

С.І. БУХКАЛО, Л.Л. РУДНЕВА, В.О. ОЛЬХОВСЬКА

РОЗВИТОК ІННОВАЦІЙ З ЗАСТОСУВАННЯ РОСЛИННИХ ВОСКІВ У СТОМАТОЛОГІЇ

У матеріалах статті розглядається можливість застосування у стоматології рослинних восків, технологія видобування яких полягає у використанні у якості сировини соняшникового лушпиння. Розроблено та досліджено деякі теоретичні і експериментальні моделі технології з урахуванням проведеного аналізу літературних джерел інформації. Визначено напрямки оптимізації та підвищення енергоефективності систем з конкретизацією типових заходів виробництва. Описано алгоритм інтенсифікації розвитку ринку – виявлення зв'язків основних характеристик комплексних систем медико-біологічних аспектів як середовища існування людини у сфері надання медичних послуг й взаємодії з навколишнім простором з метою попередження розповсюдження різновидів захворювань: вибір методу видобування рослинних восків – сировини та продукту різновидів харчової та інших технологій; класифікація-ідентифікація факторів та характеристик, що впливають на ефективність обраного методу технології видобування; порівняльна характеристика різновидів сировини, технологій та методів їх дослідження; наукове обґрунтування та розрахунки оптимальних параметрів систем технології; вибір сучасних технологічних схем та обладнання для спеціальних методів дослідження можливостей практичного застосування рослинних восків у стоматології.

Ключові слова: соняшкове лушпиння, рослинні воски, безпека сировини та матеріалів у стоматології, алгоритм дії.

Вступ. Для сучасних виробництв олій і жирів притаманні комплексні інноваційні характеристики: відбуваються суттєві структурні зміни, спрямовані на інтенсифікацію технологічних процесів та операцій виробництва і максимальне використання відходів олієжирової галузі агропромислового комплексу України. В процесі переробки олійної сировини, особливо соняшника, на стадіях шеретування насіння і під час рафінації олії на стадії виморожування воскоподібних компонентів утворюються відходи, що не знаходять подальшого кваліфікованого застосування для різновидів продукції харчового та іншого призначення.

Різновиди восків знаходять широке застосування для потреб харчової, медичної, косметичної, електротехнічної, паперової промисловості, а також у виробництві ряду продуктів військово-технічного та космічного призначення, продукції шинної та гумово-технічної галузей. Треба відзначити, що вітчизняних сировинних ресурсів натуральних восків тваринного та рослинного походження недостатньо. Економічними умовами України суттєво обмежена можливість імпорту будь-яких восків. Таким чином, дослідження, спрямовані на створення наукового обґрунтування технології вилучення і застосування восків з вторинних продуктів олієжирової галузі є актуальними та своєчасними.

Мета дослідження. Загальні питання технології за темою можна визначити алгоритмом дії:

1) Вибір методу вилучення рослинних восків – сировини та продукту різновидів харчової та інших технологій.

2) Класифікація-ідентифікація факторів та характеристик, що впливають на ефективність обраного методу технології вилучення.

3) Порівняльна характеристика різновидів сировини, технології та методів її дослідження.

4) Вибір та розрахунки оптимальних параметрів систем технології.

5) Вибір сучасних технологічних схем та обладнання [1–6, 8–12].

Об'єкт дослідження – технологія вилучення рослинних восків з соняшникового лушпиння – вторинної сировини олієжирової галузі, та технологічні можливості застосування рослинних восків з вторинної сировини в стоматологічній галузі.

Предмет дослідження – фізико-хімічні властивості одержаних восків соняшникового лушпиння; обґрунтування основних технологічних параметрів процесу видобування рослинних восків з вторинної сировини олієжирової галузі.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Воски рослинних (ВР) олій – це складні суміші з переважаючим складом – ефірів високомолекулярних жирних кислот і одноатомних високомолекулярних спиртів (табл. 1). До воскової фракції ліпідів входять також вільні високомолекулярні жирні кислоти та спирти, стериoli, стериди, вуглеводи, лактони, ектоліпіди та інші високоплавкі елементи.

Для дослідження обрані рослинні воски, які локалізовані в оболонці насіння (лушпинність насіння складає 23–26 %) і в процесі добування олії переходять в неї. Хімічний склад соняшникового насіння, в основному залежить від сорту, кліматичних умов, ґрунту та культивування [1–5].

Останнім часом культивується ранньостигле сортове та гібридне насіння соняшнику з високою олійністю. У нових сортів соняшнику значно змінився хімічний склад ядра, змінилося співвідношення гідрофобної (жирової) і гідрофільної (нежирової) частин ядра.

© Бухкало С.І., Руднева Л.Л., Ольховська В.О., 2021

Ліпідні залишки лушпиння соняшникового насіння в умовах хімічної лабораторії вилучали відомим методом екстракції за допомогою апарату Сокслета (ДСТУ 7577:2014). Воскоподібні компоненти виділяли кристалізацією з отриманої місцели за розробленими методиками.

