

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет ветеринарної медицини та тваринництва

Кафедра біоресурсів, тваринництва та аквакультури

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

РИСІЧ ДАРІЯ ЮРІЇВНА

УДК 636.2.034:636.2.083

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ ВОСКОВОЇ СИРОВИНИ НА
ЯКІСТЬ ВОСКУ В УМОВАХ АФ «БДЖОЛОВИД ЛТД»
ЖИТОМИРСЬКОГО РАЙОНУ**

204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело _____ Дарія РИСІЧ

Керівник роботи:
Ольга ЛІСОГУРСЬКА,
кандидат с.-г. наук, доцент

Житомир – 2025

Висновок кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури

за результатами попереднього захисту:

Протокол засідання кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури № ____
від « ____ » _____ 2025 р.

В. о. завідувача кафедри біоресурсів,
тваринництва та аквакультури _____ Діна ЛІСОГУРСЬКА

« ____ » _____ 2025 р.

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти **Дарія РИСІЧ** захистила кваліфікаційну роботу з
оцінкою:

сума балів за 100-бальною шкалою _____

за шкалою ECTS _____

за національною шкалою _____

Секретар ЕК

(підпис)

Тетяна ПОПАДЮК

АНОТАЦІЯ

Рисич Д.Ю. Вплив технологій переробки воскової сировини на якість воску в умовах АФ «Бджоловод ЛТД» Житомирського району. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва». – Поліський національний університет, Житомир, 2025.

У ході дослідження встановлено, що за якісними показниками віск, отриманий із воскової сировини III сорту та суміші II і III сортів, суттєво не відрізняється. Однак його нижча товарна якість зумовлює зменшення виручки від реалізації, що негативно впливає на економічну ефективність виробництва. Доведено доцільність окремої переробки воскової сировини II та III сортів, що забезпечує вищий вихід готової продукції та покращення її якісних характеристик, тим самим підвищуючи рентабельність галузі.

Ключові слова: бджолиний віск, воскова сировина, сорти, якість, переробка.

ANNOTATION

Rysich D.Yu. The influence of wax raw material processing technologies on wax quality in the conditions of AF «Bjolovod LTD» of Zhytomyr district. – Qualification paper manuscript copyrights.

Qualification work for obtaining a bachelor's degree 204 – Technology of Producing and Processing Livestock Products. – Polissia National University, 2025.

The study found that the quality indicators of wax obtained from wax raw materials of grade III and a mixture of grades II and III do not differ significantly. However, its lower commercial quality leads to a decrease in sales revenue, which negatively affects the economic efficiency of production. The feasibility of separate processing of wax raw materials of grades II and III has been proven, which ensures a higher yield of finished products and improves its quality characteristics, thereby increasing the profitability of the industry.

Keywords: beeswax, wax raw materials, varieties, quality, processing.

ЗМІСТ

ВСТУП		5
РОЗДІЛ 1.	ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
	1.1. Роль воску у бджолиній сім'ї.....	7
	1.2. Фізико-хімічні властивості воску.....	10
	1.3. Технологія переробки воску.....	13
РОЗДІЛ 2.	МАТЕРІАЛ, МЕТОДИКА, МІСЦЕ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	16
	2.1. Місце та умови проведення досліджень	16
	2.2. Матеріал та методика проведення досліджень	19
РОЗДІЛ 3.	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	22
	3.1. Аналіз якості воску залежно від технологій переробки воскової сировини	22
ВИСНОВКИ		37
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ		38

ВСТУП

Бджолиний віск є цінним природним продуктом, який виділяється восковими залозами робочих бджіл і має важливе значення не лише в бджільництві, а й у низці галузей народного господарства. Його отримують шляхом переробки вихідної та вторинної воскової сировини із застосуванням методів витоплення, пресування, центрифугування або екстрагування, як безпосередньо на пасіках, так і на спеціалізованих воскозаводах [4].

Найбільша частка натурального воску використовується безпосередньо в бджільництві для виготовлення вощини. Крім того, він знаходить широке застосування в електротехніці, машинобудуванні, ювелірному виробництві, косметичній та фармацевтичній промисловості. Завдяки наявності складних ефірів, жирних кислот, барвників та ароматичних речовин, віск цінується за свої фізико-хімічні та біологічні властивості [1].

Залежно від технології виробництва, бджолиний віск поділяють на пасічний, промисловий та екстракційний. Пасічний віск, отриманий у господарських умовах, повинен відповідати вимогам діючих стандартів, зокрема за показниками вологості, вмісту механічних домішок, температури плавлення, кислотного та ефірного чисел [6].

Однак однією з ключових проблем сучасного бджільництва залишається зниження виходу товарного воску та погіршення його якості внаслідок недосконалості способів переробки воскової сировини. У практиці пасічного виробництва найпоширенішими є парові та водяні воскотопки, які забезпечують 55–60% загального обсягу воску. При цьому сонячні воскотопки використовуються лише в окремих господарствах та забезпечують до 5% виходу, а методи розварювання і пресування – ще 35–40% [7].

У сучасних умовах особливо актуальним є вдосконалення підходів до переробки воскової сировини різного сорту з метою підвищення виходу готового продукту та покращення його якісних характеристик. Потреба у підвищенні економічної ефективності пасічного виробництва зумовлює

необхідність наукового обґрунтування вибору технологій залежно від сорту сировини [9].

Метою кваліфікаційної роботи є встановлення впливу способів переробки воскової сировини різної якості на показники виходу та якості одержаного воску.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані такі **завдання дослідження**:

- на завершення медозбору 2023 року відібрати по три зразки воскової сировини I, II, III сортів, а також суміш II і III сортів; наприкінці медозбору 2024 року – по три зразки воскової сировини II та III сортів і суміші II і III сортів;
- у 2023 році здійснити переробку відібраної воскової сировини: I сорт – за допомогою сонячної воскотопки; II, III сорти та їх суміш – за допомогою парової воскотопки. У 2024 році зразки II, III сортів та суміші переробити за допомогою воскопреса Кулакова;
- визначити вихід воску з кожного сорту сировини залежно від використаного способу переробки;
- оцінити якісні показники отриманого воску, а саме: вміст води, вміст механічних домішок, йодне число та число омилення.

Об'єкт дослідження – воскова сировина різних сортів.

Предмет дослідження – вплив способів первинної переробки воскової сировини на вихід і якість воску.

Основні положення кваліфікаційної роботи викладені у двох тезах, які опубліковані у збірнику наукових праць IV Всеукраїнської науково-практичної конференції «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва і переробки продукції тваринництва», 12 грудня 2024 р., м. Житомир.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Роль воску у бджолиній сім'ї

Бджолиний віск є одним з найважливіших і незамінних продуктів життєдіяльності медоносної бджоли (*Apis mellifera*), який відіграє фундаментальну роль у житті й функціонуванні бджолиної сім'ї. Як природна біологічна речовина, віск виконує низку життєво важливих функцій, починаючи від будівництва гнізда, забезпечення умов для вирощування розплоду, зберігання кормів, до участі в терморегуляції, обміні інформацією між особинами та створенні санітарно-гігієнічного мікроклімату вулика. Зважаючи на важливість цього продукту, роль воску в бджолиній сім'ї слід розглядати комплексно – у морфологічному, біологічному, поведінковому, господарському та екологічному аспектах [12].

Бджолиний віск – це продукт, який виділяється восковими залозами молодих робочих бджіл віком від 12 до 18 днів. Воскові залози розташовані на нижній поверхні черевця (четвертий - сьомий тергіти) у вигляді восьми пар дзеркальцезахованих у спеціальних воскових кишнях. Виділення воску можливе лише за наявності певних умов: інтенсивного живлення вуглеводами, активної життєдіяльності колонії, оптимальної температури (від +33 до +36 °C) та наявності потреби у будівництві гнізда [16].

Пластинки воску, які виділяються у вигляді прозорих лусочок розміром близько 3 мм, бджоли зішкрябують своїми щелепами (мандибулами), розжовують, змішують з секретами глоткових залоз і формують з них елементи стільника. Цей процес супроводжується складною координацією дій десятків і сотень особин. На виробництво 1 кг воску бджолина сім'я витрачає від 3,5 до 9 кг меду, що свідчить про енергетичну затратність процесу воскоутворення. У зв'язку з цим бджоли економно витрачають віск і прагнуть до його багаторазового використання [10].

Головна функція воску – будівельна. Стільники, які є архітектурною основою бджолиного гнізда, складаються виключно з бджолиного воску. Кожна комірka має правильну шестигранну форму, що дозволяє максимально ефективно використовувати простір при мінімальних затратах матеріалу. Така геометрія забезпечує надзвичайну міцність і термостійкість конструкції. Воскові стільники відіграють роль не лише як фізичне середовище, але і як багатофункціональна структура, що об'єднує всі біологічні процеси в сім'ї [13].

