

АНАЛІЗ СПОСОБІВ ПРОМИСЛОВОГО ОЧИЩЕННЯ ВОСКОВОЇ СИРОВИНИ

Самойчук К. О., д.т.н.,

ORCID: 0000-0002-3423-3510

Ялпачик В. Ф., д.т.н.,⁶

ORCID: 0000-0002-0349-2448

Петриченко С. В., к.т.н.

ORCID: 0000-0003-3424-5316

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Тел. (0619) 42-13-06

Постановка проблеми. Бджолиний віск являє собою складну композицію з більш, ніж трьохсот речовин, 111 з них було ідентифіковано. Складні ефіри (головним чином ефіри цетилового, меліссінового спиртів і відповідних кислот) складають від 70 до 75%, воску. Вільні жирні кислоти (лігноцерінова, церотинова, меліссінова і ін.) - від 12 до 15%. Інші компоненти воску (близько 11%) представлені окси- і кетакіслотами, вуглеводами парафінового ряду, одно- і двохатомними спиртами, мінеральними речовинами, смолами, рослинними пігментами, ароматичними речовинами, вітамінами, холестеринном, тритерпенами і іншими речовинами.

Бджолиний віск має велику цінність: його використовують в багатьох найважливіших галузях промисловості (авіаційній, металургійній, шкіряній, оптичній й ін.). Віск застосовується в медицині, косметології, живопису, прикладному мистецтві. У нашій країні переробляється за рік більш 1,5 тис. т бджолиного воску. Значний відсоток його надходить на воскопереробні підприємства для виготовлення штучної вощини. Її виготовляють тільки з натурального бджолиного воску вищих сортів. Частина воску експортується. За січень-липень 2019 року українські компанії продали 107 тонн воску на 18,1 млн грн. Країни, які купували віск - Польща, Чехія, Азербайджан, Сербія [1]. Для експорту придатний тільки очищений світлий віск. До теперішнього часу не вдалося отримати бджолиний віск на основі хімічного синтезу. Саме тому проблема очищення воскової сировини в промислових масштабах є актуальною [2].

Аналіз останніх досліджень. Товарний бджолиний віск отримується при переробці воскової сировини.

Свіжозбудовані стільники складаються майже із чистого воску (97-98%). В процесі життя стільники заповнюються коконами, пергою та іншими домішками. Тому відсоток восковитості знижується.

Воскова сировина - це така сировина, з якої на пасіках отримують бджолиний віск: суш, витопки, мерва.

Суш - це забраковані через старість або різні ушкодження стільники. Такі стільники стають непридатними для виведення в них розплоду або відкладання меду і переробляються на воскову сировину.

Суш поділяється на три сорти. Суш I сорту - біло-жовта або бурштинова маса без перги, меду, молі, цвілі, суха. Восковитість понад 70%. Суш II сорту - темно-коричнева або темна маса без перги, меду та інших домішок, суха. Восковитість складає 55-70%. Суш III сорту - темно-бура або чорна, не просвічується, суха, без меду, перги та інших домішок, а також світліша суш, що містить пергу. Восковитість від 40 до 55%. Суш, яка не відповідає стандартам III сорту, прирівнюється до витопок.

Шматочки воску знаходяться на рамках, поруч з наростами прополісу. До воскової сировини належать вирізки маточників, трутневих стільників; зараховують також відходи, що залишилися після переробки: витопки, пасічну та заводську мерву.

Витопки - це залишки після перетоплювання світлих сортів суші, забруса на різних воскотопках. Витопки після сонячної воскотопки містять від 48 до 52% воску, їх доцільно переробляти на пасіці, а отримані відходи (пасічну мерву) здати на воскозаготівельні пункти [3].

На воскобійних заводах отримують заводську мерву, в якій міститься не менше 20% воску [4].

Залежно від способу переробки бджолиний віск поділяється на 4 групи [5]:

1. Пасічний віск. Віск витоплюється на воскотопках або віджимається на пресах на пасіках. Такий віск вважається високоякісним.

2. Пресовий віск. Його отримують за допомогою різних пресів (гвинтових або гідравлічних) на воскобійних заводах з різної воскової сировини.

Віск із суші вважають високоякісним; він йде на виготовлення штучної вощини. Віск із мерви та витопок має темний колір, знижену твердість і його використовують у шкіряній, текстильній і хімічній галузях промисловості.

3. Екстракційний віск. Його отримують із заводської мерви хімічним способом (за допомогою бензину та інших розчинників). Відрізняється м'якістю й неприємним запахом (сліди бензину, домішки жирів та смол), його використовують при виготовленні взуттєвого крему, лижної мазі.

4. Вибілений віск. Цей вид воску отримується при сонячному або хімічному вибілюванні, його використовують у деяких галузях промисловості для виготовлення кремів, фарб.