Аби досягти найліпшого результату, необхідно не тільки розробити технологію, яка б урахувала б усі можливі фактори, але й використовувати сировину найбільш придатну для вилучення

воскоподібних компонентів – сировину з великою олійністю. Задля визначення доцільності використання ВР, як компоненту для безпечного використання у стоматології, окрім порівняння характеристик восків рослинних, одержаних з соняшникового лушпиння, з показниками інших рослинних восків, які використовують для цих цілей (табл. 1), була проведена порівняльна оцінка показників.

Таблиця 1 – Фізико-хімічні характеристики різновидів восків

Показник	Карнаубський віск	Парафін	Бджолиний віск	ВР
1	2	3	4	5
Кислотне число, мг КОН/г	1-12	-	18-22	2-17
Йодне число, % I ₂	5-14,5	-	7-11	11,0-12,4
Ефірне число, мг КОН	75-86	-	87-107	98-108
Температура плавлення, °С	80-90	45-65	60-70	65-73
Температура кристалізації, °С	86-90	50-56	60-70	70-74
Густина, г/см ³	0,960-0,970	0,915	0,950-0,970	0,920-0,960
Показник заломлення,	1,4752	1,4420	1,4467	1,4410-1,4500



Зразок 1

Зразок 2

Зразок 3

Зразок 4

Рис. 1 – Зразки різновидів соняшникового лушпиння

Для визначення найбільш олійного соняшникового лушпиння (СЛ) порівняли ліпідний залишок ВР (рис. 1): зразок 1 – СЛ ПрАТ з П «Дніпропетровський олійноекстракційний завод (ОЗ)»; зразок 2 – СЛ ВАТ ТПК «ОліПром», м. Дніпро; зразок 3 – СЛ (ПрАТ «ОЗ», м. Полтава); зразок 4 – СЛ (ЗАТ «Пологівський ОЗ»).

Аби досягти найліпшого результату, необхідно не тільки розробити технологію, яка б урахувала усі можливі фактори, але й використовувати сировину найбільш придатну для вилучення ВР – сировину з великою олійністю (рис. 2.).

Проаналізувавши отримані дані, зробили висновок, що насіння соняшнику, хоча і стало дрібніше, але воно більш олійне. Лушпиння з найбільшим вмістом ліпідів є зразок. Насіння має тонке, щільно прилегле до ядра лушпиння, повітряний прошарок між ядром і лушпинням практично відсутній, тому вміст ліпідів у лушпинні 2,8–3,2%.

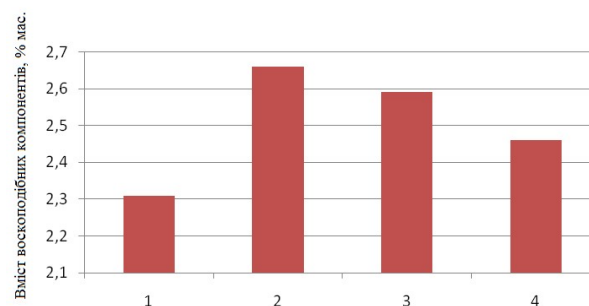


Рис. 2 – Вміст воскоподібних компонентів у лушпинні різних зразків

Результати дослідження за класифікацією-ідентифікацією процесів та алгоритмами взаємодії.

Метою даної роботи є також розширення галузей використання восків, одержаних з соняшникового лушпиння, з урахуванням даних попереднього аналізу виділених восків за всіма показниками нормативної документації галузі, а також науково-

обґрунтоване дослідження можливості їх практичного застосування [13–18].

Воски, як матеріали, що застосовуються в стоматології для зняття відбитків, тимчасовий матеріал, з якого створюють моделі різного призначення – спеціальні воскові композиції (технологічні воски) допоміжного призначення. До восків пред'являються певні вимоги залежно від сфери застосування:

1) мала усадка (не більше 0,1–0,15% за обсягом на кожен градус при охолодженні від температури 90 до 20°C);

2) достатні пластичні властивості (плинність під навантаженням при температурі в інтервалі 37–45°C);

3) достатня твердість при температурі 37–40°C (для забезпечення збереження форми без спотворень при вилученні з порожнини рота);

4) відсутність липкості і розшарування в процесі обробки; відсутність зольності (зольність не повинна перевищувати 0,05% після прожарювання при 500 °C, тобто виключення утворення нальоту або нагару на стінках форми після випалювання воскової моделі);

5) гомогенність при розм'якшенні, відсутність розшаровування;

6) восковий шар повинен триматися на моделі і зрощуватися з попередньо нанесеним шаром матеріалу;

7) моделювальні воски повинні бути пофарбовані в яскраві контрастні кольори, що облегшує процес моделювання, і при цьому не фарбувати гіпсову модель.