Робочі бджоли відбудовують стільники відповідно до потреб: для вирощування розплоду, накопичення меду, зберігання перги, формування вільного простору для руху. У розплідних комірках матка відкладає яйця, а робочі бджоли вигодовують личинок. Стільники, заповнені розплодом, створюють центральну частину гнізда, навколо якої розташовуються комірki з пергою та медом [21].

Віск створює фізичне середовище для репродуктивного процесу в бджолиній сім'ї. Розплід розміщується в спеціально збудованих комірках, де підтримується стабільна температура та вологість. Стільникова структура слугує ізолятором і разом із поведінкою робочих бджіл забезпечує мікроклімат, оптимальний для ембріогенезу й постембріонального розвитку. Запечатування личинок воском дозволяє створити стерильне середовище, яке захищає від інфекцій, паразитів, коливань температури [22].

Однією з важливих функцій воску є формування резервуарів для зберігання кормових ресурсів – меду та перги. Медові комірki після заповнення запечатуються восковими кришечками, що запобігає потраплянню вологи, шкідників, пилу та мікроорганізмів. У комірках, де зберігається перга (ферментований пилок), також створюються умови для збереження біологічної активності продукту. Це забезпечує стабільне харчування для личинок та молодих бджіл [25].

Віск має високі теплоізоляційні властивості завдяки щільності структури та фізико-хімічним характеристикам. Температура плавлення воску

становить 62–65 °С, тому в умовах вулика він зберігає стабільність навіть при коливаннях температур. Бджоли активно регулюють температуру у гнізді, особливо у зоні розплоду, і воскові стільники сприяють збереженню тепла. Взимку клуб бджіл формують навколо стільників, які слугують каркасом і джерелом тепла, що акумулюється у межах гнізда [2].

Бджолиний віск має природні антимікробні властивості, які частково зумовлені домішками прополісу та ефірних олій, що потрапляють під час будівництва стільників. Комірки, виготовлені з воску, мають стерильне середовище, що є особливо важливим для розплоду. Проте зі старінням стільників їх антисептичні властивості знижуються, накопичуються продукти метаболізму, патогени, залишки ліків, що зумовлює необхідність регулярної заміни старих стільників на нові [5].

У бджільництві віск вважається цінним побічним продуктом. Він використовується для виготовлення вощини, яка спрощує відбудову гнізда. Вощина – це тонкий лист з відтисненими основами комірок, який вставляється у рамку. Це дозволяє бджолам економити енергію, прискорює розвиток сім'ї, підвищує продуктивність. Однак якість воскової сировини відіграє вирішальну роль. Забруднені або фальсифіковані воски (з домішками парафіну, стеарину) можуть негативно впливати на здоров'я бджіл, спричиняти захворювання та знижувати репродуктивні функції [8].

Отже, бджолиний віск – це не лише будівельний матеріал, а справжній універсальний ресурс у житті бджолиної сім'ї. Його біологічна, фізіологічна та поведінкова роль настільки глибоко інтегрована у функціонування колонії, що без нього неможливе існування бджіл як суперорганізму. Віск забезпечує структурну цілісність гнізда, безпечні умови для розвитку розплоду, зберігання кормів, термостабільність, міжособову комунікацію та гігієну. Усвідомлення ролі воску є основою для ефективного пасічництва, правильного ведення технологій утримання, контролю за якістю воскової сировини, організації профілактичних заходів та забезпечення стабільної продуктивності бджолиних сімей [20].

1.2. Фізико-хімічні властивості воску

Віск – це складна органічна речовина, яка є продуктом секреторної діяльності воскових залоз бджіл. Він є одним з найважливіших компонентів у структурі бджолої сім'ї, оскільки використовується для побудови стільників, де зберігаються мед, пилок, перга та вирощуються розплід. Фізико-хімічні властивості воску обумовлюють його широке застосування не лише в бджільництві, а й у медицині, косметології, харчовій, фармацевтичній та інших галузях промисловості [24].

Хімічний склад бджолої воску є надзвичайно складним і варіативним. Основними складовими є складні ефіри (близько 70–75 %), вільні жирні кислоти (12–15 %), вільні спирти (1–1,5 %), вуглеводні (12–14 %) та домішки (білки, смоли, барвники, механічні включення тощо). Віск є сумішшю органічних сполук, серед яких найважливішу роль відіграють складні ефіри вищих одноосновних жирних кислот (насамперед пальмітинової) та одноатомних спиртів (переважно мірицилового). Основний ефір – мірицилпальмітат – є домінуючим компонентом воску й забезпечує його типові властивості [27].

Колір воску варіюється від світло-жовтого до темно-коричневого залежно від ступеня його забруднення, терміну використання стільників, впливу меду, прополісу, пилку та інших домішок. Найчистіший віск – це первинний білий віск, який бджоли виділяють безпосередньо із залоз; він набуває забарвлення при контакті з іншими речовинами в гнізді [30].

Запах воску приємний, медовий, ароматичний, що обумовлено наявністю летких ароматичних речовин. Смак воску нейтральний, з характерною м'якою консистенцією при жуванні [31].

Температурні характеристики воску мають вирішальне значення для його технологічного використання. Температура плавлення бджолої воску становить у середньому 62–65 °C. При цьому температура розм'якшення –

близько 50 °С, температура займання – близько 300 °С. Такі показники дають змогу використовувати віск у різних технологічних процесах, де потрібне поступове нагрівання без руйнування структури матеріалу [33].

Густина бджолиного воску при 20 °С дорівнює приблизно 0,95–0,97 г/см³, що робить його легшим за воду. Саме тому віск плаває на поверхні води – це враховується під час очищення і перетоплення воскової сировини. Ця властивість використовується також у восковіддільниках і сепараторах [36].

Розчинність воску є обмеженою. Він не розчиняється у воді, що забезпечує його стійкість у вологому середовищі вулика. Водночас добре розчиняється в органічних розчинниках – бензині, хлороформі, ефірі, жирних оліях. Така розчинність дозволяє використовувати віск у технологіях виробництва косметичних засобів, ліків і мастик [39].

Однією з важливих фізичних характеристик є пластичність воску. При кімнатній температурі віск твердий, але крихкий; при нагріванні він стає пластичним і легко формується. Ця властивість використовується для виготовлення вощини – тонких листів, на яких відтиснуто форму стільників для прискорення побудови гнізда бджолами. Завдяки еластичності віск добре піддається пресуванню, різанню, прокатуванню та іншим видам механічної обробки [19, 38].

Віск має високі ізоляційні властивості. Його теплопровідність є дуже низькою, що дозволяє стільникам з воску зберігати тепло в розплоді. Завдяки цим властивостям бджоли здатні ефективно регулювати мікроклімат у вулику [40].

Віск інертний до дії слабких кислот і лугів. Утім, під впливом сильних кислот і при високих температурах може зазнавати розкладу. Окислення воску відбувається повільно, проте за тривалого зберігання на світлі та на повітрі він може втрачати блиск, темніти й набувати неприємного запаху. Тому

зберігання воску вимагає дотримання умов – темне, прохолодне, сухе середовище без доступу світла та повітря [34].

Серед специфічних хімічних властивостей варто згадати кислотне й ефірне числа. Кислотне число показує кількість вільних кислот у воску, що свідчить про ступінь його окиснення. Ефірне число визначає кількість ефірів, які є основними активними складовими воску. Для натурального бджолиного воску типовими значеннями є: кислотне число – 17–24, ефірне – 70–80. Сума кислотного й ефірного числа (так зване повне число) є діагностичним показником, який дає змогу виявити фальсифікацію воску сторонніми домішками – парафіном, стеарином, церезином тощо [18, 35].

Термостабільність воску є важливою при його переробці. Відомо, що бджолиний віск починає руйнуватися при температурах понад 120–130 °С, тому при переробці використовуються методи повільного нагріву – парова воскотопка, сонячна воскотопка, водяна баня тощо. Занадто інтенсивне нагрівання призводить до карамелізації компонентів, потемніння воску та втрати його споживчих якостей [37].

У біохімічному аспекті віск характеризується як слабоактивна речовина. Він не має виражених антимікробних властивостей, проте завдяки щільній структурі створює бар'єр для проникнення вологи, мікроорганізмів і пилу, що забезпечує захист вмісту стільників [28].

Віск також здатен вбирати сторонні речовини, включаючи пестициди, важкі метали, антибіотики, що може бути проблемою в умовах інтенсивного бджільництва. Це явище називають «біохімічною пам'яттю воску». Саме тому рекомендується періодична заміна старих стільників, які можуть накопичувати токсичні речовини та впливати на здоров'я бджолоосім'ї [23].

