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$ – відносно варіанта із 20 мг ензиму.

Порівнюючи результати досліджень сорбційних властивостей яєчного альбуміну і сухої сироватки молока, було помічено незначну різницю між показниками в межах 0,9–2,2 % відповідно до дозування на користь першого носія (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Дослідження сорбційних властивостей сухої сироватки молока (n=5; M±m)

Маса носія, мг	Маса ензиму, мг	Об'єм розчинника, см ³	Активність, %
1000	20	5,0	18,4±0,72
1000	40	5,0	32,3±1,76**
1000	80	5,0	67,4±1,92***
1000	160	5,0	67,9±3,62***
1000	320	5,0	68,3±3,71***
1000	640	5,0	68,7±4,15**

Примітка: ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$ – відносно варіанта із 20 мг ензиму.

За використання сухої сироватки молока оптимальною дозою ензиму було виявлено 80 мг на 1000 мг носія. Високі дози 160–640 мг ензиму аналогічно до інших носіїв не дали позитивного результату.

Порівнюючи усі чотири носія виявлено, що найвища активність іммобілізованої інвертази була у варіанті із яєчним альбуміном, однак різниця із сухою сироваткою молока є не вірогідною, а враховуючи, що вартість останньої в 9–10 разів менша, то економічно доцільно використовувати саме її, навіть за незначного зменшення активності.

Для встановлення більш оптимального і точного співвідношення між носієм та ензимом було проведено додатково дослідження, де діапазон доз біокатализатора був звужений від 60 до 105 мг. Як оптимальний носій використано суху сироватку молока (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Активність іммобілізованої інвертази (n=5; $M \pm m$)

Маса носія, мг	Маса ензиму, мг	Об'єм розчинника, см ³	Активність, %
1000	60	5,0	45,21±1,824
1000	65	5,0	47,43±0,940**
1000	70	5,0	58,91±2,162**
1000	75	5,0	61,72±1,713***
1000	80	5,0	67,40±2,150***
1000	85	5,0	68,54±3,412***
1000	90	5,0	68,54±2,118***
1000	95	5,0	68,57±2,316***
1000	100	5,0	68,58±2,410***
1000	105	5,0	68,59±3,150***

Примітка: ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$ – відносно варіанту із 60 мг ензиму.

Під час встановлення оптимальних доз ензиму в діапазоні від 60 до 105 мг було відмічено, що за використання ензиму 60 мг активність сягала до

45,21 % відносно нативної форми. Подальше збільшення ензиму на 5 і 10 мг покращує активність на 2,23 і 13,71 % відповідно.

Виявлено, що оптимальним співвідношенням носій:ензим:розчинник є 1000:85:5.

3.2. Біотехнологічні чинники етології бджіл під час збирання нектару

Народногосподарське значення біотехнології полягає у підвищенні ефективності виробництва, поліпшенні якості продукції на основі екологічно безпечних наукоємних технологій. Актуальним завданням є утримання цієї позиції через нарощування виробництва якісної і безпечної продукції бджільництва [7, 10, 16]. Відомо, що поведінкова реакція бджіл під час медозбору значною мірою залежить від низки біотехнологічних чинників, зокрема чистопородності сімей, видового складу медоносів та ін. [2, 5, 7, 8, 14]. Тому одним із завдань роботи було оцінювання піддослідних бджолиних сімей щодо їх чистопородності, належності до районованої породи та якісних характеристик за ознаками екстер'єру. У період проведення дослідів на пасіці утримували сім'ї української степової породи з матками, які є нащадками племінного ядра, створеного завдяки селекції внутрішньопородного типу «Хмельницький» із генетичним потенціалом за медовою продуктивністю 60–80 кг за сезон, а яйценосність маток – 1950–2300 яєць за добу. Ця порода поширена в лісостеповій і степовій зонах України та потребує поглибленого вивчення і селекційного поліпшення для ефективного використання в своєму природному ареалі [34].

Встановлено, що за візуальною оцінкою та етологічними дослідженнями, а саме за кольором, ознаками опушення тіла та якісними фізіологічними характеристиками – печатка меду, злобливість, рійливість – робочі бджоли на пасіці належать до української степової породи. Вони добре перезимовують, стійкі до захворювань. Плодючість маток забезпечує

інтенсивний весняний розвиток сімей і досить ефективне використання посередніх і високих взятків із білої акації, еспарцету, гречки, липи, соняшнику. За інтенсивної кочівлі отримують понад 80 кг товарного меду на сім'ю. Валовий медозбір кращих сімей у деякі роки досягав 120 кг. Вони менш рійливі і більш миролюбні.

Для контролю чистопородності бджіл пасіки були відібрані проби робочих особин з 10 сімей і проведено проміри екстер'єру за такими ознаками: довжина хоботка, кубітальний індекс, дискоїдальне зміщення та форма заднього краю воскового дзеркальця. Результати мікрометричних промірів наведено в таблиці 3.6. Їх порівнювали із встановленими нормами стандарту, розробленими Українською дослідною станцією бджільництва [89].

Аналіз отриманих даних показав, що за ознакою довжини хоботка бджоли всіх сімей відповідають нормам морфологічного стандарту української породи. Коливання за цим показником становили від 6,34 до 6,44 мм і не наближались до його межі.

За промірами кубітального індексу, що вважається важливою ознакою для оцінки чистопородності українських степових бджіл, робимо висновок про достатній рівень відповідності сімей вимогам типової характеристики породи. Суттєвих відхилень за межі стандарту не виявлено.

Дискоїдальне зміщення так само, як і ознаки форми заднього краю воскового дзеркальця п'ятого стерніта, засвідчують характерні риси, властиві українській породі бджіл.

Таблиця 3.6 – Результати вибіркової оцінки піддослідних бджолиних сімей за ознаками екстер'єру (n = 25)

№ сім'ї	Довжина хоботка, мм		Кубітальний індекс		Дискоїдальне зміщення		Форма краю воскового дзеркальця		За комплексом ознак
		відповідає/+/ або не відповідає/-/ стандарту	M±m	відповідає/+/ або не відповідає/-/ стандарту	Кількість позитивних випадків, %	відповідає/+/ або не відповідає/-/ стандарту	Кількість випуклих випадків, %	відповідає/+/ або не відповідає/-/ стандарту	відповідає/+/ або не відповідає/-/ стандарту
14	6,38±0,021	+	2,19±0,061	+	100	+	76	+	+
21	6,35±0,023	+	2,20±0,043	+	96	+	92	+	+
15	6,38±0,024	+	2,42±0,052	+	88	+	96	+	++
27	6,35±0,022	+	2,31 ±0,056	+	92	+	96	+	+
43	6,34±0,030	+	2,43±0,060	+	76	+	88	+	+
37	6,44±0,028	+	2,40±0,038	+	100	+	84	+	++
44	6,42±0,029	+	2,61±0,053	+	96	+	84	+	++
53	6,43±0,022	+	2,22±0,046	+	100	+	88	+	++
73	6,40±0,025	+	2,17±0,042	-	100	+	68	+	+
88	6,34±0,031	+	2,43±0,054	+	88	+	84	+	+

За результатами комплексної оцінки екстер'єрних ознак дослідженого матеріалу можна відзначити найтипівіші риси бджіл української степової породи чотирьох сімей з бажаними показниками для репродукції. Водночас виявлено тенденцію наближення ознак породи до нижньої межі в двох сім'ях, окремі бджоли яких мають нетипові риси стосовно корінної породи. Ці особливості є закономірними з урахуванням поліандрії маток, у яких частка сперми за їх спаровування з трутнями невідомого походження могла вплинути на виникнення нетипових для породи ознак.

Отже, отримані в досліді дані свідчать про достатній рівень відповідності загального фону належності сімей до районованої породи українських бджіл.

Медозбірна активність бджіл нерозривно пов'язана з наявністю у природних умовах нектароносних рослин та періодом їх цвітіння. Дослідження проводили в типових умовах медозборів лісостепової зони. Конвеєрне цвітіння медоносних рослин починається з лісового та польового різнотрав'я, верб, клену, садових культур, озимого ріпаку. Влітку основний збір меду проводять з білої акації, соняшнику, рідше гречки, липи (рис. 3.1).

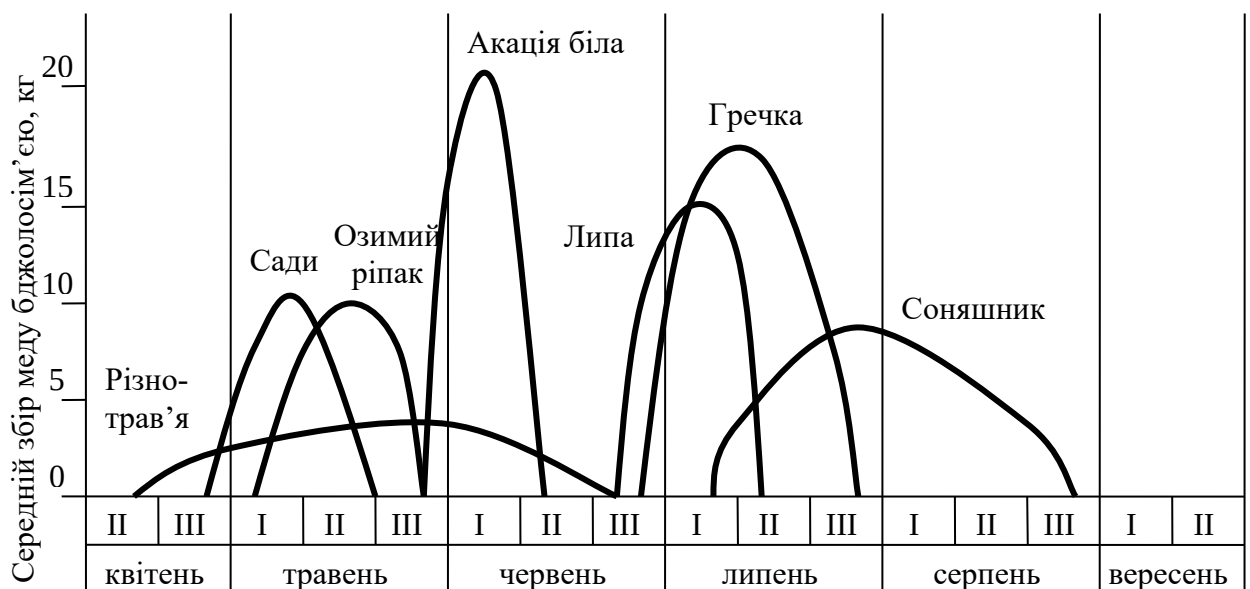


Рис. 3.1. Схема типу медозбору лісостепової зони

Стаціонарна база пасіки багата на медоносні рослини, особливо значна їх кількість цвіте перед медозборами з білої акації та липи. Рельєфний

ландшафт цієї місцевості дуже різноманітний, а рослинність представлена переважно широколистяними деревами. У першому деревному ярусі зустрічаються дуб, липа, клен гостролистий, біла акація, у другому – клен польовий, клен татарський, в'яз листуватий, різні види верб, вільха. У підліску ростуть ліщина, різнотрав'я. Серед трав'янистих медоносів тривалий період заповнюють цвітінням ряст, кульбаба, зеленчук жовтий та яснотка. Не менш важливими для медоносної бази лісово-паркової зони є також декоративні та садові дерева, до яких належать біла і жовта акації, каштан, яблуня, груша, вишня, черешня тощо.

Сукупно ці медоноси, виділяючи нектар та квітковий пилок, за сприятливих погодних умов, забезпечують безперервний приріст запасів корму в середньому по 200–400 г за добу. Така кількість стимулює бджіл до активної льотної роботи, а бджолину матку – до збільшення яйценосності, що дає змогу наростити силу сім'ї до головного першого медозбору.

Біла акація в цій зоні за сприятливих погодних умов виділяє нектар від середини третьої декади травня протягом двох тижнів. Під час її цвітіння у цих медозбірних умовах сильні бджолині сім'ї збирали по 3–5 кг нектару, а наприкінці медозбору від них отримували до 20 кг товарного меду. Після медозбору з білої акації збір нектару послаблюється, що спонукає бджолині сім'ї до роїння.

З третьої декади червня до половини липня бджоли збирають нектар з липи широколистої, а згодом – серцеподібної. Під час масового цвітіння бджоли приносили до вулика по 5–6 кг нектару, що створює можливість отримувати в окремі роки по 15–17 кг меду від сім'ї.

Дослідження проводили також під час кочівлі пасіки в польових умовах за медозбору із соняшнику в Білоцерківському районі Київської області. Бджоли приносили до вулика по 2–3 кг нектару. По закінченню медозбору було відкачано в середньому по 11–13 кг товарного меду. Доцільність вибору цього медоносу полягає в тому, що медоносне значення

його підвищується і його почали вирощувати навіть у південних районах Полісся.

У наступні роки дослідження були продовжені під час медозборів з озимого ріпаку (пік квітування настав у середині травня з принесенням 2–3 кг нектару до вулика за добу) та гречки (розпочинала виділяти нектар з третьої декади червня протягом 20–30 діб). Із цих медоносів бджолої сім'ї зібрали відповідно по 9–10 і 12–15 кг товарного меду. На основі аналізу отриманих даних з характеристики медозбірних умов було визначено періоди досліджень якості збираного бджолами нектару та перетворення його в мед відповідно до завдань роботи.

Отримані результати у підрозділі 3.2. дали змогу встановити найтипівіші ознаки бджіл української степової породи та охарактеризувати біотехнологічні чинники їх етології під час збирання нектару в умовах лісостепу України. Показано, що бджоли української степової породи, які є аборигенними для цієї місцевості, ефективно використовують біологічні запаси нектару, що обумовлює високу їх продуктивність. Водночас, з'ясування біохімічних процесів перетворення нектару в мед на всіх стадіях, від збирання його бджолами, перенесення до вулика, обробки бджолами та дозрівання у стільниках, є важливим аспектом для відпрацювання біотехнологічних підходів щодо підвищення ефективності сімей та якості отриманої продукції. Однією з таких характеристик є процес дегідратації нектару під час перетворення в мед.

3.3. Динаміка часткової дегідратації нектару бджолами

3.3.1. Зміна масової частки води в нектарі в медовому зобику бджіл під час збирання та перенесення його до вулика

Вилучення зайвої води з нектару є важливим процесом під час дозрівання меду. Нас зацікавило питання, на яких саме фазах обробки

нектару вона втрачається більшою чи меншою мірою, що може дати уявлення про інтенсивність згущення солодкої рідини під впливом організму бджіл і чинників навколишнього середовища. Для вивчення процесу важливо з'ясувати, чи змінюється продукт в медовому зобику під час збирання та перенесення нектару до вулика. Враховуючи дискусійний зміст цього питання та зацікавленість практиків бджільництва щодо вдосконалення технологічних прийомів за використання взятків, ми провели кілька серій дослідів з вивчення процесу часткової дегідратації нектару в медовому зобику збирачок корму за звичайних медозбірних умов лісостепової зони.

У польових умовах пасіка з піддослідними сім'ями розміщувалась на взятку із соняшнику. В лісовій місцевості серії досліду проведені в періоди цвітіння зеленчука жовтого у другій декаді травня, потім білої акації у червні та в липні під час медозбору з липи. Вибір цих рослин обумовлений необхідністю простежити за процесом у різних умовах виділення і збирання нектару з неоднаковим вмістом води, наявністю ознак диференціації та відловлювання бджіл-збирачок (за кольором пилку на тілі), що приносять нектар з певних медоносів, а також можливостями ідентифікації і використання піддослідних бджіл для препарування медового зобика з нектаром певних рослин.

У медовому зобику 25 бджіл окремо визначали масову частку води в нектарі під час збирання його на квітках. Таку ж кількість бджіл досліджували після принесення його до гнізда, відловивши збирачок біля льотка вулика (табл. 3.7).

Таблиця 3.7 – Масова частка води в нектарі зобику бджол під час цвітіння зеленчука жовтого (n=25; $M \pm m$)

Дата збирання	Масова частка води в нектарі у зобику бджоли, %		
	на квітках	біля льотка	зменшення
12.05.18	57,69 $\pm$ 0,602	53,45 $\pm$ 0,586	4,24
13.05.18	57,59 $\pm$ 1,343	53,46 $\pm$ 0,816	4,13

Продовження табл. 3.7

14.05.18	50,44±0,719	48,31±0,812	2,13
15.05.18	44,77±0,653	44,04±0,929	0,73
Середнє	52,62±0,637	49,82±1,203	2,80

Як видно з даних, наведених в таблиці 3.7, першої доби досліді на квітках зеленчука жовтого бджоли збирали нектар з масовою часткою води від 53,48 до 63,08 %, в середньому 57,69 %. Наступної доби значної відмінності щодо цього показника не спостерігали і лише третьої та четвертої діб кількість води в нектару значно зменшилась та становила відповідно 50,44 і 44,77 %. Протягом чотирьох діб досліді зібраний нектар за масовою часткою води у фазі наповнення зобика під час відвідувань квіток у середньому мав 52,62 %. Найменші межі коливання показника води були першої доби. Якщо розглядати загалом за період досліді, то найнижчий показник (40,46 %) був 15.05.18, а найбільший (63,68 %) – 13.05.18.

З метою визначення, з якою масовою часткою води нектар потрапляє до гнізда, було відловлено бджіл-збирачок на прильотній дошці біля льотка вулика та відпрепарувували медовий зобик. Згідно з отриманими результатами у перші дві доби масова частка нектару за середніми показниками майже не відрізнялася і становила 53,45 %, хоча помітна незначна різниця між лімітними показниками. Третьої доби бджоли вже приносили густіший нектар, який містив 48,31 % води з коливанням від 42,18 до 56,98 %. Однак найменша кількість занесеної води з нектаром (44,04 %) була четвертої доби. Всі проби бджіл, досліджені в момент входження з польоту в гніздо, показали середню масову частку води 49,82 %, з коливаннями в ста пробах (бджолиних зобиках) за всі 4 доби від 38,37 до 60,68 %.

Протягом чотирьох діб дослідження бджоли збирали та вносили до гнізда нектар, масова частка води якого коливалась у широкому діапазоні. Це пов'язано з реальними умовами рослинного покриву лісу, за яких зеленчук

жовтий виділяє нектар. Водночас привертають увагу насамперед дані обчисленої різниці, що показують зменшення вмісту води у нектарі за порівняно короткий час перебування його в зобику. В умовах цього досліджу середня різниця на великій кількості проб становить 2,80 %, а за добу від 0,73 до 4,24 %.

Під час стабільного взятку з білої акації провели такі ж дослідження (табл. 3.8).

Таблиця 3.8 – Масова частка нектару в медовому зобику бджіл під час взятку з білої акації (n=25, M $\pm$ m)

Дата збирання	Масова частка води в нектарі у зобику бджоли, %		
	на квітках	біля льотка	зменшення
10.06.18	42,08 $\pm$ 0,647	38,95 $\pm$ 0,899	3,13
11.06.18	44,40 $\pm$ 0,529	43,09 $\pm$ 0,750	1,31
14.06.18	49,42 $\pm$ 1,032	46,40 $\pm$ 1,767	3,02
Середнє	45,30 $\pm$ 0,543	42,83 $\pm$ 1,180	2,47

Першої доби у зобику бджіл, відловлених під час збирання, нектар був найгустіший і становив у середньому 42,08 % з коливанням від 37,6 до 48,4 %. Наступної доби вміст води дорівнював 44,4 %, в окремих випадках від 40,0 до 49,2 %, а 14.06.18 показник середнього вмісту води у нектарі збільшився до 49,42 % і цієї ж доби було відмічено найрідший нектар (55,2 %).

Як видно з даних таблиці 3.8, межа між мінімальним і максимальним показниками різних проб нектару за перші дві доби була подібною і становила близько 9 % і лише на третю добу вона досягла 15,2 % (40,0–55,2 %).

Масова частка води у нектарі з проб відібраних бджіл біля льотка в середньому за період проведення дослідження становила 42,83 % з коливанням по днях від 38,95 до 46,40 %. Першої доби бджоли заносили до вулика нектар з вмістом води від 33,6 до 46,4 %, і ця різниця була більшою,

ніж у зобику бджіл, які працювали на квітках. Подібне явище спостерігається в наступні дні. За весь час серії досліду межа коливання становила від 33,6 до 56,8 %. Таку різницю можна пояснити тим, що напередодні незначні атмосферні опади вплинули на вміст води у нектарі. Однак прикметним є те, що незалежно від чинників зовнішнього середовища розчин цукрів у зобику піддається змінам, втрачаючи воду відразу після всмоктування з квіток. Поки бджола наповнює зобик і долітає до льотка вулика різниця вмісту води в нектарі, за даними цього досліду, досягла в середньому 2,47 %.

Під час взятку з липи в умовах надмірної вологості повітря та досить теплої погоди бджоли збирали нектар, вміст води якого коливався у досить широких межах від 47,6 до 72,0 % та в середньому становив 58,96 % (табл. 3.9). Було відмічено (5 та 12 липня) збільшення масової частки води у нектарі на 5–10 %, ніж у попередні дні.

Таблиця 3.9 – **Масова частка нектару в зобику під час взятку з липи**
(n=25; M±m)

Дата збирання	Масова частка води в нектарі у зобику бджоли, %		
	на квітках	біля льотка	зменшення
02.07.18	54,78±0,416	58,18±1,380	-3,40
03.07.18	55,03±0,841	54,83±1,281	0,2
05.07.18	60,48±0,691	52,71±0,992	7,77
12.07.18	65,54±0,460	68,11±0,617	-3,57
Середнє	58,96±0,551	58,46±1,588	-

Досить різну кількість води з нектаром бджоли заносили до вулика від 41,6 % (3 липня) до 71,6 % (12 липня). Найгустіший нектар (52,71 %) був помічений третьої доби досліду, а найрідший (68,11 %) четвертої доби. Такі широкі межі масової частки води пов'язані, очевидно, з тим, що нектар з квіток південної сторони дерева, яка добре обігрівается сонцем, має меншу кількість води (деякою мірою вона випаровується), ніж з квіток північної сторони. Також було помічено, що нектар, який потрапляв до вулика 2 та

12 липня, містив більше води, ніж у медовому зобику бджіл, зловлених на квітках рослини. Різниця між показниками 3 липня була незначною і досягла лише 0,2 %, тоді як 5 липня відбулося значне видалення зайвої вологи з нектару під час перельоту бджоли від джерела медозбору до вулика. Отже, за надмірної вологості повітря бджоли збирають нектар з різним вмістом цукрів і не в змозі видалити значну кількість зайвої вологості з продукту протягом короткочасної збиральної та транспортувальної функції.

Дослід під час взятку із соняшнику в польових умовах, де вплив навколишніх чинників був рівномірним для рослини на масиві, показав такі дані (табл. 3.10).

Таблиця 3.10 – **Масова частка води в нектарі зобику бджоли за польових умов взятку із соняшнику (n=25; $M \pm m$)**

Дата збирання	Масова частка води в нектарі у зобику бджоли, %		
	на квітках	біля льотка	зменшення
06.08.17	59,40 $\pm$ 0,560	56,80 $\pm$ 0,636	2,6
07.08.17	53,70 $\pm$ 0,716	51,80 $\pm$ 0,567	1,9
08.08.17	49,60 $\pm$ 0,523	48,20 $\pm$ 0,546	1,4
Середнє	54,47 $\pm$ 0,496	52,50 $\pm$ 0,678	1,97

За першу добу після незначних атмосферних опадів, які відбулися напередодні, нектар був найрідший – у середньому 59,4 % з коливанням в межах 7 %. Вміст води у нектарі наступної доби знизився до 53,7 %, однак межа коливання показника збільшилася до 11,8 %. Із зменшенням відносної вологості повітря третьої доби бджоли збирали густіший нектар 49,6 %, навіть у деяких випадках 44,8 %.

Підсумовуючи отримані результати, за весь період дослідження в польових умовах масова частка води нектару в зобику бджоли під час активного взятку із соняшнику становила 54,47 %. Подібні закономірності по днях відбуваються з нектаром, який бджоли заносять до гнізда. Знову ж таки рідкий нектар був першої доби в середньому 56,8 %, і густіший – третьої

доби (48,2 %). Водночас з тим за час дослідку різниця вмісту води нектару теж зменшується із збільшенням концентрації цукрів.

Як підсумок результатів усіх серій дослідку з вивчення впливу організму бджоли на часткову дегідратацію нектару під час перебування його в зобику наведено в діаграмі (рис. 3.2).

Порівнюючи результати, наведені на рисунку 3.2, у період цвітіння зеленчука жовтого, між нектаром зобика бджоли під час збирання та внесення його до вулика помітна різниця, особливо за першу та другу добу вона досягла відповідно 4,24 та 4,13 %. У наступні дні зі зниженням води нектару, зменшується й різниця між ними, вже 15 травня вона становила 0,73 %. Отже, за весь час дослідку протягом цвітіння зеленчука жовтого відбувається зменшення води в нектарі в середньому на 2,8 % у зобику бджоли під час збирання і перенесення його від квіток до гнізда.

За медозбірних умов з акації білої нектар був порівняно густішим, водночас помітна часткова дегідратація його у медовому зобику в середньому на 2,47 %, по днях від 1,31 до 3,13 %.

Інша ситуація спостерігалася під час взятку з липи. За впливу незначних атмосферних опадів, на відміну від попередніх дослідів, проби двох днів показали відхилення у бік збільшення на 2,57 і 3,40 %. В інші два дні спостерігалось зменшення — 0,20 і 7,77 %.