Слід відзначити, що такі суперечливі вимоги (наприклад, крихкість і еластичність, і ін.) неможливо об'єднати в одному універсальному воску. Цим і пояснюється велике різноманіття восків зуботехнічних. Для створення воскових композицій застосовуються воски природні (мінеральні, рослинні і тваринного походження), синтетичні (полімери) і модифікатори (смоли різної природи і речовини, які направлено змінюють властивості воскових сумішей). Природні воски містять в основному вуглеводні (парафін, церезин, озокерит, віск-монтан) і естери вищих жирних кислот і вищих одноатомних спиртів (стеарин, воски бджолиний, карнаубський та інші). Всі ці компоненти, співвідносні між собою в певній пропорції, дозволяють отримати віск з набором домінуючих властивостей, які й зумовлюють їх клінічне застосування у стоматології.

Залежно від застосування воски прийнято ділити на три групи: моделювальні (для вкладок, литтєвий, базисний); допоміжні (липкий, універсальний, для різних робіт); коректувальні.

Навіть з воску хорошої якості модель може мати надлишкові внутрішні напруги, якщо її створити з деяким порушенням технології. Якщо віск розм'якшують шляхом нагрівання і потім охолоджують, то він піддається дії внутрішніх напружень. Повторний нагрів, а в ряді випадків

просто тривале зберігання отриманої моделі, може призвести до її деформування. Зберігання в охолоджених умовах сприяє деякому зменшенню деформації через зняття напружень, які більшою мірою виявляються в перші 2–3 години після виготовлення моделі.

Іншою характеристикою воскових моделей, про яку також необхідно пам'ятати, є коефіцієнт теплового розширення (КТР). Це один з недоліків, який більшою чи меншою мірою властивий всім сучасним воскам. Моделювальні воски мають КТР більше іншого стоматологічного матеріалу: від $300 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}$ до $350 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}$.

Тому слід пам'ятати, що при виготовленні точних конструкцій з воску можлива їх усадка при охолодженні. І якщо не контролювати зміна розмірів моделі, яка піддається дії перепаду температур, і не вживати заходів, компенсуючих усадку, то розміри моделі можуть змінюватися навіть в десятках частках відсотка. Випустити хороший віск, який задовольняє вимогам техника, тобто це непросте завдання, тому що часом у кожного спеціаліста цієї

галузі є своє сприйняття воску в роботі і з приводу одного і того ж воску часто зустрічаються дуже різні думки. Віск зуботехнічний різного призначення: базисний і прикусні валики, моделювальний, погрузний, липкий. Віск базисний застосовується для моделювання базисів знімних протезів, ортодонтичних апаратів і індивідуальних ложок, виготовлення воскових базисів з оклюзійними валиками (шаблонів) і випускається у вигляді прямокутних пластин рожевого кольору розмірами (170 x 80 x 1,8) мм в упаковці по 500 г. Віск володіє високою пластичністю, добре формується в розігрітому стані, обробляється інструментом, що не ламаючись і розшаровуючись; має гладку поверхню після легкого оплавлення над полум'ям пальника; повністю і без залишку вимивається киплячою водою з гіпсових форм. Завдяки незначною термічної усадку, віск зберігає сталість доданої форми базису на гіпсовій моделі. До складу воску входять: парафін, який добре скоблю шпателем; церезин, підвищувальний стійкість воскової композиції до окислення, ріжеться, не пристає до зубів, не розсипається при розминці; бджолиний віск, що поліпшує пластичність і моделювальні властивості композиції, а також для більшого комфорту пацієнта надає приємний запах меду. Віск моделювальний призначений для виготовлення вкладок, коронок, вставок, литих кламерів, напівкоронок, дуг і каркасів бюгельних і мостовидних протезів методом лиття по випалюваних моделях. Основними компонентами воску, що застосовують зараз у стоматології є парафін, церезин, натуральні і синтетичні смоли.

Перед моделюванням систем стоматологічних матеріалів попередньо віск необхідно злегка розм'якшити над полум'ям пальника або під лампою розжарювання, або помістивши в водяну баню при температурі води 45–50°C на 3–5 хвилин, не допускаючи оплавлення і розтікання. Перегрів воску

при наявності інших компонентів системи тут же призводить до його непридатності. При розробці рецептури погрузного воску враховувалося основна вимога до таких композицій: віск повинен створити необхідну товщину стінок ковпачка, при цьому ковпачок повинен бути в міру еластичним, але не деформуватися. Віск зуботехнічний погрузний являє собою воскову позицію, що дозволяє отримати восковий ковпачок з товщиною стінок $(0,35 \pm 0,05)$ мм. Робоча температура – від $+75$ до $+90$ °C, час занурення – 2 секунди.

Випускається у вигляді усічених конусів визначеного кольору (наважка 150 г), при правильному дотриманні методики – простий в при трансформаційних змін: в воскову ванночку завантажують воскові конуси, розплавляють їх і нагрівають розплав до температури $85\text{--}90^\circ\text{C}$, не перегріваючи віск. Штабик, покритий компенсційним лаком, занурюють в розплавлений віск. Через 2 секунди штабик виймають з розплаву воску, зберігаючи на короткий час контакт з поверхнею воску, що дозволить уникнути утворення краплі на ковпачку. Багаторазово використаний віск необхідно частіше міняти і не змішувати з новою порцією, так як віск забруднюється ізолювання і його якість знижується.