Таким чином, фізико-хімічні властивості бджолиного воску формують його технологічну й біологічну цінність. Висока температура плавлення, пластичність, низька теплопровідність, хімічна стійкість і складна хімічна структура роблять його унікальним біоматеріалом з широким спектром

застосування. Його природне походження, біологічна сумісність і можливість відновлення у природі сприяють використанню воску як екологічно безпечної сировини в багатьох галузях [1].

1.3. Технологія переробки воску

Технологія переробки воску є важливою складовою сучасного бджільництва, яка забезпечує повторне використання воскової сировини та отримання якісного продукту, придатного для виготовлення вощини, косметичних засобів, свічок, лікарських препаратів та інших виробів. Воскова сировина – це побічний продукт діяльності бджіл, який включає забрус, старі стільники, мерву, витопки, пергу, а також обрізки вощини. Залежно від походження, сировина містить різну кількість воску та домішок, тому перед переробкою її сортують за якістю, ступенем забруднення і терміном використання. Найціннішою сировиною вважається забрус – він утворюється при розпечатуванні стільників перед відкачуванням меду й містить до 80 % воску [3].

Першим етапом технології є підготовка сировини, яка полягає у її подрібненні, промиванні та замочуванні. Це сприяє полегшенню подальшого плавлення і підвищує вихід воску. Зокрема, стара суш та мерва можуть бути замочені у воді для розм'якшення коконів і розчинення водорозчинних домішок. Потім сировину піддають плавленню, яке здійснюється кількома методами. Найбільш поширеним є паровий метод, при якому сировину поміщають у воскотопку і обробляють гарячою парою. Під дією температури віск плавиться, проходить через фільтр і стікає у приймальний резервуар. Цей метод забезпечує високий вихід та добру якість продукту. Іншим популярним способом є сонячна воскотопка, де сировина нагрівається за рахунок сонячної енергії. Хоча цей метод є екологічно безпечним і дешевим, він залежить від погодних умов і є менш продуктивним. Третій спосіб – це плавлення у воді (варіння), коли сировину кип'ятять разом з водою, а віск піднімається на

поверхню. Цей метод часто застосовується на малих пасіках, але він дає менший вихід чистого воску через велику кількість домішок. Найефективніший, проте менш доступний метод – це центрифугування, де відділення воску від домішок здійснюється під дією відцентрової сили [11].

Після плавлення отриманий віск потребує очищення. У ньому можуть залишатися частки коконів, залишки меду, пилок, прополіс, вода. Спершу проводиться фільтрація розплавленого воску через тканину, металеву сітку або сита, які затримують великі тверді частки. Далі застосовують седиментацію – осадження твердих домішок на дно при повільному охолодженні. Для поглибленого очищення використовують активоване вугілля, глину або інші сорбенти, які вбирають домішки та барвники. При потребі віск переплавляють кілька разів до досягнення належної якості. Колір очищеного воску повинен бути жовтий або світло-коричневий, запах – приємний, без сторонніх ароматів, консистенція – однорідна, без тріщин. Температура плавлення готового продукту має становити 62–65 °С, густина – 0,95–0,97 г/см³. Для контролю якості проводять лабораторні аналізи, визначаючи кислотне, ефірне число, вологість і наявність домішок. Ці показники дозволяють виявити можливу фальсифікацію (додавання парафіну, стеарину, церезину) та визначити придатність воску для виготовлення вощини [14].

Після очищення віск розливають у форми для охолодження – зазвичай це металеві або пластикові ємності. Охолоджений віск формують у бруски або плитки, які зручно транспортувати і зберігати. Віск зберігають у темних, сухих, прохолодних приміщеннях з температурою не вище 20 °С. Порушення умов зберігання може призвести до окиснення, зміни кольору, запаху, втрати пластичності. Важливо також уникати контакту воску з металами, які можуть вступати з ним у хімічні реакції, погіршуючи його якість [15].

Важливим напрямом використання переробленого воску є виготовлення вощини. Для цього віск розплавляють, фільтрують, відливають у тонкі листи,

які проходять прокатування через спеціальні вали з гравіюванням комірок. Якісна вощина має бути тонкою, еластичною, рівномірного кольору, без тріщин. Її використовують для закладання у вулики, що стимулює бджіл до будівництва нових стільників. Таким чином, віск повертається в бджолину сім'ю, що забезпечує замкнений цикл воскового обігу на пасіці [17].

Крім бджільництва, віск широко застосовується в інших сферах. У медицині його використовують як основу для мазей, пластирів, супозиторіїв. У косметології – для виготовлення кремів, помад, депіляційних засобів. У харчовій промисловості – як захисне покриття для фруктів і сирів, харчова добавка. У технічній сфері віск застосовується як мастило, герметик, компонент полірувальних засобів, антикорозійне покриття. Високі ізоляційні властивості воску роблять його придатним для електротехнічної та будівельної галузей [29, 37].

Слід зазначити, що бджолиний віск здатен акумулювати хімічні речовини, які потрапляють у вулик – залишки антибіотиків, пестициди, важкі метали. Тому при повторному використанні стільників або переплавленні старої суші можливе перенесення забруднень у нову продукцію. З метою біозахисту воскову сировину бажано знезаражувати – наприклад, витримуванням при температурі 110–120 °C упродовж кількох годин або за допомогою спеціальних дезінфекційних засобів. Інфіковану чи забруднену сировину, яку не можна очистити, утилізують – шляхом спалення або компостування [26].

Раціональна переробка воскової сировини дозволяє підвищити економічну ефективність пасіки, зменшити кількість відходів, забезпечити стабільний обіг воску у господарстві. При цьому необхідно дотримуватись технологічної дисципліни, санітарних вимог і стандартів якості. Використання сучасного обладнання (парові воскотопки, преси, фільтри, автоклави) дає змогу отримувати продукт високої чистоти, що відповідає вимогам державних і міжнародних норм [32].

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛ, МЕТОДИКА, МІСЦЕ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Місце та умови проведення досліджень

Агрофірма «Бджоловод ЛТД» розміщується на території смт Гуйва Житомирського району, в лісовій зоні на відстані 200 метрів від автомобільної дороги (рис. 1).



Рис. 1. Територія АФ «Бджоловод ЛТД»

Вся територія підприємства огорожена металевою огорожею. До складу господарства входять пасіка, виробничі цехи, майстерні, кочова пасічницька будка, ставок (рис. 2). Загальна площа земельних угідь агрофірми становить 2 гектари. З них 0,1 га займають будівлі виробничого призначення, 0,03 га – водойма, 0,2 га – садові насадження, а 0,5 га – територія стаціонарного пасічного точка.

Кліматичні умови регіону характеризуються теплим і вологим літом із середньою температурою близько $+20^{\circ}\text{C}$ та м'якою зимою, що є типовим для помірно-континентальної кліматичної зони. В літній період спостерігається чергування дощових і посушливих періодів, що сприяє інтенсивному

нектаровиділенню медоносними рослинами. Середньорічна кількість опадів сягає 510 мм. Ґрунтовий покрив представлений дерново-підзолистими супіщаними ґрунтами.



Рис. 2. Виробничі приміщення підприємства

Пасіка налічує 150 бджолиних сімей, за якими доглядає один пасічник (рис. 3). Бджоли не мають чітко визначеної породи й представлені помісними формами, що походять від карпатських, українських степових та поліських бджіл.



Рис. 3. Пасіка АФ «Бджоловод ЛТД»

Для утримання використовуються вулики системи Дадан-лежаки на 22 рамки розміром 435×300 мм. Через економічну недоцільність матковивідної роботи на цій пасіці, маток закупають на спеціалізованих племінних господарствах Закарпатської області.

Для забезпечення пожежної безпеки на території агрофірми наявні кислотні вогнегасники, лопати та резервуари з піском. Відходи, що утворюються під час виробничої діяльності, спалюють у спеціальних котлах з можливістю переробки в паливо. На пасіці встановлено три напувалки у вигляді баків.

Вулики розміщено з орієнтацією льотками на схід, подалі від джерел шуму та транспортних артерій. У періоди високих температур частину вуликів переміщують під крони дерев або на північну сторону лісосмуг, спрямовуючи льотки на північ. Такий підхід запобігає перегріванню гнізд, зниженню льотної активності бджіл, зменшенню продуктивності медозбору та посиленню ройового настрою.

Агрофірма «Бджоловод ЛТД» – це приватне підприємство з вузькою спеціалізацією, основною діяльністю якого є виготовлення пасічницького інвентаря, виробництво бджолопродукції, переробка воскової сировини та виробництво штучної вощини.

