

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

БЕЗПАЛИЙ ІВАН ФЕДОРОВИЧ

УДК 638.14.06:638.16:606.4

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

03.00.20 – біотехнологія

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Біла Церква – 2021

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Білоцерківському національному аграрному університеті Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор
Постосенко Володимир Олексійович,
ННЦ «Інститут бджільництва
ім. П.І. Прокоповича», директор

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор
Разанов Сергій Федорович,
Вінницький національний аграрний університет,
професор кафедри екології та охорони
навколишнього середовища;

доктор сільськогосподарських наук, професор
Ковальський Юрій Володимирович,
Львівський національний університет
ветеринарної медицини та біотехнологій
імені С.З. Гжицького,
завідувач кафедри технології виробництва
продукції дрібних тварин.

Захист відбудеться «30» вересня 2021 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 27.821.01 у Білоцерківському національному аграрному університеті за адресою: 09117, Україна, Київської обл., м. Біла Церква, Соборна площа, 8/1, конференц-зала.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Білоцерківського національного аграрного університету за адресою: 09117, Україна, Київської обл., м. Біла Церква, Соборна площа, 8/1.

Автореферат розісланий «27» серпня 2021 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

М.М. Сломчинський

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність проблеми. 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 (Галатюк О.Є., 2013; Разанов С.Ф., 2018).

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 важливе місце, що впливає на його якість з одного боку та реалізацію потенційних можливостей сім'ї – з іншого (Поліщук В.П., 2001; Ковальський Ю.В., 2014).

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 (Яковлев А.С., 1995; В. Lichtenberg-Kraag, 2014; Постоєнко В.О., 2016). 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.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Огляд літератури. У п'яти підрозділах проаналізовано літературні дані щодо біологічної пристосованості бджолої сім'ї до живлення нектаром і створення запасів меду, виділення нектару і збирання його бджолами, обробки нектару бджолами і створення запасів меду в гнізді, ознаки і показники зрілого меду та наукові основи іммобілізації ензимів і характеристика носіїв.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили впродовж 2015–2020 років за різних умов медозбору у межах Білоцерківського району Київської області на пасіках Білоцерківського НАУ та ФОП «Ковальчук».

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 (рис. 1).



Рис. 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 1000,0 мг. 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 взято 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 зобіку 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.

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 відпрепарували медовий зобик, зробивши аналіз його вмісту, визначили кількість і вміст води в нектарі, що заноситься до вулика. У кінці першого дня дослідження після закінчення льоту, обережно без порушень спокою бджіл та місця розташування рамок, відібрали набризк з комірок на визначених частинах стільників. Кожного наступного дня 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 першого дня досліду та через кожні два дні 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 в той же день увечері та через кожні дві доби дозрівання у комірках стільників до запечатування меду на 9-у добу восковими кришечками.

Під час досліду на сильних і слабких сім'ях відібрали робочих бджіл з кожного гнізда для визначення інвертуючої здатності їх залоз.

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 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 ½ їх площі для відкачування.

Для встановлення технології оптимального способу і розміру доз ензимного препарату в організм бджіл та у набризок нектару за дозрівання меду було сформовано сім груп (контрольна і 6 дослідних) по 3 бджолині сім'ї у кожній. Схему дослідів наведено у таблицях 1 і 2.

Таблиця 1

Схема досліду 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 комірки
VI дослідна	Розчин іммобілізованої інвертази на сухій сироватці молока з цукровим сиропом розпилений безпосередньо у комірки

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), яку доставляють до гнізда перед медозбором.

Лабораторні дослідження активності інвертази свіжозапечатаного меду проводили за методикою О.Є. Галатюка (2013).

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

Група	З водою	З цукровим сиропом + 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

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 в той же день 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).

Виробничу перевірку економічної ефективності розроблених прийомів підвищення медопродуктивності провели на пасіці ФОП «Ковальчук» за наявною методикою Броварського В.Д. (2017). Для цього було сформовано дві групи бджолиних сімей по 30 у кожній.

У дослідях 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.

РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

Встановлення оптимального співвідношення між інвертазою та носієм. Одним із головних процесів дозрівання та накопичення простих цукрів меду є інверсія сахарози – гідролітичне розщеплення дисахариду на глюкозу і фруктозу, яке відбувається під дією ензиму інвертази. Для створення стабільного ензиму проводили його іммобілізацію (рис. 2). У першому досліді було встановлено

оптимальне співвідношення між інвертазою та носієм. Як матрицю використовували крохмаль, пектин, яєчний альбумін і суху сироватку молока. Оптимальною дозою можливо рахувати 80 мг. За таких умов активність іммобілізованого ензиму на яєчному альбуміні становила 68,3 % від нативної форми. Використання високих доз ензиму від 160 до 640 мг/1000 мг носія не супроводжувалось вірогідним підвищенням гідролітичної активності одержаного препарату відносно препарату, який був виготовлений із використанням 80 мг ензиму.

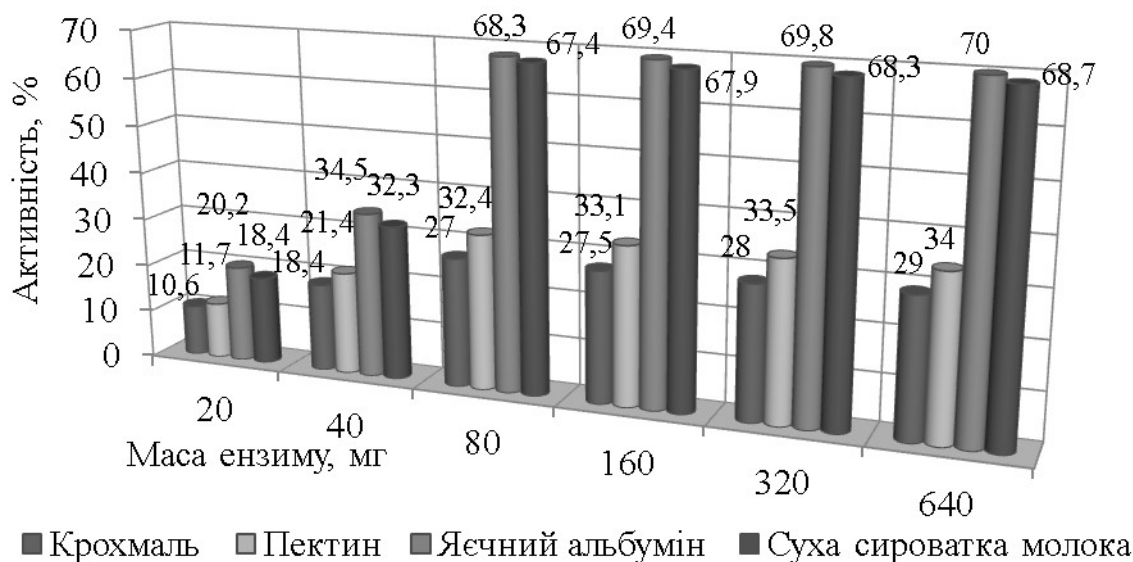


Рис. 2. Дослідження сорбційних властивостей носія.

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 %.

Аналізуючи результати досліджень сорбційних властивостей яєчного альбуміну і сухої сироватки молока, було помічено незначну різницю між показниками в межах 0,9–2,2 % на користь першого носія.

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 біокаталізатора був звужений від 60 до 105 мг. Як оптимальний носій було взято суху сироватку молока (табл. 3)

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.

Активність іммобілізованої інвертази

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

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

Динаміка часткової дегідратації нектару бджолами. Аналізуючи загалом дані всіх чотирьох серій досліду, проведених під час цвітіння зеленчука жовтого, білої акації і липи, на медозборі з соняшнику, маємо підставу 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 вмісту 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.

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. 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 зобіку приносили в складі нектару лише 30,59 % води, вміст якої до кінця дня 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 різного вмісту води у нектарі зібраного бджолами 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 зобіку 54,40 % втрачав її у два рази більше, ніж густий (30,59 %). У перебігу цих явищ є також залежність від природних умов.

Процес дозрівання меду в бджолиному гнізді за змінами вмісту цукрів. Для визначення динаміки перетворення сахарози на моноцукри нами проведено дослідження медозборів з білої акації, липи та соняшнику. Відбір проб нектару здійснювали з медових зобиків бджіл-збирачок на прильотній дошці, потім набризку із комірок стільників по завершенню льоту бджіл першого дня досліду та через кожні два дні до запечаткування комірок.