До воску липкого основна вимога – склеювати. Віск липкий застосовується в стоматологічній практиці для склеювання ланок металевих протезів при підготовці їх до спаювання, а також використовується при ремонті знімних протезів і з'єднання фрагментів гіпсових моделей. Віск зуботехнічний липкий випускається як циліндричних паличок довжиною 82 мм і діаметром 8,5 мм, коричневого кольору, по 10 штук (наважка 50 г), містить натуральні і синтетичні воски та каніфоль, що забезпечує хорошу адгезію до металу і гіпсу (не менше 0,9 МПа).

Віск володіє необхідною для стоматології міцністю, має зручну для застосування форму (палички). Температура каплепадіння воску липкого – не менше 65°C , зольність при температурі 500°C – не більше 0,2%. У нагрітому стані віск липкий добре розтікається і точно з'єднує елементи протезів.

Результати дослідження технологічних можливостей виробництва рослинних восків. Розроблено принципову схему процесу видобування ВР з соняшникового лушпиння (рис. 3) з урахуванням підготовчих та заключних стадій виробництва [1–5].

Розроблено типову технологічну схему процесу вилучення ВР з соняшникового лушпиння (рис. 4) Отримане на стадії шеретування насіння лушпиння надходить в екстрактор із сорочкою 2, до екстрактора через форсунки зверху, насосом 11 через теплообмінник 1 з ємності для розчинника 9 подається гексан. Отримана місцела в гарячому стані проходить через листовий фільтр 3, де очищується від сміттєвих домішок. Далі очищена місцела

насосом 10 подається в кристалізатор 7, де проходить виморожування воскоподібних компонентів.



Рис. 3 – Принципова схема процесу видобування воскоподібних компонентів з лушпиння різних зразків

Отриманий розчинник надходить у ємність для розчинника 9 [1–5].

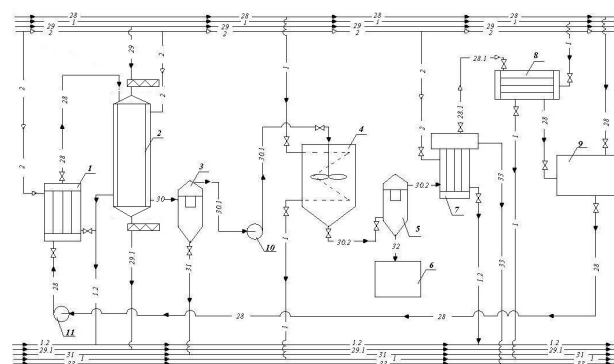


Рис. 4 – Технологічна схема вилучення воскоподібних компонентів з соняшникового лушпиння методом перколяції

Відділення кристалів воску відбувається на листовому фільтрі 5, звідки отримані ВКСЛ направляються у ємність для зберігання 6, а відфільтрована місцела, для відгонки та подальшого використання розчинника подається у дистилятор 7, пари з якого конденсуються в теплообміннику 8. Для визначення раціональних параметрів процесу проводиться аналіз виходу рослинних восків з соняшникового лушпиння в залежності від тривалості екстракції та розміру лушпиння (дроблене або неподрібнене). Одержані результати представлені у вигляді кривих (рис. 5).

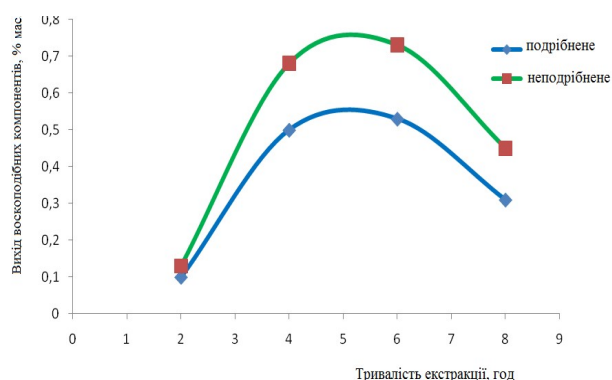


Рис. 5 – Вихід воскоподібних компонентів з соняшникового лушпиння

Для визначення максимального виходу воскоподібних компонентів порівнювали екстракцію з подрібненого та неподрібненого лушпиння. Вихід воскоподібних компонентів з подрібненого лушпиння нижчий ніж з неподрібненого – подрібнене лушпиння має більшу поверхню і кристали воскоподібних компонентів добре адсорбуються на поверхні подрібненого лушпиння, при цьому, подрібнення лушпиння ускладнює технологічний процес та збільшує економічні витрати. Не залежно від наявності стадії подрібнення лушпиння, для одержання максимального виходу воскоподібних компонентів проведення процесу протягом 2 год замало – максимальний вихід воскоподібних компонентів відбувається при проведенні процесу екстракції протягом 6 год. Але він незначно відрізняється від показника після 4 год., тому раціональним значенням тривалості процесу можна вважати 4 год.

Економічна оцінка розроблених технологічних рішень показала, що застосування перколяції в якості методу видобування восків рослинних з соняшникового лушпиння як відходу олієвидобувної галузі із застосуванням засад безвідходного виробництва, типового устаткування, дозволяє одержати конкурентоспроможний товарний продукт, який має значно нижчу вартість на рівні 151,25 грн./кг, ніж розповсюджені бджолиний віск, вартість якого на рівні 640 грн./кг, карнаубський віск, вартість якого становить близько 1790 грн./кг.