Підприємство було засноване у 1988 році на основі матеріальної спадщини колишньої громадської пасічницької організації, до якої входили кілька десятків бджолиних сімей, окремі господарські приміщення, торговельний об'єкт та інші ресурси.

Агрофірму заснував та очолює Кулаков Юрій Сергійович – інженер за фахом, голова обласної спілки пасічників, фахівець із багаторічним досвідом у галузі воскопереробного обладнання. Він є автором низки оригінальних розробок пасічницького інвентаря та власником кількох патентів.

Таким чином, агрофірма «Бджоловод ЛТД» відзначається вдалим територіальним розташуванням і добре облаштованою інфраструктурою. На її базі функціонують цехи та відповідне обладнання, що забезпечує умови для

ефективної переробки воскової сировини, виготовлення штучної вощини, відкачування, очищення й дозрівання меду, виведення бджолиних маток, а також виробництва вуликів і широкого асортименту пасічницького інвентаря.

2.2. Матеріали та методика проведення досліджень

Дослідження проводилися за розробленою схемою (рис. 4) на базі АФ «Бджоловод ЛТД», що знаходиться в смт Гуйва Житомирського району Житомирської області.

Мета проведених досліджень – встановлення впливу способів переробки воскової сировини різної якості на показники виходу та якості одержаного воску.

Об’єкт дослідження – воскова сировина різних сортів.

Предмет дослідження – вплив способів первинної переробки воскової сировини на вихід і якість воску.

Завдання дослідження:

- на завершення медозбору 2023 року відібрати по три зразки воскової сировини I, II, III сортів, а також суміш II і III сортів; наприкінці медозбору 2024 року – по три зразки воскової сировини II та III сортів і суміші II і III сортів;
- у 2023 році здійснити переробку відібраної воскової сировини: I сорт – за допомогою сонячної воскотопки; II, III сорти та їх суміш – за допомогою парової воскотопки. У 2024 році зразки II, III сортів та суміші переробити за допомогою воскопреса Кулакова;
- визначити вихід воску з кожного сорту сировини залежно від використаного способу переробки;
- оцінити якісні показники отриманого воску, а саме: вміст води, вміст механічних домішок, йодне число та число омилення.

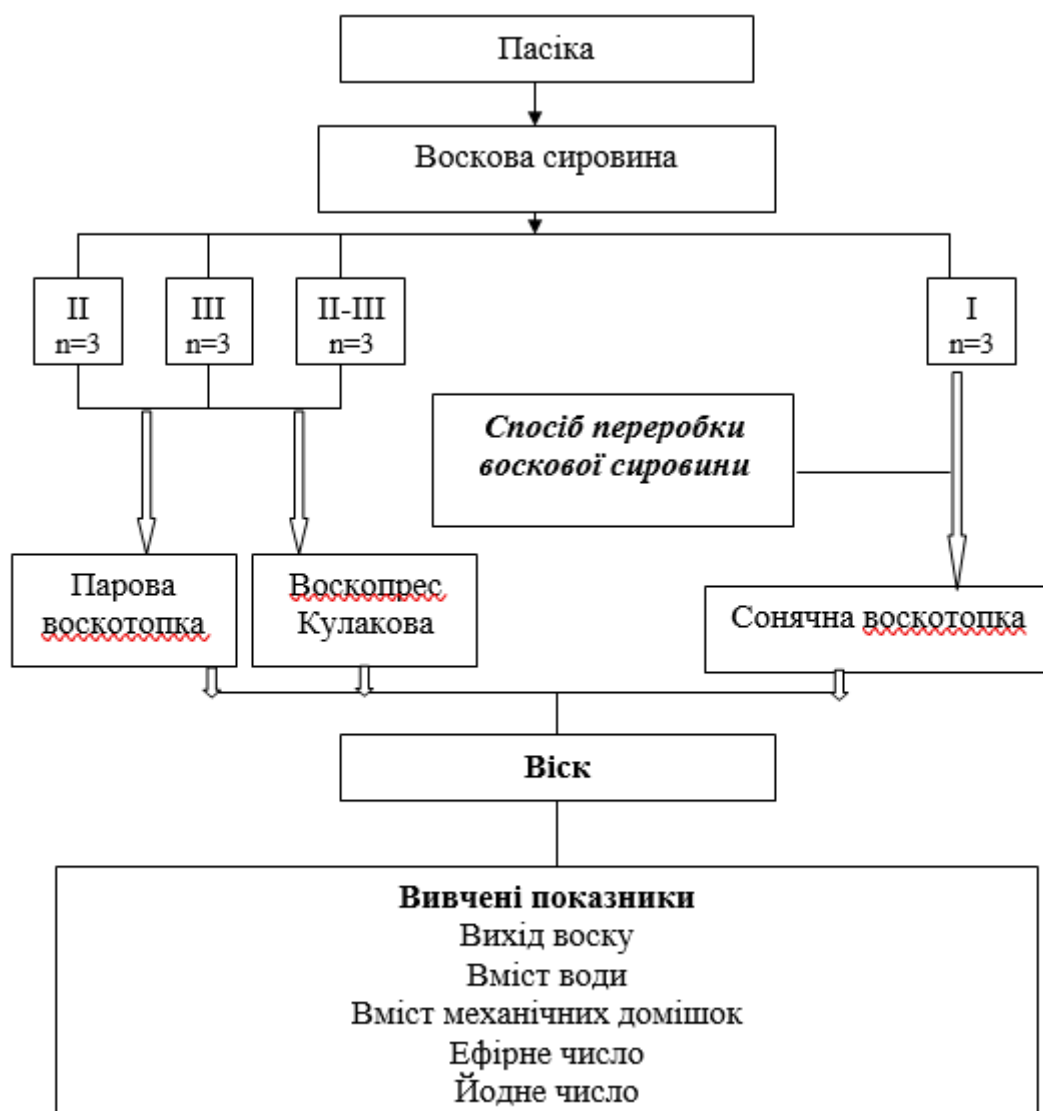


Рис. 4. Схема дослідження

Воскову сировину відбирали відповідно до загальноприйнятих методичних рекомендацій, класифікуючи її за якісними ознаками на три сорти. До I сорту відносили світлі (білі або жовті) стільники, що добре просвічуються, не містять залишків меду й перги. II сорт включав темно-коричневі сухі стільники без залишків кормів, які просвічуються, а також світлі з вмістом перги до 15 %. III сорт представлений темно-бурими або чорними непрозорими стільниками без ознак псування, а також світлими з великою кількістю перги.

Для визначення вмісту механічних домішок у зразках воску використовували метод екстракції з використанням органічного розчинника.

Зразок воску розчиняли у десятикратному об'ємі бензину при постійному підігріванні на водяній бані до повного переходу воску в рідкий стан. Отриманий гарячий розчин ретельно фільтрували через попередньо зважений фільтр, виготовлений із фільтрувального паперу, що забезпечувало затримання нерозчинних часток – пилу, залишків коконів, часток деревини, ґрунту та інших домішок. Після фільтрації фільтр промивали невеликою кількістю петролейного ефіру, що дозволяло видалити залишки розчиненого воску та уникнути похибок при зважуванні. Далі фільтр висушували у сушильній камері або в ексікаторі до постійної маси. Різниця між масою фільтра до і після проведення процедури відповідала кількості механічних домішок у зразку. Цей метод дозволяє об'єктивно оцінити ступінь забруднення воскової сировини та є важливим критерієм при її подальшій технологічній переробці або класифікації за якістю.

Для кількісного визначення вмісту води у восковій сировині застосовували метод термічного випарювання. Спочатку зважували порцелянову чашку, після чого в неї поміщали 5–10 г подрібненого воску. Зразок нагрівали на водяній бані до повного його плавлення та досягнення прозорості, що свідчило про випаровування вологи. Після охолодження чашку разом із воском повторно зважували. Різниця між масою зразка до та після нагрівання вважалася показником кількості вологи (води), що містилася у воску. Такий метод дозволяє швидко й ефективно оцінити вологість воскової сировини, що є важливою характеристикою при її зберіганні та технологічній обробці.

Йодне число та число омилення визначали за допомогою титриметричного методу, який передбачає об'ємне вимірювання кількості реагентів, що вступають у хімічну реакцію з компонентами воску. Цей метод дозволяє точно встановити рівень ненасиченості жирних кислот (йодне число) та кількість лужного розчину, необхідного для повного омилення жирних складників воску (число омилення), що є важливими показниками його хімічного складу та якості.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Аналіз якості воску залежно від технологій переробки воскової сировини

У процесі дослідження встановлено, що на пасіці для переробки воскової сировини використовуються два типи обладнання – сонячна та парова воскотопки. Сонячна воскотопка функціонує за принципом використання енергії сонячного випромінювання для плавлення воску. Основною її перевагою є можливість отримання воску високої якості при мінімальних витратах фізичної праці та енергоресурсів.