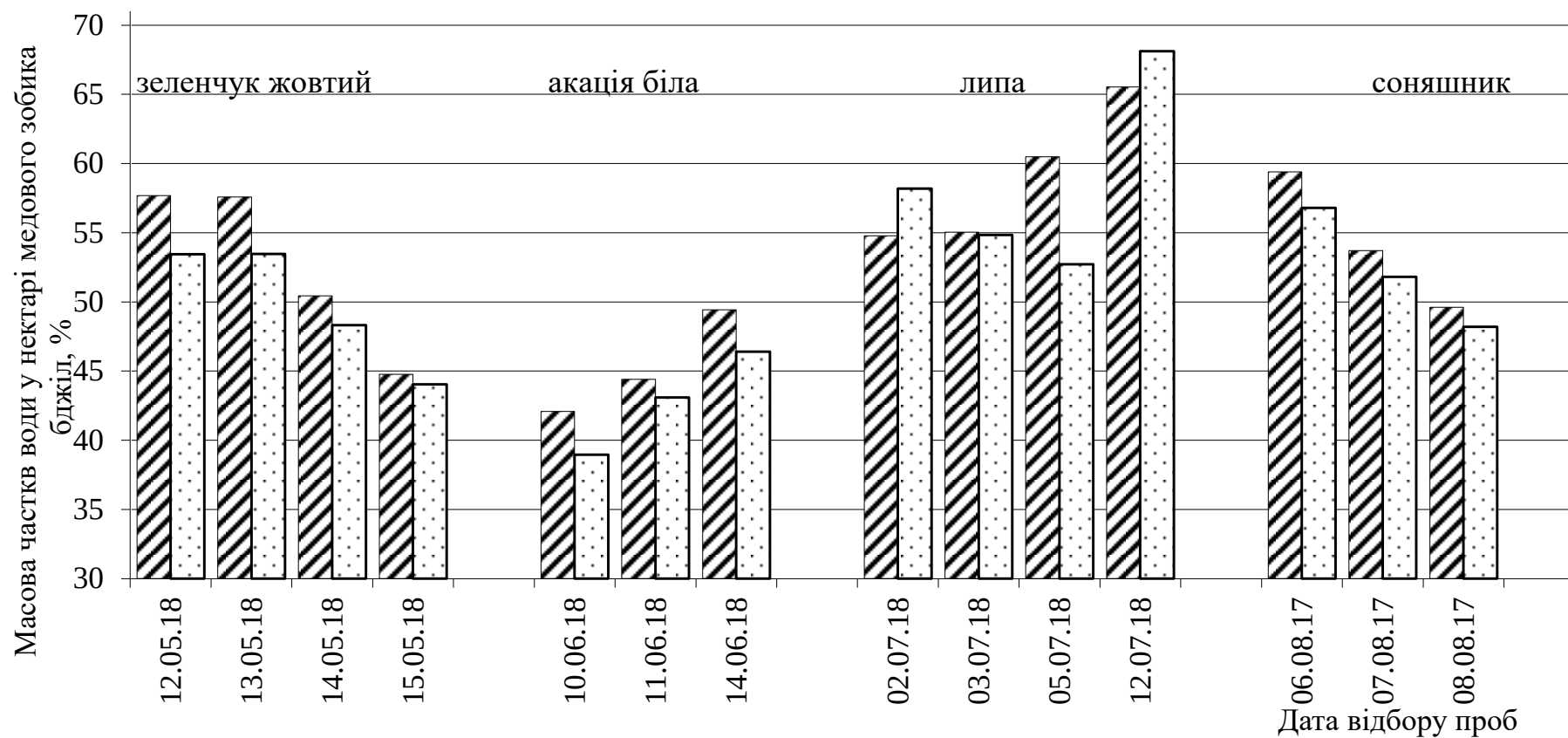


Рис. 3.2. Зменшення масової частки води нектару у медовому зобику бджіл:

▨ – на квітках під час збирання;

▤ – за входження в льоток.

Більш стабільні дані зменшення вмісту води у нектарі в середньому на 1,97 % були за польових умов, де зрівнювався вплив різних природних чинників на всьому масиві соняшнику.

Аналізуючи загалом дані всіх чотирьох серій досліду, проведених під час цвітіння зеленчука жовтого, білої акації і липи, на медозборі з соняшнику, можемо констатувати, що в процесі збирання і перенесення нектару до вулика організм бджоли впливає на зміну його складу, зменшуючи вміст води. Враховуючи коротку тривалість цієї фази (наповнення зобика в результаті відвідування квіток займає близько 10–60 хв.), зменшення водності з різницею на 1,97–2,47, а в деякі дні на 4,24 – 7,77 % є суттєвою у межах всього процесу дозрівання меду, що передбачає новий напрям дослідження.

3.3.2. Зменшення масової частки води в процесі обробки нектару бджолами у комірках стільників

Процес вилучення зайвої води продовжується нерозривно протягом періоду обробки нектару у вулику до запечатування меду в комірках стільників. Основна фаза дегідратації нектару розпочинається з того, як збирачки приносять його у своє гніздо, віддаючи бджолам-приймальницям. Свіжий водянистий продукт накопичується в комірках стільників і перебуває в них невеликими порціями під назвою набризк. Він залишається у відкритих комірках у доступному стані для обробки бджолами. Для вивчення змін щодо вмісту води в ньому з першої доби увечері щоразу відбирали проби і проводили аналіз. У таблиці 3.11 представлено результати визначення у трьох серіях досліду: 1 – біла акація, 2 – липа, 3 – соняшник.

Таблиця 3.11 – Масова частка води в пробах під час дозрівання меду
(%; $M \pm m$)

Доба дозрівання	Серія		
	перша (25.05 – 02.06)	друга (25.06 – 02.07)	третя (06.08 – 15.08)
1	30,59±0,375	41,14±0,444	54,40±0,636
	22,58±0,129	26,11±0,263	30,62±0,509
2	21,87±0,388	24,53±0,269	29,31±0,429
3	21,63±0,354	22,09±0,160	26,26±0,324
4	20,07±0,219	20,78±0,204	23,11±0,575
5	19,08±0,228	20,56±0,148	21,48±0,525
6	18,31±0,179	19,44±0,080	19,78±0,236
7	17,84±0,109	18,64±0,056	18,88±0,184
8	17,63±0,137	18,38±0,102	18,52±0,108
9	17,30±0,196	—	18,08±0,106

Аналіз показує, що вміст води нектару в зобику бджіл, які його приносили за першу добу дослідів (збирачок відловлювали біля льотка вулика о 10 – 11-й год) у всіх варіантах було вищим, ніж у пробах продукції взятих з комірок увечері після закінчення льотної роботи. У першій серії дослідів нектар, переважно з білої акції, найгустіший порівняно з продуктом інших періодів (30,59 %), і як бачимо на рисунку 3.3 протягом півдобы став ще концентрованішим, втративши 60,27 % води від загальної кількості випарюваної за весь період дозрівання до запечаткування комірок з медом. У наступні відрізки часу відбувалась більш поступова дегідратація. У результаті цього вміст води протягом чотирьох діб зменшився з 22,58 до 19,08 %. У подальшому ще чотири доби мед в комірках, характеризуючись за масовою часткою води достатньо зрілим (від 19,08 до 17,3 %), все ж залишався відкритим. Зовнішня ознака його зрілості – запечаткування комірок

восковими кришечками – була зареєстрована 2 червня, тобто через 8 діб після відкладання перших крапель нектару.

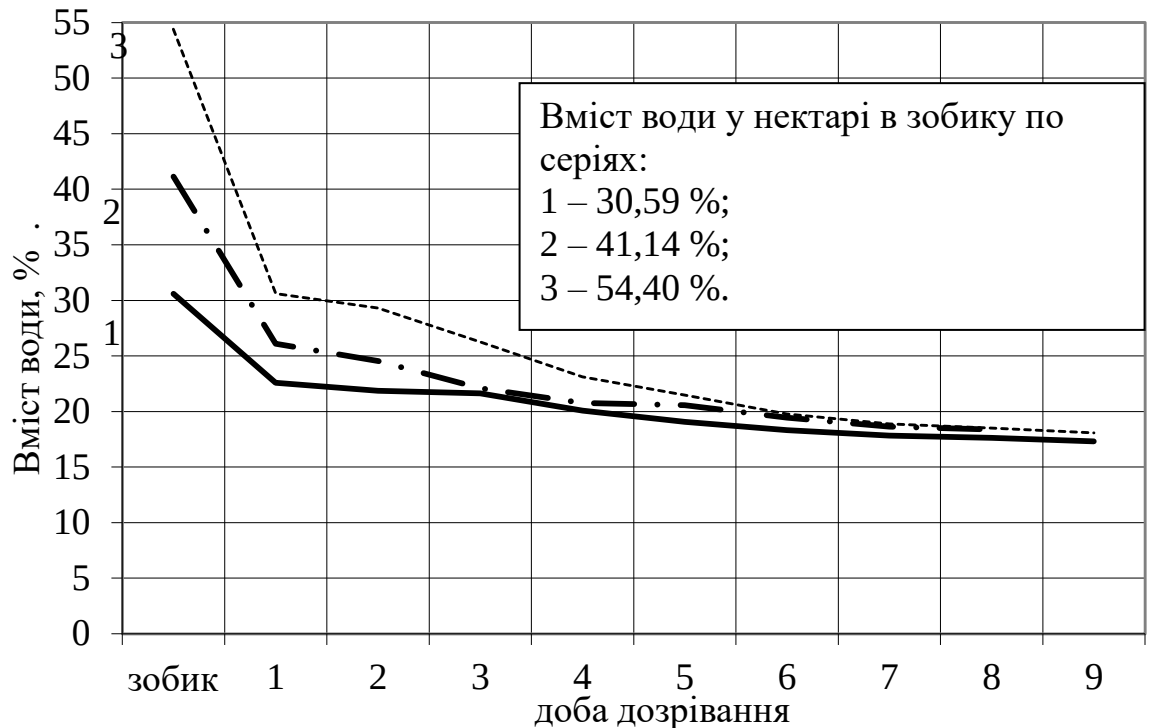


Рис. 3.3. Динаміка вмісту води в продукті, %

У другій серії досліді під час цвітіння липи стартова кількість принесеного нектару 25 червня характеризувалась таким вмістом води: в зобику бджіл – 41,14 % і у комірках стільника увечері після припинення збору тієї ж доби 26,11 %. Як видно з наведених даних, дегідратація в початковий період наповнення комірок нектаром характеризується суттєвою різницею, яка за півдобу обробки його бджолами після занесення в гніздо становить 66,04 % всієї вилученої води до кінця дозрівання. У наступні три доби з перероблюваного нектару видаллялось щоразу від 5,76 до 10,72 % води із загальної кількості. Вміст її менше 20 % зареєстровано після 5-добового визрівання, а загальна тривалість до запечаткування комірок становила 8 діб.

У третій серії досліді з 6 до 14 серпня під час медозбору в польових умовах (із соняшнику) нектар був ще рідший, ніж у перших двох. У зобиках бджіл середній вміст води в ньому дорівнював 54,40 %, а в комірках стільників за добу – 30,62 %. Із продукту на початковому етапі обробки бджолами видалено значну кількість води (65,47 %), а це майже $\frac{2}{3}$ частини

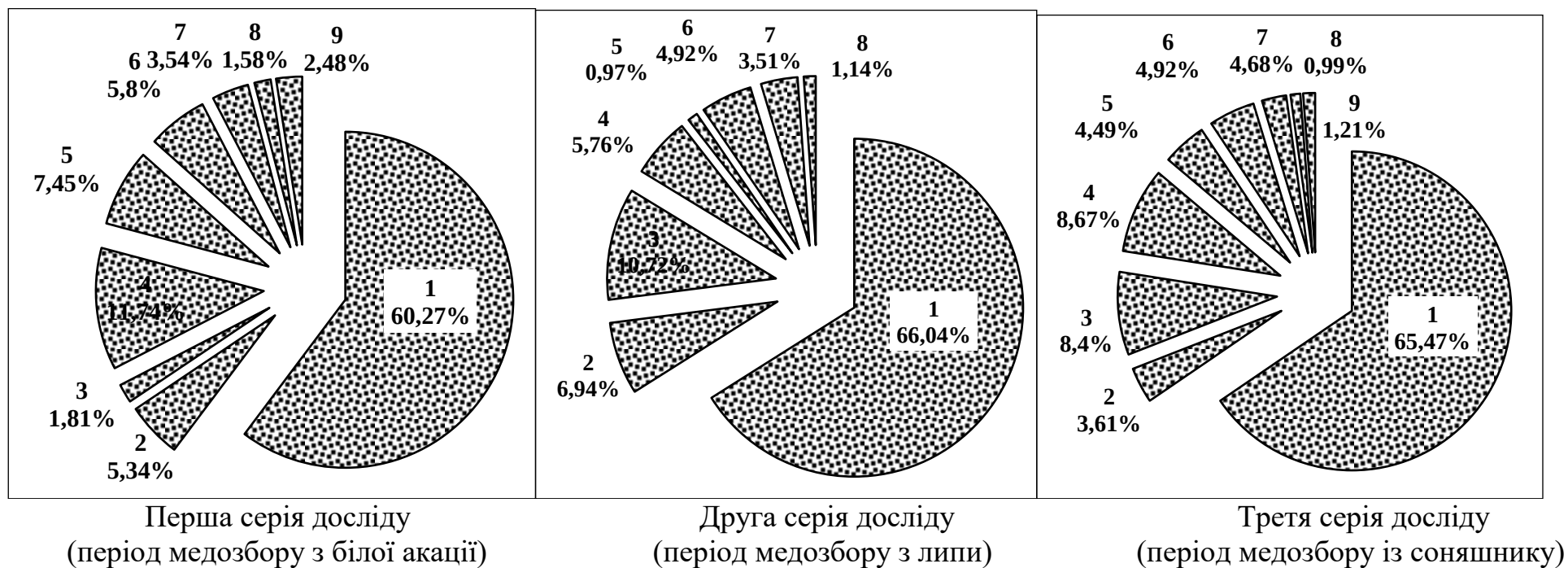


Рис. 3.4. Співвідношення частин вилученої з нектару води за добу перетворення його в мед, %

від загальної кількості за весь період дозрівання до запечатування комірок (Рис. 3.4). Період дозрівання тривав 9 діб, як і в першій серії дослідів. Вміст води у зрілому соняшниковому меді (18,08 %) був майже таким, як і з липи (18,38 %) та на 0,78 % більше, ніж в акацієвому.

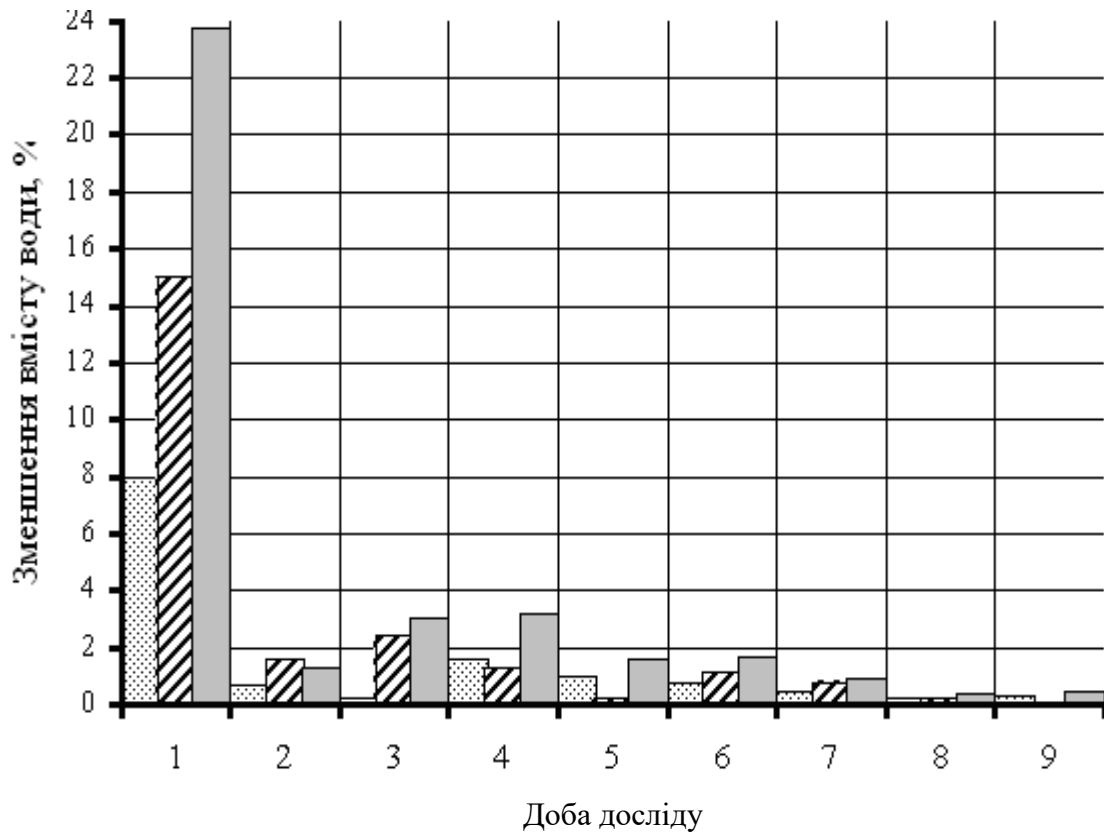


Рис. 3.5. Відсоткове співвідношення зменшення вмісту води за дозрівання меду:

- ▤ – перша серія дослідів;
- ▨ – друга серія дослідів;
- – третя серія дослідів.

Отже, бджоли під час обробки нектару (навіть за різної кількості води) доводять вміст води в меді до рівня доброї зрілості. За цим показником він у запечатаних стільниках кращий від встановленої норми, передбаченої вимогами вітчизняних і зарубіжних стандартів. Як бачимо за даними рисунка 3.5, у відкладеному в певній частині бджолиного гнізда нектарі під впливом природного біотехнологічного процесу протягом 4–6 діб кількість вмісту води зменшується більш як на 20 %. Однак майже стільки ж часу після цього

бджоли залишають для себе доступ до нього, не закриваючи відразу комірок воском. Це означає що процес дозрівання меду потребує подальшої участі бджіл, хоча за вмістом води він залишається майже без змін. Встановлено, що в останні 3–4 доби цей показник стає нижчим на 1,0–1,7 %.

Слід зазначити, що за різних погодних і медозбірних умов сім'ям доводиться переробляти нектар з різним вмістом води, що потребує регулювання процесу дегідратації більшою чи меншою мірою напруженою роботою, залучаючи бджіл різних вікових груп. З білої акації за умов спекотної погоди (перша серія досліду) бджоли у зобику приносили в складі нектару лише 30,59 % води, вміст якої за добу в комірках стільників зменшився до 22,58, тобто на 8,11 %. У другій та третій серії дослідів бджоли збирали нектар з більшим вмістом води (41,14 і 54,40 % відповідно) і протягом першої доби цей показник зменшився відповідно на 15,3 і 23,78 %.

Отже, за різної початкової кількості води у зібраному бджолами нектару дегідратація його в гнізді на початковій стадії переробки відбувається з різною інтенсивністю. Зокрема, протягом першої доби, за однаковий проміжок часу, рідкий нектар з вмістом води в зобику 54,40 % втрачав її у два рази більше, ніж густий (із вмістом води 30,59 %). У перебігу цих явищ є також залежність від природних умов.

3.3.3. Аналіз якісного складу відкачаного меду за вмістом води

Кількість води у меді має значення не лише як індикатор зрілості продукту, а також є запорукою тривалого його зберігання. Встановлено [53], що за вмісту води в меді більше 19 % та сприятливих температурних умов (14,5–15,5 °C) процес бродіння може спричинити лише одна клітина дріжджів, що знаходиться в 1 г продукту, за 18,1–19,0 % – більше 10 клітин, за 17,1–18,0 % – більше 1000. За умов вмісту води до 17 % жодна кількість дріжджів не вплине на зміну якісних показників. Відкачування не зовсім зрілого меду потребує проведення дозарювання його поза межами вулика і

доведення вмісту води у продукті до бажаного показника. Нас зацікавило питання, який саме вміст води притаманний для зрілого меду. Для цього провели дослід, результати яких подані у таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 – Зміни вмісту масової частки води у пробах запечатаного меду у порівнянні з нектаром (n=25)

Назва медоносу	Вміст води занесеного нектару до вулика		Масова частка води в нектарі за першу добу обробки	Запечатаний мед
	Дата	M±m	M±m	M±m
Зеленчук жовтий	12.05.18	53,35±0,630	28,08±0,283	17,98±0,141
	13.05.18	50,48±0,723	30,22±0,396	
	14.05.18	47,98±1,069	-	
	15.05.18	43,79±1,260	29,17±0,319	
	Середнє	49,82±1,203	29,16±0,358	
Акація біла	10.06.18	38,95±0,899	26,4±0,341	17,04±0,077
	11.06.18	43,09±1,209	25,6±0,344	
	14.06.18	46,40±1,767	-	
	Середнє	42,83±1,180	26,02±0,365	
	25.05.17	30,59±0,375	22,58±0,129	17,30±0,196
Липа	02.07.18	58,18±1,705	27,2±0,286	16,84±0,241
	03.07.18	54,83±1,281	28,4±0,236	
	05.07.18	52,64±0,984	25,8±0,333	
	12.07.18	68,11±0,617	-	
	Середнє	58,46±1,588	27,13±0,398	
	25.06.17	41,14±0,444	26,40±0,263	18,38±0,102
Соняшник	06.08.17	54,40±0,636	30,62±0,509	18,08±0,106

Під час досліджень встановлено, що занесений до вулика нектар з квіток зеленчука жовтого мав у середньому 49,82 % води, однак вже упродовж півдобы інтенсивної роботи бджіл-приймальниць кількість її зменшується в середньому на 64,9 % та наступної доби – 28,08–30,22 %. На 6–7 добу, після появи набризку в стільнику, бджоли розпочинали запечатувати комірки восковими кришечками, але при цьому залишали маленькі отвори, щоб мати доступ до меду. І лише на 8–9 добу було зафіксовано, що бджоли закривали комірки повністю на значній ділянці стільника. У досліді запечатаний мед переважно із зеленчука жовтого містив 17,98 % води. Слід зазначити, що бджоли різних сімей запечатували мед, вміст води якого дещо коливався в межах 16,8–18,9 %.

Під час взятку з білої акації бджоли запечатали мед за 17,30 % води, в наступному році – на 0,26 % менше, однак початковий вміст води його теж відрізнявся і становив 30,59 та відповідно 42,83 %.

За медозбору з липи в умовах підвищеної вологості повітря та незначних атмосферних опадів вміст води занесеного до вулика нектару коливався в межах 52,64–68,11 %, що в середньому становило 58,46 %. Та вже за добу масова частка води знизилась до 25,8–28,4 %, а це на 72,4 % менше, ніж у порівнянні з попереднім вимірюванням о 10 годині ранку. Процес дегідратації протягом дозрівання меду закінчився запечатуванням із 16,84 %, однак межі коливання вмісту води у запечатаному меді з липи мали широкий діапазон – від 16,0 до 18,6 %. Запечатаний липовий мед 2017 року мав у середньому 18,38 % води з межами коливання від 17,8 до 18,8 %, що на 1,54 % більше, ніж у 2018 році. Якщо порівняти дані запечатаного акацієвого та липового меду за два роки, то помітно деяку подібність, чим більший початковий вміст води у нектарі, тим з меншою кількістю у зрілому продукті його запечатують бджоли. Однак це не є закономірністю для всіх сортів меду.

Аналізуючи досліджені зразки запечатаного продукту, можемо підставу зробити висновок, що мед лісостепової зони у середньому містить

17,54 % води. Це є один з важливих показників комплексної оцінки для відкачування в зрілому стані. На вміст води впливає низка чинників, серед яких початкова масова частка води нектару, сила сім'ї, вентилявання вулика. Від пасічника залежить тривалість витримування зібраного продукту для обробки бджолами.

Найінтенсивніше процес дегідратації відбувається протягом першої доби перебування нектару у гнізді, коли з нього вилучається 56,6–74,9 % від загальної кількості води в початковому стані. Тому в разі потрапляння у відкачаний мед свіжого нектару з окремих стільників може відбутися підвищення води у загальній масі.

Отримані результати дають можливість глибше вивчити біохімічні процеси у бджолиному гнізді та слугують підставою у наступних дослідженнях для розроблення біотехнологічних підходів до удосконалення процесу дозрівання меду. Також процес перетворення нектару в мед, крім зменшення вмісту води, супроводжується низкою інших біохімічних змін, зокрема, інверсією сахарози та накопиченням моноцукрів.

3.4. Процес дозрівання меду в бджолиному гнізді за змінами вмісту цукрів

3.4.1. Динаміка інверсії сахарози та накопичення моноцукрів у процесі перетворення нектару в мед

Одним з головних процесів дозрівання та накопичення простих цукрів меду є інверсія сахарози – гідролітичне розщеплення дисахариду на глюкозу і фруктозу, яке відбувається під дією ензиму інвертази, що входить до складу секрету підглоткових залоз робочих бджіл. Процес розпочинається за потрапляння нектару до медового зобика бджіл і продовжується навіть після запечатування комірок з медом. Динаміка інверсії сахарози у звичайному середовищі бджолиного гнізда досліджена недостатньо. Однак пасічники

інколи відкачують мед із неповністю запечатаних стільників, отримуючи продукт з підвищеним вмістом сахарози, що зумовлює підозру фальсифікації меду цукровим сиропом. Тому для визначення динаміки перетворення сахарози на моноцукри проведено дослідження під час цвітіння соняшнику та медозборів з білої акації і липи. Відбір проб нектару здійснювали з медових зобиків бджіл-збирачок на прильотній дошці, потім набризку із комірок стільників по завершенню льоту бджіл першої доби досліду та через кожні дві доби до запечатування комірок. Результати отриманих експериментальних даних щодо вмісту цукрів розраховували на сухий залишок (табл. 3.13).