Висновки та перспективи подальшого розвитку даного напрямку. Практична значимість проведених досліджень з виявлення зв'язків основних характеристик комплексних систем має наступні аспекти: експериментальне обґрунтування можливих напрямків переробки відновлюваних рослинних відходів – соняшникового лушпиння з отриманням цінних речовин і матеріалів з різними функціональними властивостями.

Результати дослідження показали можливості їх застосування для різновидів технологічних процесів у якості сировинного ресурсу, наприклад:

1. Визначення методів дослідження, що дозволять встановити науково-обґрунтовані вимоги до різновидів технологічних процесів.

2. Для визначених умов та характеристик процесів запропоновано різновиди технологічних схем, що забезпечує виконання специфічних показників у різновидах процесів виробництва.

3. Під час досліджень встановлена необхідність формулювання оцінки якості та характеристик комплексних систем у спеціальних процесах виробництва.

Слід відмітити, постійне зростання попиту на безпеку життєдіяльності людини, тобто:

- застосування високоефективних інноваційних комплексних технологій, техніки та обладнання;

- вивчення експериментальних даних застосування воскоподібних компонентів з соняшникового лушпиння для різновидів технологічних процесів стоматології у якості сировинного ресурсу;

- внесення пропозиції щодо вдосконалення систем застосування воскоподібних компонентів у різновидах технологічних процесів стоматології.

Ці фактори стимулюють подальше розвинення досліджень з метою розробки сучасних енергоефективних систем застосування воскоподібних компонентів у різновидах технологічних процесів [1–8, 14–23].

Список літератури

1. Руднева Л.Л., Бухкало С.І. Деякі можливості комплексної переробки рослинної сировини / Вісник НТУ «ХП». Х.: НТУ «ХП», 2014. Вип. 16. С. 105–112.
2. Руднева Л.Л., Бухкало С.І. Расширение возможностей комплексной переработки растительного сырья. Оральный гылым жаршысы. Уральск: «Фирма Сервер+», 2015. № 5 (136). С. 33–39.
3. Руднева Л.Л., Бухкало С.І. Химико-технологические процессы утилизации растительных восков / Повышение эффективности процессов и аппаратов в химической и смежных отраслях промышленности [Текст]: сб. н. трудов Межд. н-техн. конф., 105-летие со дня рождения А.Н. Плановского (8-9 сентября 2016.). Т. 2. М.: ФГБОУ ВО МГУДТ, 2016. – С.185–188.