Високосортний віск має білий, світло-жовтий, світло-сірий або

світло-коричневий колір, приємний медовий запах. Світло-жовтий віск, що має не медовий запах, а запах прополісу, вважається несортним. Структура поверхні воску гладенька, однорідна, нежирна на дотик, тверда. Структура на зламі - дрібнозерниста, майже завжди однорідного забарвлення.

У восковій сировині, яка переробляється безпосередньо на пасіках, крім воску, містяться різноманітні не воскові домішки: розчинні (мед, личинковий корм), і нерозчинні (коconi лялечок, перга). Вилучення з сировини нерозчинної частки домішок суттєво підвищує якість пасічного воску [4, 5].

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою даної роботи є аналіз способів промислового очищення воскової сировини, визначення переваг та недоліків кожного з них та визначення найбільш перспективних с точки зору якості кінцевого продукту та ефективності процесу.

Основна частина.

Для очищення воскової сировини використовують механічні та хімічні способи [6].

Механічні способи очищення.

1) Гравітаційне очищення. Може здійснюватися під дією сил тяжіння і за рахунок відцентрових сил на сепараторах та центрифугах.

Очищення під дією сил тяжіння відбувається завдяки осіданню часток, щільність яких перевищує щільність воску, при тривалому відстоюванні в розтопленому стані в ємнісних відстійниках. Очищення на відцентрових сепараторах дозволяє значно прискорити процес відділення механічних домішок (підвищити продуктивність), організувати безперервний процес очищення і підвищити повноту відділення (підвищити ефективність процесу) [7, 8].

Недоліком способу є труднощі з виділенням домішок розмірами 1 мкм і менше, а також неможливість відділити частки, що мають подібну до воску щільність.

2) Очищення методом повільної спрямованої кристалізації воску. Цей метод використовується у бджільництві здавна й дозволяє навіть у домашніх умовах без використання коштовного обладнання дуже якісно очистити віск від домішок. Принцип цього способу полягає у поступовому і тривалому охолодженні воскової сировини (1-3 доби) таким чином, щоб охолодження відбувалось «зверху-вниз», тобто температура верхніх шарів воску була нижча за нижні. Для виконання цих умов зазвичай використовують теплоізолювану ємність, в якій знаходиться нагріта до 90-100 °С очищена вода і розплавлений (температура близько 100 °С) віск. Для поступового охолодження необхідно витримати співвідношення об'єму води до об'єму воску – приблизно 3:1. Крім того для збільшення зони контакту воску з водою ширина (діаметр) ємності повинна бути

більша за її висоту.

При поступовій кристалізації (переході у твердий стан) розплавленої речовини відбувається витискання чужорідних часток (домішок) у розплав. Даний спосіб ґрунтується на хімічному законі, згідно з яким при кристалізації рідини (і застиганні воску) спочатку в найбільш холодному місці кристалізується основна речовина, а вже в останню чергу в найменш холодному місці твердне все, що було розчинено в основній речовині. В умовах поступового охолодження і повільного збільшення в'язкості розплаву частина утримуваних у воску механічних домішок має більш розтягнутий період седиментації.

Так як розплав у способі, описаному вище, знаходиться в нижній частині, то домішки повільно витискаються вниз. Сила тяжіння є додатковим чинником їх руху в нижню частину розплаву.

Для підвищення ступеня очищення процедуру розплавлення-кристалізації повторюють декілька разів.

Переваги такого способу:

- можливість виділити найдрібніші частки домішок воскової сировини (менше 1 мкм);
- значно менша (в 8-10 разів) ніж при відстоювання тривалість процесу;
- не вимагає коштовного обладнання.

3) Виділення домішок під дією змінного електромагнітного поля. Принцип такого очищення заснований на наявності електричного заряду на частинках, які необхідно виділити. В високовольтному електричному полі заряджені частки рухаються у напрямку електродів, де концентруються.

Переваги способу:

- висока продуктивність очищення;
- можливість виділити найдрібніші частки (менше 1 мкм);
- низькі енерговитрати (на порядок менші, ніж при використанні відцентрових сепараторів).

Недоліки:

- принципова схема очищення електродів від домішок не розроблена.

4) Фільтрування

При цьому методі очищення віск пропускають крізь ряд спеціальних фільтрів, що дозволяє з легкістю видалити великі частинки забруднень. Зазвичай цей спосіб використовується на початку технологічної схеми очищення в якості грубої очистки [9]

5) Перетопка у воді

При замішуванні воску з водою і витримці його певний час в такому стані у воді розчиняються водорозчинні домішки. Але переважна більшість забруднень залишаються у воску.

