

ВІДГУК

офіційного опонента к.т.н., доц. Ляпошенка Олександра Олександровича на дисертаційну роботу Павлюк Інесси Віталіївни, «Екстрагування шроту рослинної сировини з метою одержання комплексу біологічно активних сполук», представленій на здобуття науково ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології

1. Актуальність теми дисертації та її зв'язок з державними чи галузевими програмами, пріоритетними напрямками науки й техніки. Дисертаційна робота Павлюк І.В. «Екстрагування шроту рослинної сировини з метою одержання комплексу біологічно активних сполук» присвячена актуальній темі раціонального використання природних ресурсів та вдосконаленню існуючих технологій переробки рослинної сировини. На сьогоднішній день використання біологічно активних речовин природного походження має поширення в різних галузях промисловості. Проте, не всі технології, які використовуються сьогодні, забезпечують максимальне вилучення біологічно активних речовин з рослинної сировини. Розробка і наукове обґрунтування способів раціонального використання рослинної сировини є своєчасно поставленим та практично значимим завданням, оскільки відповідає пріоритетному напрямку розвитку науки й техніки на період до 2020 року – «раціональне природокористування» (Закон України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки», стаття 3, пункт 4). Одночасно, тематика дисертаційної роботи Павлюк І.В. постає безперечно актуальною, оскільки кінетика екстрагування флавоноїдів та поліфенольних сполук зі шроту рослинної сировини є недостатньо дослідженою, та представляє наукове і практичне значення.

Дисертаційна робота пов'язана з науково-дослідними роботами кафедри технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології Національного університету «Львівська політехніка» за темами: «Розробка основ технології одержання субстанцій з різними видами біологічної активності та нових препаратів, в тому числі пролонгованої дії на їх основі» (ДР №0109U0045), «Фітохімічні та біологічні дослідження з метою створення нових фітозасобів з різноманітними біологічними діями» (ДР №0113U003178).

2. Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Наукові положення, теоретичні висновки та практичні рекомендації в дисертаційній роботі Павлюк І.В. викладені в логічній послідовності, є достатніми і належним чином обґрунтованими. Великий обсяг матеріалів, зібраних в ході проведення наукових експериментів, ретельно узагальнено та логічно проаналізовано. Імпонує фахове та різнопланове дослідження хімічного складу, біологічної активності та техніко-економічних показників розробленого способу екстрагування, що дозволило автору обґрунтувати доцільність використання одержаних екстрактів в хімічній промисловості. Наукові положення та висновки, сформульовані в дисертації, ґрунтуються на одержаних результатах теоретичних та експериментальних досліджень. Висновки за окремими розділами та загальні висновки до дисертаційної роботи викладено чітко та науково обґрунтовано. Достовірність отриманих результатів визначається сучасними інструментальними методами досліджень та аналізу на якісний та кількісний вміст різних груп біологічно-активних речовин (БАР) з вихідної сировини та шротів, які застосовувались автором, а також нерозходженням основних положень та теоретичних висновків дисертації з теоретичними основами масопередачі, і, зокрема, кінетики процесів екстрагування у системах тверде тіло - рідина.

3. Наукова новизна дисертаційних досліджень. Наукова новизна проведених дисертаційних досліджень з визначення кінетичних закономірностей процесів екстрагування БАР поліфенольної природи з рослинної сировини зі зруйнованою внутрішньою структурою є безперечною і полягає в наступному:

- теоретично обґрунтовано і практично підтверджено основні механізми процесу екстрагування водно-етанольними екстрагентами флавоноїдів та інших поліфенольних сполук зі шроту рослинної сировини;
- вперше отримано кінетичні рівняння екстрагування флавоноїдів та інших поліфенольних сполук зі шроту рослинної сировини;
- у якості екстрагенту для вилучення поліфенольних сполук, флавоноїдів та ефірних олій зі шроту шишок хмелю запропоновано водно-спиртову суміш, при цьому оптимальними визначено водно-етанольні розчини концентрацією 50%, 70% та 96% відповідно;
- вперше встановлені оптимальні технологічні (режимні) параметри процесу екстрагування поліфенолів та флавоноїдів, удосконалено відомі способи одержання густих екстрактів та відповідне апаратурне оформлення цих процесів.

4. Наукова та практична цінність роботи. Дисертаційна робота безсумнівно представляє наукову цінність, яка полягає в розширенні знань про механізми та кінетику процесів масообміну біологічно активних сполук поліфенольної природи, які відбуваються в шроті рослинної сировини, що дає змогу інтенсифікувати та оптимізувати протікання процесів екстрагування з рослинної сировини.

Здобувачем визначено значення кінетичних констант процесу екстрагування поліфенольних сполук та флавоноїдів у випадку перемішування та настоювання, на основі яких та виходячи з положення про адитивність фазових опорів, виведено рівняння, що пов'язує кінетичні коефіцієнти (масопередачі, масовіддачі, дифузії), яке може бути використано на практиці для інженерних розрахунків технологічних параметрів процесів екстрагування.