4. Руднева Л.Л., Бухкало С.І. Складові використання та дослідження відходів переробки насіння соняшника. // Інформаційні технології, техніка, технологія, освіта та здоров'я: тези доповідей XXV міжн. н-пр. конф. MicroCAD-2017, 17-19.05.2017, Х., НТУ «ХПІ», с. 53.
5. Руднева Л.Л., Бухкало С.І., Лакіза О.В., Черваков О.В. Рослинні воски як модифікатори властивостей еластомерних і полімерних матеріалів. *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii*. 2021, №1, – С. 90–100.
6. Руднева Л.Л. Технологія переробки воскоподібних компонентів у продукти харчового та технічного призначення: дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.06 : галузь знань 18 / Лариса Леонідівна Руднева; наук. керівник Бухкало С.І.; Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Харків, 2021. – 172 с.
7. Руднева Л.Л. Технологія переробки воскоподібних компонентів у продукти харчового та технічного призначення: автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.06 : галузь знань 18 / Лариса Леонідівна Руднева; наук. керівник Бухкало С.І.; Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Харків, 2021. – 21 с.
8. Руднева Л.Л. Рослинні воски як модифікатори властивостей полімерних композицій / Л.Л. Руднева, С.І. Бухкало, О.В. Лакіза, О.В. Черваков // Інтегровані технології та енергозбереження. – Харків: НТУ «ХПІ», 2016. – № 1. – С. 37–44.
9. Руднева Л.Л. Перспективні напрямки використання продуктів переробки олійної сировини у виробництво олієжирових та косметичних продуктів / Л.Л. Руднева, С.І. Бухкало // Програма та матеріали III Міжнародної науково-технічної конференції («Перспективи розвитку м'ясої, молочної та олієжирової галузей в контексті євроінтеграцій»). – К.: НУХТ, 2015. – С.151–152.
10. Руднева Л.Л. Розробка та дослідження комплексної переробки відходів насіння / Руднева Л.Л., Бухкало С.І. // Матеріали XXIII Міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD–2015 («Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»), 20–22 травня 2015 р., Ч. II. – Харків: НТУ «ХПІ». – С. 302..
11. Руднева Л.Л. Исследование процессов утилизации растительных восков / Л.Л. Руднева, С.И. Бухкало // Материалы VI Межд. н-техн. Симпозиума «Современные энерго- и ресурсосберегающие технологии СЭТТ–2017», Межд. н-техн. Форума «Первые межд. Косыгинские чтения. Т. 2. – ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2017. – С. 178–181.
12. Бухкало С.І. Визначення загальної технології комплексних курсових проектів. Інформаційні технології: наука, техніка, технології, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVII Міжн. н-практ. конференції (MicroCAD-2019), 15–17 мая 2019 р.: у 4 ч. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». С. 217.
13. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (інноваційні заходи) [текст] підручник. К.: ЦНЛ, 2014. – 456 с.
14. Руднева Л.Л. Можливості комплексного застосування різновидів воску для косметичної галузі / Л.Л. Руднева, С.І. Бухкало // XXVI Міжнародна науково-практична конференція MicroCAD–2019 «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я», 15–17 травня 2019 р.: у 4 ч. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». – С. 328.
15. Bukhkalov S.I., Ageicheva A.O., Iglan S.P., Hlavcheva Yu. N., Miroshnichenko N.N., Olkhovska O.I., Zipunnikov M.M., Olkhovska V.O. Innovative complex projects'2018/2019 realization in the examples and tasks/ Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ», 2019. – № 15(1340). – С. 80–88. doi: 10.20998/2220-4784.2019.15.14
16. Бухкало С.І. Структура потоків комплексного підприємства XXV Межд. н-практ. конф. «Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье» (MicroCAD-2017) 17-19 мая 2017. Х.: Ч. III, – с. 14.
17. Бухкало С.І., Сериков А.В., Ольховская О.І. и др. Об утилизации полимерных отходов как комплексе инновационных проектов / С.І. Бухкало, А. В. Сериков, О.І. Ольховская и др. // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2012. – № 10. – с. 160–166.
18. Бухкало С.І., Гардер С.Е., Ольховская О.І. и др. Регулирование эффективности ресурсо- и энергосбережения на комплексных предприятиях по переработке отходов // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2012. – № 10. – с. 72–80.
19. Zipunnikov, Mykola; Bukhkalov, Svetlana; Kotenko, Anatolii. Researching The Process Of Hydrogen Generating From Water With The Use Of The Silicon Basis Alloys. *French-Ukrainian Journal of Chemistry*, [S.l.], v. 7, n. 2, p. 138-144, dec. 2019. doi:<http://dx.doi.org/10.17721/fujcV7I2P138-144>. <http://kyivtoulouse.univ.kiev.ua/journal/index.php/fruajc/article/view/258>.
20. Bilous, O., Sytnik, N., Bukhkalov, S., Glukhykh, V., Sabadosh, G., Natarov, V., Yarmysh, N., Zakharkiv, S., Kravchenko, T., & Mazaeva, V. (2019). Development of a food antioxidant complex of plant origin. *Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies*, 6(11 (102)), 66-73. doi:<http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2019.186442>. <http://journals.urau.ua/eejet/article/view/186442>.
21. Bukhkalov, S. I., Klemes, J. J., Tovazhnyanskyy, L. L., Arsenyeva, O. P., Kapustenko, P. O., & Perevertaylenko, O. Y. (2018). Eco-friendly synergetic processes of municipal solid waste polymer utilization. *Chemical Engineering Transactions*, 70, 2047–2052. doi:10.3303/CET1870342.
22. Bilous, O., Demidov, I., & Bukhkalov, S. (2015). Developing the complex antioxidant from walnut leaves and calendula extracts. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(6), 22–26. doi:10.15587/1729-4061.2015.35995.
23. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (прикладні та тести з технології крохмалю) [текст] підручник з грифом МОН. Київ «Центр учбової літератури»: 2019, 108 с.

References (transliterated)

1. Rudneva L.L., Bukhkalov S.I. Dejaki mozhlivosti kompleksnoi pererobki roslinnoi sirovini / Visnik NTU «KhPI». Kh.: NTU «KhPI», 2014. Vip. 16, pp. 105–112.