Таблиця 3.13 – **Зміна співвідношення цукрів нектару з білої акації за обробки у бджолиному гнізді (n=3; M±m)**

Доба дозрівання (зобик – стільник)	Вміст у сухій речовині, %	
	сахароза	моноцукри
Зобик бджоли	38,61±0,642	56,31±1,041
1-а	37,85±0,613	56,79±0,899
3-а	29,91±1,505	66,02±1,140
5-а	17,59±0,456	78,42±0,560*
7-а	7,51±0,478*	88,20±1,035*
9-а (запечатаний)	5,92±0,315**	90,47±0,739**

Примітка. * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$.

Як видно з таблиці 3.13, під час медозбору з білої акації до вулика бджоли-збирачки у своєму зобику заносили нектар, який містив у середньому 56,31 % простих цукрів і 38,61 % сахарози у перерахунку на сухий залишок. Від моменту входження бджіл через льоток у вулик за добу сукупно принесений нектар у комірках стільників відзначався незначним зростанням моноцукрів у середньому на 0,48 % від 56,31 до 56,79 %.

Під час цвітіння білої акації збиральниці працюють на квітках протягом дня і до вулика постійно потрапляють свіжі порції вуглеводного корму. Тобто до нектару, який був принесений зранку, бджоли-приймальниці після короткочасної обробки постійно добавляють свіжі порції. За нашими спостереженнями при потраплянні до вулика нектару більше 6 кг за добу бджоли-приймальниці не розкладають набризк рівномірно по всіх вільних стільниках у вулику, а найчастіше на 4–5. Якщо зранку він знаходився у вигляді маленьких краплинок (набризку) на дні комірок, то вже увечері займав $\frac{1}{4}$ їх об'єму. Третьої доби перебування продукту у комірках стільників відбулося значне збільшення вмісту моноцукрів у сухій речовині в середньому на 9,23 %. Переважна більшість комірок на досліджуваних ділянках стільників була заповнена на $\frac{1}{2}$ об'єму.

На 5 і 7 добу дозрівання меду встановлено інтенсивне накопичення моноцукрів відповідно на 12,4 і 9,78 %. Наприкінці тижневого періоду залишається 7,51 % сахарози, що за вимогами стандарту відповідає якісному меду. Поодинокі запечатані комірки на стільниках спостерігали лише 8-ї доби дозрівання, переважна більшість їх залишалися відкритими або частково запечатаними, які мали отвори у воскових кришечках. На дев'яту добу більшість половина комірок на піддослідних стільниках були запечатаними. У відібраних з них пробах зрілого меду утворилося 90,47 % моноцукрів і залишилося 5,92 % сахарози відносно до сухих речовин. В останні дві доби дозрівання різниця між середніми показниками простих цукрів дорівнювала 2,27 %. Це наводить на пояснення, що бджоли, які брали участь у перетворенні нектару в мед, витрачають значну кількість енергії для утворення інвертази та неспроможні повною мірою обробити нектар з білої акації з двох причин. По-перше, нектар містить у своєму складі значну кількість сахарози, по-друге, глоткові залози, які виділяють ензим інвертазу, у молодих бджіл ще недостатньо розвинуті. Цей висновок узгоджується з дослідженнями М.В. Жеребкіна [68] та Л.П. Яковлевої [220] про закономірне підвищення інвертуючої здатності робочих особин протягом пасічного

сезону, які встановили, що максимальної величини вона досягає до середини пасічного сезону.

Аналогічні дослідження провели під час медозбору з липи. За даними досліджень, наведених в таблиці 3.14, до вулика потрапляв нектар, у складі якого містилося 60,4 % простих цукрів і 30,64 % сахарози відносно сухої речовини. До кінця першої доби відбулося збільшення моноцукрів в середньому на 1,58 %.

Таблиця 3.14 – Зміна співвідношення цукрів у процесі переробки нектару бджолами під час взятку з липи (n=3; M±m)

Доба дозрівання (зобик – стільник)	Вміст у сухій речовині, %	
	сахароза	моноцукри
Зобик бджоли	30,64±0,526	60,40±0,737
1-а	30,10±0,598	61,98±0,420
3-а	18,82±0,433	74,51±0,339
5-а	13,31±0,219	80,04±0,176
7-а	2,62±0,174	89,99±0,615
9-а (запечатаний)	0,56±0,042	94,23±0,230

У наступні дводобові відрізки часу до 7-ї доби спостерігалось поступове розщеплення сахарози і утворення 89,99 % простих цукрів. Кількість дисахариду залишилась на рівні 2,62 % в розрахунку на суху масу, що повністю відповідало нормативним вимогам стандарту на мед натуральний. Як і у попередньому досліді на білій акації, під кінець восьмої доби спостерігалось поодинокі запечатування комірок, а дев'ятої – бджоли повністю запечатали восковими кришечками позначену ділянку стільника із медом. У його складі виявлено 94,23 % моноцукрів та 0,56 % сахарози.

Для перевірки процесу інверсії сахарози та накопичення моноцукрів за дозрівання меду на взятку з культур польової сівозміни ми продовжили серію

аналогічних досліджень. Під час цвітіння соняшнику у зібраному нектарі відбулися такі зміни співвідношення досліджуваних цукрів (табл. 3.15).

Таблиця 3.15 – Зміна співвідношення цукрів в процесі дозрівання меду на взятку із соняшнику (n=3; M±m)

Доба дозрівання (зобик – стільник)	Вміст у сухій речовині, %	
	сахароза	моноцукри
Зобик бджоли	20,28±0,384	72,63±0,528
1-а	18,49±0,419	76,74±0,608
3-а	15,38±0,494	78,33±0,378
5-а	8,37±0,280	85,10±0,235
7-а	3,85±0,244	89,68±0,541
9-а (запечатаний)	2,11±0,098	90,72±0,378

За внесення до вулика в медовому зобіку бджіл-збирачок у нектарі містилося в середньому 72,63 % моноцукрів і 20,28 % сахарози на суху речовину. Протягом першої доби дозрівання кількість простих цукрів збільшилась на 4,11 %. Дані наступних аналізів нектару з комірок через дводобові проміжки часу показали поступове збагачення їх вмісту до 90,72 % у зрілому меді. Сахарози в ньому залишилось до 2,11 % на суху речовину. Сукупно в переробленому нектарі основні цукри зрілого продукту становлять 92,83 % у запечатаному його стані.

Водночас з тим помітна різниця між зростанням кількості моноцукрів за певний період перебування у бджолиному гнізді та розщеплення сахарози, тобто, простих цукрів виявилось у продукті більше, ніж інвертувало дисахариду, або навпаки. Така різниця спостерігалася і під час процесу дозрівання меду на взятках з білої акації і липи.

Можна припустити, що за перетворення нектару в мед відбуваються не лише процеси інверсії сахарози та накопичення простих цукрів, а також синтез інших складових готового продукту. Наприклад, відомо, що за

додавання бджолами ензиму глюкозооксидази синтезується глюконова кислота, яка утворюється через окислення глюкози.

Отже, згідно з нашими дослідженнями та спостереженнями дозрівання меду в бджолиному гнізді за вмістом відновлюваних цукрів і сахарози можна зробити висновок, що бджоли запечатують продукт, який містить, залежно від походження, 90–95 % моноцукрів у сухій речовині.

Досліди процесу дозрівання меду супроводжувалися з визначенням вмісту води в продукті кожного періоду перетворення нектару. Дослідження цього показника порівнювали з показниками вмісту цукрів у натуральному продукті, результати яких наведено у таблиці 3.16.

Таблиця 3.16 – Динаміка процесів дегідратації та інверсії сахарози за перетворення нектару у мед ($n=3$; $M \pm m$)

Доба дозрівання (зобик – стільник)	Вміст у натуральному продукті, %		
	вода	сахароза	моноцукри
Період медозбору з білої акації			
Зобик бджоли	38,95 $\pm$ 0,283	23,57 $\pm$ 0,494	34,37 $\pm$ 0,513
1-а	25,60 $\pm$ 0,368	28,16 $\pm$ 0,545	42,25 $\pm$ 0,613
3-а	21,30 $\pm$ 0,434	23,53 $\pm$ 1,077	51,96 $\pm$ 1,131
5-а	19,40 $\pm$ 0,294	14,18 $\pm$ 0,356	63,21 $\pm$ 0,580
7-а	17,00 $\pm$ 0,507	6,24 $\pm$ 0,372	73,21 $\pm$ 1,235
9-а (запечатаний)	16,40 $\pm$ 0,216	4,95 $\pm$ 0,254	75,64 $\pm$ 0,81
Період медозбору з липи			
Зобик бджоли	56,24 $\pm$ 0,394	13,41 $\pm$ 0,309	26,43 $\pm$ 0,290
1-а	27,48 $\pm$ 0,563	21,83 $\pm$ 0,276	44,95 $\pm$ 0,652
3-а	23,82 $\pm$ 0,462	14,34 $\pm$ 0,257	56,76 $\pm$ 0,602
5-а	20,27 $\pm$ 0,485	10,61 $\pm$ 0,112	63,82 $\pm$ 0,498
7-а	19,16 $\pm$ 0,457	2,12 $\pm$ 0,128	72,75 $\pm$ 0,889
9-а (запечатаний)	17,20 $\pm$ 0,489	0,47 $\pm$ 0,037	78,02 $\pm$ 0,368

Продовження табл. 3.16

Період медозбору із соняшнику			
Зобик бджоли	55,19±0,266	9,09±0,174	32,54±0,325
1-а	30,52±0,619	12,84±0,176	53,32±0,895
3-а	25,97±0,394	11,39±0,374	57,99±0,500
5-а	21,45±0,848	6,57±0,270	66,85±0,837
7-а	18,59±0,403	3,13±0,195	73,01±0,616
9-а (запечатаний)	18,08±0,292	1,73±0,075	74,32±0,576

Як показують дані таблиці 3.16, під час взятку з білої акації щойно принесений нектар містив в середньому 23,57 % сахарози і 34,37 % моноцукрів. До закінчення першої доби дослідів, під інтенсивним впливом бджіл-приймальниць з продукту видалається 13,35 % води, завдяки чому відбулося стрімке зростання концентрації сахарози. На цьому етапі короткочасного перебування набризку в комірках стільників відбувається перевищення кількості сахарози над вмістом води. До третьої доби дозрівання кількість води і сахарози майже вирівнюється з незначною перевагою останньої. На п'яту добу вже було помічене поступове зменшення вмісту води і стрімка інверсія сахарози (рис. 3.6).

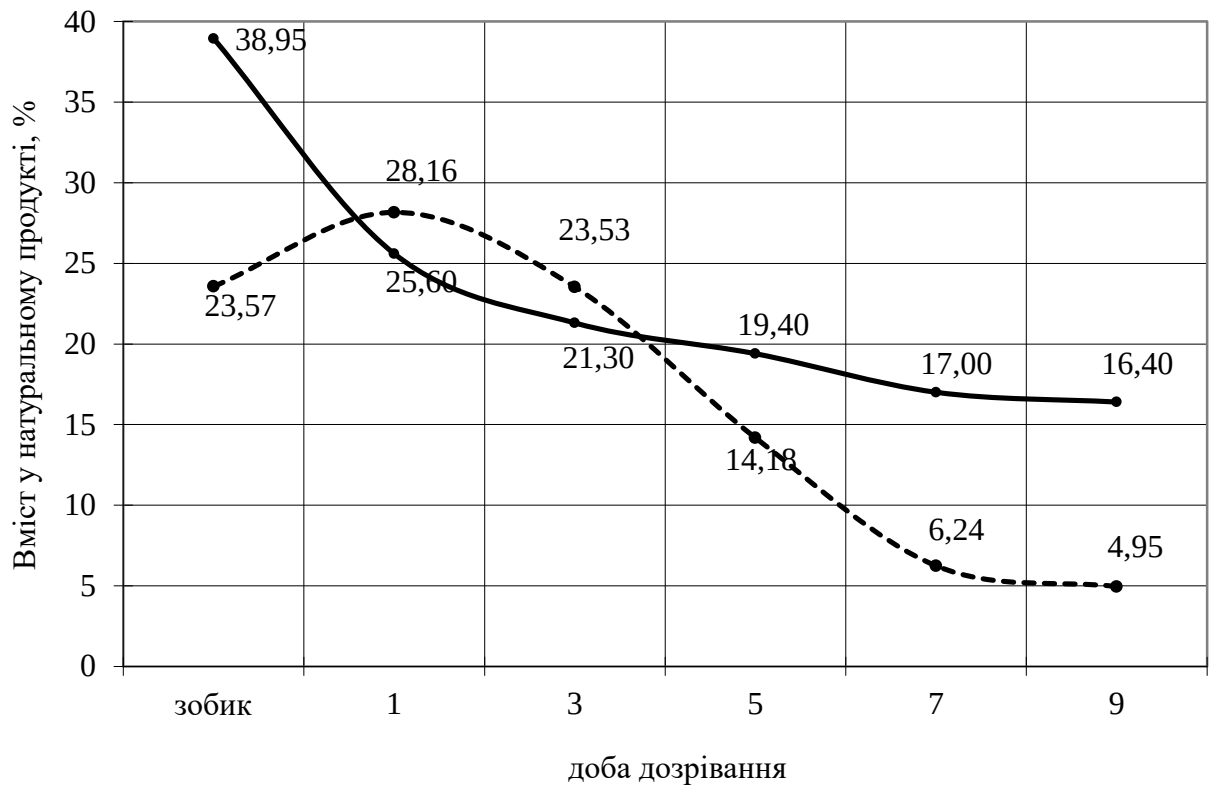


Рис. 3.6. Порівняння процесів дегідратації та інверсії сахарози під час дозрівання акацієвого меду:

— — вода;
 - - - - сахароза.

На завершальному етапі дев'ятої доби дозрівання бджоли виготовили запечатаний зрілий мед із вмістом води 16,40 %, сахарози – 4,95 % і 75,64 % моноцукрів, кількість яких змінилась від початкових показників відповідно у 2,4; 4,8 і 2,2 рази.

Під час взятку з липи бджоли-збирачки вносили до вулика рідкіший нектар у середньому 56,24 % води (рис. 3.7). Завдяки інтенсивного впливу бджіл на процес дегідратації відбувається зменшення води у 2 рази. При цьому кількість сахарози у натуральному продукті збільшується на 7,42 %, однак вже на третю добу повертається на попередній рівень. Як показали наші дослідження, вже сьомої доби відбулося наближення до показників вимог стандарту.

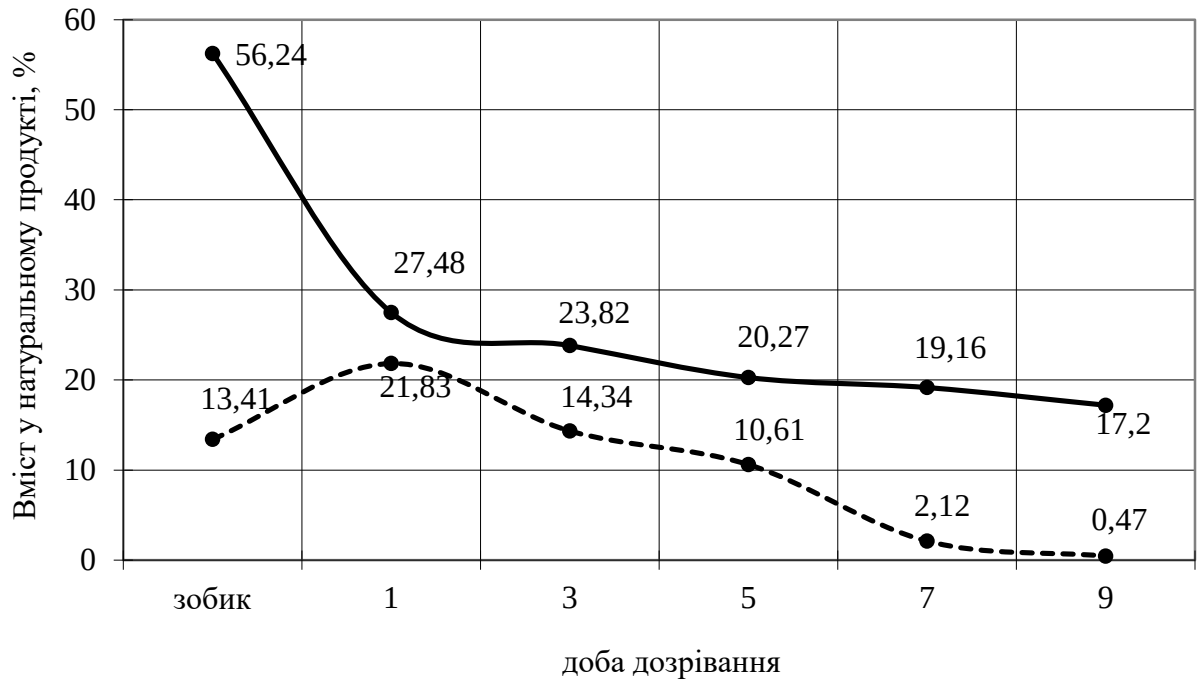


Рис. 3.7. Порівняння процесів дегідратації та інверсії сахарози під час дозрівання меду з липи:

— — вода;
 - - - - сахароза.

У досліді з липовим медом у зразках за дводобові проміжки часу інвертування сахарози відбувалося хвилеподібно. Вже 9-ї доби у готовому продукті її залишилося в середньому 0,47 % та утворилося 78,02 % моноцукрів.

Медозбірні умови із соняшнику теж відзначилися значним вмістом води (55,19 %) нектару в медовому зобику бджіл-збирачок. Як і в попередній серії досліді на медозборі із липи відбулося інтенсивне зменшення вмісту води у 1,8 рази за першу неповну добу обробки продукту та збільшення концентрації сахарози до 12,84 % і моноцукрів — до 53,32 %.

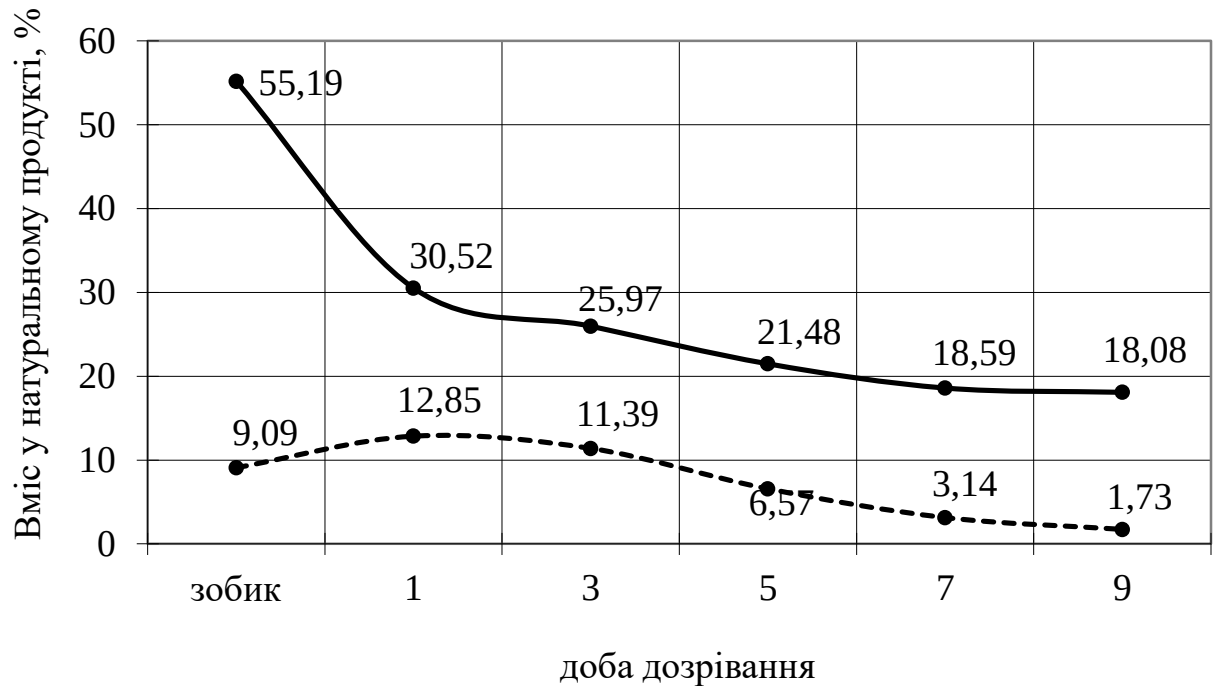


Рис. 3.8. Порівняння процесів дегідратації та інверсії сахарози під час дозрівання соняшникового меду:

— — вода;
 - - - - сахароза.

Як показано на рисунку 3.8, третьої та п'ятої доби перетворення нектару в мед відбулося рівномірне зменшення води в межах 4,5 % за кожні дводобові проміжки часу. Натомість розщеплення сахарози досягає свого піку лише до 5 доби дозрівання, в подальшому поступово інтенсивність знижується 7-ї та 9-ї доби.

Підсумовуючи результати досліджень, варто підкреслити, що бджололина сім'я, набувши високої організації соціальної структури та фізіологічної здатності, має пристосованість щодо забезпечення своїх майбутніх генерацій запасами високоякісного корму у вигляді легкозасвоюваного меду, що має важливе значення в несприятливі періоди життєдіяльності сім'ї. Це пояснюється високим вмістом моноцукрів (глюкози і фруктози більше 70 %) у натуральному продукті, збереженістю і доступністю джерела енергії, герметизованого восковими кришечками із вмістом води в межах 16–18 %.

Крім з'ясування фізіолого-біохімічних процесів під час перетворення нектару в мед, важливим питанням також є дослідження впливу біологічних характеристик сімей, зокрема їх сили, на процеси інверсії сахарози, дегідратації та накопичення моноцукрів.

3.4.2. Вплив сили сімей на процеси інверсії сахарози, дегідратації та накопичення моноцукрів

Для розширення уявлення про значення сім'ї щодо вилучення зайвої води з нектару, інверсії сахарози та бджолиного організму під час дозрівання меду провели порівняльне дослідження на сильних і слабких сім'ях. Їх підібрали за принципом аналогів по три в кожній з двох груп. Дослідження проводили на медозборі з білої акації через відбір проб нектару із медових зобиків бджіл, відловлених за входження їх до вулика, потім тієї ж доби увечері та через кожні дві доби дозрівання у комірках стільників до запечатування меду на 9-ту добу восковими кришечками (табл. 3.17).

Таблиця 3.17 – Динаміка дегідратації та інверсії сахарози бджолами сильних і слабких сімей (n=3; M±m)

Доба дозрівання (зобик – стільник)	Вміст у натуральному продукті, %		
	вода	сахароза	моноцукри
Сильні сім'ї (контрольна група)			
Зобик бджоли	38,95±0,283	23,57±0,494	34,37±0,513
1-а	25,60±0,368	28,16±0,545	42,25±0,613
3-а	21,30±0,434	23,53±1,077	51,96±1,131
5-а	19,40±0,294	14,18±0,356	63,21±0,580
7-а	17,00±0,507	6,24±0,372	73,21±1,235
9-а (запечатаний)	16,40±0,216	4,95±0,254	75,64±0,810
Слабкі сім'ї (дослідна група)			

Продовження табл. 3.17

Зобик бджоли	41,95±0,301	24,32±0,315	30,53±0,287
1-а	26,40±0,542	30,79±0,586	38,74±0,276
3-а	23,70±0,450	27,32±0,308	45,76±0,312
5-а	19,80±0,348	22,65±0,404	54,21±0,383
7-а	18,40±0,439	15,64±0,344	62,26±0,880
9-а (запечатаний)	17,20±0,221*	10,26±0,493*	68,78±0,826

Примітка. * $p \leq 0,05$

Початкова кількість води у зібраному нектарі в зобиках бджіл, відібраних біля льотка вулика о 10–11 год, суттєво не відрізнялася між сильними (38,95 %) і слабкими сім'ями (41,95 %). Увечері тієї ж доби у пробах свіжого нектару, взятого із комірок стільників, виявлено води відповідно 25,60 і 26,40 %. Різниця за кількістю вилученої бджолами води протягом неповної доби становила в контрольній групі 13,35 і дослідній – 15,55 %. Наступної доби процес дегідратації уповільнився. Інтенсивність його за дводобовий проміжок часу перед запечатуванням комірок з медом знизилась до 0,6–1,2 %.

Слід зазначити, що оброблюваний бджолами продукт за вмістом води упродовж п'яти діб досяг майже повної зрілості – дегідратація перейшла межу 20 % і в сильних, і в слабких сім'ях. Бджоли зменшили масову частку води в меді відповідно до 19,4 і 19,8 %. Однак такий мед бджоли не закривають восковими кришечками, він залишається в комірках у доступному для них стані ще протягом чотирьох діб.

За весь цей час з нього вилучається 2,6–3,0 % води, а в останні дні перед запечатуванням по 0,3–0,4 % за добу. Слід зазначити, що на заключному етапі вироблення бджолами меду відмінностей в інтенсивності часткової дегідратації між групами сімей не встановлено.

Отже, експериментально доведено, що наповнений нектаром стільник через п'ять діб за вмістом води якісно наближається до повної зрілості, однак бджоли його утримують незапечатаним до дев'ятої доби і в сильних, і в

слабких сім'ях. Протягом усього періоду вони активно обробляють виготовлюваний продукт.

Водночас з вивченням динаміки дегідратації в дослідних сім'ях відбирали проби для визначення вмісту сахарози та моноцукрів.

Встановлено, що відносна кількість сахарози у свіжому нектарі значних змін не зазнає. Лише на п'яту добу цей показник зменшився з 23 до 14 %. Однак ця стабільність пов'язана зі згущенням перероблюваного бджолами продукту, яке супроводжується одночасно двома процесами — інверсією (розщепленням) сахарози і концентрацією цукрів. Протягом першої доби, коли з нектару вилучається найбільше води, ці процеси не урівноважують ззовні помітну стабільність і відносна кількість сахарози навіть перевищує початковий відсотковий показник. Зокрема, у сильних сім'ях показник сахарози нектару зобика бджоли в результаті згущення за першу добу у стільнику змінився з 23,57 до 28,16 %, а в слабких – відповідно 24,32 і 30,79 % (рис. 3.9).