На основі результатів експериментальних досліджень винайдено спосіб одержання комплексу біологічно активних речовин з первинних шротів лікарської рослинної сировини після виробництва фітопрепаратів, який захищено патентом на корисну модель України № UA 99627 від 10.06.2015. Автором проведені дослідження біологічної активності одержаних екстрактів, що свідчать про перспективу створення на їх основі косметичних та миючих засобів.

Наукові результати та практичні рекомендації, отримані в дисертаційній роботі, впроваджено під час виконання науково-дослідних робіт на замовлення галузевих інститутів НАН України, фармацевтичних компаній, а також у навчальний процес ряду ВНЗ України, що підтверджено актами впровадження, які наведено у додатках до дисертаційної роботи.

5. Повнота опублікування основних результатів дисертації в наукових фахових виданнях. Основні наукові положення і результати дисертаційної роботи опубліковано у 15 наукових працях, з них 6 статей, серед яких 5 у наукових фахових виданнях України та одна у виданні іноземної держави, у тому числі одна публікація у виданні, яке обліковується міжнародною наукометричною базою Scopus. Подано заявку та отримано патент України на корисну модель. Апробацію матеріалів дисертації здійснено на міжнародних наукових конференціях та конгресі, за результатами участі в яких опубліковано 8 тез доповідей в збірниках матеріалів та наукових праць.

6. Структура та основний зміст дисертації.

Дисертаційна робота Павлюк І.В. «Екстрагування шроту рослинної сировини з метою одержання комплексу біологічно активних сполук» є завершеною науковою працею, після вивчення якої слід зробити висновок про ідентичність змісту автореферату й основних положень дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел із 168 найменувань, додатків. Повний обсяг дисертації становить 194 сторінки, серед яких 154 сторінки основного тексту, а також 21 сторінка додатків.

У першому розділі, в результаті проведеного автором огляду літератури та патентних джерел, розглянуто основні характеристики рослинної сировини та екстрактів біологічно активних сполук, критично проаналізовано сучасні способи та апаратурне оформлення хіміко-технологічних процесів екстрагування рослинної сировини, наведено теоретичні основи процесів екстрагування цінних компонентів з рослинної сировини, сформульовано мету дисертаційної роботи, у відповідності до якої поставлено задачі досліджень.

У другому розділі наведено загальну характеристику об'єктів дослідження. Описано методики екстрагування цільових компонентів зі шроту рослинної сировини, методики визначення середнього розміру частинок рослинної сировини. Приведено характеристику та описано вимоги до екстрагентів, які використано для екстрагування флавоноїдів з рослинної сировини. Описано методики дослідження вмісту БАР в рослинній сировині та дослідження біологічної активності екстрактів.

У третьому розділі наведено результати експериментальних досліджень процесів екстрагування шроту шишок хмелю, трави материнки та плодів моркви дикої. Обґрунтовано вибір екстрагенту. Встановлено залишкові кількості БАР в шроті після екстракції 96% водно-етанольним розчином та проведено порівняння з вмістом їх у вихідній сировині. Досліджено вплив концентрації водно-етанольної суміші на вилучення залишкової кількості поліфенольних речовин, флавоноїдів та загальної кількості екстрактивних речовин на прикладі трьох видів шроту рослинної сировини. За результатами експериментальних досліджень визначено, що для максимального вилучення поліфенолів та флавоноїдів оптимальними є водно-етанольні суміші концентрацією 50% та 70% відповідно.

У четвертому розділі, на основі створених математичних моделей, побудованих на теоретичних основах масопередачі та кінетики процесів масообміну, а також результатів експериментальних досліджень, автором отримано аналітичні залежності для визначення кінетичних коефіцієнтів процесів

екстрагування, зокрема сумарне значення коефіцієнту масопередачі, значення коефіцієнту дифузії через оболонку клітини (клітинну стінку), коефіцієнтів масовіддачі у міжклітинному просторі та в об'ємі екстрагенту. Встановлено порядок коефіцієнтів дифузії поліфенолів та флавоноїдів через клітинну мембрану, в міжклітинному середовищі та в об'ємі екстрагенту. В результаті досліджень виведено аналітичні залежності для визначення коефіцієнту масопередачі та кінетичні рівняння процесу екстрагування органічними розчинниками фенольних груп з квазітвердих матеріалів методом настоювання та в апаратах з механізми перемішуваними пристроями. Отримані автором залежності дозволяють визначити концентрації поліфенолів та флавоноїдів в екстракті у різний момент часу, визначити розмір подрібнених частинок твердої фази, який би забезпечував необхідний час для досягнення максимального ступеня визволення цільових компонентів з рослинної сировини.