2. Rudneva L.L., Buhkalo S.I. Rasshirenie vozmozhnostej kompleksnoj pererabotki rastitel'nogo syr'ja. Oral'dyn gylym zharshysy. Ural'sk: «Firma Server+», 2015. No. 5 (136), pp. 33–39.
3. Rudneva L.L., Buhkalo S.I. Himiko-tehnologicheskie processy utilizacii rastitel'nyh voskov / Povyshenie jeffektivnosti processov i apparatov v himicheskoj i smezhnyh otrasljah promyshlennosti [Tekst]: sb. n. trudov Mezhd. n-tehn. konf., 105-letie so dnja rozhdenija A N. Planovskogo (8-9 sentjabrja 2016). T. 2. M.: FGBOU VO MGUDT, 2016, – pp.185–188.
4. Rudneva L.L., Buhkalo S.I. Skladovi vikoristannja ta doslidzhennja vidhodiv pererobki nasinnja sonjashnika. // Informacijni tehnologii, tehnika, tehnologija, osvita ta zdorov'ja: tezi dopovidej XXV mizhn. n-pr. konf. MicroCAD-2017, 17-19.05, Kh., NTU «KhPI», p. 53.
5. Rudneva L.L., Buhkalo S.I., Lakiza O.V., Chervakov O.V. Roslinni voski jak modifikatori vlastivostej elastomernih i polimernih materialiv. Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii. 2021, No. 1, pp. 90–100.
6. Rudneva L.L. Tehnologija pererobki voskopodibnih komponentiv u produkti harchovogo ta tehničnogo priznachennja: dis. ... kand. tehn. nauk : spec. 05.18.06 : galuz' znan' 18 / Larisa Leonidivna Rudneva; nauk. kerivnik Buhkalo S.I.; Nac. tehn. un-t «Harkiv. politehn. in-t». – Harkiv, 2021. – 172 p.
7. Rudneva L.L. Tehnologija pererobki voskopodibnih komponentiv u produkti harchovogo ta tehničnogo priznachennja: avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk : spec. 05.18.06 : galuz' znan' 18 / Larisa Leonidivna Rudneva; nauk. kerivnik Buhkalo S.I.; Nac. tehn. un-t «Harkiv. politehn. in-t». – Harkiv, 2021. – 21 p.
8. Rudneva L.L. Roslinni voski jak modifikatori vlastivostej polimernih kompozicij / L.L. Rudneva, S.I. Buhkalo, O.V. Lakiza, O.V. Chervakov // Integrovani tehnologii ta energozberezhennja. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2016. – No. 1, pp. 37–44.
9. Rudneva L.L. Perspektivni naprjamki vikoristannja produktiv pererobki olijnoi sirovini u virobnictvo oliezhirovih ta kosmetichnih produktiv / L.L. Rudneva, S.I. Buhkalo // Programa ta materiali III Mizhnarodnoi naukovo-tehnicnoi konferencii («Perspektivi rozvitku m jasnoi, molochnoi ta oliezhirovoi galuzej v konteksti cvointegracij»). – K.: NUHT, 2015, pp.151–152.
10. Rudneva L.L. Rozrobka ta doslidzhennja kompleksnoi pererobki vidhodiv nasinnja / Rudneva L.L., Buhkalo S.I./ Materiali XXIII Mizhnarodnoi naukovo-prakticnoi konferencii MicroCAD–2015 («Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja»), 20–22 travnja 2015 r., Ch. II. – Kharkiv: NTU «KhPI», p. 302..
11. Rudneva L.L. Issledovanie processov utilizacii rastitel'nyh voskov / L.L. Rudneva, S.I. Buhkalo // Materialy VI Mezhd. n-tehn. Simpoziuma «Sovremennye jenergo- i resursosberegajushhie tehnologii SJeTT–2017», Mezhd. n-tehn. Forumu «Pervye mezhd. Kosybinskie chtenija. T. 2. – FGBOU VO «RGU A.N. Kosygina», 2017, pp. 178–181.
12. Buhkalo S.I. Viznachennja zagal'noi tehnologii kompleksnih kursivnih proektiv. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej HHVII Mizhn. n-prakt. konferencii (MicroCAD-2019), 15–17 maja 2019 r.: u 4 ch. Ch. II. / za red. prof. Sokola E.I. – Kh.: NTU «KhPI», p. 217.
13. Buhkalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoi promislovosti u prikladah i zadachah (innovacijni zahodi) [tekst] pidruchnik. – K.: CNL, 2014. – 456 p.
14. Rudneva L.L. Mozhlivosti kompleksnogo zastosuvannja riznovidiv vosku dlja kosmetichnoi galuzi / L.L. Rudneva, S.I. Buhkalo // XHVI Mizhnarodna naukovo-prakticna konferencija MicroCAD–2019 «Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja», 15–17 travnja 2019 r.: u 4 ch. Ch.II. / za red. prof. Sokola E.I. – Kharkiv: NTU «KhPI», p. 328.
15. Buhkalo S.I., Ageicheva A.O., Iglin S.P., Hlavcheva Yu., Miroshnichenko N.N., Olkhovska O.I., Zipunnikov M.M., Olkhovska V.O. Innovative complex projects'2018/2019 realization in the examples and tasks/ Visnik NTU «KhPI». Kh.: NTU «KhPI», 2019. № 15(1340), pp. 80–88. doi: 10.20998/2220-4784.2019.15.14
16. Buhkalo S.I. Struktura potokiv kompleksnogo pidpriemstva XXV Mezhd. n-prakt. konf. «Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'e» (MicroCAD-2017): Ch. III, p. 14.
17. Buhkalo S.I., Serikov A.V., Ol'hovskaja O.I. i dr. Ob utilizacii polimernyh othodov kak kom-plekse innovacionnyh proektiv. Visnik NTU «KhPI». 2012. № 10, pp. 160–166.
18. Buhkalo S.I., Garder S.E., Ol'hovskaja O.I. i dr. Regulirovanie jeffektivnosti resurso- i jenergosberezhenija na kompleksnyh predpriyatjah po pererabotke othodov // Visnik NTU «KhPI». 2012. № 10, pp 72–80.
19. Zipunnikov Mykola; Buhkalo Svetlana; Kotenko Anatolii. Researching The Process Of Hydrogen Generating From Water With The Use Of The Silicon Basis Alloys. French-Ukrainian Journal of Chemistry, [S.I.], v. 7, n. 2, p. 138-144, dec. 2019. doi:http://dx.doi.org/10.17721/ fujcV7I2, pp. 138-144. <http://kyivtoulouse.univ.kiev.ua/journal>.
20. Bilous, O., Sytnik, N., Buhkalo, S., Glukhykh, V., Sabadosh, G., Natarov, V., Yarmysh, N., Zakharkiv, S., Kravchenko, T., & Mazaeva, V. (2019). Development of a food antioxidant complex of plant origin. Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies, 6(11 (102)), 66–73. doi:http:// dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2019.186442. <http://journals.uran.ua/ejet/article/view/186442>.
21. Buhkalo S.I., Klemeš J.J., Tovazhnyanskyy L.L., Arsenyeva O.P., Kapustenko P.O., & Perevertaylenko O.Y. (2018). Eco-friendly synergetic processes of municipal solid waste polymer utilization. Chemical Engineering Transactions, 70, 2047–2052. doi:10.3303/CET1870342.
22. Bilous O., Demidov I., Buhkalo S. (2015). Developing the complex antioxidant from walnut leafs and calendula extracts. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(6), 22–26. doi:10.15587/1729-4061.2015.35995.
23. Buhkalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoi promislovosti u prikladah i zadachah (prikladi ta testi z tehnologii krohmalju) [tekst] pidruchnik z grifom MON. Kiiv «Centr uchbovoi literaturi»: 2019, 108 p.