Порівняльний аналіз за вмістом сахарози і води в продукті показав, що 5-ї доби дозрівання у сильних сім'ях процес інверсії випереджає процес дегідратації, тоді як у слабких сім'ях це відбувається лише на 7-му добу. Слід зазначити, що у контрольної групи більш інтенсивно відбувається зменшення дисахариду до 7-ї доби і різко знижується до 9-ї доби дозрівання. Водночас у дослідній групі сімей відбувається рівномірне зменшення сахарози під інтенсивним впливом бджіл.

Встановлено, що процес інверсії сахарози відбувається швидше у сильних сім'ях, ніж у слабких і ця різниця є статистично достовірною.

Особливості інверсії сахарози в нектарі повніше розкриваються за даними досліджень вмісту моноцукрів. Їх кількість в перероблюваному бджолами продукті характеризується постійним зростанням з часу обробки його в зобику до запечатування в стільнику.

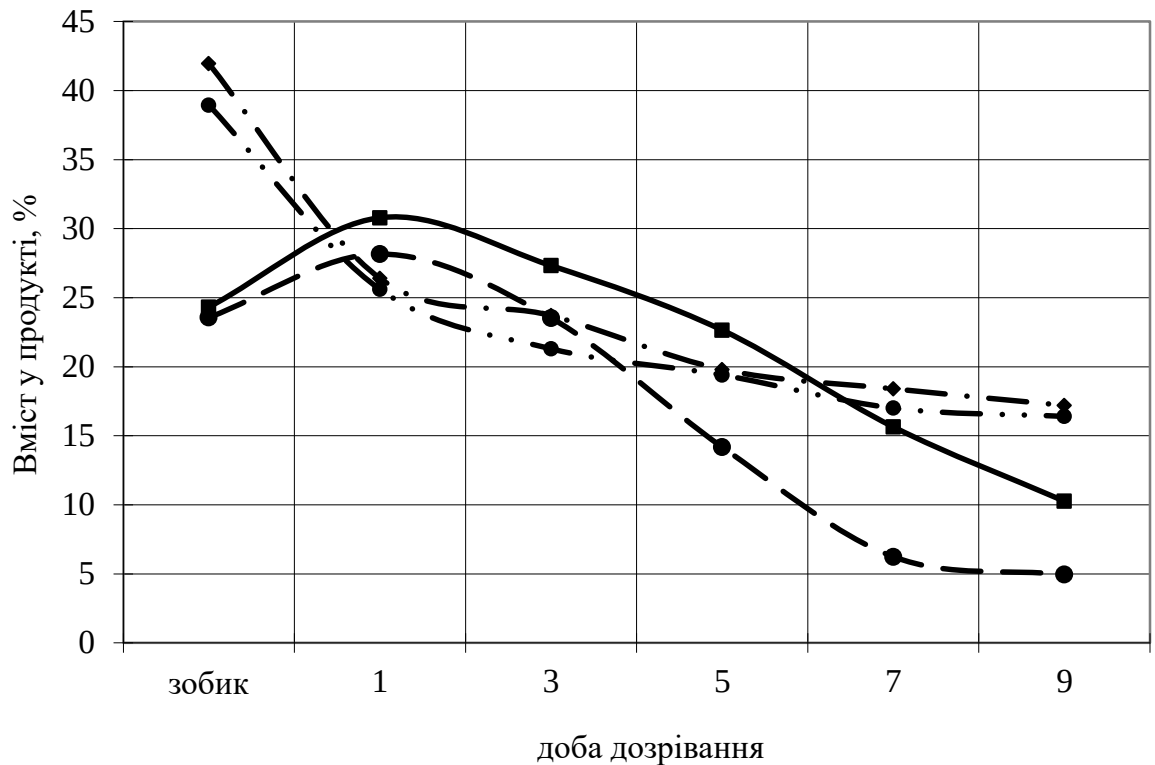


Рис. 3.9. Порівняльна оцінка процесу дегідратації нектару у гнізді сильних і слабких сімей поряд з інверсією сахарози:

- — — — — динаміка вмісту води у продукті із гнізда сильних сімей;
- - - - - динаміка вмісту води у продукті із гнізда слабких сімей;
- · - · - динаміка інверсії сахарози у продукті із гнізда сильних сімей;
- · · · · - динаміка інверсії сахарози у продукті із гнізда слабких сімей.

Однак результат накопичення інвертного цукру в сім'ях різної сили помітно відрізняється. За нашими даними свіжий (у запечатаному стані) мед у сильних сім'ях містить 75,63 % моноцукрів, у слабких – 68,78 %. Відмінності між сім'ями двох груп виявлені також за показником відносного приросту глюкози і фруктози. У сильних сім'ях бджіл інверсія посилилась після третьої доби обробки нектару (приріст 10–11,25 %), а в слабких – вона залишилась на попередньому рівні, не перевищуючи 8,45 %. У підсумку за недостатньої кількості бджіл сім'ї запечатали мед, в якому містилось 10,28 % сахарози, а в сильних сім'ях цей показник зменшився до 4,95 %.

Розщеплення сахарози нектару в процесі дозрівання меду відбувається під впливом ензиму інвертази, яка входить до складу секрету

гіпофарінгеальних залоз робочих бджіл старшого віку. Тому під час дослідів на сильних і слабких сім'ях відібрали робочих бджіл з кожного гнізда для визначення інвертуючої здатності їх залоз.

Дані досліджень показали, що протягом 3 годин дії інвертази від 100 бджіл контрольної групи утворюється в середньому 380,7 мг глюкози на 50 % розчин сахарози, тобто майже у 4 рази більше, ніж у бджіл із сімей дослідної групи. Отже, бджоли сильних і слабких сімей показали різну інвертуючу здатність глоткових залоз.

Водночас проведено порівняння даних вмісту цукрів у зрілому меді з інвертуючою здатністю бджіл контрольної і дослідної груп. Результати відображено у вигляді діаграми на рисунку 3.10.

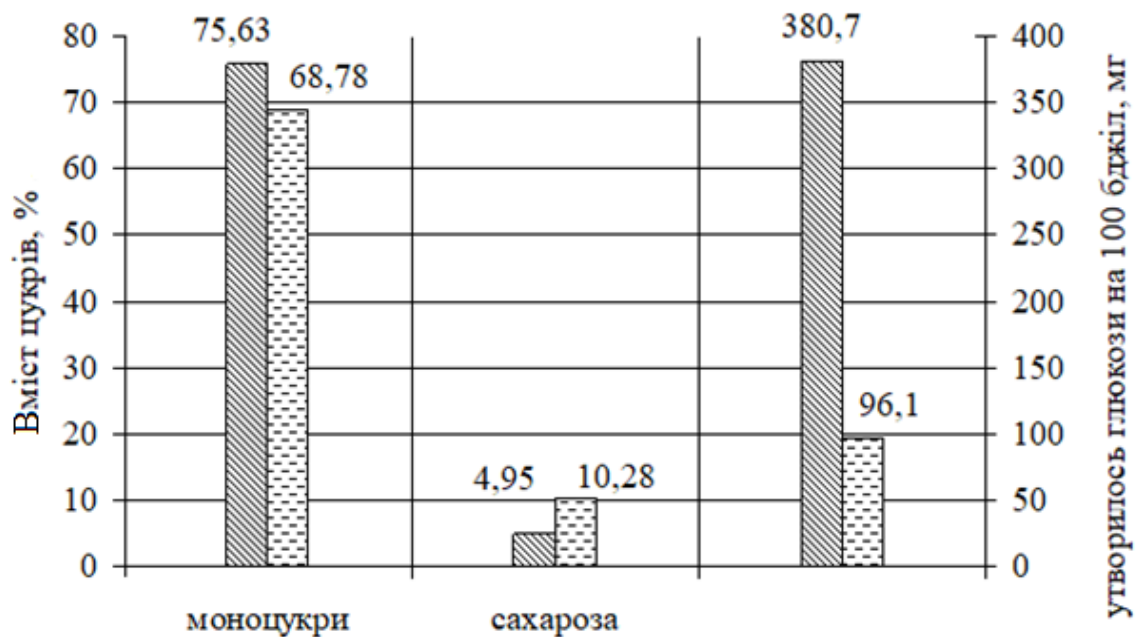


Рис. 3.10. Порівняння даних вмісту цукрів у зрілому меді та інвертуючої здатності бджіл:

▨ – показники сильних сімей;

▤ – показники слабких сімей.

Результат дослідів наводить на пояснення, що за малої кількості бджіл сім'ї залучаються збирати і виробляти мед робітниці молодших вікових груп,

у яких функція інвертування не досягла максимуму, що властиво для льотних бджіл старшого віку.

Бджоли сильних сімей мають вищу інвертуючу здатність, а тому вироблений зрілий мед мав на 6,85 % більше моноцукрів і на 5,33 % менше сахарози, ніж запечатаний продукт у слабких сім'ях. Водночас, від сімей контрольної групи після відкачування стільників було отримано в середньому 18,2 кг акацієвого меду, а від сімей дослідної групи – 8,6 кг.

Порівняльні дані динаміки дегідратації та інверсії сахарози в процесі переробки нектару показують, що бджолині сім'ї різних за силою майже однаково інтенсивно зменшують вміст в ньому води, однак по-різному здійснюють інверсію сахарози. Свіжий мед, відкачаний із сильних сімей відрізняється кращою зрілістю за вмістом простих цукрів, ніж отриманий від слабких сімей.

Отже, бджолині сім'ї, пристосовуючись до заготівлі запасів меду в еволюції соціального способу життя набули здатності регулювати внутрішньосімейні навантаження пластичними змінами функцій серед робочих особин. Ці явища виявлені раніше на інших видах роботи бджіл-збирачок.

На основі результатів досліджень нами експериментально обґрунтовано значення бджіл, їх характеристик як біологічного об'єкта (чистопородність, взаємозв'язок з рослинами-медоносами, сила сімей) і фізіолого-біохімічних процесів в них під час заготівлі, переробки і підготовки до тривалого зберігання кормів. Отримані дані використано у наступних дослідженнях для розроблення низки біотехнологічних підходів до оптимізації виробництва та поліпшення якості меду бджолиного.

3.5. Дослідження впливу ензимного препарату інвертази на процес дозрівання меду

У процесі розвитку бджолиної сім'ї спостерігається нерівномірна активність ензиму інвертази в глоткових залозах робочих бджіл протягом

року. Зокрема на початку пасічного сезону, спостерігається інтенсивний ріст сили сім'ї та менш виражена інвертазна активність глоткових залоз робочих особин цієї генерації. Пізніші покоління матимуть вже більш розвинені залози і краще будуть переробляти нектар на мед. Однак під час цвітіння білої акації співпало два чинники, що впливають на показники зрілості продукту: слабо розвинені глоткові зали у робочих особин та значний вміст сахарози, яка входить у нектар.

3.5.1 Вивчення технологічних способів введення ензимного препарату інвертази в організм бджіл за переробки нектару

Було проведено дослідження встановлення технології оптимального способу введення ензимного препарату інвертази в організм бджіл та у наблизк нектару за дозрівання меду із білої акації.

За результатами аналізу зразків запечатаного меду із білої акації у контрольній групі (натуральний продукт) інвертуюча активність становить 32,7 ОД/кг (табл. 3.18).

Таблиця 3.18 – Інвертуюча здатність меду із білої акації (n=3; M±m)

Група сімей	Активність інвертази, ОД/кг
Контрольна	32,7±0,458
I дослідна	32,4±0,516
II дослідна	33,1±0,473
III дослідна	36,6±0,597
IV дослідна	47,4±0,624
V дослідна	82,4±0,736
VI дослідна	97,3±0,681*

Примітка. *p≤0,05.

У варіанті, де робочі бджоли мали занести із водою препарат інвертази до гнізда та додати до нектару (I дослідна група) не дав позитивних результатів, а показник активності ензиму залишився на рівні контрольної групи. Забір води з ензимом бджолами I дослідної групи був відмічений незначний, через спостереження за міченими особинами.

Розміщення напувалок з водою у вуликах II дослідної групи вірогідно не вплинуло на підвищення інвертної активності зрілого меду. Візуально було також відмічено використання води бджолами для потреб сім'ї.

За використання цукрового сиропу як джерела препарату інвертази дещо змінює ситуацію надходження ензиму до продукту в процесі дозрівання. Наприклад, мед із бджолосімей III дослідної групи відзначився збільшенням інвертазної активності на 3,9 ОД/кг. Візуально відмічено забір цукрового сиропу збагаченим ензимом інвертази бджолами-збирачками.

У зразках меду із сімей IV дослідної групи за згодовування цукрового сиропу з ензимом через годівниці над гніздом відбулось підвищення інвертазної активності на 44,95 %, порівнюючи до контрольної. Отже, цукровий сироп, як джерело ензимного препарату інвертази більше підходить ніж вода. Розбіжності в показниках III і IV дослідних груп пов'язані із розміщенням препарату відносно гнізда та доступу протягом доби. Зокрема, бджоли IV групи, переробивши нектар принесений вдень, мали доступ до цукрового сиропу вночі, тоді як збирачки з III групи такої можливості не мали, а зранку приступали до збирання нових порцій нектару і лише за припинення нектаровиділення, шукали нові джерела взятку.

Під час внесення препарату інвертази безпосередньо до комірок стільників, через розприскування водного розчину (V дослідна група) ензимна активність меду збільшилась у 2,5 рази, порівнюючи до контрольної групи.

Розчин ензимного препарату у складі цукрового сиропу із вмістом іммобілізованої інвертази на сухій сироватці молока (VI дослідна група), внесений у комірки стільників перед підготовкою до медозбору, підвищив

інвертазну активність зрілого меду на 14,9 ОД/кг, порівняно до водного розчину (V дослідна група) та майже в 3 рази більше в порівнянні з контролем.

3.5.2. Вивчення дози ензимного препарату інвертази за дозрівання меду

Також було проведено дослідження щодо доз внесеного ензимного препарату інвертази безпосередньо до комірок стільників у вигляді розчину з дистильованою водою та з цукровим сиропом (1:1) із додаванням іммобілізованої інвертази на сухій сироватці молока.

За результатами аналізу зразків свіжозапечатаного білоакацієвого меду в натуральному продукті контрольної групи сімей було встановлено вміст сахарози в кількості 4,95 % та 75,64 % моноцукрів (табл. 3.19).

Таблиця 3.19 – Дія різних доз ензиму інвертази за дозрівання меду з білої акації (n=3; $M \pm m$)

Група	Вміст у натуральному продукті, %			
	із водою		із цукровим сиропом	
	сахароза	моноцукри	сахароза	моноцукри
Контрольна	4,95±0,254	75,64±0,810	4,95±0,254	75,64±0,810
I дослідна	4,73±0,342	75,91±2,716	4,45±0,318	76,23±0,806
II дослідна	4,64±0,380	76,00±1,097	3,81±0,196*	76,85±0,908
III дослідна	4,25±0,411	76,41±3,120	2,21±0,280**	78,37±0,216*
IV дослідна	2,85±0,196*	77,78±1,206	0,18±0,015***	80,44±0,305*
V дослідна	2,42±0,203**	78,10±0,415*	0,17±0,009***	80,43±0,215**
VI дослідна	1,75±0,215**	78,89±0,408*	0,15±0,011***	80,46±0,230**

Примітка. * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$.

Внесення ензимного препарату із водою у I–III дослідних групах (0,5–1,5 мл на 50 мл води на 1 стандартний стільник (435x300)) вірогідно не сприяло зниженню вмісту сахарози у меді.

За внесення 2 мл ензиму на 50 мл води (IV дослідна група) вміст сахарози у продукті зменшився в 1,73 рази.

Найвищий рівень гідролізу сахарози було відмічено у VI дослідній групі, зменшення вуглеводу було у 2,82 рази відносно контролю.

За збільшення вмісту ензиму у воді масова частка моноцукрів у меді підвищується на 0,27–3,25 %. Слід відмітити, що у V та VI дослідних групах різниця була вірогідною.

За додавання іммобілізованого ензиму на сухій сироватці молока в складі цукрового сиропу у I дослідній групі зниження вмісту сахарози було на рівні 0,5 % відносно контролю.

У II та III дослідних групах вміст сахарози у меді був меншим на 1,14 % ($p \leq 0,05$) та 2,74 % ($p \leq 0,001$).

За внесення максимальної дози іммобілізованого ензиму (3 мл на 50 мл сиропу) вміст сахарози знижується у 33 рази ($p \leq 0,001$), відносно контролю.

Порівнюючи дію ензиму у складі сиропу до дії ензиму у складі води у VI дослідній групі виявлено значне покращення гідролізу сахарози у моноцукри (11,7 рази) на користь іммобілізованого ензиму.

Отже, оптимальною дозою внесення ензиму у стільник є 2–3 мл на 50 мл сиропу із вмістом іммобілізованої інвертази.

3.6. Способи оптимізації дозрівання і поліпшення якості меду

3.6.1. Збільшення виробництва меду способом тимчасової ізоляції наповнених стільників

Вирішення питання про збільшення виробництва товарного бджолиного меду цікавило науковців та, особливо, практиків пасічної

справи. Досягнення цієї мети здійснювали багатьма методами: поліпшення кормової бази, удосконалення конструкційних властивостей вуликів, покращення технології пасічникування, утримання на пасіці сильних сімей, тощо. Всі ці методи давали позитивний результати. Зокрема, Тарановим [93] досліджено та науково обґрунтовано потребу сім'ї у кількості порожніх стільників для розміщення і переробки нектару залежно від показників приросту контрольного вулика за добу. Деякі практики пропонують збільшити інтенсивність вентилування бджолиного гнізда, особливо вночі, використовуючи сітчасті решітки замість дна у вулику, підставляючи клинці між корпусом і дном або дахом вулика.

Отримати більше товарного меду можливо лише за умови дотримання комплексу прийомів та заходів, які сприяють бджолам у здійсненні складних біохімічних перетворень і фізичних змін нектару. Як показує практика, бджоли не будуть приносити до вулика більше нектару, ніж в змозі його обробити. Крім того багато медоносів відзначаються значною кількістю виділеного нектару, однак нетривалим періодом квітування. Наприклад, біла акація виділяє більше 500 кг/га нектару з тривалістю квітування в середньому до двох тижнів, інколи навіть менше. Водночас, відкачування продукту із незапечатаних стільників дає можливість звільнити місце і отримати більше меду, при цьому продукт буде незрілим і потребуватиме штучного дозарювання, але найчастіше він зброджує. Тому доцільно дослідити оптимальні строки відбирання стільників з незапечатаними комірками, однак для відкачування, а для тимчасової ізоляції від бджіл.

У зв'язку з цим були проведені дослідження на бджолиних сім'ях під час взятку з білої акації для збільшення їх медопродуктивності через відбирання незрілого меду із гнізда. На їх місце підставляли порожні стільники. Це дало змогу бджолам приступити до перетворення нових порцій нектару, не затрачаючи часу на доведення вже принесеного напередодні продукту до зрілості і запечаткування восковими кришечками. Для цього сформували контрольну і дослідну групи сімей по 3 у кожній.

На п'яту добу медозбору з білої акації в сім'ях дослідної групи між двома корпусами помістили третій з пустими стільниками. В цьому випадку між 2 і 3 корпусами поставили обмежувач бджіл, що дозволяв робочим бджолам легко потрапити у 2 корпус, однак не давав змоги їх повернення назад. Основна маса бджіл протягом доби перейшла працювати на нові стільники у 2 корпус.

Із закінченням фази цвітіння білої акації, коли маса контрольного вулика збільшувалась не більше ніж на 200–500 г, були повернуті відібрані стільники. По завершенню дозрівання корму у бджолиних сім'ях були відібрані запечатані стільники не менше, ніж на $\frac{1}{2}$ їх площі для відкачування.

Від сімей контрольної групи отримали в середньому 22,83 кг меду, а дослідної – 28,9 кг. Також слід зазначити, що від сімей подібних за силою отримали різну кількість меду, у контрольній групі від 19,7 до 25,3 кг, а дослідної – від 27,1 до 31,4 кг.

Отже, тимчасова ізоляція принесеного корму дозволяє збільшити виробництво меду в середньому на 26,6 %. З результатів наших досліджень випливає, що відбір ще незрілого корму на 5 добу медозбору та повернення на обробку після закінчення нектаровиділення дозволяє збільшити продуктивність сімей. Приріст збору меду потребує незначних додаткових затрат праці.

3.6.2. Збільшення виробництва меду за використання іммобілізованої інвертази під час дозрівання

Для розширення уявлення про вплив іммобілізованої інвертази на процес дозрівання і якість меду щодо інверсії сахарози провели порівняльне дослідження під час медозбору із білої акації, показник висвітлений в натуральному продукті (рис. 3.11). Сім'ям дослідної групи для розширення гнізда перед взятком із білої акації розмістили стільники зрошені цукровим

сиропом із іммобілізованою інвертазою на сухій сироватці молока (3 мл на 50 мл сиропу на 1 стільник).

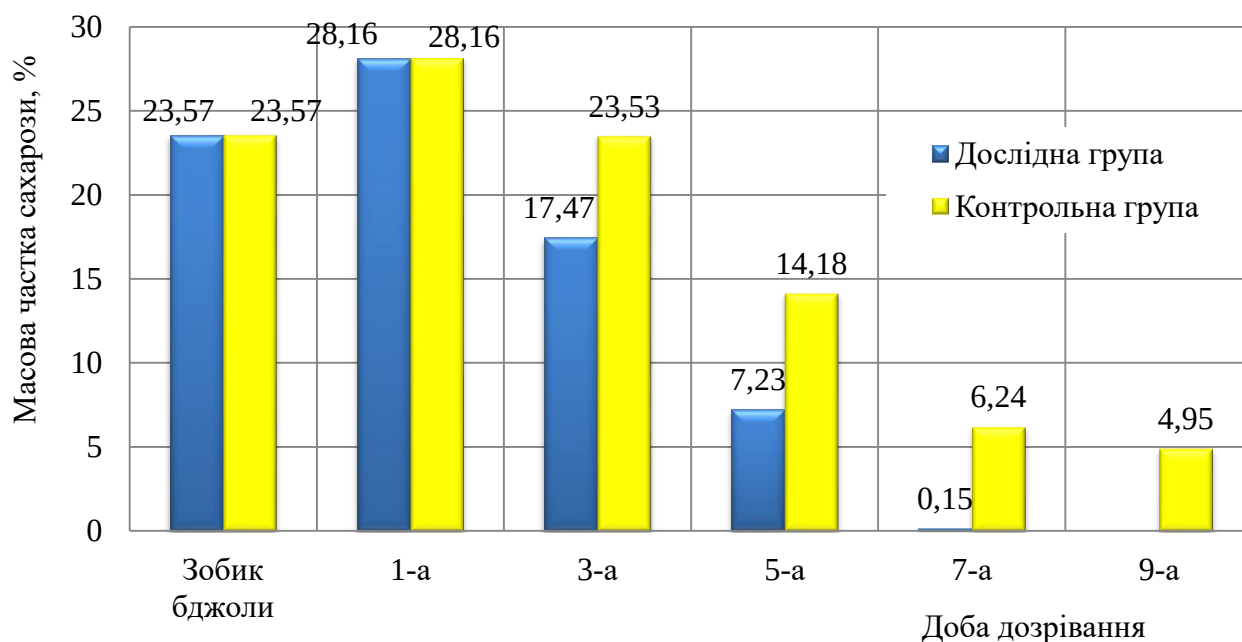


Рис. 3.11. Динаміка інверсії сахарози бджолами за впливу іммобілізованої інвертази (n=3).

Порівняльний аналіз за вмістом сахарози в продукті показав, що за впливу іммобілізованої інвертази на 7-у добу процес дозрівання меду закінчується запечатуванням стільників у сім'ях дослідної групи, тоді як у сім'ях контрольної групи це відбувається лише на 9-у добу. У підсумку за впровадження біотехнологічних розробок бджоли запечатали мед, в якому містилось 0,15 % сахарози, що на 4,12 % менше ніж за традиційної технології пасічництва.

Показники дозрівання меду за використання іммобілізованої інвертази із масовою часткою моноцукрів у натуральному продукті відображено на рисунку 3.12.