Під час медозбору з білої акації до вулика бджоли-збирачки у своєму зобіку заносили нектар, який містив у середньому 56,31 % простих цукрів і 38,61 % сахарози у перерахунку на сухий залишок (табл. 4).

Таблиця 4

Зміна співвідношення цукрів нектару з білої акації за обробки у бджолиному гнізді, $M \pm m$, $n=3$

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. У цій та наступних таблицях різниця вірогідності між показниками * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$.

Від моменту входження бджіл через льоток у вулик до кінця дня сукупно принесений нектар у комірках стільників відзначався незначним зростанням моноцукрів в середньому на 0,48 %. На третю добу перебування продукту у комірках стільників відбулося значне збільшення вмісту моноцукрів у сухій речовині – в середньому на 9,23 %. Більшість комірок на досліджуваних ділянках стільників була заповнена на ½ 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, а більшість їх залишалися відкритими або частково запечатаними, які мали отвори у воскових кришечках. На дев'яту добу більша частина комірок на дослідних стільниках була запечатана. У відібраних з них пробах зрілого меду утворилося 90,47 % моноцукрів і залишилося 5,92 % сахарози до сухих речовин.

Аналогічні дослідження з липи показали, що до вулика потрапляв нектар, у складі якого містилося 60,4 % простих цукрів і 30,64 % сахарози відносно сухої речовини. До кінця першого дня відбулося збільшення моноцукрів в середньому на 1,58 %. У наступні дводобові відрізки часу до 7-ї доби спостерігалось поступове розщеплення сахарози і утворення 89,99 % простих цукрів. 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.

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 (табл. 5).

Таблиця 5

**Динаміка дегідратації та інверсії сахарози бджолами
сильних і слабких сімей, $M \pm m$, $n=3$**

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)			
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

Порівняльний аналіз за вмістом сахарози і води в продукті показав, що на 5-ту добу дозрівання у сильних сім'ях процес інверсії випереджає процес дегідратації, тоді як у слабких сім'ях це відбувається лише на 7-му добу. 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 %. Під час досліду ми також відібрали робочих бджіл з кожного гнізда для визначення інвертуючої здатності їх залоз. 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.

Досліджуючи також виробництво меду способом тимчасової ізоляції наповнених стільників встановили, що від сімей контрольної групи отримали в середньому 22,83 кг меду, а дослідної – 28,9 кг. Водночас від сімей, подібних за силою, отримали різну кількість меду, у контрольній групі – від 19,7 до 25,3 кг, а дослідній – від 27,1 до 31,4 кг. Отже, тимчасова ізоляція принесеного корму дає змогу збільшити виробництво меду в середньому на 26,6 %.

Дослідження впливу ензимного препарату інвертази на процес дозрівання меду. Було проведено дослідження встановлення технології оптимального способу

введення ензимного препарату інвертази в організм бджіл та у набризок нектару за дозрівання меду із білої акації (табл. 6).

Таблиця 6

Інвертуюча здатність меду із білої акації, $M \pm m$, $n=3$

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*

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 (табл. 7).

Таблиця 7

Дія різних доз ензиму інвертази за дозрівання меду з білої акації, $M \pm m$, $n=3$

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**

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

За внесення 2 мг 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 мг 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 (рис. 3).