У п'ятому розділі представлені результати завершальної стадії наукових досліджень. Основну увагу приділено розробці способів вторинної переробки шроту рослинної сировини та відповідної технології отримання комплексів БАР у вигляді густих екстрактів. У результаті запропоновано для впровадження технологічні схеми одержання густих екстрактів зі шроту шишок хмелю методом перколяції та з механічним перемішуванням. Визначено критерії якості для густого екстракту зі шроту шишок хмелю. На основі складених матеріальних балансів та проведених техніко-економічних розрахунків обґрунтовано доцільність та перспективи впровадження дослідно-промислових установок, що включають стадії екстрагування, сепарації (фільтрування), регенерації екстрагенту, упарювання.

У додатках наведено копії патенту України на корисну модель, акти впровадження, техніко-економічне обґрунтування з розрахунком основних техніко-економічних показників дослідно-промислової установки виробництва рідкого екстракту шишок хмелю продуктивністю 6 т/рік.

Зауваження щодо змісту і оформлення дисертації та автореферату, завершеності дисертації в цілому:

1. Досліджувані процеси екстрагування органічними розчинниками фенольних груп з квазітвердих матеріалів (тканин рослинної сировини) складно чітко віднести до окремого класу систем рідина – рідина або тверде тіло – рідина, як це зазначено у об'єкті дослідження в дисертаційній роботі та авторефераті.

2. З тексту дисертації та автореферату незрозуміло, чому та за якими критеріями з усіх відходів рослинної сировини було обрано предметом досліджень саме шрот шишок хмелю, трави материнки та плодів моркви дикої.

3. На с.101 перше та друге рівняння математичної моделі з системи рівнянь (4.4) є модифікованими основними рівняннями масовіддачі/масопередачі. Тому незрозуміло, чому у складові правої частині першого рівняння наведена зі знаком «мінус», а у правій частині другого рівняння не сума, а різниця складових. Третє рівняння з системи рівнянь (4.4) відображає матеріальний баланс по перерозподільному компоненту. За зазначеної умови $C_c = C_{c0}$ третє рівняння перетворюється у нерівність.

4. Відсутні пояснення, який фізичний зміст вкладається у знак «мінус» перед значеннями коефіцієнту вимивання A , наведеними у табл.4.5, 4.6, 4.13, 4.14 на с.108-109, 126-127 (табл.1-4 з автореферату відповідно). Також слід зауважити, що на рис.4.6, 4.7 (рис.5 з автореферату відповідно) значення того ж коефіцієнту A відкладено на числовій вісі у області додатних, а не від'ємних значень.

5. Рівняння (4.39) відображає відому залежність між коефіцієнтами масопередачі та масовіддачі, яка витікає, як наслідок, з положення про адитивність фазових опорів (с.96, рівняння (4.3)). Тому незрозуміло, чому у відповідному рівнянні (30) з автореферату у виразі в дужках здійснюється віднімання, а не додавання складових, а права частина рівняння має показник степені мінус один.

6. В роботі розглядалися лише дифузійні процеси масопередачі при екстрагуванні без урахування хімічної кінетики. Таке припущення є об'єктивним у випадку, якщо лімітуючою стадією є масопередача. Відомо, що швидкість хімічних реакцій залежить в більшій степені від температури, ніж швидкість масопереносу. Тому бажано було б дослідити вплив зміни температури на інтенсивність процесу екстрагування.

7. На технологічних схемах рис.5.1, 5.2, наведених на с.143, 146 (рис.6 з автореферату відповідно) для зображення типового обладнання (теплообмінники, насоси і т.п.) не застосовано стандартні позначення.

Проте, не зважаючи на вказані зауваження та недоліки, робота не втрачає своєї повноти та значимості. Наведені зауваження не зменшують наукової цінності досліджень та значимості роботи в цілому. Слід також зазначити, що вказані зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи Павлюк І.В., а є лише дорадчими, дискусійними чи технічними.

Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам.

Дисертаційна робота **Павлюк Інесси Віталіївни** «Екстрагування шроту рослинної сировини з метою одержання комплексу біологічно активних сполук» за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології, є завершеною працею, в якій отримані нові науково обґрунтовані теоретичні і експериментальні результати, що в сукупності є суттєвими для розвитку технологій отримання біологічно активних сполук рослинного походження екстракцією, а тому відповідає вимогам п.9,11,12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, які висуваються до кандидатських дисертацій, а її автор Павлюк Інеса Віталіївна заслуговує на присвоєння наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології.

Офіційний опонент,

доцент кафедри процесів та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв
Сумського державного університету
кандидат технічних наук, доцент


О.О.Ляпощенко

Підпис к.т.н., доц. Ляпощенко О.О. засвідчую:

Вчений секретар

Сумського державного університету


А.І.Рубан