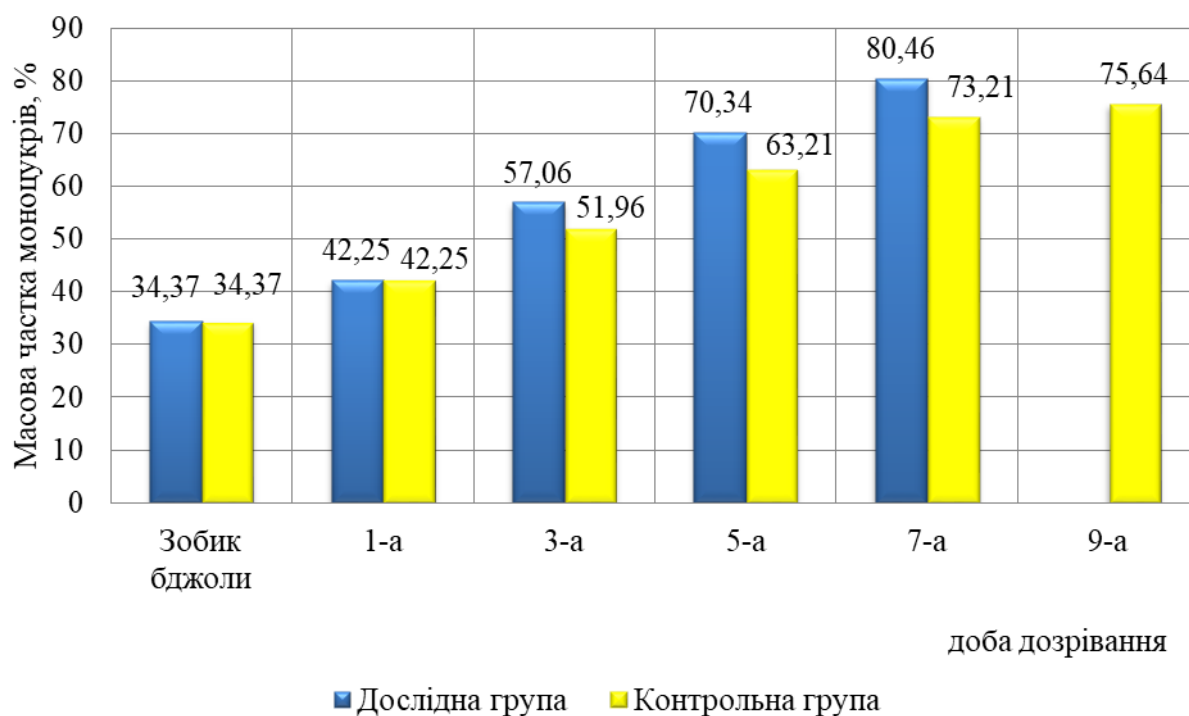


Рис. 3.12. Динаміка вмісту моноцукрів за впливу іммобілізованої інвертази під час дозрівання меду (n=3).

Накопичення моноцукрів у продуктах першої доби дозрівання відбувається рівномірно в обох групах і переважно завдяки дегідратації. Однак вже з третьої доби різниця між групами сімей становить 5,1 % на користь дослідної, п'ятої доби – 7,13, сьомої – 7,25 %. У кінцевому результаті за різницею показника вмісту моноцукрів запечатаного меду сім'ї дослідної групи випереджають контрольні на 4,82 %. Отже, завдяки тому, що мед у бджолиному гнізді дозріває на два дні раніше, то відкачування зрілого продукту із стільників проводили ще під час цвітіння білої акації.

3.6.3. Технологічні особливості одержання забрусного меду

Передумовою одержання забрусу було дослідження динаміки змін і стабілізації біофізичних явищ за дозрівання меду на етапі закінчення обробки його бджолами у відкритих комірках і запечатування їх восковими покриттями. Важливо встановити, за якого вмісту води, сахарози та інвертованого цукру бджоли припиняють доступ до продукту у зв'язку із

герметизацією в стільниках. Саме під восковою покришкою формується за участю бджіл той прошарок меду, що потрапляє в забрус способом відокремлення від решти створеного бджолами в комірках запасу меду.

В наших дослідках ставили завдання встановити масу забрусу з розрахунку на один відкачаний стільник стандартної вуликової рамки (435x300 мм) та можливі межі коливання цього показника за різної площі запечатаної поверхні, визначити співвідношення меду і воску (покришечок) в забрусі за масою і провести розрахунки орієнтовного виходу специфічного виду від бджолиної сім'ї за сезон.

Роботу виконували під час медозборів з білої акації та гречки в типових умовах лісостепової зони. У науково-виробничому досліді було обліковано методом зважування кількість зібраного забрусу окремо з 25 стільників за відкачування товарної продукції. Зважували і фільтрували кожен порцію покришечок з них, встановили масу чистого воску і визначили співвідношення до частки меду. На такій же кількості відкачених стільників досліджено показники в другому варіанті, коли запечатаний мед займав половину площі стільника. Ці два варіанти адаптовані до умов, коли найчастіше проводять відбирання рамок з бджолиного гнізда для відкачування на товарних пасіках.

У варіанті розпечатування стільників на усій площі маса забрусу становила в середньому $316,6 \pm 4,81$ г за меншого коливання (від 289 до 372 г), ніж за відбирання їх з частин площі закритих воском комірок (відповідно середнє $203,2 \pm 6,05$ г та межі 148–256 г). Це означає, що за відбирання для відкачування стільників з частиною запечатаної площі у забрус потрапляє більша маса меду, ніж цілком заповнених і запечатаних стільників. Збільшення межі коливань можна пояснити тим, що розміщення меду і запечатування комірок бджоли за їх властивостей розпочинають згори і від природи намагаються покласти там більший запас корму, додатково видовжуючи комірки. Тому стільник у верхній (початковій для запечатування) частині частіше буває ширшим і дає в забрус під час зрізання

покришок більшу масу продукції. Спостереженнями у виробничих умовах встановлено, що потовщені стільники у медовій їх частині трапляються частіше за умов малого об'єму вулика і недостатнього забезпечення сімей стільниками під час взятків. За цих обставин отриманий забрус містить відносно більше меду.

Отримані в досліді дані щодо середньої кількості зрізаного забрусу з розрахунку на один заповнений медом стандартний стільник (за визнаної норми 3,0–3,6 кг) показують співвідношення як 1:10. Подібна пропорція спостерігається у випадках, коли відкачують мед з недостатньо заповнених і частково запечатаних стільників (0,203 кг забрусу і 2,0–2,3 кг меду в стільнику). Він обчислений з даних ширших меж коливання маси забрусу від 148 до 256 г (Рис.3.13).

Отримані результати характеризують також склад забрусу за основними показниками – масова частка меду і воску в ньому та їх співвідношення. Встановлено, що мед як основний компонент у зрізаній масі стільника, запечатаного на всій площі, становить 90,3 %. Майже таку кількість його (88,9 %) містить забрус, отриманий із стільників, що їх бджоли запечатали на неповній площі. Пасічникам доводиться враховувати, що реалізація забрусного меду вилучає з господарського обігу у вигляді воскових покришечок 30,7 і 22,6 г воску відповідно варіантів з розрахунку на один стільник.

Згідно із сучасною технологією забрус для реалізації подається на фасування в посуд певної ємності. Оптимальний варіант фасування цієї продукції для ринку, як показали наші спостереження, може бути наповнення скляної тари об'ємом 0,5 л, в якій вміщується 760 г звичайного відкачаного меду.

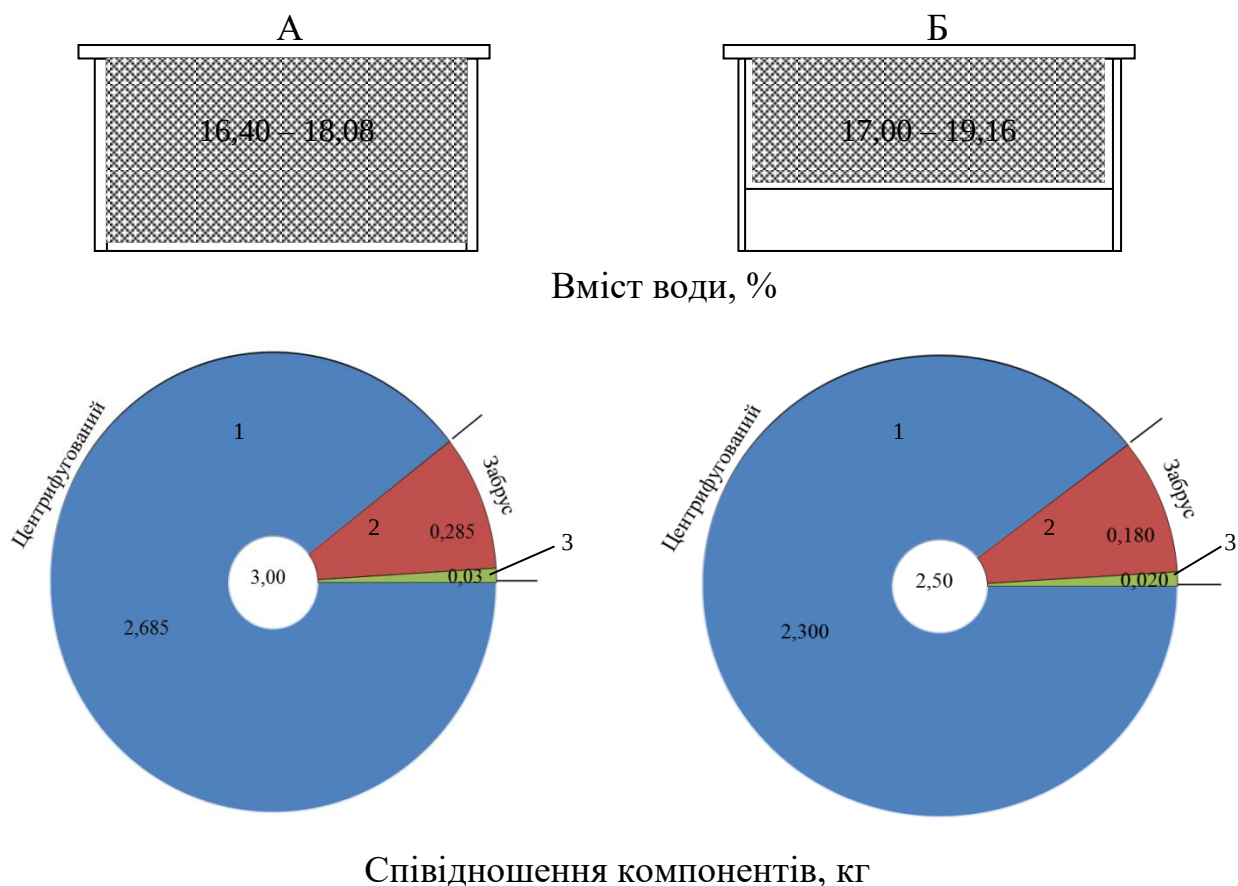


Рис. 3.13. Схема співвідношення складових забрусного меду за різних варіантів площі запечатаної поверхні стільника:

А – вся площа; Б – половина площі; 1 – центрифугований мед;
2 – мед у складі забрусу; 3 – воскові покришечки.

За результатами проведеного дослідження при наповненні півлітрових ємностей показано, що загальна маса забрусу становить в середньому 723 г, відхилення від середньої статистичної величини незначні. Частка меду в розфасованому продукті дорівнює 647 ± 3 г, або 89,5 % до загальної. Водночас виявлено більший розмах коливань даних щодо вмісту воскових покришечок в медовій частині за середнього статистичного 75,62 г. Для практики пасічництва важливо підкреслити, що в сукупності ця кількість воску в реалізованому забрусі об'ємом 0,5 л дорівнює приблизно масі одного листа вощини у разі виготовлення її з витопленого воску за звичайної технології. Однак за достатнього забезпечення пасік воском на сьогодні реалізація забрусного меду суттєво не вплине на порушення їх воскового балансу.

Отримані дані можуть бути враховані за формування ціни на забрусний мед, так само як і чинник підвищення цінності цього виду меду, обумовленої особливими його властивостями.

Отже, розширення комплексного використання бджіл через збільшення переліку продуктів від них, у тому числі як виокремленого в технології виду забрусного меду, є доцільним напрямом і доступним у виробничих умовах.

3.6.4. Періодизація одержання забрусного меду

На підставі власних спостережень, обліку календаря цвітіння рослин та узагальнення даних виробничої діяльності бджолопідприємств і приватних пасік нами проведено розрахунки можливого збору забрусу по періодах сезону. Відповідно до результатів досліджень поданих в п. 3.2 дисертації, сезон пасічництва в зоні лісостепу, починається накопиченням запасів меду з третьої декади квітня, коли для живлення бджіл вистачає з надлишком меду з верб, клена гостролистого, різних плодових дерев, а в польових умовах зацвітає озимий ріпак (рис. 3.14). Сукупно за період їх цвітіння в роки з теплою весною медозбір, переважно з озимого ріпаку може становити близько 15 кг на сім'ю бджіл. За розпечатування стільників для центрифугування в забрус потрапляє близько 1/10 частина меду. Через невеликий проміжок часу сім'ї стають сильнішими і дають в товарну продукцію по 30 кг відкачаного меду. Подібно розраховано кількість товарної продукції на медозборі з липи, гречки, соняшнику. За орієнтованими нормами забрусу набралось би по 10 кг на сім'ю.

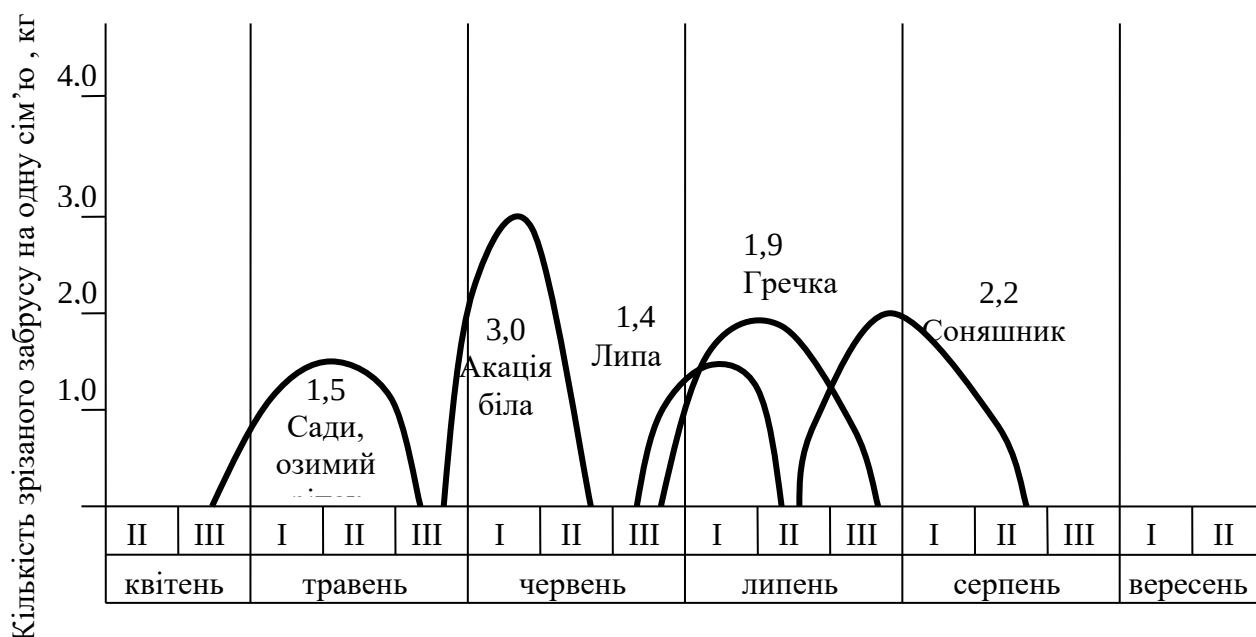


Рис. 3.14. Схема періодизації одержання забрусного меду в флористичних умовах Лісостепу

З різних причин потенціал продуктивності бджіл реалізується не повною мірою і може становити за вдалих погодних умов 5–6 кг забрусу. Відокремлений від меду центрифугованого цей продукт підвищеної апітерapeutичної цінності щороку знаходить все більший попит на ринку пасічницької продукції.

Отже, за результатами досліджень у підрозділах 3.4–3.6 нами відпрацьовано та запропоновано у практику бджільництва біотехнологічні прийоми використання іммобілізованої інвертази на сухій сироватці молока, які підвищують продуктивність сімей та якість отриманої продукції.

3.7. Економічне обґрунтування технології виробництва меду за використання іммобілізованої інвертази

Виробничі випробування було проведено в умовах пасіки ФОП «Ковальчук» під час кочівлі на медозборі протягом пасічного сезону в Білоцерківському районі Київської області. З цією метою за принципом аналогів формували контрольну та дослідні групи по 30 сімей у кожній.

Контрольна група сімей отримувала для розширення гнізда стільники зрошені цукровим сиропом із іммобілізованою інвертазою на сухій сироватці молока (3 мл на 50 мл сиропу на 1 стільник). Відбір стільників для відкачування меду здійснювали при запечатуванні $\frac{1}{2}$ від загальної кількості комірок.

Розрахунок економічних показників виробництва меду на пасіці за впровадження розробленої програми інтенсифікації виробництва наведено в таблиці 3.20.

Таблиця 3.20 – Економічна ефективність застосування іммобілізованої інвертази за виробництва меду

Показник	Група		± до контроль- ної
	контрольна	дослідна	
Кількість бджолиних сімей, шт.	30	30	—
Вироблено меду, кг	1060,5	1142,7	+82,2
Отримано воску, кг	10,8	10,9	+0,1
Реалізаційна ціна 1 кг меду, грн	40	40	—
Реалізаційна ціна 1 кг воску, грн	200	200	—
Виробничі витрати, грн	26143	26871	+728
Виручка від реалізації продукції, грн	44580	447890	+3310
Прибуток, грн	18437	21019	+2582
Рівень рентабельності, %	70,5	75,8	+5,3

За впровадження біотехнологічних розробок і застосування іммобілізованої інвертази у технологію виробництва меду можливо збільшити прибуток на 14,0 % відносно традиційної технології.

РОЗДІЛ 4

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Процес одержання бджолиного меду за сучасних технологій зазнає істотного впливу несприятливих чинників фізичної, хімічної та біологічної природи. У зв'язку з цим, з'ясування біохімічних процесів перетворення нектару в мед на всіх стадіях, від його збирання, перенесення до вулика та обробки бджолами і дозрівання у стільниках, є важливим аспектом для відпрацювання біотехнологічних підходів, спрямованих на підвищення продуктивності сімей та якості отриманої продукції [42].

Інтенсивна обробка нектару бджолами, особливо під час сильного взятку, позначається на кількості вилученої з нього води, змінах співвідношення цукрів під впливом інвертування. З ними пов'язані показники якісної характеристики товарної продукції.

У процесі одержання меду важливого значення набувають процеси регульованого та оптимізованого впливу на продуктивність бджолиних сімей біокатализаторів та своєчасного відбирання з гнізда зрілого продукту. Відкачування меду займає в технологічному ланцюгу таке місце, що значно впливає на його якість з одного боку та реалізацію потенційних можливостей сім'ї – з другого.

Тому, експериментальне обґрунтування значення бджіл, їх характеристик як біологічного об'єкта (чистопородність, взаємозв'язок з рослинами-медоносами, сила сімей) і фізіолого-біохімічних процесів в них під час заготівлі, переробки і підготовки до тривалого зберігання кормів та використання отриманих даних для розроблення низки біотехнологічних підходів до оптимізації виробництва та поліпшення якості меду бджолиного є актуальними і має практичне значення в бджільництві.

Одним із багатьох науково-практичних інтересів для покращення продуктивності в бджільництві є розробка технології іммобілізації інвертази та впровадження методики її використання за дозрівання меду.

Враховуючи, що деякі технологічні елементи в бджільництві недостатньо вивчені, нами було запропоновано схему досліджень для встановлення оптимальних біотехнологічних параметрів дозрівання меду. На першому етапі вивчали створення стабільної інвертази через її іммобілізацію на природних носіях. Також вивчали динаміку дегідратації та гідролізу цукрів у нектарі на етапі від рослини до запечатування у комірках стільників зрілого продукту.

На другому етапі досліджень вивчали підвищення медопродуктивності бджолиних сімей за впливу біотехнологічних операцій.

Для дослідження щодо проведення іммобілізації на природних органічних носіях через адсорбцію та ковалентне приєднання застосовували буферний розчин із рН 5,5 як розчинник. За встановлення співвідношення інвертази і носія використовували крохмаль, пектин, яєчний альбумін та суху сироватку молока за різних доз ензиму від 20 до 640 мг. Маса носія в усіх варіантах дослідів не змінювалася і становила 1000,0 мг. Об'єм розчинника теж залишався сталим 5,0 см³ для всіх досліджень.

Іммобілізована інвертаза на крохмалі за використання 20 мг ензиму зберігає свою активність у межах 10,6 % відносно нативної форми. За збільшення маси ензиму у 2 рази (40 мг) активність досягає 18,4 %, що на 7,8 % більше ніж у попередньому досліді. Наступне подвоєне збільшення препарату (80 мг) дає можливість покращити активність ензиму в 2,5 рази відносно варіанта, де використовували 20 мг.

Використання високих доз ензиму від 160 до 640 мг на 1000 мг носія не супроводжувалось вірогідним підвищенням гідролітичної активності одержаного препарату відносно препарату, який був виготовлений із використанням 80 мг ензиму.

За використання пектину як носія (20 мг ензиму на 1000 мг носія) для іммобілізації інвертази збереження активності відносно аналогічного варіанта із крохмалем покращується на 1,1 %.

За внесення 40 і 80 мг ензиму – спостерігається зростання активності у 1,82 і 2,76 разів відносно найменшої дози в цьому дослідженні. Наступні подвоєння кількості ензиму не дали можливості одержати препарати із вірогідно високою активністю відносно варіанта, де іммобілізували 80 мг ензиму.

Досліджуючи як носій яєчний альбумін було підтверджено закономірність, що використання високих доз ензиму 160–640 мг на 1000 мг носія не дає ефекту.

Оптимальною дозою вважати рахувати 80 мг. За таких умов активність іммобілізованого ензиму становила 68,3 % від нативної форми. Порівнюючи іммобілізовану інвертазу на яєчному білку до препаратів отриманих на крохмалі та пектині виявлено, що активність ензиму була вищою, відповідно, на 41,3 та 35,9 %.

Порівнюючи сорбційну властивість яєчного альбуміну і сухої сироватки молока, було помічено незначну різницю між показниками в межах 0,9–2,2 % відповідно на користь першого носія.

За використання сухої сироватки молока оптимальною дозою ензиму було виявлено 80 мг на 1000 мг носія. Високі дози 160–640 мг ензиму аналогічно до інших носіїв не дали позитивного результату.

Порівнюючи усі чотири носія виявлено, що найвища активність іммобілізованої інвертази була у варіанті із яєчним альбуміном, однак різниця із сухою сироваткою молока є не вірогідною, а враховуючи, що вартість останньої в 9–10 разів нижча, то економічно доцільно використовувати саме її, навіть за незначного зменшенні активності.

Для встановлення більш оптимального і точного співвідношення між носієм та ензимом було проведено додатково дослідження, де діапазон доз біокатализатора був звужений від 60 до 105 мг.

Як оптимальний носій було взято суху сироватку молока. Виявлено, що оптимальним співвідношенням носій:ензим:розчинник є 1000 г:85 мг:5 см³. За таких умов каталітична активність зберігається в межах 68,54 %.

За результатами досліджень інших вчених, для іммобілізації інвертази використовували різні носії, такі як поліакриламід [226], цеоліт [254], хітозан [246], синтетичну губку [238], хітин, активоване вугілля, тирсу деревини [222], мікрокульки нейлону-6 [229] тощо. Не зустрічається в доступній літературі іммобілізації інвертази на сухій сироватці молока та яєчному альбуміні.

У подальшому аналізували породну належність бджолиних сімей та кормову базу. Відомо, що поведінкова реакція бджіл під час медозбору значною мірою залежить від низки біотехнологічних чинників, зокрема чистопородності сімей, видового складу медоносів та ін. [2, 5, 7, 8, 14]. Тому, одним із завдань роботи було оцінювання піддослідних бджолиних сімей щодо їх чистопородності, належності до районованої породи та якісних характеристик за ознаками екстер'єру. Для контролю чистопородності бджіл пасіки було відібрано проби робочих особин з 10 сімей і проведено проміри екстер'єру за такими ознаками: довжина хоботка, кубітальний індекс, дискоїдальне зміщення та форма заднього краю воскового дзеркальця.

За результатами комплексної оцінки екстер'єрних ознак дослідженого матеріалу можна відзначити найтипівіші риси бджіл української степової породи сорока відсотків сімей з бажаними показниками для репродукції. Водночас виявлено тенденцію наближення ознак породи до нижньої межі в двох сім'ях, окремі бджоли яких мають нетипові риси відносно корінної породи. Ці особливості є закономірними з урахуванням поліандрії маток, у яких частка сперми за їх спаровування з трутнями невідомого походження могла вплинути на з'явлення нетипових для породи ознак.

Медозбірна активність бджіл нерозривно пов'язана з наявністю у природних умовах нектароносних рослин та періодом їх цвітіння. З кожним роком більш відчутні кліматичні зміни, що проявляються в агрокультивуванні теплолюбних рослин все далі на північ країни та збільшенні тривалості безвзяткового періоду, що впливає на межі комфорту аборигенних порід бджіл [4, 11]. Зважаючи на такі зміни, виникає потреба у

корегуванні плану районування порід та виборі тієї породи бджіл, яка тривалий час у майбутніх поколіннях забезпечуватиме високу продуктивність. Дослідження проводили в типових умовах медозборів лісостепової зони в межах Білоцерківського району Київської області.

Відмічено, що продуктивні медозбори з отриманням товарної продукції відбувались за взятку з озимого ріпаку, білої акації, липи, гречки і соняшнику. В умовах інтенсивного нектаровиділення згаданих вище культур майже всі льотні бджоли мали чітку флороміграцію, а тому виключало можливість відбору зразків нектару в медовому зобику збирачок. Також для дослідження було використано підтримуючий взяток із зеленчука жовтого, оскільки цей медонос природнім способом маркував бджіл-збирачок характерною міткою на верхній частині грудей.

Вилучення зайвої води з нектару є важливим процесом під час дозрівання меду. Аналізуючи загалом дані всіх чотирьох серій досліду, проведених під час цвітіння зеленчука жовтого, білої акації і липи, на медозборі з соняшнику, можемо зазначити констатувати, що в процесі збирання і перенесення нектару до вулика організм бджоли впливає на зміну його складу, зменшуючи вміст води. Враховуючи коротку тривалість цієї фази (наповнення зобика в результаті відвідування квіток займає близько 10–60 хв), зменшення масової частки води з різницею на 1,97–2,47, а в деякі дні на 4,24–7,77 % є суттєвою у межах всього процесу дозрівання меду.

Кількість води у меді має значення не лише як індикатор зрілості продукту, а також є запорукою тривалого його зберігання.