б) Очищення адсорбентами

Адсорбенти один з найефективніших продуктів для очищення воску від колоїдних домішок (пігментів). Після такої обробки кінцевий матеріал набуває високої якості, і його можна використовувати навіть в косметології. В якості адсорбентів використовують: активоване вугілля, фулерова земля або монтморилоніт. Будь який з них необхідно додати в розплавлений віск у співвідношенні близько 4-10% від усієї маси продукту при безперервному перемішуванні. Після цього суміш вистояють (для адсорбування часток забруднень) і пропускають через фільтри для видалення адсорбентів.

Зменшити адсорбцію воску можна очистивши його розплав в чотирихлористому вуглеці (тетрахлорометані). Щоб поліпшити показники, рекомендується після введення адсорбенту протягом 40-60 хвилин продути розплав паром або гарячим повітрям при температурі 90-140 °С.

Хімічні способи очищення воскової сировини.

Очищення кислотами.

Колоїдні елементи, що містяться у воску, сильно псують його якість, щоб уникнути попадання в кінцевий продукт таких речовин віск очищають за допомогою хімічних сполук [8]. Наприклад, часто використовується сірчана та соляна кислоти. Також широко застосовується лимонна, оцтова, щавлева й ортофосфорна кислоти. Вже очищений попередньо продукт знову розтоплюють і додають концентровану кислоту. На 100-120 кг воску в залежності від ступеня його забруднення використовують 50-300 мл H_2SO_4 і близько 400 л води. Температура воску при цьому повинна бути не нижче 70 °С. Темний пробійний віск в результаті цього очищається і набуває жовтого кольору.

Можна очистити ще додатково, додавши в віск, що знаходиться в киплячій воді, міцний водний розчин гідропериту. Розчин піде на дно посудини і буде бурхливо кипіти, пронизуючи віск бульбашками повітря. Після такого очищення віск буде світло-жовтим, але його потрібно буде віджати від внесеної в нього бульбашками вологи.

В літературі є інформація стосовно можливості керованого електромагнітного впливу на біологічні об'єкти [11], в тому числі по очищенню воску від домішок методом електростатичної обробки. Однак очищення воску методом відстоювання не дозволяє видалити різні хімічні і колоїдно-хімічні забруднення - вони практично в початкових кількостях залишаються в сировині за рахунок своїх відмінних електростатичних і адсорбційних сил. До колоїдно-хімічних забруднень відносяться: ліпіди личиночного корну і перги, речовини коконів, частина екскрементів. Щоб всі вони перейшли в воду необхідно зняти з них заряди - і сировина відразу ж стане світліше.

Висновки. З наведеного аналізу можна зробити висновки по підвищенню якості технологічного процесу очищення воскової сировини.

1) Процес відстоювання воску неефективний з точки зору продуктивності та якості. При витримці при високій температурі активуються окислювальні процеси у воску і колір стає більш темним.

2) Найбільш перспективні з проаналізованих способів очищення – відцентрове очищення на центрифугах, повільна спрямована кристалізація та обробка електричним полем.

Список використаних джерел

1. Редих Э. Какие необычные товары продавала Украина за границу в 2019 году. *Бизнес Цензор*. 2019. URL: <https://biz.censor.net/r3165765> (дата звернення: 12.02.2021).

2. Круговорот воска в природе. *Пасечный Журнал*. 2017. Вып. № 2 (8). С. 40-45.

3. Броварський В. Д., Лосєв О. М., Головецький І. І. Бджолиний віск. Виробництво та зберігання. Київ: НУБІП, 2009. 81 с.

4. Подольський М. С., Котова Г. М., Буренін М. Л. Промислове бджільництво: навчальний посібник. Київ: Вища. школа, 1988. 334 с.

5. Исследование процесса получения воска из воскового сырья различного качества / Н. В. Бышов и др. *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. 2019. С. 145–149.

6. Иойриш Н. П. Продукты пчеловодства и их использование. - Москва: Россельхозиздат, 1976. 175 с.

7. Продукти бджільництва і їх застосування / уклад.: С І. Стегній, З.А. Городиська. Київ: Вища школа, 1993. 127 с.

8. Некрашевич В. Ф., Попов А. С., Нагаєв Н. Б. Теоретическое исследование процесса отделения воскового сырья центробежными силами. *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета*. 2015. № 3 (27). С. 76-79.

9. Шкендеров С., Иванов Ц. Пчелиные продукты. София: Земиздат, 1985. 226 с.

10. Перетопка воска в домашних условиях: лучшие методы. Ферма, сад, огород – сельское хозяйство. 2018. URL: <https://gusiyabloni.com/pchely/parovaja/peretopka-voska-v-domashnih-usloviyah.html> (дата звернення: 12.02.2021).

11. Берека О. М., Усенко С. М., Петриченко С. В. Часткові розряди в зерновій масі під дією сильного електричного поля. *Праці Таврійського державного агротехнічного університету*. Мелітополь, 2011. Вип. 11, т. 6. С. 184-190.