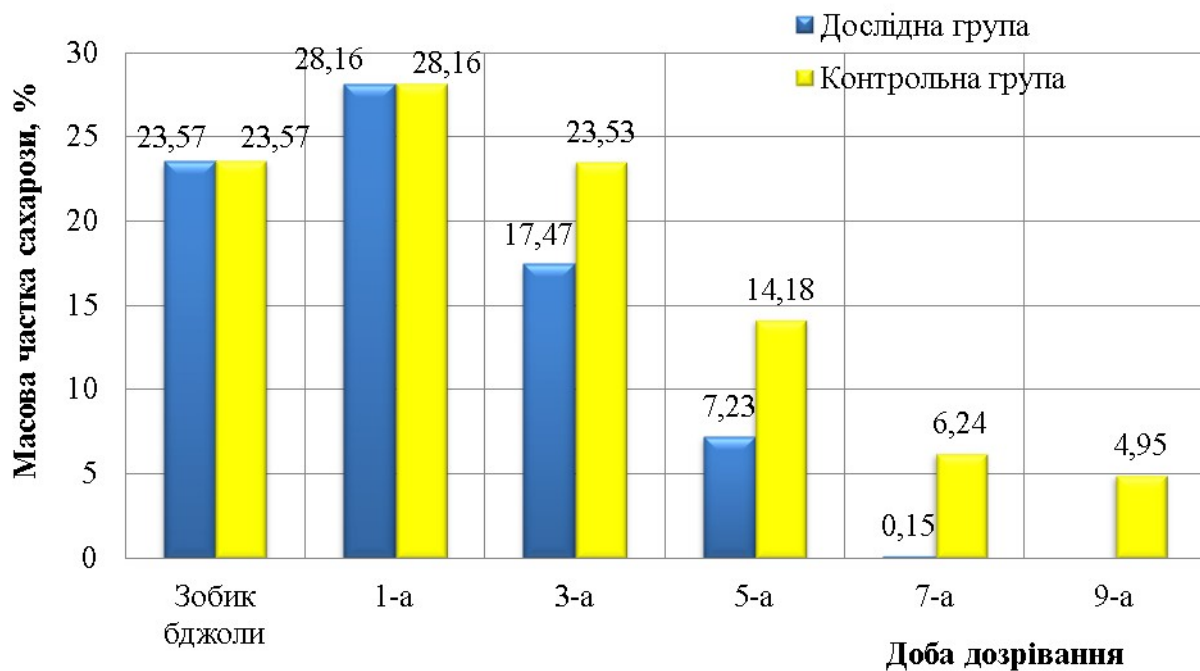


Рис. 3. Динаміка інверсії сахарози бджолами за впливу іммобілізованої інвертази.

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.

Технологічні особливості одержання забрусного 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 й 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). За орієнтованими нормами забрусу набралось би по 10 кг на сім'ю в пасічній сезон. З різних причин потенціал продуктивності бджіл реалізується не повною мірою і може становити за вдалих погодних умов 5–6 кг забрусу.

Економічне обґрунтування впровадження розробки. 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 закриття 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 ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

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

6. **Bezpalyi 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. *(Дисертант виконав експериментальні дослідження, провів аналіз одержаних результатів та підготував статтю до друку).*

7. **Безпалій 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. **Безпалій 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. **Безпалій 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. **Безпалій 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. **Безпалій 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. **Безпалій 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. **Безпалій 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).

АНОТАЦІЯ

Безпалый І.Ф. Экспериментальное 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 на основі експериментальних даних за результатами досліджень проведено ряд науково-практичних робіт із розробки біотехнологічних методів та прийомів, спрямованих на підвищення продуктивності бджіл і якості меду, розширено уявлення про процеси перетворення нектару в мед у бджолиному гнізді за різних умов медозбору і сили сімей.

Встановлено біологічні закономірності вилучення води із нектару за дії бджіл під час перенесення до вулика із квіток. Досліджено, що найбільша частина зайвої вологи (60,3–66,0 %) втрачається протягом першої доби, а інверсія сахарози проходить поступово з накопиченням 72,8–73,2 % моноцукрів на 7 добу дозрівання меду.

Досліджено, що в сильних сім'ях спостерігається після третього дня обробки нектару випередження гідролізу сахарози і накопичення моноцукрів порівняно з слабкими.

Розроблено технологію іммобілізації інвертази шляхом 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.

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

Ключові слова: бджільництво, медовий зобик, інвертаза, іммобілізація, іммобілізована інвертаза, суха сироватка молока, бджоли, медоносна база, пасіка, сила бджолиної сім'ї, мед, віск, забрус, сахароза, моноцукри, стільник, комірка.

АННОТАЦИЯ

Безпалый И.Ф. Экспериментальное обоснование биотехнологических приемов для повышения производительности пчел и улучшения качества меда в процессе его созревания. – Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 03.00.02 – биотехнология. – Белоцерковский национальный аграрный университет Министерства образования и науки Украины, Белая Церковь, 2021.

В диссертационной работе на основе экспериментальных данных по результатам исследований проведен ряд научно-практических работ по разработке биотехнологических методов и приемов, направленных на повышение производительности пчел и качества меда, расширено представление о процессах преобразования нектара в мед в пчелином гнезде при различных условиях медосбора и силы семей.