Найінтенсивніше процес дегідратації відбувається протягом першого дня перебування нектару у гнізді, коли з нього вилучається 56,6–74,9 % від загальної кількості води в початковому стані. Тому в разі потрапляння у відкачаний мед свіжого нектару з окремих стільників може відбутись підвищення вмісту води різною мірою загальної його маси.

Одним з головних процесів дозрівання та накопичення простих цукрів меду є інверсія сахарози – гідролітичне розщеплення дисахариду на глюкозу

і фруктозу, яке відбувається під дією ензиму інвертази, що входить до складу секрету підглоткових залоз робочих бджіл.

Динаміка інверсії сахарози у звичайному середовищі бджолиного гнізда досліджена недостатньо. Однак пасічники інколи відкачують мед із неповністю запечатаних стільників, отримуючи продукт з підвищеним вмістом сахарози, що зумовлює підозру фальсифікації меду цукровим сиропом. Тому для визначення динаміки перетворення сахарози на моноцукри нами проведено дослідження під час цвітіння соняшнику та медозборів з білої акації і липи.

Встановлено, що бджолина сім'я, набувши високої організації соціальної структури та фізіологічної здатності, має пристосованість щодо забезпечення своїх майбутніх генерацій запасами високоякісного корму у вигляді легко-засвоюваного меду, що має важливе значення в несприятливі періоди життєдіяльності сім'ї. Це пояснюється високим вмістом моноцукрів (глюкози і фруктози більше 70 % у натуральному продукті), збереженістю і доступністю джерела енергії, герметизованого восковими кришечками із вмістом води в межах 16–18 % [165].

Для розширення уявлення про значення сім'ї щодо вилучення зайвої води з нектару, інверсії сахарози та бджолиного організму під час дозрівання меду провели порівняльне дослідження на сильних і слабких сім'ях.

Порівняльний аналіз за вмістом сахарози і води в продукті показав, що з 5-ї доби дозрівання у сильних сім'ях процес інверсії випереджає процес дегідратації, тоді як у слабких сім'ях це відбувається лише на 7-му добу. У контрольній групі більш інтенсивно відбувається зменшення дисахариду до 7-ї доби і різко знижується до 9-ї доби дозрівання. Водночас у дослідній групі сімей відбувається рівномірне зменшення сахарози під інтенсивним впливом бджіл.

Особливості інверсії сахарози в нектарі повніше розкриваються за даними досліджень вмісту моноцукрів. Їх кількість в перероблюваному бджолами продукті характеризуються постійним зростанням з часу обробки

його в зобіку до запечатування в стільнику. Однак результат накопичення інвертного цукру в сім'ях різної сили помітно відрізняється. За нашими даними свіжий (у запечатаному стані) мед у сильних сім'ях містить 75,63 % моноцукрів, у слабких – 68,78 %. Відмінності між сім'ями двох груп виявлені також за показником відносного приросту глюкози і фруктози. У сильних сім'ях бджіл інверсія посилилась після третьої доби обробки нектару (приріст 10–11,25 %), а в слабких – вона залишилась на попередньому рівні, не перевищуючи 8,45 %. У підсумку за недостатньої кількості бджіл сім'ї запечатали мед, в якому містилось 10,28 % сахарози, а в сильних сім'ях цей показник зменшився до 4,95 %.

Розщеплення сахарози нектару в процесі дозрівання меду відбувається під впливом ензиму інвертази, яка входить до складу секрету гіпофарінгеальних залоз робочих бджіл старшого віку. Тому під час дослідів на сильних і слабких сім'ях відібрали робочих бджіл з кожного гнізда для визначення інвертуючої здатності їх залоз.

Дані досліджень показують, що протягом 3 годин дії інвертази від 100 бджіл контрольної групи утворюється в середньому 380,7 мг глюкози із 50-% розчину сахарози, тобто майже у 4 рази більше, ніж у бджіл із сімей дослідної групи. Отже, бджоли сильних і слабких сімей показали різну інвертуючу здатність глоткових залоз.

Поясненням може бути те, що бджоли, які брали участь у перетворенні нектару в мед, затрачають значну кількість енергії для утворення інвертази та неспроможні повною мірою обробити нектар з білої акації з двох причин. По-перше, нектар містить у своєму складі значну кількість сахарози, по-друге, глоткові залози, які виділяють ензим інвертазу, у молодих бджіл ще недостатньо розвинуті. Цей висновок узгоджується з дослідженнями М.В. Жеребкіна [68] та Л.П. Яковлевої [220] про закономірне підвищення інвертуючої здатності робочих особин протягом пасічного сезону, які встановили, що максимальної величини вона досягає до середини пасічного сезону.

Також досліджували збільшення виробництва меду способом тимчасової ізоляції наповнених стільників. Досягнення цієї мети здійснювали багатьма методами: поліпшення кормової бази, удосконалення конструкційних властивостей вуликів, покращення технології пасічникування, утримання на пасіці сильних сімей тощо. Всі ці методи давали позитивні результати.

У зв'язку з цим були проведені дослідження на бджолиних сім'ях під час взятку з білої акації для збільшення їх медопродуктивності через відбирання незрілого меду із гнізда.

Отже, за результатами наших досліджень випливає, що відбір незрілого корму на 5 добу медозбору та повернення на обробку після закінчення нектаровиділення дозволяє збільшити продуктивність сімей. Приріст збору меду потребує незначних додаткових затрат праці.

У процесі розвитку бджолої сім'ї спостерігається нерівномірна активність ензиму інвертази в глоткових залозах робочих бджіл протягом року.

Однак під час цвітіння білої акації співпало два чинники, що впливають на показники зрілості продукту: слабо розвинені глоткові зали у робочих особин та значний вміст сахарози, яка міститься у нектарі.

Було проведено дослідження встановлення технології оптимального способу введення ензимного препарату інвертази в організм бджіл та у набризк нектару за дозрівання меду із білої акації.

У варіанті, де робочі бджоли мали занести із водою препарат інвертази до гнізда та додати до нектару (І дослідна група) не дав позитивних результатів, а показник активності ензиму залишився на рівні контрольної групи. Забір води з ензимом бджолами І дослідної групи був відмічений незначний, через спостереження за міченими особинами.

Розміщення напувалок з водою у вуликах ІІ дослідної групи вірогідно не вплинуло на підвищення інвертної активності зрілого меду.

За використання цукрового сиропу як джерела препарату інвертази дещо змінює ситуацію надходження ензиму до продукту в процесі дозрівання.

Наприклад, мед із бджолосімей III дослідної групи відзначився збільшенням інвертної активності на 3,9 ОД/кг. Візуально відмічено забір цукрового сиропу збагаченим ензимом інвертази бджолами-збирачками.

У зразках меду із сімей IV дослідної групи за згодовування цукрового сиропу з ензимом через годівниці над гніздом відбулось підвищення інвертазної активності на 44,95 %, порівнюючи до контрольної. Доведено, що цукровий сироп, як джерело ензимного препарату інвертази більше підходить ніж вода. Розбіжності в показниках III і IV дослідних груп пов'язані із розміщенням препарату відносно гнізда та доступу протягом доби. Зокрема, бджоли IV групи, переробивши нектар принесений вдень, мали доступ до цукрового сиропу вночі, тоді як збирачки з III групи такої можливості не мали, а зранку приступали до збирання нових порцій нектару і лише за припинення нектаровиділення, шукали нові джерела взятку.

Під час внесення препарату інвертази безпосередньо до комірок стільників, через розприскування водного розчину (V дослідна група) ензимна активність меду збільшилась у 2,5 рази, порівнюючи до контрольної групи.

Розчин ензимного препарату у складі цукрового сиропу із вмістом іммобілізованої інвертази на сухій сироватці молока (VI дослідна група), внесений у комірки стільників перед підготовкою до медозбору, підвищив інвертазну активність зрілого меду на 14,9 ОД/кг, порівняно до водного розчину (V дослідна група) та майже в 3 рази більше в порівнянні з контролем.

Також було проведено дослідження щодо доз внесеного ензимного препарату інвертази безпосередньо до комірок стільників у вигляді розчину з дистильованою водою та з цукровим сиропом (1:1) із додаванням іммобілізованої інвертази на сухій сироватці молока. Внесення ензимного препарату із водою у I–III дослідних групах (0,5–1,5 мл на 50 мл води на 1 стандартний стільник (435x300)) вірогідно не сприяло зниженню вмісту сахарози у меді.

За внесення 2 мл ензиму на 50 мл води (IV дослідна група) вміст сахарози у продукті зменшився в 1,73 рази.

Найвищий рівень гідролізу сахарози було відмічено у VI дослідній групі, зменшення вуглеводу було у 2,82 рази відносно контролю.

За збільшення вмісту ензиму у воді масова частка моноцукрів у меді підвищується на 0,27–3,25 %. Слід відмітити, що у V та VI дослідних групах різниця була вірогідною.

За додавання іммобілізованого ензиму на сухій сироватці молока в складі цукрового сиропу у I дослідній групі зниження вмісту сахарози було на рівні 0,5 % відносно контролю.

У II та III дослідних групах вміст сахарози у меді був меншим на 1,14 % ($p \leq 0,05$) та 2,74 % ($p \leq 0,001$).

За внесення максимальної дози іммобілізованого ензиму (3 мл на 50 мг сиропу) вміст сахарози знижується у 33 рази ($p \leq 0,001$), відносно контролю.

Порівнюючи дію ензиму у складі сиропу до дії ензиму у складі води у VI дослідній групі виявлено значне покращення гідролізу сахарози у моноцукри (11,7 рази) на користь іммобілізованого ензиму.

Для розширення уявлення про вплив іммобілізованої інвертази на процес дозрівання і якість меду щодо інверсії сахарози провели порівняльне дослідження. Порівняльний аналіз за вмістом сахарози в продукті показав, що за впливу іммобілізованої інвертази на 7-у добу процес дозрівання меду закінчується запечатуванням стільників у сім'ях дослідної групи, тоді як у сім'ях контрольної групи це відбувається лише на 9-у добу. У підсумку за впровадження біотехнологічних розробок бджоли запечатали мед, в якому містилось 0,15 % сахарози, що на 4,12 % менше ніж за традиційної технології пасічництва.

За впровадження біотехнологічних розробок і застосування іммобілізованої інвертази у технологію виробництва меду можливо збільшити прибуток на 14,0 % відносно традиційної технології.

ВИСНОВКИ

Проведено ряд науково-практичних робіт із розробки біотехнологічних методів та прийомів, спрямованих на підвищення продуктивності бджіл і якості меду. Відпрацьовано технологію іммобілізації інвертази та її використання для дозрівання меду.

1. Встановлено біологічні закономірності вилучення води із нектару та перетворення цукрів за дії бджіл. Виявлено, що у бджіл-збирачок відбувається зменшення вмісту вологи у нектарі в медовому зобику під час перенесення останнього до вулика із квіток соняшнику, зеленчука жовтого, білої акації та липи, відповідно, на 1,97; 2,8; 2,47 та 3,95 %.

2. Тривалість дегідратації «набризку» у відкритих комірках стільників триває 8–9 діб. Запечатаний свіжий мед містить 17,04–18,20 % вологи. Найбільша частина зайвої вологи (60,3–66,0 %) втрачається протягом першої доби. Встановлено, що інверсія сахарози проходить поступово з накопиченням 72,8–73,2 % моноцукрів на 7 добу дозрівання меду.

3. Встановлені суттєві відмінності накопичення інвертного цукру в перероблюваному продукті залежно від сили сімей. У сильних сім'ях спостерігається після третьої доби обробки нектару випередження гідролізу сахарози і накопичення моноцукрів (приріст 10–11,25 %) порівняно з слабкими (не більше 8,45 % відповідно). Після закривання комірок воском в сильних сім'ях свіжий мед містить 75,63 % моноцукрів, слабких – 68,78 %.

4. Зосередження бджіл для обробки свіжого нектару способом технологічного вилучення стільників з незапечатаним медом у відокремлену перегородкою частину гнізда (вуликового корпусу) і розширення площі підставленими рамками підвищує медозбір на 26,6 %. Збільшення загального періоду обробки бджолами нектару призводить до підвищення їх продуктивності за кількістю одержаного меду на 26,6 %.

5. Розроблено технологію іммобілізації інвертази через адсорбцію та утворення ковалентних зв'язків із сухою сироваткою молока. Встановлено оптимальне співвідношення носій:ензим:розчинник – 1,0 г:85 мг:5,0 см³.

Збереження каталітичної активності іммобілізованої інвертази становить 68,54 %, порівняно із нативною формою.

6. Доведено, що найкращим способом використання іммобілізованої на сухій сироватці інвертази для прискорення процесу дозрівання меду є її розпилення до комірок стільників у складі цукрового сиропу. Внесення іммобілізованого ензиму сприяє утворенню 80,46 % моноцукрів, що на 5,63 % більше ніж за традиційної технології.

7. У зрізаній масі забрусу з усієї площі стандартного стільника частка воскових покришечок дорівнює в середньому 30,7 г, при запечатуванні близько половини площі – 22,6 г. Співвідношення воску до меду в загальній масі розфасованої товарної продукції за назвою «Забрусний мед» становить 1:10. Визначені в дослідях технологічні параметри можуть бути використані для залучення до реалізації забрусного меду як продукту підвищеної харчової і лікувально-профілактичної цінності.

8. Впровадження розроблених біотехнологічних методів та прийомів у технологію виробництва товарного меду дозволяє збільшити прибуток на 14 %.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. З метою розроблення технології іммобілізації інвертази через адсорбцію та утворення ковалентних зв'язків із сухою сироваткою молока, необхідно використовувати співвідношення носій:ензим:розчинник – 1,0 г:85 мг:5,0 см³.

2. Для збільшення продуктивності бджолиних сімей та якості меду рекомендуємо використовувати розчин цукрового сиропу (50 мл) з іммобілізованою інвертазою на сухій сироватці молока (3 мл) через розпилення безпосередньо у комірки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авдеев Н.В., Нуйкина М.М. Флороспециализация и насыщение меда ферментами. Пчеловодство. 2006. № 2. С. 56–58.
2. Аветисян Г. А. Пчеловодство. Москва: Колос, 1965. 288 с.
3. Аветисян Г.А. Разведение и содержание пчел. Москва: Колос, 1971. 320 с.
4. Аганин А.В. Мед и его исследование. Саратов: Издательство Саратовского университета, 1985. 148 с.
5. Аганин А.В. Определение и оценка консистенции меда. Пчеловодство. 1981. №10. С. 23.
6. Аганин А.В. Ускоренное определение минеральных веществ в меде. Пчеловодство. 1980. № 6. С. 27.
7. Аганин А.В. Химический состав медов Саратовской области и его изменение в зависимости от нагревания и температуры хранения. Саратов.: Издательство Саратовского университета, 1965. 207 с.
8. Адаменко М. Підготовка бджіл до зимівлі. Український пасічник. Науково-виробничий, інформаційний масовий галузевий журнал пасічників України. 2010. № 8. С. 13–14.
9. Москалюк І. В., Сакун М. М., Хамід К. О. Аналіз стану галузі бджільництва України, особливості організації охорони праці та удосконалення правил безпеки з бджолами. Science Rise. 2018. № 4. С. 10–13.
10. Андреев В. Н. Количество нектара в связи с величиной нектарников как причина, определяющая медосбор. Опытная пасека. 1928. С. 58.
11. Атлас медоносних рослин України: підручник уклад. Л. І. Боднарчук, Т. Д. Соломаха. Київ: Урожай, 2011. 292 с.
12. Бабич І.А., Мегедь О.Г. Бджільництво. Київ: Урожай, 1979. С. 90–99.

13. Бальжекас И. Мед от пчел разных пород. Пчеловодство. 1974. № 5. С. 40–41.
14. Батуев Ю.М., Карцев М. В. Проблема сокращения численности семей пчел. Пчеловодство. Научно-производственный журнал. 2010. № 4. С. 28–30.
15. Бахо Є. Годівля бджіл цукровим сиропом. Український пасічник. Науково-виробничий, інформаційний масовий галузевий журнал пасічників України. 2010. № 9. С. 11–13. ("Вчеларстві" № 8 за 2008 р. пер. Олег Коцюмбас).
16. Бджільництво: посібник для вивчення дисципліни для студентів напряму 201 – Агрономія. Кропивницький: ЦНТУ, 2019. 142 с.
17. Безпалый І. Ф., Постоєнко В. О., Поліщук А. А. Біотехнологічні чинники етології бджіл під час збирання нектару. Вісник ПДАА. 2021. № 2. С. 188–193.
18. Безпалый І.Ф. Дегідратації нектару в процесі обробки його бджолами. Науковий вісник БДАУ. Біла Церква: БДАУ, 2006. Вип. 42. С. 49–52.
19. Безпалый І.Ф., Бала В.І. Зміни водності і цукристості нектару в технології виробництва меду. Вісник БДАУ. Біла Церква: БДАУ, 2008. Вип. 53. С. 31–36.
20. Безпалый І.Ф., Постоєнко В.О., Мерзлов С.В., Постоєнко Д.М. Розроблення біотехнологічного прийому з тимчасової ізоляції наповнених стільників для підвищення продуктивності медозбору та якості бджолиного меду. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва». Біла Церква: БНАУ, 2021. Вип. 1. С. 137–142.
21. Безпалый І.Ф., Постоєнко В.О., Мерзлов С.В., Король-Безпала Л.П. Відпрацювання технології та доз застосування нативної та іммобілізованої інвертази у бджільництві. Віол. Tvarin. 2021. Vol. 23 (1). Р. 97–103.
22. Bezpalyy I. Biotechnology of families' strength influence on the processes of sucrose inversion, dehydration and accumulation of monosaccharides.

Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences. 2021. Vol. 4(2) P. 13–17.

23. Белік Е. Великий сучасний довідник бджоляра. 2016. С. 528.

24. Биладш Г.Д., Кривцов Н.И. Селекция пчел. Москва: Агропромиздат, 1991. 302 с.

25. Био- и фитосорбенты для защиты окружающей среды / Б.А. Величко и др. Экология и промышленность России. 1997. № 8. С. 32–36.

26. Биосинтез биологически активных веществ иммобилизованными клетками микроорганизмов / Н.С. Егоров и др. Прикладная биохимия и микробиология. 1984. Т. 20. № 5. С. 579–592.

27. Биотехнология. Иммобилизованные ферменты / И.В. Березин и др.; под ред. Н.С. Егорова, В.Д. Самуилова. Москва: Высш. шк., 1987. 159 с.

28. Биотехнология. Принципы и применение, под ред. И. Хиггинса, Д. Беста, Дж. Джонса. Москва: Мир, 1988. 480 с.

29. Бирзул М., Годує світ бджола. Агроперспектива. Інформаційно-аналітичний журнал. 2009. №10. С. 33–35.

30. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии. Москва: КолосС, 2004. 269 с.: ил. (Учебники и учебные пособия для студентов высш. учеб. заведений).

31. Білай Д.В. Підвищення медопродуктивності пасік. Український пасічник. Науково-виробничий, інформаційний масовий галузевий журнал пасічників України. 2009. № 4. С. 15–17.

32. Біотехнологічні аспекти підвищення ефективності використання екзогенних ферментів у тваринництві / М.В. Зубець та ін. Вісник аграрної науки, 1998. № 1. С. 33–36.

33. Біотехнологія / В.Г. Герасименко та ін.; за ред. В.Г. Герасименка. Київ: ІНКООС, 2006. 647 с.

34. Богданов С. Свойства меда. Пчеловодство. Научно-производственный журнал. 2010. № 8. С. 40–42.

35. Богоявленский С.Г., Коварская А.Л. Об определении нектаропродуктивности растений. Пчеловодство. 1956. № 11. С. 41–43.
36. Бойтлер Р. Дальность полета пчел. Новое в пчеловодстве. Москва: Колос, 1958. С. 306–327.
37. Бойтлер Р. Нектар. Новое в пчеловодстве. Москва: Колос, 1958. С. 328–356.
38. Буренин Н.Л., Котова Г.Н. Справочник по пчеловодству. Москва: Агропромиздат, 1986. 286 с.
39. Бухарева Г.А. Микроэлементы, нектар, пчелы и урожай. Пчеловодство. 1964. № 9. С. 30–31.
40. Васильківська Т.Ю., Лесніцька О.А. Сучасний стан бджільництва в Україні. Механізація сільськогосподарського виробництва. 2017. № 180. С. 89–94.
41. Вилларет В. Л. О химическом составе пчелиного меда и способах распознавания фальсификаций его. Москва, 1891. 83 с.
42. Виробництво, зберігання та переробка продукції бджільництва: підручник/ С. О. Петренко та ін. Одеса, 2016. 536 с.
43. Визначення вмісту інвертази та діастази для оцінки якості меду / О. Є. Галатюк та ін. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2013. Вип. 4 (75), Т. 2, Ч. 1. С. 48–54.
44. Войшвилло Н.Е., Камерницкий А.В. Методы иммобилизации. Иммобилизованные клетки микроорганизмов. Пушино: Изд-во отдел научно-технической информации НЦБИ, 1978. С. 36–46.
45. Гайдак М. Г. Жизнедеятельность медоносных пчел. Пчела и улей. Москва: Колос, 1969. С. 80–148.
46. Галатюк А. Е. Этиология и профилактика коллапса пчелиных семей. Пчеловодство. 2014. № 4. С. 64–66.
47. Генсичкий И.П. О ферментативном гидролизе сахарозы в пчелином меде. Вопросы питания. 1968. № 3. С. 90–91.

48. Генсицкий И.П., Серeda А.Г. Белки меда. Пчеловодство. 1967. № 11. С. 26–27.
49. Герасименко В.Г., Герасименко М.О., Злочевський М.В. Біотехнологічні прийоми іммобілізації екзогенної глюкоамілази на аеросилі. Вісник Білоцерків. держ. аграр. ун-ту: зб. наук. праць, 1998. Вип. 4. Ч. 1. С. 194–199.
50. Глухов М.М. Важнейшие медоносные растения и способы их разведения. Москва: Сельхозгиз, 1935. 624 с.
51. Глухов М.М. Медоносные растения. Москва: Колос, 1955. 512 с.
52. Граут Р.А. Откачка меда. Пчела и улей. Москва: Колос, 1969. С. 298–314.
53. Гречка Г.М. Сучасний медозбір і його використання бджолиними сім'ями. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2011. № 3. С. 64–67.
54. Грибков А. А. Подкормка пчел. Пчеловодство. 2013. С. 36–37.
55. Гриненко Т.В., Третьяченко В.Г. Иммобилизация стрептокиназы на нерастворимых носителях и свойства иммобилизованного белка. Украинский биохимический журнал. 1983. Т. 55. № 3. С. 307–310.
56. Громов Б.В., Павленко Н.С. Экология бактерий. Ленинград: Изд-во ленинградского университета, 1989. 346 с.
57. Губин А. Ф., Халифман И. А. Цветы и пчелы. Москва: Колос, 1958. 103 с.
58. Губин А.Ф. Определение удельного веса пчелиного меда. Пчеловодство. 1951. № 4. С. 39.
59. Длусский Г.М. Принципы организации семьи у общественных насекомых. Поведение насекомых. Москва: Наука, 1984. С. 3–25.
60. До Ле Хыу Нам. Перспективы использования желатина в косметике и пищевых продуктах. Материалы межд. науч. конф.: «Биотехнологические системы в производстве пищевого сырья и продуктов: инновационный

потенциал и перспективы развития». Воронеж. гос. универ. инж. тех. Воронеж, 2011. С. 76–77.

61. До Ле Хыу Нам., Антипова Л.В. Технология получения желатина из продуктов разделки прудовых рыб. Международная научно-техническая интернет - конференция «Актуальные проблемы выращивания и переработки прудовой рыбы». КГТУ. Краснодар, 2012. С. 100–103.

62. ДСТУ 4497-2005. Мед натуральний. Технічні умови. [Чинний від 2005-12-28]. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 36 с. (Національний стандарт України).

63. ДСТУ 8684:2016. Мед і продукти бджільництва. Готування проб і розведень для мікробіологічного досліджування. Технічні умови. [Чинний від 2016-08-11]. Київ: Держспоживстандарт України, 2016. 34 с. (Національний стандарт України).

64. Душманн Я. Х. О противобактерийном воздействии меда. Апиакта, 1979. Т. XIV, № 1. С. 7–11.

65. Егорова Т.А., Клунова С.М., Живухина Е.А. Основы биотехнологии: учеб. пособие для высш. пед. учеб. заведений. Москва: Издательский центр «Академия», 2003. 208 с.

66. Жеребило О.С. Технологія продуктів бджільництва. Харків: Державне видавництво колгоспної і радгоспної літератури УРСР, 1940. 78 с.

67. Жеребкин М. В. Возрастная и сезонная изменчивость активности некоторых пищеварительных ферментов у пчел разных рас. Международный конгресс по пчеловодству, Мюнхен, 1–7 августа 1969. Бухарест: Апимондия, 1969. С. 132–136.

68. Жеребкин М.В. Активность инвертазы и медопродуктивность. Пчеловодство. 1970. № 11. С. 10–11.

69. Жулай В.Є. Амінокислотний склад деяких сортів меду. Український пасічник. 1998. № 4. С. 22.

70. Жулай В.Є., Новик О.Л. Мінеральний склад різних сортів меду. Пасіка. 1998. № 9. С. 30–31.