Конструктивно сонячна воскотопка (рис. 5, 6) складається з дерев'яного корпусу у вигляді ящика, оснащеного скляною кришкою-рамою, нахиленого металевого листа та корита для збору воску. Лист встановлюється під кутом 40° , що сприяє рівномірному стіканню розплавленого воску до корита. До комплектації також входить лоток для закладання воскової сировини та ємність для збору готового продукту.



Рис. 5. Загальний вигляд сонячної воскотопки



Рис. 6. Сонячна воскотопка у відкритому вигляді

На пасіці за допомогою сонячної воскотопки здійснюється переробка воскової сировини першого сорту на віск-капанець. До неї належать світла суш, обрізки стільників різної форми, воскові «язики», матеріал, вирізаний із будівельних рамок і годівниць, а також воскова крихта, забрус і залишки маточників.

У результаті дослідження встановлено, що сонячна воскотопка має конструкцію ящика, задня стінка якого вища за передню, що забезпечує оптимальний нахил для ефективного використання сонячного випромінювання. Усередині корпусу розміщується металевий лист, встановлений під кутом 30–40°, на поверхню якого рівномірно викладається воскова сировина. Зверху ящик закривається рамкою з подвійним склінням, через яке проходять сонячні промені, нагріваючи сировину до температури 70–95 °С. Під впливом тепла віск плавиться і стікає похилою площиною листа до корита, в яке попередньо додається невелика кількість води для полегшення збору продукту.

Конструкція воскотопки розроблена таким чином, щоб максимально акумулювати та утримувати теплову енергію сонця. Склона поверхня рами орієнтується перпендикулярно до сонячних променів, а саму воскотопку упродовж дня переміщують відповідно до траєкторії руху сонця по небосхилу. Для підвищення ефективності роботи скло регулярно очищують від пилу, конденсату та інших забруднень.

Корпус воскотопки виготовлений із щільного дерева без щілин, а місця прилягання рами герметизовані тканиною для мінімізації тепловтрат. Дерев'яні елементи пофарбовані в чорний колір для кращого поглинання тепла. Під металевий лист укладено теплоізоляційний матеріал з низькою теплопровідністю – мох. Лист виготовлено з неіржавної сталі, що забезпечує його довговічність і гігієнічність при експлуатації.

Під час роботи із сонячною воскотопкою воскову сировину рівномірно розподіляють тонким шаром на поверхні металевого деко. За умов дії сонячного випромінювання температура всередині апарата підвищується до

70–95 °С, що забезпечує плавлення воску та його стікання у коритце для збору. У міру накопичення витопок деко періодично очищують і знову завантажують новою порцією сировини, а коритце спорожнюють від зібраного воску. У середньому протягом світлового дня за допомогою сонячної воскотопки можна отримати від 3 до 5 кг воску-капанцю.

Після завершення процесу залишаються пасічні витопки – продукт сухої переробки воскової сировини, восковитість яких становить 43–58 % (у середньому 49–50 %). Вони містять воду (6–8 %), а також водорозчинні та нерозчинні невоскові домішки. У промислових умовах, зокрема на воскозаводах, з таких витопок додатково отримують ще 20–30 % воску.

Сировину нижчих сортів – другого та третього – на пасіці переробляють із використанням парової воскотопки (рис. 7), що забезпечує ефективне витоплювання воску з грубодисперсних фракцій завдяки дії високотемпературної пари.



Рис. 7. Парова воскотопка

Парова воскотопка конструктивно складається з алюмінієвого корпусу, в якому передбачено отвір для заливання води. Воскову сировину поміщають у мішок, виготовлений із мішковини, який розміщують у спеціальну вставку – так званий «стакан». Ця вставка встановлюється всередину корпусу і герметично закривається кришкою. Під час нагрівання вода перетворюється на пару, яка проникає через мішок, розплавляючи віск, що стікає у приймальний відсік. Така конструкція забезпечує ефективне витоплювання воску з мінімальними втратами та збереженням якості продукту.

Воскотопку встановлюють на нагрівальний пристрій, зазвичай електроплиту, що використовується в умовах пасіки. Після закипання води утворена пара надходить крізь спеціальні отвори у внутрішній стінці корпусу, нагріваючи й розплавляючи воскову сировину в мішку. Розтоплений віск стікає через зливну трубку у приймальну ємність. У процесі плавлення об'єм сировини в мішку зменшується, що дає змогу поступово й обережно додавати нові порції воскової маси без переривання технологічного процесу.

Воскову сировину II, III сортів, прирівняну до неї за якістю, а також пасічні витопки переробляють переважно вологим методом, оскільки застосування сухого методу для такої сировини є малоефективним. Вологий спосіб забезпечує оптимальний вихід воску високої якості – переважно жовтого пасічного або сирого воску.

Технологічний процес вологого методу (рис. 8) включає три основні етапи: розварювання воскової сировини, її пресування та подальше відстоювання отриманого воску. На першому етапі відсортовану сировину спочатку замочують у воді, після чого розварюють, що сприяє її розм'якшенню, подрібненню, насиченню вологою та видаленню розчинних забруднень. Одночасно з цим відбувається часткове розплавлення воску.

Тривалість розварювання залежить від типу і якості сировини та може становити від 15 хвилин до 3 годин. У разі виконання розварювання безпосередньо в ступі воскопреса його продуктивність помітно знижується, що слід враховувати при плануванні технологічного процесу.



Рис. 8. Технологічний процес вологого методу

Розварену воскову сировину піддають пресуванню за допомогою спеціалізованих пресів (рис. 9), що дозволяє ефективно відокремити віск від твердих залишків. Цей етап є ключовим для максимального вилучення воску з перероблюваної маси та забезпечення подальшої високої якості готової продукції.



Рис. 9. Воскопрес

Прес складається з основного корпусу (рами), на якому розміщено ступу – резервуар для пакету з розвареною восковою сировиною, а також пристрою для створення та подачі тиску. Ступа виготовлена з матеріалу, стійкого до корозії, найчастіше з дерева, й має вертикальні пази, сформовані дерев'яними рейками, а також отвори в нижній частині, через які відтікає розплавлений віск і вода. У разі сухого пресування віск і вода стікають крізь нижні отвори назовні, тоді як при вологому пресуванні віск, завдяки меншій густині, спливає на поверхню води в самій ступі й застиває у вигляді кірки (рис. 10).



Рис. 10. Віск

Вихідна воскова сировина на пасіці включає різноманітні залишки, непридатні для використання у гнізді. До неї належать пошкоджені, запліснявілі, деформовані або надмірно використані стільники (понад 12 поколінь розплоду), а також стільники з будівельних рамок із трутневими чи витягнутими комірками. До складу сировини входять також воскові язики,

зрізані маточники, забрус, зчистки воску зі стінок вулика та рамок, а також сміття з дна вулика. Усе це підлягає переробці для одержання воску.

Свіжовідбудовані стільники містять до 98% воску, однак з кожним циклом вирощування розплоду цей показник знижується: після одного – до 75%, після трьох – до 63%, після дев'яти – до 50%. Восковитість забрусу та обрізків становить 80–95%. Суш поділяють на три сорти залежно від якості: вона має бути сухою, без меду, цвілі та мілі. У I та II сортах не допускається наявність перги. Якщо її до 15% – це II сорт, більше – III. Суш, що не відповідає навіть III сорту, вважається витопками.

У процесі дослідження встановлено, що на пасіці воскову сировину I сорту традиційно перетоплюють за допомогою сонячної воскотопки, тоді як сировину II та III сортів переробляють разом у паровій воскотопці. Водночас, за даними літератури [16], спільна переробка сировини різних сортів призводить до зниження виходу воску. З урахуванням цього було запропоновано роздільну переробку воскової сировини I та II сортів для підвищення ефективності процесу. Крім того, з метою вдосконалення технології та збільшення виходу продукції, рекомендовано використання сучасного воскопреса конструкції Кулакова, виготовленого АФ «Бджоловод ЛТД» (Житомирський район, Житомирська область) (рис. 11).

Воскопрес Кулакова – це сучасний пристрій для переробки воскової сировини, що складається з електричного бака з вбудованим тенем для нагрівання води, зливного крана, сепаратора, верхнього і нижнього сит, силового приводу та фільтраційного мішка з льону. Основний принцип роботи аналогічний ручному пресуванню, однак завдяки автоматизації процесу забезпечується стабільне підтримання температурного режиму за допомогою електронагрівача.