Надійшла (received) 19.05.2021

Бухкало Світлана Іванівна (Бухкало Светлана Ивановна, Bukhhalo Svetlana Ivanovna) – кандидат технічних наук, професор кафедри інтегрованих технологій, процесів та апаратів, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1389-6921>;

e-mail: bis.khr@gmail.com

Руднева Лариса Леонідівна (Руднева Лариса Леонидовна, Rudnieva Larysa Leonidovna) – кандидат технічних наук, викладач кафедри технологій природних і синтетичних полімерів, жирів та харчової продукції, Державний вищий навчальний заклад «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпро, Україна;

e-mail: larisarudneva4@gmail.com

Ольховська Вікторія Олегівна (Ольховская Виктория Олеговна, Olkhovska Victoria Olegovna) – студентка 3 курсу ХНУРЕ, м. Харків, Україна.

С.И. БУХКАЛО, Л.Л. РУДНЕВА, В.О. ОЛЬХОВСКАЯ

РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИЙ ПРИМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ВОСКОВ В СТОМАТОЛОГИИ

В материалах статьи рассматривается возможность применения в стоматологии растительных восков, технология извлечения которых основана на использовании в качестве сырья подсолнечной лузги. Разработаны и исследованы некоторые теоретические и экспериментальные модели технологии с учетом проведенного анализа литературных источников информации. Определены направления оптимизации и повышения энергоэффективности систем с конкретизацией типовых мероприятий производств. Описан алгоритм интенсификации развития рынка – выявление связей основных характеристик комплексных систем медико-биологических аспектов как среды обитания человека в сфере оказания медицинских услуг и взаимодействия с окружающим пространством с целью предупреждения распространения разновидностей заболеваний: выбор метода извлечения растительных восков – сырья и продукта разновидностей пищевой и других технологий; классификация-идентификация факторов и характеристик, влияющих на эффективность выбранного метода технологии извлечения; сравнительная характеристика видов сырья технологии и методов ее исследования; научное обоснование и расчеты оптимальных параметров систем технологии; выбор современных технологических схем и оборудования для специальных методов исследования возможностей практического применения восков в стоматологии.

Ключевые слова: подсолнечная лузга, растительные воски, безопасность сырья и материалов в стоматологии, алгоритм действия.

S.I. BUKHKALO, L.L. RUDNIEVA, OLKHOVSKA VICTORIA

DEVELOPMENT OF INNOVATIONS IN THE APPLICATION OF VEGETABLE WAXES IN DENTISTRY

The article discusses the possibility of using vegetable waxes in dentistry, the extraction technology of which is based on the use of sunflower husks as raw materials. Some theoretical and experimental models of technology have been developed and investigated, taking into account the analysis of literary sources of information. The directions of optimization and improvement of energy efficiency of systems are determined with the specification of standard production measures. An algorithm for intensifying market development is described - identifying the links between the main characteristics of complex systems of biomedical aspects as a human environment in the provision of medical services and interaction with the surrounding space in order to prevent the spread of varieties of diseases: the choice of a method for extracting plant waxes - raw materials and products of varieties of food and others technologies; classification-identification of factors and characteristics that affect the efficiency of the selected method of extraction technology; comparative characteristics of raw materials of technology and methods of its research; scientific substantiation and calculations of the optimal parameters of technology systems; selection of modern technological schemes and equipment for special research methods of the possibilities of practical application of waxes in dentistry.

Key words: sunflower husk, vegetable waxes, safety of raw materials in dentistry, algorithm of action.