71. Зарин Э.Я. К вопросу о составе и методике исследования пчелиного меда. Вести Русского общества пчеловодства. 1911. № 9. С. 127.
72. Зарин Э.Я. Материалы к вопросу о составе мёда в различных районах России. Вести Русского общества пчеловодства. 1913. № 4. С. 129.
73. Зарин Э.Я. Мёд, его фальсификации и простейшие способы их распознавания. Вести Русского общества пчеловодства. 1910. № 4. С. 124.
74. Зауралов О.А. Выделение нектара и температура. Пчеловодство. 1979. № 8. С. 14–15.
75. Зауралов О.А. Обмен сахаров в нектарниках. Пчеловодство. 1980. № 8. С. 19–20.
76. Зауралов О.А. Саморегуляция выделения нектара. Пчеловодство. 1982. № 3. С. 15–16.
77. Иммуобилизованные клетки и ферменты / под ред. Дж. Вудворда. Москва: Мир, 1988. 215 с.
78. Иммуобилизованные клетки микроорганизмов / А.П. Синицын и др. Москва: МГУ, 1994. 288 с.
79. Исследование иммуобилизации альбумина на синтетических активных углях / С.В. Михайловский и др. Украинский биохимический журнал, 1987. Т. 59. № 1. С. 100–104.
80. Каблуков И. Химический состав русских сортов меда. Русск. пчеловодный листок. 1892. № 3. С. 74.
81. Каблуков И. Химический состав русских сортов меда и его фальсификации. Вести Русского общества пчеловодства. 1902. № 5. С. 127.
82. Кирилленко С.К., Ломонос Г.Т. Состав нектара. Пчеловодство. 1987. № 10. С. 15–16.
83. Коблианидзе Г.Л., Чоговадзе Ш.К., Дембицкий А.Д. Ароматы грузинских медов. Пчеловодство. 1973. № 1. С. 36–37.
84. Ковальський Ю. В., Кирилів Я. І. Технологія одержання продуктів бджільництва. Львів: ЛНУВМ та БТ імені С. З. Гжицького, 2014. 263 с.

85. Ковка Н.С., Недашківський В.М. Тривалість та період цвітіння основних нектаропилконосів в умовах Лісостепу Правобережного. Тваринництво України. 2019. № 3–4. С. 36–39.

86. Комаров П. К вопросу о биологическом исследовании меда. Опытная пасака. 1927. № 10. С. 321.

87. Комаров П.М. Биология пчелиной семьи. Пчеловодство. Москва: Госсельхозиздат, 1965. С. 5–143.

88. Копелькиевский Г.В. Достижения науки в изучении кормовой базы для пчел. Пчеловодство. 1957. № 11. С. 42–46.

89. Копелькиевский Г.В. Уточнить нормы и методы определения нектаропродуктивности растений. Пчеловодство. 1954. № 11. С. 43–46.

90. Корешков В.М. Сахаристость нектара и посещаемость растений пчелами. Пчеловодство. 1967. № 12. С. 36–37.

91. Коркач А.В., Крусир Г.В., Боровик И.А. Перспективы использования синбиотического комплекса в технологии зефира функционального назначения. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2014. № 2 (12). С. 127–133.

92. Косицын Н.В. Лесной медонос – акация белая: научное издание. Пчеловодство: научно-производственный журнал. 2009. № 4. С. 18–19.

93. Кощеенко К.А. Живые иммобилизованные клетки как биокатализаторы процессов трансформации и биосинтеза органических соединений. Прикладная биохимия и микробиология. 1981. Т. 17. № 4. С. 477–493.

94. Кугушева Л.И., Никольская Е.Б. Реактивация фосфорилированной холинэстеразы, иммобилизованной в желатиновой мембране. Украинский биохимический журнал. 1990. Т. 62. № 2. С. 93–96.

95. Кугушева Л.И., Никольская Е.Б. Стабилизация холинэстеразы голов мук, иммобилизированной в желатиновой мембране. Украинский биохимический журнал. 1989. Т. 61. № 6. С. 92–94.

96. Кузнецова Л.П., Кугушева Л.И., Никольская Е.Б. Каталитические свойства холинэстераз, иммобилизованных в желатиновой мембране. Украинский биохимический журнал. 1990. Т. 62. № 6. С. 42–48.
97. Лаврехин Ф.А., Панкова С.В. Биология медоносной пчелы. Москва: Колос, 1983. 296 с.
98. Лазарева Л., Постоєнко В., Штангрет Л. Пилковий аналіз меду з різних регіонів України. Тваринництво України. № 3–4. 2017. С. 20–23.
99. Репка В. Медозбірні умови пасік. Український пасічник: науково-виробничий, інформаційний масовий галузевий журнал пасічників України. 2011. № 6. С. 21–26.
100. Лангстрот Л.Л. Пчела и улей. Санкт-Петербург: Издательство А.Ф. Девриена, 1909. 576 с.
101. Лебедев В.И., Билаш Н.Г. Биология медоносной пчелы. Москва: Агропромиздат, 1991. 243 с.
102. Левченко И.А. Передача информации о координатах источника корма у пчелы медоносной. Киев: Наукова думка, 1976. 251 с.
103. Левченко И.А. Продуктивная дальность полета пчел за кормом. Пчеловодство. 1978. № 11. С. 15–17.
104. Ливенцева Е.К. О методике определения нектаропродуктивности растений. Пчеловодство. 1954. № 11. С. 33–39.
105. Ловелл Г.Б. Источники нектара и пыльцы. Пчела и улей. Москва: Колос, 1969. С. 200–211.
106. Локхед А. Г. Дрожжи в меде. Энциклопедия пчеловодства. Москва, 1964. С. 79–81.
107. Луста К.А. Микрокультурный метод определения жизнеспособности иммобилизованных клеток микроорганизмов. Иммобилизованные клетки микроорганизмов. Пущино: Из-во отдел научно-технической информации НЦБИ, 1978. С. 164–173.

108. Лэнгридж Д. Ф. Австралийский мед в сравнении с европейскими стандартами. XXII Международный конгресс по пчеловодству. Бухарест, 1969. С. 205–207.

109. Макарович Б.А. О спектральных данных минерального состава меда. Апиакта. 1972, Т. VII, № 3. С. 104.

110. Макарович Б.А., Сабельников А.М. К методике анализа зольной части меда. Изв. Алтайского отдела географ. О-ва Союза ССР, 1965. Вып. 6. С. 80–86.

111. Малаю А. М. Интенсификация производства меда. Москва: Колос, 1979. 174 с.

112. Маурицио А. Кормление пылью и жизненные процессы у медоносной пчелы. Новое в пчеловодстве. Москва: Колос, 1958. С. 372–444.

113. Маурицио А. Микроскопические исследования меда. Пчеловодство. 1967. № 1. С. 38.

114. Маурицио А. Нектар и мед. Пчеловодство. 1964. № 3. С. 42–44.

115. Маурицио А. Ферменты у пчел. Пчеловодство. 1960. № 12. С. 50–51.

116. Мегедь А.Г., Полищук В.П. Пчеловодство. Киев: Вища школа, 1990. 325 с.

117. Мегедь О.Г., Поліщук В.П. Бджільництво. Київ: Вища школа, 1987. 336 с.

118. Мельничук И. А. Созревание корма и зимовка пчел при осеннем кормлении сахаром. XIX Международный конгресс по пчеловодству. Бухарест, 1963. С. 226.

119. Мельничук И.А. О созревании углеводного корма в гнезде пчел. Пчеловодство. 1962. № 8. С. 30–34.

120. Мерзлов С.В. Імобілізація екзогенної фітази за участі вітчизняних природних мінералів та використання отриманої кормової добавки у раціонах курчат-бройлерів. Наук.-техн. бюлетень Ін-ту біології

тварин та ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок. Львів, 2009. Вип. 10. № 3. С. 229–232.

121. Методика дослідної справи у бджільництві: навч. посіб./ В.Д. Броварський та ін. Київ: Видавничий дім «Вініченко», 2017. 166 с.

122. Микробиологическое производство биологически активных веществ и препаратов / В.А. Быков и др. Москва: Высшая школа, 1987. 143 с.

123. Младенов С. Мед и медолечение: перев. с болг. София, 1969. 221 с.

124. Некрасов В.Ю. Мед и его хранение. Пчеловодство. 1953. № 8. С. 28–33.

125. Некрасов В.Ю. О биохимических свойствах меда. Пчеловодство. 1949. № 11. С. 58.

126. Нестерводський В.А. Організація пасік і догляд за бджолами. Київ: Урожай, 1966. 396 с.

127. Нестерводський В.А. Пасіка. Київ: Книгоспілка, 1926. 306 с.

128. Нестерводський В.А. Як одержати більше меду та воску. Київ: Держсільгоспвидав УРСР, 1960. 76 с.

129. Николайчук А. Ферменты меда при термической обработке. Пчеловодство. 1979. № 6. С. 25.

130. Нуждин А.С. Основы пчеловодства. Москва: Агропромиздат, 1988. С. 8–28, 157–180.

131. Нуждин А.С. Пчелы: улей и пасека. Москва: Колос, 1999. 302 с.

132. Нуждин А.С. Соты — это мед. Пчеловодство. 1965. № 4. С. 2–3.

133. Нуждин А.С., Виноградов В.П. Основы пчеловодства. Москва: Колос, 1984. С. 182–204.

134. Нуждин А.С., Розов С.А. Основы пчеловодства. Москва: Колос, 1961. 216 с.

135. Обсуждаем статью Т.Г. Фёдорова «О созревании меда в улье» (ж. «Пчеловодство» № 8, 1988 г.). Пчеловодство. 1989. № 5. С. 21–24.

136. Оліфір В.М., Багрій І.Г. Ефективність льотно-збиральної та запилювальної діяльності різних порід бджіл на гречці. Респ. міжв. темат. наук. збірник Бджільництво. Вип. 10. Київ: 1974. С. 66–70.

137. Парк О.В. Изменения в содержании воды в нектаре, производимые пчелами при созревании меда. Пчеловодство. 1935. № 8. С. 42.

138. Перт С. Дж. Основы культивирования микроорганизмов и клеток/ под ред. И.Л. Работновой. Москва: Мир, 1978. 331 с.

139. Перцовская А.Ф. Адсорбция (адгезия) микроорганизмов (влияние характера взаимодействующих поверхностей и определение силы адгезии): автореф. дис. канд. биол. наук. Москва, 1971. 20 с.

140. Петров В. Биологическое происхождение меда. Апиакта, 1974. Т. IX, № 2. С. 53–58 и 72.

141. Петров И.В. Климатические факторы и выделение нектара. Пчеловодство. 1973. № 4. С. 15.

142. Печуркин Н.С. Популяционные аспекты биотехнологии. Москва: Наука, 1990. 240 с.

143. Повозніков М. Г., Адамчук Л. О. Актуальні проблеми розвитку галузі бджільництва. Актуальні проблеми розвитку галузей тваринництва та рибництва: зб. тез доп. 71-ї наук.-практ. конф. 19–20 квітня 2017 р. Київ, 2017. С. 29–31.

144. Федорук Р. С., Ковальчук І. І., Ковальська Л. М., Гавраняк А. Р. Проблеми, стан та перспективи бджільництва в Україні. Інститут біології тварин НААН України. URL: <http://archive.inenbiol.com.ua:8080/ntb/ntb5/pdf/9/3.pdf>

145. Подольский М.С., Котова Г.Н., Буренин Н.Л. Промышленное пчеловодство. Минск: Выш. шк., 1984. 286 с.

146. Полищук В.П., Пилипенко В.П. Пчеловодство: справочное пособие. Киев: Вища школа, 1990. 312 с.

147. Поліщук В. П. Бджільництво. Львів: Український пасічник, 2001. 294 с.

148. Поліщук В., Головецький І. Інвертаза і медозбір. Український пасічник. 2004. № 3. С. 2–5.
149. Поліщук В.П. Бджільництво. Київ: Вища школа, 2001. 293 с.
150. Поліщук В.П., Гайдар В.А. Пасіка. Київ: Ділова Україна, 1993. 272 с.
151. Про бджільництво: Закон України від 22.02.2000 № 1492-III. Верховна Рада України. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua>
152. Помарева Л.К., Митюков А.Д., Навозова Т.К. Контроль за качеством меда. Пчеловодство. 1972. № 12. С. 41–42.
153. Приймак Г. М. Бджільництво: запитання та відповіді. Київ: УААН, 2003. 600 с.
154. Попа Г., Попеску Н., Попа А., Бризник В. Качественная оценка меда путем физико-химического и микробиологического анализа. Новые методы в пчеловодстве. Москва: Колос, 1968. С. 4957.
155. Применение криогелей поливинилового спирта в биотехнологии VII. Композитные иммобилизованные биокатализаторы с частицами ферментного препарата, включенного в матрицу криогеля поливинилового спирта / Б.Л. Шаскольский и др. Биотехнология. 2009. № 1. С. 71–82.
156. Полянчук А. Еволюція бджільництва. Український пасічник. 2004. № 9. – С. 41–44.
157. Подольский М.С., Котова Г.Н., Буренин Н.Л. Промышленное пчеловодство. Минск: Вышшая школа, 1984. 286 с.
158. Радаева Е.Н. Белая акация – важнейший весенний медонос. Пчеловодство. 1955. № 4. С. 35–40.
159. Разанов С.Ф. Виробництво меду і воску у багатокорпусних вуликах. Тваринництво України. 2008. Вип. 12. С. 43–44.
160. Разанов С.Ф., Безпалый І. Ф., Бала В. І., Донченко Т. А. Технологія виробництва продукції бджільництва. Київ: Аграрна освіта, 2010. 277 с.

161. Разанов С.Ф., Недашківський В.М., Разанов О. С. Основи технології виробництва продукції бджільництва: навч. посіб. 2018. Вінниця: ТОВ LTD. 196 с.
162. Романков П.Г. Адсорбенты, их получение, свойства и применение. Актуальные задачи теории и практики адсорбционных процессов. Ленинград: Наука, 1978. 239 с.
163. Єрмольєва Г. Розвиток галузі бджільництва в Україні. Департамент АПК та РСТ ДОДА. URL: <https://www.agro.dn.gov.ua>
164. Энциклопедия пчеловодства/ А.М. Рут и др. Москва, 1964. 360 с.
165. Рымашевский В.К. О нектаропродуктивности и сахаристости нектара плодово-ягодных культур. Пчеловодство. 1957. № 5. С.39–41.
166. Сазыкин Ю.О., Орехов С.Н., Чакалева И.И. Биотехнология. Москва: Издательский центр «Академия», 2006. 256 с.
167. Салимов Р.М. Санитарная оценка меда, воска и вошины. Пчеловодство. 1977. № 5. С. 31.
168. Скородумова О.В., Рыбальский Н.Г. Инженерная энзимология (иммобилизованные ферменты и другие биологические активные вещества). Москва: ВНИИПИ, 1990. 87 с.
169. Скрыбин Г.К., Кощеев К.А. Имобилизованные клетки микроорганизмов. Биотехнология. Москва: Наука, 1984. С. 70–72.
170. Смараглова Н.П. О нектаро– и сахаропродуктивности медоносных растений. Пчеловодство. 1954. № 11. С. 40–43.
171. Смараглова Н.П. Окраска венчика и количество сахара в нектаре. Пчеловодство. 1957. № 12. С. 42–43.
172. Снигур М. И., Радченко М. Ф. Гигиеническая оценка меда и методы его исследования. Киев, 1961. 67 с.
173. Шеметков М.Ф., Смирнова Н.И., Кочевой М.М. Советы пчеловоду. Минск: Ураджай, 1983. 256 с.
174. Соловьева Т. Я. Об антимикробной и амилазной активности светлого и темного меда. Вопросы питания, 1964. № 2. С. 85.

175. Соловьева Т. Я. Содержание свободных аминокислот в некоторых монофлерных медах. Вопросы питания, 1963. № 6. С. 69–70.
176. Таранов Г. Ф. Корма и кормление пчел. Москва: Россельхозиздат, 1986. 160 с.
177. Таранов Г.Ф. Анатомия и физиология медоносных пчел. Москва: Колос, 1968. 344 с.
178. Таранов Г.Ф. Биология пчелиной семьи. Москва: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы. 1961. 332 с.
179. Таранов Г.Ф. Корма и кормление пчел. Москва: Колос, 1972. 111 с.
180. Таранов Г.Ф. Медособираательная работа пчелиной семьи. Пчеловодство. 1962. № 7. С. 24–28.
181. Таранов Г.Ф. Промышленная технология получения и переработки продуктов пчеловодства. Москва: Колос, 1987. 320 с.
182. Таранов Г.Ф. Сбор и заготовка корма. Пчеловодство. 1982. № 3. С. 26–28.
183. Темнов В.А. Ботанические сорта меда. Пчеловодство. 1976. № 5. С. 20.
184. Темнов В.А. Качество меда и зимовка пчел. Пчеловодство. 1952. № 9. С. 10–13.
185. Темнов В.А. От нектара – до меда. Пчеловодство. 1964. № 1. С. 45–46.
186. Темнов В.А. Технология продуктов пчеловодства. Москва, 1967. 192 с.
187. Туринський В.М., Адамчук Л.О. Важливі питання розвитку галузі бджільництва. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2015. Вип. 223. С. 190–195.
188. Тюнин Ф.А., Перепелова Л.И. Работа на пасеке. Москва: Колос, 1966. 374 с.
189. Уайт Дж. У. мл. Мед. Пчела и улей. Москва: 1969. С. 352–384.

190. Усманов М.Ф. Мед с хлопчатника. Пчеловодство. 1988. № 5. С. 29–30.
191. Федоров Т.Г. О созревании меда в улье. Пчеловодство. 1988. № 8. С. 20–21.
192. Фриш К. Из жизни пчел. Москва: Мир, 1980. 214 с.
193. Фурсов В.М. Медоносні бджоли – важливі запилювачі агрокультур. Сучасні аграрні технології: інформаційно-аналітичне видання. 2012. № 10. С. 40–45.
194. Халифман И.А. Цветы и пчела. Москва, 1958. 431 с.
195. Хан Г. Определение свободных аминокислот меда. XXII Международный конгресс по пчеловодству. Бухарест, 1969 С. 341.
196. Харченко Н.И., Рындин В.Е. Пчеловодство. Москва: НИЦ, 2015. 383 с.
197. Цандер Е. Мед, его состав, образование, ценность, основные положения для медоиспытания. Москва: Сельхозгиз, 1931. 139 с.
198. Цехмістренко Г.А. Аналіз світової структури виробництва і торгівлі медом. Пасіка, 2006. № 1. С. 26–29.
199. Цитлидзе Б.С. Активность инвертазы и медопродуктивность пчел. Пчеловодство. 1978. № 9. С. 14.
200. Чайка Т. П. О химическом составе рыночного натурального меда. Вопросы питания, 1961. № 6. С. 75.
201. Чепик В.Г. Влияние различных температур на нектаровыделение грачихи. Пчеловодство. 1980. № 3. С. 13–14.
202. Чепурной И.П. Определение натуральности меда. Пчеловодство. 1982. № 10. С. 28–29.
203. Чепурной И.П., Артемьев Б.В. Исследование сахаров в меде. Пчеловодство. 1981. № 4–5. С. 55–56.
204. Чистов В.О. О кислотных и буферных свойствах медов. Пчеловодство. 1954. № 2. С. 28–32.

205. Чистов В.О., Силицкая Н.І. Химический состав цветочных и падевых медов. Пчеловодство. 1952. № 10. С. 14–16.
206. Чудаков В.Г. Аналитические характеристики компонентов кислотно-основного комплекса отечественных медов Тр. НИИ пчеловодства. Рыбное, 1964. 303 с.
207. Чудаков В.Г. К вопросу о кислотно-основном комплексе отечественных медов (О связи некоторых химических и физико–химических показателей меда). Тр. НИИ пчеловодства. Рыбное, 1964. С. 333–345.
208. Чудаков В.Г. О ветеринарно-санитарной оценке меда. Ветеринария, 1971. № 8. С. 98.
209. Чудаков В.Г. О диастазной активности медов Советского Союза. Тр. НИИ пчеловодства. Изд-во «Московский рабочий», 1966. 467с.
210. Чудаков В.Г. О составе и свойствах медов Советского Союза. XIX Международн. конгресс по пчеловодству. Изд-во с.-х. лит., журналов и плакатов. Москва, 1963. С. 235.
211. Чудаков В.Г. О составе меда. Пчеловодство. 1963. № 7. С. 18–19.
212. Чудаков В.Г. Оценка меда помощью резазурина. Пчеловодство. 1973. № 3. С.29–30.
213. Чудаков В.Г. Состав и свойства сахарного меда и методика выявления этого фальсификата. Учен. зап. НИИ пчеловодства. 1967, вести. № 16. 130 с.
214. Чміль А.С., Діброва А.Д. Сучасний стан галузі бджільництва України. Конкурентоспроможність аграрного сектору в умовах функціонування Зони вільної торгівлі з Європейським Союзом: збірник тез II Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, м. Київ, 11 квітня 2019 року. Київ: НУБіП України, 2019. С. 89–91.
215. Шипош Э. Качество меда и его оценка. XXII Международный конгресс по пчеловодству. Бухарест, 1969. С. 363–364.
216. Юрин В.М. Имобилизованные клетки и ферменты: курс лекций. Минск: БГУ, 2006. 133 с.

217. Яковлев А.С., Шагун Л.А. Переработка нектара и физиологическое состояние пчел. Пчеловодство. 1988. № 8. С. 10–11.
218. Яковлев Л., Чернова А. 1962. Сорта и экспертиза меда. Тр. Саратов. зоовет. ин-та. Т. XI. С. 195.
219. Яковлева Л. Пчелы и цветы. Пчеловодство. 1972. № 4. С. 23–25.
220. Яковлева Л.П., Зауралов О.А. Изменчивость состава сахаров в нектаре. Пчеловодство. 1973. № 9. С. 20–21.
221. Яскевич Т.Ф., Ткаченко С.П. Изменения в меде при хранении. Пчеловодство. 1982. № 11. С. 28–29.
222. Abdalbasit A.M., Hadia F.A. Gelatin, source, extraction and industrial applications. Sci. Pol., Technol. Aliment. 2013. Vol. 12(2). P. 135–147.
223. Abdellah HA, Baker TM, Abou SLA, El-Iraqi SM. Characteristics of invertase immobilized on three different types of supports. Food Chem 1992; 43:369–375.
224. Abou-Shaara H. F. The foraging behaviour of honey bees, *Apis mellifera*: a review. Veterinarni Medicina. 2014. Vol. 59 (1). P. 1–10. Doi: 10.17221/7240-VETMED
225. Alias A. K., Rajeev B. Fish gelatin: Properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins. Food Hydrocolloids. 2009. Vol. 23 (3). P. 563–576.
226. Amaya-Delgado A., Hidalgo-Lara M.E., Montes-Horcasitas M.C. Hydrolysis of sucrose by invertase immobilized on nylon-6 microbeads. Food Chemistry, 2006. Vol. 99. P. 2.
227. Amaya-Delgado L. , Hidalgo-Lara M. E., Montes-Horcasitas M. C. Hydrolysis of sucrose by invertase immobilized on nylon-6 microbeads, Food Chemistry, Volume 99, Issue 2, 2006
228. An Efficient and Regenerable Quaternary Starch for Removal of Nitrate from Aqueous Solutions / K. Chauhan et al. Industrial and Ingegnering Chemistry Research. 2015. Vol. 55 (9). P. 2507–2519.

229. Angletti A. The presence of α -gluconic acid in musty honey. G. Farm. chim., 1932. No 81. P. 533–536.
230. Atalla SM. Production and immobilization of invertase from *Penicillium* sp. using orange peel waste as substrate. Egypt Pharmaceut J 2020;19:103-12
231. Bacteria used for the production of yogurt inactivate carcinogens and prevent DNA damage in the colon of rats / I.S.-T. Wollowski et al. J. Nutr. 1999. Vol. 129. P. 77–82.
232. Baker E. W., Delfinado M. D. Notes on The driedfruit mite *Carpoglyphus lactis* (Acarina: carpglyphidae) infesting Honeybee combs. Journal of apicultural research. 1978. Vol. 17. № 1. P. 52–54.
233. Bayat Z., Hassanshahian M., Cappello S. Immobilization of Microbes for Bioremediation of Crude Oil Polluted Environments: A Mini Review Open Microbiol J. 2015. Vol. 9. P. 48–54. doi:10.2174/1874285801509010048.
234. Behavioral performance in adult honey bees is influenced by the temperature experienced during their pupal development/ J. Tautz et al. Proc Natl Acad Sci USA. 2003. Vol. 100. P. 7343–7347.
235. Biesmeijer J.C., Klaus Hartfelder K., Imperatriz-Fonseca V.L. Stingless bees: biology and management. Apidologie. 2006. P. 121–123.
236. Birgit Lichtenberg-Kraag. Evidence for correlation between invertase activity and sucrose content during the ripening process of honey, Journal of Apicultural Research. 2014. Vol.53(3). P. 364-373, doi: 10.3896/IBRA.1.53.3.03
237. Brodschneider R., Crailsheim K. Nutrition and health in honey bees. Apidologie, Springer Verlag. 2010. Vol. 41 (3). P. 278–294.
238. Brovarskyi V. D., Brindza, Ya., Otchenashko, V. V., Povochnikov, M. H., & Adamchuk, L. O., (2017). Metodyka doslidnoi spravy u bdzhilnytstvi. Kyiv: Vydavnychiy dim «Vinnichenko» [in Ukrainian].
239. Bukatsch F., Wildner G. Ascor, binsäurebestimmung in Nektar, Pollen Blütenteilen und Elaiosomen mit Hilfe einer neuen Mikromethode. Phytion, 1956. Vol. VI, 7 (1). S. 37.

240. Burden Christina Marie. Sublethal Effects of Heavy Metal and Metalloid Exposure in Honey Bees: Behavioral Modifications and Potential Mechanisms. A Dissertation Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy. Arizona State University. 2016. Vol. 12. 167 p.

241. Church J. Honey as a source of the anti-stiffness factor. Fed. Proc., 1954. No13. 26 p.

242. Cocker L. The enzymic production of acid in honey. Journ. of the Sei. Food and Agric. 1951. Vol. 2. No. 9. 411 p.

243. Crailsheim K. The impact of nutritional protein on the honey bee – a review. 4th Eurpoen Confernce of Apidology. Ankara, 2010. 81 p.