Для експлуатації воскопрес встановлюють на рівну поверхню та наполовину наповнюють бак гарячою водою (не менше 30 літрів), після чого вмикають нагрівач. Внутрішній фільтраційний мішок вставляють у сепаратор, попередньо вручну подрібнену сировину укладають шарами по 3 см,

перекладаючи кожен шар дренажним матеріалом. Після заповнення мішок щільно закривають і притискають верхнім ситом. Сепаратор із сировиною занурюють у нагріту воду для термічної обробки, яка триває щонайменше дві години.

Після проварювання встановлюють силовий механізм і за допомогою важеля активують шток для пресування. Процес віджиму триває приблизно годину, при цьому зусилля поступово наростають. Для збору воску відкривають кран у верхній частині бака, попередньо підставивши чисту ємність, у яку стікає розплавлений, відфільтрований віск.



Рис. 11. Воскопрес Кулакова

Під час роботи з воскопресом Кулакова кількість отриманого воску значною мірою залежить від тривалості віджиму. Для підвищення ефективності та скорочення часу обробки рекомендується використовувати гарячу воду температурою близько 90 °С, а також попередньо проварювати воскову сировину щонайменше протягом двох годин. Незалежно від моделі воскопреса, завершальним етапом роботи є обов'язкове очищення обладнання. Після промивання всі елементи преса слід ретельно просушити,

оскільки нехтування цим процесом може суттєво зменшити термін служби пристрою та негативно вплинути на якість подальшої переробки.

Результат дослідження (таблиця 1) демонструють залежність виходу воску від якості воскової сировини та способу її переробки. Найвищий вихід отримано при переробці сировини I сорту в сонячній воскотопці — $98,8 \pm 1,22$ г, що свідчить про ефективність цього способу для чистої, якісної сировини та можливість використання безкоштовної сонячної енергії. Водночас цей метод непридатний для обробки сировини II та III сортів.

Таблиця 1

Вихід воску залежно від сорту сировини та способу переробки, г ($M \pm m$, $n=3$)

Сорт воскової сировини	Спосіб переробки воскосировини		
	воскопрес Кулакова	парова воскотопка	сонячна воскотопка
I	-	-	$98,8 \pm 1,22$
II	$95,3 \pm 1,23$	$63,3 \pm 1,31$	-
III	$92,7 \pm 2,42$	$53,0 \pm 1,11$	-
Суміш II-III	$94,8 \pm 1,02$	$49,2 \pm 1,24$	-

Для сировини нижчих сортів значно кращі результати забезпечує воскопрес Кулакова. Так, при його використанні вихід воску з сировини II сорту становив $95,3 \pm 1,23$ г, III сорту – $92,7 \pm 2,42$ г, а зі суміші II–III сортів – $94,8 \pm 1,02$ г. Це суттєво перевищує відповідні показники при використанні парової воскотопки: $63,3 \pm 1,31$ г для II сорту, $53,0 \pm 1,11$ г для III та $49,2 \pm 1,24$ г для суміші II–III сортів.

Таким чином, воскопрес Кулакова є найбільш ефективним обладнанням для переробки середньо- та низькосортної сировини, забезпечуючи стабільно високий вихід воску. Натомість сонячна воскотопка залишається доцільною лише для переробки сировини найвищої якості.

Спосіб переробки воскової сировини впливає не лише на кількісні показники виходу, а й на якість отриманого продукту. За органолептичними характеристиками віск, отриманий різними методами, був подібним: він мав типовий природний запах та однорідну, щільну структуру на зламі. Водночас спостерігалися відмінності в кольорі, зумовлені якістю вихідної сировини. Зокрема, віск, отриманий із сировини I та II сортів, мав світло-жовтий відтінок, що свідчить про його високу якість, тоді як віск, виготовлений із сировини III сорту, був темно-сірим, що вказує на більший вміст домішок та продуктів окиснення.

Бджолиний віск, як правило, містить певну кількість води та сторонніх домішок, що потрапляють до його складу під час процесу переробки воскової сировини. Аналіз результатів, наведених у таблиці 2, свідчить, що вміст води у воску залежить як від сорту воскової сировини, так і від обраного способу її переробки. Найнижчий показник вмісту води ($0,23 \pm 0,04$ %) зафіксовано у воску, отриманому із сировини I сорту в сонячній воскотопці. Це пояснюється м'яким нагріванням, достатньою тривалістю теплової обробки та природним випаровуванням води під час переробки.

Таблиця 2

Вміст води у воску залежно від сорту сировини та способу її переробки, %
($M \pm m$, $n=3$)

Сорт воскової сировини	Спосіб переробки воскосировини		
	воскопрес Кулакова	парова воскотопка	сонячна воскотопка
I	-	-	$0,23 \pm 0,04$
II	$0,47 \pm 0,06$	$0,49 \pm 0,08$	-
III	$0,46 \pm 0,04$	$0,48 \pm 0,05$	-
Суміш II-III	$0,46 \pm 0,04$	$0,50 \pm 0,04$	-

У разі переробки сировини II та III сортів, а також їх суміші, відмічено дещо вищі значення вмісту води. Зокрема, при використанні воскопреса Кулакова ці показники становили $0,47 \pm 0,06$ % (II сорт), $0,46 \pm 0,04$ % (III сорт) і $0,46 \pm 0,04$ % (суміш II–III сортів). У той же час при застосуванні парової воскотопки спостерігалось підвищення вологості: відповідно $0,49 \pm 0,08$ %, $0,48 \pm 0,05$ % та $0,50 \pm 0,04$ %.

Таким чином, найменший вміст води у воску забезпечує сонячна воскотопка, але вона ефективна лише для сировини I сорту. Для сировини нижчих сортів більш доцільним є використання воскопреса Кулакова, який забезпечує нижчі показники вологості у порівнянні з паровою воскотопкою. Отримані дані підтверджують, що сучасні пресові установки не лише підвищують вихід воску, а й покращують його якість за вологості.

Бджолиний віск зазвичай містить незначну кількість механічних домішок, що потрапляють до нього під час переробки воскової сировини. До таких включень належать стружки з рамок, частинки прополісу, залишки зі стінок вуликів тощо. Згідно з вимогами державних стандартів, вміст механічних домішок у готовому продукті не повинен перевищувати 0,5%.

Як видно з даних рис. 12, найменший вміст механічних домішок зафіксовано у воску I сорту, отриманому за допомогою сонячної воскотопки – 0,09%. Це логічно, оскільки до сировини I сорту належать переважно чисті зрізи свіжовідбудованих стільників, що містять мінімальну кількість сторонніх включень.

У випадку II сорту воскової сировини, незалежно від способу переробки, вміст механічних домішок дещо вищий – близько 0,14–0,15%. Парова воскотопка показала трохи вищий рівень домішок порівняно з воскопресом Кулакова, що свідчить про дещо нижчу ефективність очищення воску при використанні пари.

Найбільший рівень механічних домішок спостерігається у воску, одержаному з сировини III сорту. При використанні парової воскотопки вміст домішок досягає 0,29%, що майже вдвічі перевищує відповідний показник для

воску, отриманого з тієї ж сировини за допомогою воскопреса Кулакова (0,17%). Аналогічна тенденція простежується і в суміші II та III сортів, де значення становлять відповідно 0,26% і 0,16%.