Установлено биологические закономерности удаления воды из нектара при содействии пчел происходит уменьшение содержания влаги во время переноса в улей из цветков подсолнечника, зеленчука желтого, белой акации и липы, соответственно, на 1,97; 2,8; 2,47 и 3,95 %.

Продолжительность дегидратации «набрыска» в открытых ячейках сотов длится 8–9 суток, а запечатанный свежий мед содержит 17,04–18,20 % влаги. Большая часть избытка влаги (60,3–66,0 %) теряется на протяжении первых суток. Установлено, что инверсия сахарозы происходит постепенно с накоплением 72,8–73,2 % моносахаров на 7 сутки созревания меда.

Доказано, что в сильных семьях наблюдается с третьих суток обработки нектара опережение гидролиза сахарозы и накопления моносахара (прирост 10–11,25 %) по сравнению с слабыми (не более 8,45 % соответственно). После закрытия ячеек воском в сильных семьях свежий мед содержит 75,63 % моносахаров, слабых – 68,78 %.

Сосредоточение пчел для обработки свежего нектара способом технологического извлечения сот с незапечатанным медом в обособленную перегородкой часть гнезда (ульевого корпуса) и расширение площади подставленными рамками повышает медосбор на 26,6 %.

Разработана технология иммобилизации инвертазы путем адсорбции и образования ковалентных связей с сухой сывороткой молока. Оптимальное соотношение носитель:энзим:растворитель – 1,0 г:85 мг:5,0 см³ сохраняет каталитическую активность на показателе 68,54 % по сравнению с нативной формой.

Доказано, что использование иммобилизованных на сухой сыворотке инвертазы ускоряет процесс созревания меда до 7 суток. Внесение иммобилизованного фермента способствует образованию 80,46 % моносахаров, что на 5,63 % больше чем при традиционной технологии.

В срезанной массе забруса со всей площади стандартных сот доля восковых крышечек составляет в среднем 30,7 г, при запечатывании около половины площади – 22,6 г. Соотношение воска и меда в общей массе составляет 1:10.

Внедрение разработанных биотехнологических методов и приемов в технологии производства товарного меда позволяет увеличить прибыль на 14 %.

Ключевые слова: пчеловодство, медовый зобик, инвертаза, иммобилизация, иммобилизованная инвертаза, сухая сыворотка молока, пчелы, медоносная база, пасека, сила пчелиной семьи, мед, воск, забрус, сахароза, моносахара, сот, ячейка.

SUMMARY

Bezpalyi I. Experimental substantiation of biotechnological methods for increasing the productivity of bees and improving the quality of honey in the process of its maturation. – Qualifying scientific work as a manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of agricultural sciences on a specialty 03.00.02 – biotechnology. – Bila Tserkva National Agrarian University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Bila Tserkva, 2021.

In the dissertation work, on the basis of experimental data based on the research results, a number of scientific and practical works were carried out to develop biotechnological methods and techniques aimed at increasing the productivity of bees and the quality of honey, expanded the understanding of the processes of converting nectar into honey in a bee nest under different conditions of honey collection and strength of families.

The biological regularities of water extraction from nectar for the actions of bees during the transfer to the hive have been established. It has been proven that most of the excess moisture (60.3–66.0 %) is lost during the first day, and the inversion of sucrose occurs gradually with the accumulation of 72.8–73.2 % of monosaccharides on the 7th day of honey ripening.

It has been proven that in strong families, after the third day of nectar processing, an advance of sucrose hydrolysis and accumulation of monosugar is observed in comparison with weak ones.

A technology has been developed for immobilizing invertase by adsorption and the formation of covalent bonds with milk whey powder. The retention of the catalytic activity of the immobilized invertase is 68.54 % compared to the native form. It has been proven that the best way to use invertase immobilized on dry whey to accelerate the honey maturation process is to spray it into the honeycomb cells as part of the sugar syrup. The introduction of the immobilized enzyme contributes to the formation of 80.46 % of monosaccharides, which is 5.63 % more than with traditional technology.

The introduction of the developed biotechnological methods and techniques in the technology of commercial honey production allows to increase the profit by 14%.

Key words: beekeeping, honey crop, invertase, immobilization, immobilized invertase, milk whey powder, bees, honey base, apiary, strength of a bee colony, honey, wax, backing, sucrose, monosugar, honeycomb, cell.