244. Crailsheim K. Trophallaxis and protein nutrition of honey bees. Workshop "Honey bee nutrition", 2012. Bled, 9.

245. Dold H., Dziao S. Nachweis antibakterieller, hitze-und lichtempfidlicher Hemmungsstoffe (Inhibine) im Naturhonig (Blutenhonig). Z. Hyg. Infektkr., 1937. Bd. 120. P. 155–167.

246. Dutcher R. A. Vitamin studies III. Observations on the curative properties of honey, nectar, and corn pollen on avian polyneuritis. J. biol. Chem., 1918. Vol. 36 (1). P. 551–555.

247. Effects of fructooligosaccharide and whey protein concentrate on the viability of starter culture in reduced-fat probiotic yogurt during storage / A. S. Akalin et al. Journal of Food Science. 2007. Vol. 72. P. 222–227.

248. Elser E. Maltose und Melezitose im Honig. Mitt. Lebensm. Hug., 1924. No 15. P. 92–96.

249. Faber H. K. A stuby of the antiscorbutic value honey. J. biol. Chem. 1920. Vol. 43. P. 113–116.

250. Features of histolism and hystogenesis in the vital temperature range in the organism of honey bee (*Apis mellifera* L.) in the postembrional period / Yu. Kovalskyi et al. Ukrainian Journal of Ecology. 2018. Vol. 8(2). P. 301–307. doi: 10.15421/2018_342

251. Galatiuk A. E. (2014). The etiology and preventive maintenance of collapse of bee colonies. *Bee World*. Vol. 4. P. 1–3. [In Russian].
252. Gillette C.C. Honey catalase. *J. econ. Ent.* 1931. Vol. 24. P. 605–606.
253. Grzeszczuk, M., Stefaniak, A., Wysocka, G. Mineral composition of some edible flowers. *Journal of Elementology*. 2018. Vol. 23(1). P. 151–162.
254. Haffner F. B., Diab R., Pasc A. Encapsulation of probiotics: insights into academic and industrial approaches. *AIMS Materials Science*, 2016. Vol. 3(1). P. 114–136.
255. Hanaki S, Hirunmasuwan K, Matsuo T. Protection of methanogenic bacteria from low pH and toxic materials by immobilization using polyvinyl alcohol. *Water Res* 1994; 28:877–885.
256. Helvey T. C. Study on some physical properties of honey. *Food Research*. 1954. Vol. 19. No 3. P. 282–292.
257. How do bifidobacteria counteract environmental challenges? Mechanisms involved and physiological consequences / L. Ruiz et al. *Genes Nutr*. 2011. Vol. 6. P. 307–318. doi: 10.1007/s12263-010-0207-5.
258. Hrynyk S. Ekolohichni aspekty vyrobnytstva produktiv bdzhilnytstva. *Ukrainskyi Pasichnyk*, 2008. Vol. 7. P. 33–37. [In Ukrainian].
259. Hsieh H.J., Liu P.C. & Liao W.J. Immobilization of invertase via carbohydrate moiety on chitosan to enhance its thermal stability. *Biotechnology*. 2000. Vol. 22. P. 1459–1464.
260. Hsieh HJ, Liu PC, Liao WJ. Immobilization of invertase via carbohydratemoiety on chitosan to enhance its thermalstability. *Biotechnol Lett* 2000; 22:459–464.
261. Huang Z. Honey bee nutrition. *American Bee Journal*. 2010. Vol. 150. P. 773–776.
262. Hung K-L. J.. The worldwide importance of honey bees as pollinators in natural habitats. *Proc. R. Soc. B*. 2018. Vol. 285 (1870). P. 2017–2040.

263. Iglesias M.T. Usefulness of amino acids composition to discriminate between honeydew and floral honeys. Application to honeys from a small geographic Area. *Agric Chem.* 2004. Vol. 52. P. 84–89.
264. Immobilization of glycolate oxidase from *Medicago falcata* on magnetic nanoparticles for application in biosynthesis of glyoxylic acid / H. Zhu et al. *Journal of Molecular Catalysis. B, Enzymatic.* 2011. Vol. 61. No 3–4. P. 174–179.
265. Jain K.K. Nanomedicine: application of nanobiotechnology in medical practice. *Med. Princ. Pract.* 2008. Vol. 17(2). P. 89–101.
266. Jeliaskova I., Dinkov D., Rusev V., Vashin I. Effect of feeding bees with sugar solution (1:1) and Isosweet on some qualitative parameters of Honey. *Agrarian sciences Trematology.* 2002 Vol. 2. P. 300–303.
267. *Journal of Biological Sciences.* 2006. No 6 (4). P. 734–737.
268. Kaftanoglu O., Linksvayer T.A, Page R.E. Rearing honey bees (*Apis mellifera* L.) in vitro: effects of feeding intervals on survival and development. *Journal of Apicultural Research.* 2010. Vol. 49. P. 311–317.
269. Katznelson H., Robb J. A. The use the honey bee and trie-sterilisation of honey. *Canad. J. Mikrobiol.*, 1962. No 8. 2. p.
270. Kiheung A. Effects of Long Distance Transportation on Honey Bee Physiology. *Psyche.* 2012. Vol. 29. 9. p.
271. Krasowska A., Sigler K. How microorganisms use hydrophobicity and what does this mean for human needs? *Front. Cell Infect. Microbiol.* 2014. Vol. 4. P. 1–7.
272. Le Conte Y., & Navajas M. Influencia de los cambios climáticos en las poblaciones de abejas y sus enfermedades. *Revue Scientifique et Technique de l'OIE.* 2008. Vol. 27 (2). P. 485–510. doi: 10.20506/rst.27.2.1819
273. Li Xianmin, Li Jianke and Yangqiang Cao. Factors Affecting Royal Jelly Production. *American Bee Journal.* 2003. No 12. P. 41–44.

274. Liviu A.M., Otilia B., Melinda T. The Effect of Plant Supplements on the Development of Artificially Weaken Bee Families. *Animal Science and Biotechnologies*. 2010. Vol. 43(1). P. 457–503.

275. Mansour EH, Dawoud FM. Immobilization of invertase on celite and on polyacrylamide by an absorption procedure. *J Sci Food Agric* 2003; 83:446–450.

276. Maurizin A. Papierchromatographische Untersuchungen an Blütenhonigen und Nektar. *Ann. Fabeilles*. 1959. Vol. IV. 291. p.

277. Maurizio A. Das Pollenbild des Honigs einzelner Völker eines Standes. *Dtsch. Bienenwirtschaft*. 1962. Bd. 13. No. H. 235 p.

278. Maurizio A. From the raw material to the Finished product-honey «Bee World». 1962. Vol. 43. No 3. 66 p.

279. Microencapsulation of bacteria: a review of different technologies and their impact on the probiotic effects / M.J. Martin et al. *Innovative Food Science Emerging Technologies*. 2015. Vol. 27. P. 15–25.

280. Microencapsulation of probiotic bacteria and its potential application in food technology / D. Arpita et al. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*. 2014. Vol. 7 (1). P. 47–53.

281. Nedovic V., Willaert R. *Applications of Cell Immobilisation Biotechnology*. Springer. 2005. 573. p.

282. Novel and efficient method for immobilization and stabilization of β -D-galactosidase by covalent attachment onto magnetic Fe₃O₄–chitosan nanoparticles / Chenliang Pan et al. *Journal of Molecular Catalysis. B, Enzymatic*. 2011. Vol. 61. No 3–4. P. 208–215.

283. Oliver R .W. Honey as a stimulant to the rooting of cuttings. *Amer. Bee J.*, 1940. Vol. 80 (4). 158. p.

284. Physiology and biochemistry of honey bees/ K. Hartfelder et al. *Journal of Apicultural Research*. 2013. P. 504–508.

285. Schade J. E., Marsh G. L., Eckert J. E. Diastase activity and hydroxymethylfurfural in honey and their usefulness in detecting heat alteration. *Food Res.* 1958. Vol. 23. No 5. P. 446–463.

286. Schepartz A. I. Honey glucose oxidase. *Biochim. Biophys. Acta.* 1965. Vol. 96. No 2. P. 334–336.

287. Schuette H. A., Baldwin C. Jr. Amino acids and related compounds in honey. *Food Res.*, 1944. No 9. P. 244–249.

288. Schuler R., Vogel R. Wirkstoffe des Bienenhonigs. *Arzneimittelforsch.* 1956. Bd. 6. No 11. P. 661–663.

289. Smodiš Škerl Maja I., Gregorc Aleš. Characteristics of hypopharyngeal glands in honeybees (*Apis mellifera carnica*) from a nurse colony. *Slov Vet Res.* 2015. Vol. 52 (2). P. 67–74.

290. Sodini I., Corrieu G., Lacroix C. Practical Use of an Immobilized Cell Bioreactor for Continuous Prefermentation of Milk. *Progress in Biotechnology.* 1996. Vol. 11. P. 687–694.

291. Stinson E., Subers M., White J. The composition of honey. Separation and Identification of the Organic Acids. *Arch. Biochem. and Biophys.* 1960. Vol. 89. No 1. 6. p.

292. Structural stability and viability of microencapsulated probiotic bacteria: a review / R.I. Corona-Hernandez et al. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.* 2013. Vol. 12. No 6. P. 614–628.

293. Surono Ingrid S. Traditional Indonesian dairy foods. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition.* 2015. Vol. 24 (1). P. S26–30. doi:10.6133/apjcn.2015.24.s1.05. PMID 26715081.

294. Tamanna N., Mahmood N. Food Processing and Maillard Reaction Products: Effect on Human Health and Nutrition. *Int. J. Food Sci.* 2015. Vol. 6. doi: 10.1155/2015/526762.

295. The role of bacterial biofilms and surface components in plant-bacterial associations / P.C. Bogino et al. *Int. J. Mol. Sci.* 2013. Vol. 14. P. 15838–15859.

296. Use of Glucose Oxidase Immobilized on Magnetic Chitosan Nanoparticles in Probiotic Drinking Yogurt / M. E. A. Afjeh et. al. Food Science of Animal Resources. 2019. Vol. 39 (1). 73. p.

297. Vitamin Content of Honey/ Haydak M. H. et al. J. Nutrit. 1942. No 23 (6). P. 581–588.

298. Watanabe T., Aso K. Studies on honey. II. Isolation of kojibiose, nigerose, maltose and isomaltose from honey. Tohoku J. Agric. Res. 1960. Vol. 11 (1). P. 109–115.

299. Watanabe T., Motomura V., Aso K. Studies on honey and pollen. III. On the sugar composition in the pollen of *Typha latifolia* Linne. Tohoku J. Agric. Res. 1961. Vol. 12. No 2. P. 173–178.

300. White J W., Hoban N. Composition of honey. IV. Identification of the disaccharides. Archs. Biochem. Biophys. 1959. Bd. 80. P. 368–392.

301. White J. W. A survey of American Honeys. Part I. Introduction and average composition. Gleanings in Bee Culture. 1960. Vol. 88. No 11. P. 686–688, 701.

302. White J. W. A survey of American Honeys. Part II. Characterisation of individual floral types of Honey. Ibidem, 1960. No 12. P. 743–746.

303. White J. W. A survey of American Honeys. Part IX. Effect of storage on diastasa content. Ibidem, 1961. Vol. 89. No 7. P. 422–424.

304. White J. W. The action of invertase preparations. Arch. Biochem, 1952. Vol. 39 (1). P. 238–240.

305. White J. W. The Composition of Honey. Bee World, 1957. Vol. 38. No 3. P. 57–66.

306. White J. W., Maker J. Transglucosidation by honey invertase. Archs. Biochem. Biophys. 1953. Bd. 42 (2). P. 360–367.

Додатки

Додаток А

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор підприємства



О.М. Ковальчук

щодо проведення науково-господарського досліді із визначення способів і розміру доз введення препарату інвертази

Ми, що нижче підписались, директор ФОП «Ковальчук» О.М. Ковальчук; науковий керівник, доктор с.-г. наук, професор В.О. Постоєнко; здобувач І.Ф. Безпалый склали цей акт в тому, що за період з квітня 2018 до вересня 2018 року було проведено науково-господарський дослід для встановлення технології оптимального способу введення ензимного препарату в організм бджіл та у набризк нектару за дозрівання меду. Було сформовано сім груп (контрольна і 6 дослідних) по 3 бджолині сім'ї у кожній. Схему досліді наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Схеми досліді способів введення препарату інвертази

Група	Спосіб введення
Контрольна	—
I дослідна	Задавання ензиму інвертази з водою у напувалках за межами вулика
II дослідна	Задавання ензиму інвертази з водою у напувалках в середині вулика
III дослідна	Задавання ензиму інвертази з цукровим сиропом у годівницях за межами вулика
IV дослідна	Задавання ензиму інвертази з цукровим сиропом у годівниці в середині вулика
V дослідна	Розчин ензиму інвертази розпилений з водою безпосередньо у комірці
VI дослідна	Розчин іммобілізованої інвертази на сухій сироватці молока з цукровим сиропом розпилений безпосередньо у комірці

Продовження додатку А

Для приготування розчину (V і VI дослідні групи) використано 3 мл рідини ензимного препарату інвертази (10000 ОД) на 50 мл води або цукрового сиропу (1:1) в розрахунку на одну стандартну рамку (435x300 мм), яку доставляють до гнізда перед медозбором.

Для встановлення технології оптимального доз ведення ензимного препарату в організм бджіл та у набризк нектару за дозрівання меду було сформовано тринадцять груп (контрольна і 12 дослідних) по 3 бджолині сім'ї у кожній (табл. 2).

Таблиця 2 – Схема досліду з визначення доз внесеного препарату інвертази в розрахунку на один стандартний стільник (435x300), мл

Група	З водою (50 мл)	З цукровим сиропом (50 мл) + імобілізований ензим на сухій сироватці молока
Контрольна	—	—
I дослідна	0,5	0,5
II дослідна	1,0	1,0
III дослідна	1,5	1,5
IV дослідна	2,0	2,0
V дослідна	2,5	2,5
VI дослідна	3,0	3,0

Було проведено дослідження встановлення технології оптимального способу введення ензимного препарату інвертази в організм бджіл та у набризк нектару за дозрівання меду із білої акації.

За результатами аналізу зразків запечатаного меду із білої акації у контрольній групі (натуральний продукт) інвертуюча активність становить 32,7 ОД/кг (табл. 3).

Продовження додатку А

Таблиця 3 – Інвертуюча здатність меду із білої акації (n=3; M±m)

Група сімей	Активність інвертази, ОД/кг
Контрольна	32,7±0,458
I дослідна	32,4±0,516
II дослідна	33,1±0,473
III дослідна	36,6±0,597
IV дослідна	47,4±0,624
V дослідна	82,4±0,736
VI дослідна	97,3±0,681*

Примітка* $p \leq 0,05$

Під час внесення препарату інвертази безпосередньо до комірок стільників, шляхом розприскування водного розчину (V дослідна група) ензимна активність меду збільшилась у 2,5 рази, порівнюючи до контрольної групи.

Розчин ензимного препарату у складі цукрового сиропу із вмістом іммобілізованої інвертази на сухій сироватці молока (VI дослідна група), внесений у комірки стільників перед підготовкою до медозбору, підвищив інвертазну активність зрілого меду на 14,9 ОД/кг, порівняно до водного розчину (V дослідна група) та майже в 3 рази більше в порівнянні з контролем.

За результатами аналізу зразків свіжо запечатаного білоакацієвого меду в натуральному продукті контрольної групи сімей було встановлено вміст сахарози в кількості 4,95 % та 75,64 % моноцукрів (табл. 4)

Продовження додатку А

Таблиця 4 – Дія різних доз ензиму інвертази за дозрівання меду з білої акації (n=3; $M \pm m$)

Група	Вміст у натуральному продукті, %			
	із водою		із цукровим сиропом	
	сахароза	моноцукри	сахароза	моноцукри
Контрольна	4,95±0,254	75,64±0,810	4,95±0,254	75,64±0,810
I дослідна	4,73±0,342	75,91±2,716	4,45±0,318	76,23±0,806
II дослідна	4,64±0,380	76,00±1,097	3,81±0,196*	76,85±0,908
III дослідна	4,25±0,411	76,41±3,120	2,21±0,280**	78,37±0,216*
IV дослідна	2,85±0,196*	77,78±1,206	0,18±0,015***	80,44±0,305*
V дослідна	2,42±0,203**	78,10±0,415*	0,17±0,009***	80,43±0,215**
VI дослідна	1,75±0,215**	78,89±0,408*	0,15±0,011***	80,46±0,230**

Примітка * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$

За внесення максимальної дози іммобілізованого ензиму (3 мл на 50 мл сиропу) вміст сахарози знижується у 33 рази ($p \leq 0,001$), відносно контролю.

Порівнюючи дію ензиму у складі сиропу до дії ензиму у складі води у VI дослідній групі виявлено значне покращення гідролізу сахарози у моноцукри (11,7 рази) на користь іммобілізованого ензиму.

Отже, оптимальною дозою внесення ензиму у стільник є 2–3 мл на 50 мл сиропу із вмістом іммобілізованої інвертази.

Науковий керівник доктор
с.-г. наук, професор



В.О. Постое́нко

Здобувач



І.Ф. Безпалій

Пасічник



С.М. Нечипоренко

Додаток Б

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор підприємства

ФОП «Ковальчук»



О.М. Ковальчук

Акт

про виробничу перевірку впливу іммобілізованої інвертази на
виробництво меду

Ми, що нижче підписались, директор ФОП «Ковальчук» О.М. Ковальчук; науковий керівник, доктор с.-г. наук, професор В.О. Постоєнко; здобувач І.Ф. Безпалый склали цей акт в тому, що за період з квітня 2020 року до вересня 2020 року було проведено виробничі випробування під час кочівлі пасіки на медозборі протягом пасічного сезону в Білоцерківському районі Київської області. З цією метою за принципом аналогів формували контрольну та дослідні групи по 30 сімей у кожній. Контрольна група сімей отримувала для розширення гнізда стільники зрошені цукровим сиропом із іммобілізованою інвертазою на сухій сироватці молока (3 мл на 50 мл сиропу на 1 стільник). Відбір стільників для відкачування меду здійснювали при запечатуванні $\frac{1}{2}$ від загальної кількості комірків.

Результати виробничої перевірки вирощування риби наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Господарські показник виробництва продукції
бджільництва

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Кількість бджолиних сімей, шт	30	30
Вироблено меду, кг	1060,5	1142,7
Отримано воску, кг	10,8	10,9

Продовження додатку Б

За впровадження застосування іммобілізованої інвертази у технологію виробництва меду відбувається збільшення кількості товарного меду на 10,8 % відносно традиційної технології.

Науковий керівник доктор
с.-г. наук, професор

В.О. Постоєнко

Здобувач

І.Ф. Безпалій

Пасічник

С.М. Нечипоренко

Додаток В

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор підприємства

ФОП «Ковальчук»

О.М. Ковальчук



Акт

впровадження результатів науково-дослідних, дослідно-конструкторських та технологічних робіт

Тема роботи: «Експериментальне обґрунтування біотехнологічних прийомів для підвищення продуктивності бджіл і поліпшення якості меду в процесі його дозрівання».

Підприємство де здійснюється впровадження:

ФОП «Ковальчук», адреса реєстрації с. Майдан-Карачівецький
Віньковецький район Хмельницька область.

1. *Вид запроваджувальних результатів:* удосконалення технології виробництва меду за використання іммобілізованої інвертази на сухій сироватці молока для прискорення процесу дозрівання.
2. *Характер масштабів впровадження:* дослідження були поставлені на 30 бджолиних сім'ях української степової породи.
3. *Новизна результатів досліджень:* вперше вивчено та відпрацьовано технологію використання іммобілізованої інвертази за дозрівання меду.
4. *Соціальний, науково-технічний та екологічний ефект:* порівняльний аналіз за вмістом сахарози в продукті показав, що за впливу іммобілізованої

Продовження додатку В

інвертази на 7-у добу процес дозрівання меду закінчується запечатуванням стільників у сім'ях дослідної групи, тоді як у сім'ях контрольної групи це відбувається лише на 9-у добу. У підсумку за впровадження біотехнологічних розробок бджоли запечатали мед, в якому містилось 0,15 % сахарози, що на 4,12 % менше ніж за традиційної технології пасічникування.

Науковий керівник доктор
с.-г. наук, професор



В.О. Постоєнко

Здобувач



І.Ф. Безпалий

Пасічник



С.М. Нечипоренко

Додаток Г

Строки цвітіння та медопродуктивність основних рослин

Рослина	Початок цвітіння	Тривалість цвітіння, днів	Медопродук- тивність, кг/га
Абрикос	26.04	6	40
Агрус	29.04	12	70
Айстра	20.08	31	15
Акація біла	23.05	11	500
Акація жовта (карагана)	25.05	10	125
Алича	15.04	10	40
Алтея лікарська	2.07	60	400
Амі зубна	20.07	47	800
Аморфа кущова	30.05	20	30
Аніс звичайний	15.06	30	70
Барбарис звичайний	18.05	20	35
Бархат амурський	11.06	12	280
Береза	18.04	20	—
Боби кормові	27.06	40	50
Борщівник	5.06	75	280
Буркун білий	19.06	55	300
Буркун жовтий	12.06	46	200
Буркун синій	16.06	50	140
Валеріана лікарська	9.06	60	260
Верба біла	8.04	14	100
Верба козяча	30.03	12	150
Верес звичайний	2.07	90	200

Продовження додатку Г

Вероніка	4.05	до осені	30
Вика волохата	29.05	30	170
Вишня	1.05	6	35
Вільха	30.03	15	—
Вовчуг польовий	20.06	25	140
Волошка лучна	30.05	30	130
Гарбуз	1.07	59	40
Гірчиця біла	6.06	23	120
Гісоп лікарський	28.06	39	200
Гледичія колюча	4.06	14	250
Глід український	19.05	8	35
Горіх волоський	18.05	12	—
Горобина звичайна	21.05	10	40
Гречка	15.06	36	90
Груша	3.05	6	20
Дерен справжній (кизил)	27.03	10	20
Дивина (коров'як)	6.06	55	—
Диня	28.06	45	30
Дуб	25.04	12	—
Еспарцет посівний	28.05	20	120
Живокіст лікарський	7.05	100	260
Жимолость татарська	21.05	14	200
Змієголовник молдавський	24.07	23	215
Іван-чай (хаменерій, кипрей)	28.06	65	200
Кавун	17.06	55	20
Калина звичайна	20.05	18	30
Капуста	16.06	42	50

Продовження додатку Г

Каштан кінський	16.05	12	100
Клен гостролистий	22.04	13	200
Клен польовий	1.05	12	800
Клен татарський	7.05	16	300
Козлятник східний	28.05	30	35
Конюшина біла	25.05	57	120
Конюшина рожева	6.06	42	100
Конюшина червона	23.05	26	120
Коріандр	24.06	25	100
Кропива глуха	19.05	60	430
Кропива собача	2.06	47	260
Крушина ламка	28.05	20	120
Кульбаба лікарська	19.05	21	–
Лаванда	29.06	21	100
Ліщина	29.03	11	–
Липа широколиста	15.06	24	800
Липа дрібнолиста	22.06	14	600
Лох вузьколистий	4.06	14	200
Люцерна посівна	9.06	20	130
Малина звичайна	10.06	42	70
Малина лісова	15.06	20	100
Мальва	15.06	55	30
Материнка звичайна	14.07	30	80
Мати-й мачуха	23.03	18	25
Медунка лікарська	24.04	35	40
Меліса	18.07	45	160
Морква городня	25.06	12	70

Продовження додатку Г

М'ята холодна (перцева)	5.08	34	300
Огірки посівні	22.06	59	30
Огіркова трава (огірочник)	17.06	41	300
Осот польовий	1.07	60	500
Первоцвіт весняний	2.05	20	25
Перко	4.05	25	80
Плакун верболистий	29.06	65	300
Редька олійна	19.06	25	50
Резеда запашна	10.06	64	240
Ріпак озимий	6.05	35	80
Ряст ущільнений	26.03	15	20
Свиріна звичайна	20.05	26	40
Синяк звичайний	25.05	57	350
Сильфія пронизанолиста	22.07	70	120
Слива	3.05	6	20
Смородина чорна	28.04	12	70
Сніжнягідник білий	17.06	118	400
Сон-трава	4.04	11	20
Соняшник	11.07	28	40
Софора японська	15.08	30	300
Терен звичайний	23.04	10	25
Тополя біла	27.03	7	—
Фацелія пижмалиста	12.06	45	300
Цикорій (петрові батоги)	18.06	85	100
Цибуля ріпчаста	11.07	30	80
Чебрець звичайний	13.05	34	140
Черемуха	10.05	14	15

Продовження додатку Г

Черешня	28.04	12	40
Чина посівна	4.06	21	35
Чистець однорічний	1.07	46	100
Шавлія лучна	7.06	25	500
Шипшина	25.05	21	–
Яблуня дика	30.04	6	20
Яблуня садова	7.05	11	25

Додаток Г

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕКОМЕНДАЦІЇ

щодо використання ензимного препарату інвертази для
підвищення медозбору

Біла Церква

2021

1

Додаток Д

Екстер'єр та біологічні ознаки бджіл української степової породи

Показники										
Забарвлення бджіл	Поведінка бджіл при відкритті гнізда	Зимостійкість	Довжина хоботка, мм	Ширина третього тергіта	Кубітальний індекс	Дискоїдальне зміщення	Маса, мг			Плодючість матки, яєць за добу, шт.
							одноденної бджоли	неплідної матки	плідної матки	
сіра	миролюбні	+	6,3–6,7	4,8	55–60	не менше 80% позитивне	105	180	200	1100–1800