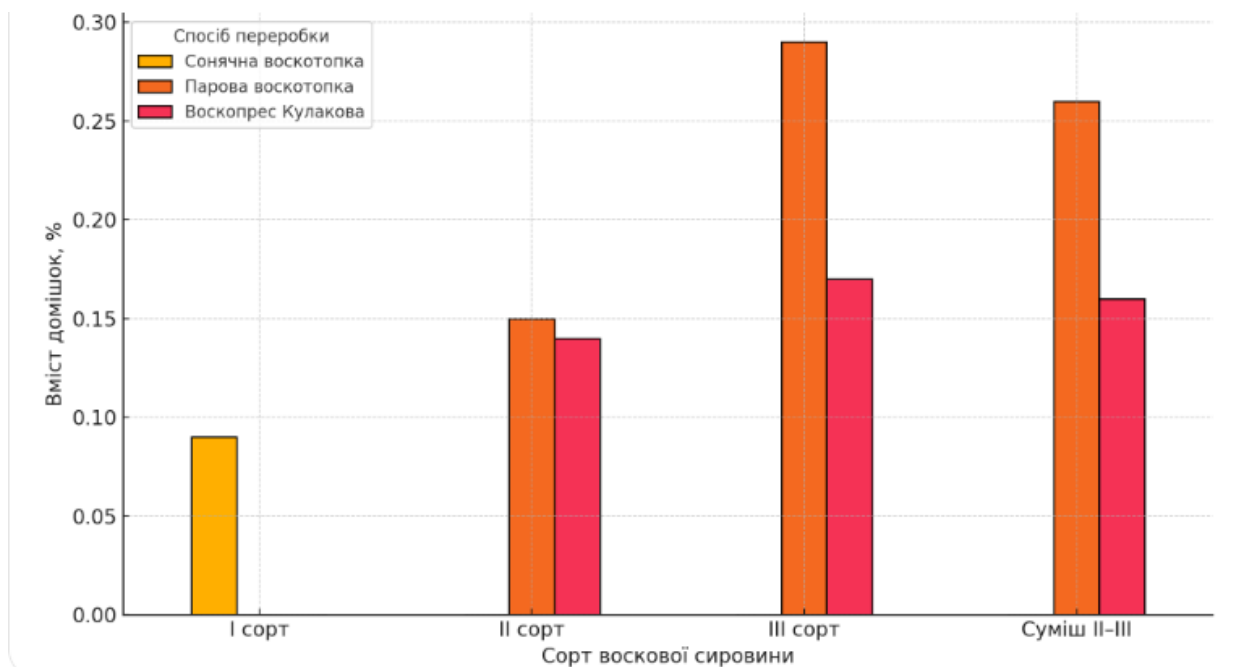


Рис. 12. Вміст механічних домішок у воску, %

Таким чином, найчистіший віск отримують з високоякісної сировини (I сорт) при використанні сонячної воскотопки. У разі переробки сировини нижчого сорту (III сорт, суміш II–III) ефективнішим є використання воскопреса Кулакова, що дозволяє зменшити вміст механічних домішок у готовому продукті порівняно з паровою воскотопкою. Це підкреслює важливість як початкової якості сировини, так і вибору способу переробки для забезпечення високої якості воску.

Одними з основних показників, що визначають якість бджолиного воску, є число омилення та йодне число. Число омилення відображає ступінь чистоти воску і зазвичай становить у межах 89–97. Йодне число вказує на вміст ненасичених жирних кислот, зокрема кислот олеїнового ряду, та згідно з вимогами державного стандарту повинно бути в межах 7,0–15,0 г йоду на 100 г воску.

Результати дослідження, представлені на рис. 13, свідчать про те, що на значення числа омилення воску істотно впливає спосіб переробки воскової сировини. Найвищий показник числа омилення був зафіксований у зразку, отриманому шляхом переробки суміші II–III сортів у сонячній воскотопці – 98,5 мг КОН на 1 г воску. Це свідчить про високу якість воску, оскільки більша кількість лугу потрібна для омилення складових воску, що вказує на більшу частку складних ефірів.

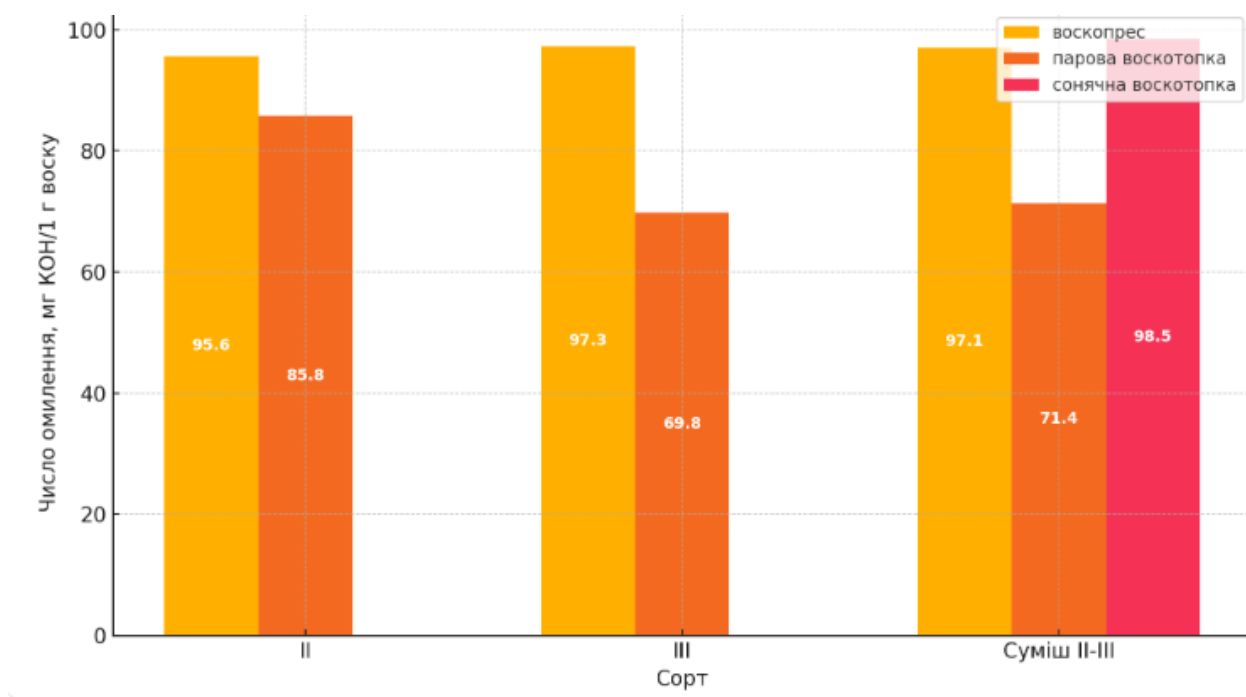


Рис. 13. Число омилення воску, мг КОН/1 г воску

Високі значення числа омилення також були притаманні зразкам, отриманим за допомогою воскопреса (метод Кулакова). Для II сорту цей показник становив 95,6 мг КОН/г, для III сорту – 97,3 мг КОН/г, а для суміші II–III сортів – 97,1 мг КОН/г. Це демонструє ефективність даного методу у збереженні складових воску, відповідальних за його омилення.

Натомість найнижчі показники числа омилення спостерігалися у воску, переробленому на паровій воскотопці. Для III сорту це значення склало лише 69,8 мг КОН/г, що є значно нижчим у порівнянні з іншими методами. Така

різниця може бути зумовлена більш агресивними умовами обробки, які призводять до руйнування ефірів або втрати частини жирних кислот.

Отже, найбільш ефективними з точки зору збереження хімічної структури воску є сонячна воскотопка та воскопрес. Вибір способу переробки має вагоме значення для одержання воску з високими омилувальними властивостями, що є важливим критерієм його якості.

Результати дослідження, представлені на рис. 14, демонструють вплив різних способів переробки воскової сировини на йодне число воску, яке характеризує ступінь ненасиченості жирних кислот у його складі. Найвищі значення йодного числа спостерігалися у зразку, отриманому в результаті сонячної переробки суміші II–III сортів воску – 14,0 г йоду на 100 г воску. Це свідчить про більшу частку ненасичених сполук у складі воску, що може позитивно впливати на його пластичність та технологічні властивості.

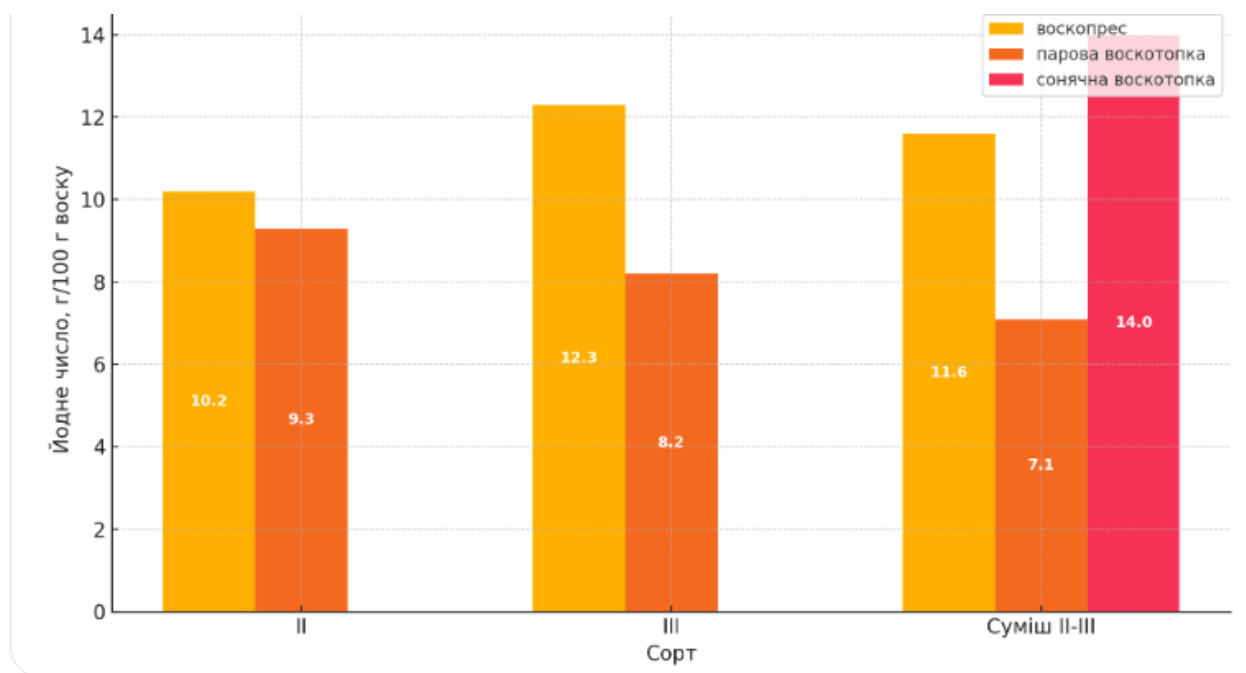


Рис. 14. Йодне число воску, г/100 г воску

Серед зразків, отриманих за допомогою воскопреса, найвищий показник був у III сорту – 12,3 г/100 г, а найнижчий – у II сорту (10,2 г/100 г). Йодне

число суміші II–III сортів, отриманої воскопресом, становило 11,6 г/100 г, що свідчить про стабільно високу якість продукту при застосуванні цього методу.