АНАЛІЗ СПОСОБІВ ПРОМИСЛОВОГО ОЧИЩЕННЯ ВОСКОВОЇ СИРОВИНИ

Самойчук К. О., Ялпачик В. Ф., Петриченко С. В.

Анотація

Робота присвячена аналізу способів промислового очищення воскової сировини, визначення переваг та недоліків кожного з них та визначення найбільш перспективних с точки зору якості кінцевого продукту та ефективності процесу.

В роботі проаналізовані основні механічні та хімічні способи, що використовуються для промислового очищення воскової сировини, а саме:

– гравітаційне очищення, яке може здійснюватися під дією сил тяжіння і за рахунок відцентрових сил на сепараторах та центрифугах;

– очищення методом повільної спрямованої кристалізації воску, принцип якого полягає у поступовому і тривалому охолодженні воскової сировини спрямованому «зверху-вниз»;

– виділення домішок під дією змінного електромагнітного поля, принцип якого заснований на можливості керування електричним зарядом, наявним на частинках, які необхідно виділити;

– фільтрування в якості грубої очистки при пропусканні крізь ряд спеціальних фільтрів;

– перетопка у воді, що дозволяє виділити водорозчинні домішки;

– очищення адсорбентами засноване на вистоюванні воску з введеними адсорбентами та наступній фільтрації;

– хімічні методи очищення, засновані на принципі відновлювальних реакцій, при взаємодії воску з кислотами.

Визначено, що найбільш перспективними з проаналізованих способів очищення є відцентрове очищення на центрифугах, повільна спрямована кристалізація та обробка електричним полем

Ключові слова: бджолиний віск, очищення, освітлення, електроочищення, кристалізація, перетопка, адсорбція.

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ ОЧИСТКИ ВОСКОВОГО СЫРЬЯ

Самойчук К. О., Ялпачик В. Ф., Петриченко С. В.

Аннотация

Работа посвящена анализу способов промышленной очистки воскового сырья, определению преимуществ и недостатков каждого из них и определению наиболее перспективных с точки зрения качества конечного продукта и эффективности процесса.

В работе проанализированы основные механические и химические способы, используемые для промышленной очистки воскового сырья, а именно:

– гравитационная очистка, которая может осуществляться под действием силы тяжести и за счет центробежных сил на сепараторах и центрифугах;

– очистка методом медленной направленной кристаллизации воска, принцип которого заключается в постепенном и длительном охлаждении воскового сырья направленном «сверху вниз»;

– выделение примесей под действием переменного электромагнитного поля, принцип которого основан на возможности управления электрическим зарядом, имеющимся на частицах, которые необходимо выделить;

- фильтрация в качестве грубой очистки при пропускании через ряд специальных фильтров;
- перетопка в воде, которая позволяет выделить водорастворимые примеси;
- очистка адсорбентами, основанная на настаивании воска с введенными адсорбентами с последующей фильтрацией;
- химические методы очистки, основанные на принципе восстановительных реакций при взаимодействии воска с кислотами.

Определено, что наиболее перспективными из проанализированных способов очистки является центробежная очистка на центрифугах, медленная направленная кристаллизация и обработка электрическим полем

Ключевые слова: пчелиный воск, очистка, осветление, электроочистка, кристаллизация, перетопка, адсорбция.

ANALYSIS OF METHODS OF INDUSTRIAL PURIFICATION OF WAX RAW MATERIALS

K. Samoichuk, V. Yalpachik, S. Petrichenko

Summary

The work is devoted to the analysis of the methods of industrial cleaning of wax raw materials, the determination of the advantages and disadvantages of each of them and the determination of the most promising in terms of the quality of the final product and the efficiency of the process.

The work analyzes the main mechanical and chemical methods used for industrial cleaning of wax raw materials, namely:

- gravitational cleaning, which can be carried out by gravity and by centrifugal forces on separators and centrifuges;
- cleaning by the method of slow directed crystallization of wax, the principle of which is a gradual and long-term cooling of the wax raw material directed "from top to bottom";
- release of impurities under the action of an alternating electromagnetic field, the principle of which is based on the possibility of controlling the electric charge present on the particles that need to be isolated;
- filtration as coarse cleaning when passing through a number of special filters;
- melting in water, which allows you to isolate water-soluble impurities;
- cleaning with adsorbents, based on the infusion of wax with introduced adsorbents, followed by filtration;
- chemical cleaning methods based on the principle of reduction reactions when wax interacts with acids.

It was determined that the most promising of the analyzed cleaning methods are centrifugal cleaning in centrifuges, slow directional crystallization and treatment with an electric field.

Key words: beeswax, cleaning, clarification, electric cleaning, crystallization, melting, adsorption.