Найнижчі значення йодного числа були притаманні зразкам воску, що пройшли обробку на паровій воскотопці. Зокрема, для III сорту показник становив 8,2 г/100 г, а для суміші II–III – лише 7,1 г/100 г. Це може свідчити про втрату частини ненасичених сполук у процесі термічної обробки, що знижує технологічну цінність такого воску.

Отже, вихід воску та його якісні показники значною мірою залежать від обраного способу переробки воскової сировини. У зв'язку з цим доцільно удосконалити технологічний процес на пасіці шляхом впровадження переробки воску за допомогою воскопреса Кулакова. Використання цього обладнання дозволить удвічі підвищити обсяг виробництва воску та суттєво покращити його якість.

ВИСНОВКИ

1. У процесі переробки воскової сировини першого сорту найефективнішим є використання сонячної воскотопки, що дозволяє отримати до 98,5% виходу воску з найвищими якісними характеристиками.
2. Для сировини II та III сорту найбільший вихід воску забезпечує воскопрес Кулакова – у межах 92,6–95,3%, що свідчить про його високу технологічну ефективність.
3. За результатами досліджень встановлено, що віск, отриманий на воскопресі Кулакова, переважає за показниками якості (число омилення та йодне число) порівняно з воском, переробленим на паровій воскотопці.
4. З огляду на отримані дані, рекомендуємо удосконалити технологію переробки воскової сировини на пасіці шляхом впровадження воскопреса Кулакова. Це дозволить не лише збільшити вихід воску майже вдвічі, але й значно підвищити його якість, що є важливим фактором для покращення економічної ефективності пасічного господарства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Bogdanov S. Beeswax: quality issues today. *Bee World*. 2004. Vol. 85(3). P. 46–50.
2. Багрій О. І. Віск бджолиний: структура, властивості та методи очищення. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. 2015. Т. 17, № 2. С. 99–102.
3. Богданов С. Якість воску: сучасні підходи. *Журнал «Бджільництво України»*. 2021. № 2. С. 15–19.
4. Боднарчук І. І., Павлюк І. І. Основи технології продукції бджільництва. Львів: ЛНУВМБТ ім. С. З. Гжицького, 2018. 248 с.
5. Бойчук М. І., Ільницький І. Д. Основи бджільництва: навч. посібник. Львів: Львівський нац. аграрний ун-т, 2019. 256 с.
6. Броварський В. Д., Лосєв О. М., Головецький І. І. Бджолиний віск. Виробництво та зберігання. К.: НУБІП, 2009. 81 с.
7. Войтюк М. А. Практикум з бджільництва. Київ: Аграрна освіта, 2014. 120 с.
8. Гайдар В. М., Гайдар Є. В. Воскова сировина: джерела, переробка, якість. Харків: Фактор, 2012. 96 с.
9. Гайдук С. В. Технологія продукції бджільництва: підручник. Київ: Центр учбової літератури, 2017. 312 с.
10. Галімов С. М. Технологія виробництва продукції бджільництва. Миколаїв: МНАУ, 2019. 107 с.
11. Гладких І. П., Гудзь В. П. Переробка воскової сировини на пасіках: досвід та рекомендації. *Пасіка*. 2019. № 6. С. 18–21.
12. Гунько М. М. Бджільництво. Малий енциклопедичний довідник. Вінниця: Книга-Вега, 2004. 160 с.
13. Гусєв В. М. Роль воскових залоз у розвитку бджолоїної сім'ї. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 12. С. 78–81.

14. Єфіменко П. П., Пилипчук В. Г. Технологія отримання і переробки воску на присадибній пасіці. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 5. С. 54–57.
15. Заєць О. Ю. Методики контролю якості бджолиного воску, воскосировини та вощини. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: науково-теоретичний збірник*. Житомир: ЖНАЕУ, 2019. Вип.12. С. 29–33.
16. Іванова В. Д. Технологія виробництва продуктів бджільництва. Миколаїв: МДАУ, 2009. 245 с.
17. Костенко Л. І., Андрусик М. М. Технічні аспекти переробки воску на промислових пасіках. *Пасіка*. 2019. № 7. С. 10–14.
18. Кривцун І. В., Гаврилюк М. І. Фізико-хімічні властивості бджолиного воску залежно від способу переробки. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 11. С. 90–95.
19. Лисенко О. В. Вплив різних методів плавлення на якість бджолиного воску. *АгроСвіт*. 2022. № 7. С. 59–63.
20. Мартинов В. Що є що, або який віск буває. *Український пасічник*. 2013. № 5. С. 47–49.
21. Матковський А. І. Технологія продуктів бджільництва: навчальний посібник. Львів: ЛНАУ, 2015. 230 с.
22. Назаренко І. І., Антонюк Є. В. Виробництво продуктів бджільництва: підручник. Київ: Ліра-К, 2020. 288 с.
23. Паливода Г. А. Основи переробки продуктів бджільництва: навчальний посібник. Полтава: Астроя, 2020. 168 с.
24. Писаренко В. М., Писаренко П. В. Пасіка: утримання і догляд. Харків: Торсінг плюс, 2015. 192 с.
25. Приймак Г. М. Бджільництво: запитання та відповідь. К.: УААН, 2003. 600 с.
26. Свечняк С. Фальсифікація воску. *Пасічник*. 2019. № 9. С. 7.
27. Сидоренко О. Г. Виробництво бджолиного воску: стандарти, якість, безпека. *АгроСвіт*. 2021. № 10. С. 41–45.

28. Скоромна О. І., Разанова О. П. Технологія виробництва продукції бджільництва. Вінниця, 2020. 408 с.
29. Слухай М. Ю. Віск і вощина: технічні аспекти виготовлення та регенерації. *Бджільництво України*. 2020. № 5. С. 12–15.
30. Солдатов Д. Віск – продукт бджоли. *Український пасічник*. 2013. № 5. С. 45–46.
31. Стегній С. І., Городинська З. І. Продукти бджільництва і їх застосування. К.: Вища школа, 1993. 127 с.
32. Степаненко В. В., Швець С. М. Обладнання для переробки продуктів бджільництва. *Техніка і технології АПК*. 2018. № 6. С. 27–30.
33. Стеценко Н. М. Органолептична оцінка та фізико-хімічні показники бджолиного воску. *Тваринництво та ветеринарія*. 2020. № 6. С. 24–27.
34. Тодосієнко І. В. Технологія виготовлення вощини з власного воску. *Пасічник*. 2021. № 4. С. 20–22.
35. Усатюк О. М. Сучасні методи восковиділення на пасіках: рекомендації. Вінниця: НУБіП, 2016. 36 с.
36. Хоменко С. Г., Калюжний В. Г. Біологія бджолиної сім'ї: монографія. Полтава: Астроя, 2018. 204 с.
37. Чередниченко Л. М., Лещенко С. В. Перспективи використання бджолиного воску в косметичній промисловості. *Проблеми інноваційно-інвестиційного розвитку*. 2021. № 25. С. 137–141.
38. Шевчук В. А. Воскова продукція: якісні показники та особливості виготовлення. *Вісник Харківського нац. техн. ун-ту сільського господарства*. 2018. № 199. С. 48–51.
39. Шматков В. С., Денисюк В. В. Віск бджолиний: технології очищення та стандарти якості. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 3. С. 78–82.
40. Ященко Ю. Г. Екологічні аспекти переробки воскової сировини. *Екологічні науки*. 2020. № 1. С. 122–125.