

Відгук

67-72-61/2

29.04.16

офіційного опонента

доктора технічних наук, професора Вєдь Валерія Євгєновича

на дисертаційну роботу Крвавич Анни Сергіївни

«Екстрагування біологічно активних речовин з біомаси *Gladiolus imbricatus*, культивованого в умовах *in vitro*», яку представлено на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології

1. Актуальність теми дисертації, її зв'язок з державними чи галузєвими програмами, пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки. Дисертаційна робота Крвавич А.С. «Екстрагування біологічно активних речовин з біомаси *Gladiolus imbricatus*, культивованого в умовах *in vitro*» присвячена актуальній науковій темі – знаходженню нових альтернативних сировинних джерел БАР. Дисертант здійснив свій вклад в збереження генофонду рідкісної лікарської рослини в природі – *G. imbricatus* шляхом створення раціональних умов протікання процесу отримання БАР з цієї рослинної сировини за рахунок дослідження кінетики процесу та встановлення механізму екстрагування. Недостатня вивченість цього складного процесу зумовила необхідність проведення теоретичних та експериментальних досліджень процесів з метою визначення фізико-хімічних та кінетичних констант процесу екстрагування БАР з дикорослого виду калусної біомаси *G. imbricatus*, що обумовлює актуальність дослідження. Робота А.С. Крвавич безпосередньо торкається теми збереження популяції рідкісних, лікарських рослин, які занесені в Червону книгу, бо промислове одержання калусної біомаси *G. imbricatus* для отримання БАР забезпечує збереження генофонду рідкісної лікарської рослини в природі шляхом вирощування їх в умовах *in vitro*. Надалі вирощена у такий спосіб біомаса піддається комплексній переробці для отримання екологічно чистого цільового продукту, який

являється цінною сировиною для хімічної, косметичної, харчової та інших галузей промисловості.

Робота є частиною фундаментальних досліджень та науково-дослідних тем, виконаних співробітниками кафедри технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології Національного університету «Львівська політехніка».

2. Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Достовірність одержаних автором результатів не викликає сумніву, оскільки для їх інтерпретації використано сучасні фізико-хімічні методи аналізу.

Визначення ряду груп БАР, які присутні в екстрактах *Gladiolus imbricatus*, проводили спектрофотометричним та титриметричним методами; визначення хімічного складу БАР в одержаній біомасі проводили за допомогою тонкошарової та високоефективної рідинної хроматографії та хромато-мас-спектроскопії. Для обробки експериментальних даних та розрахунків використовували математичне моделювання з використанням програмних пакетів (MathCAD, Excel, Grapher).

Наукові положення та висновки, які сформульовано в дисертаційній роботі, ґрунтуються на одержаних результатах. Висновки за окремими розділами та загальні є науково обґрунтованими, котрі викладено чітко та коректно.

3. Наукова новизна дисертаційних досліджень. Слід відмітити наступні положення новизни даного дослідження.

Автором проведено теоретичні та експериментальні дослідження процесу екстрагування БАР з дикоростучого виду *G. imbricatus* та його калусної біомаси., вибрано математичні моделі процесу екстрагування, котрі перевірено на адекватність, встановлено умови найбільш ефективного вилучення цільових компонентів.

Встановлено, що зменшення розміру частинок та підвищення температури в значній мірі інтенсифікує процес екстракційного вилучення БАР з дикорослої рослини та калусної маси *G. imbricatus*;

Експериментально доказано, що вирощена в умовах *in vitro* біомаса не поступається по своєму якісному і кількісному складу сировині, яка вирощена в природньому фітоценозі. Ідентифіковані наступні групи БАР: жирні кислоти, вуглеводні, спирти, терпени, флавоноїди, полісахариди, дубильні речовини, вітамін С – усі їх можна використати у якості допоміжних речовин в косметичній промисловості, як харчові біологічно активні добавки. Це є новим джерелом поповнення сировинної бази в галузі фітохімії.

Вперше введено в культуру *in vitro* і отримано високопродуктивну калусну культуру *G. imbricatus*; встановлено раціональні умови її культивування, що забезпечило підвищення виходу БАР та зменшення часу культивування.

Вдосконалено методику розрахунків процесу культивування та критеріїв масштабування процесу накопичення біомаси *G. imbricatus*.

Дані, що отримано в результаті проведення робіт по оптимізації процесу екстрагування на лабораторному обладнанні, можна бути використати для прогнозування впливу вивчених параметрів на такий процес, який буде проводиться в умовах виробництва.

4. Практичне значення результатів дослідження.

У роботі наведено дослідження двох складних процесів – екстрагування та культивування. Розуміння механізму протікання процесу екстрагування дає можливість спрогнозувати вихід якісного продукту в умовах виробництва.

Одержання шляхом екстрагування клітинної біомаси БАР дає можливість здійснювати без технологічної переробки лікарську рослину сировину незалежно від сезону. Це дозволяє значно зменшити витрати на виготовлення відповідних цільових продуктів.

Дані, які отримано в лабораторних умовах, дозволяють встановити, що для промислового культивування доцільно використовувати глибинний, аеробний,

напівбезперервний метод вирощування біомаси, оскільки він дозволяє одержати екстракт з культури клітин рослин з максимальним вмістом комплексу БАР.

Автором розроблено контрольовану і автоматизовану технологічну схему виробництва БАР з біомаси калусної культури *G. imbricatus* з належним контролем вихідних параметрів, що забезпечує максимальний вихід якісного продукту.

Фрагменти роботи впроваджено у навчальний та науковий процеси Національного університету «Львівська політехніка», Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології імені С.З. Гжицького, Інституту органічної хімії НАН України, Відділення фізико-хімії горючих копалин Інституту фізико-органічної вуглехімії ім. Л.М. Литвиненка НАН України та ТзОВ «Технолаб» (акти впровадження від 14.10.2015 р., 15.11.2015 р., 23.11.2015 р., 21.02.2016 р. та 23.02.2016 р., відповідно).

5. Повнота викладення основних результатів в наукових фахових виданнях.

За матеріалами дисертації опубліковано 17 наукових праць, з яких 7 наукових статей, 5 з них надруковано у фахових виданнях, 2 – в іноземних, 10 публікацій – у матеріалах і тезах конференцій різного рівня. Серед друкованих праць особливо заслуговують на увагу публікації у «Наукові вісті Національного технічного університету України “КПІ”» та «Питання хімії та хімічної технології», в яких висвітлюються питання встановлення хімічного складу екстрагованих сполук та визначення технологічних параметрів екстрагування біомаси.

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

Дисертаційна робота подана на 120 сторінках друкованого тексту, складається з переліку умовних скорочень, вступу та шести розділів, кожен з

яких містить графіки, таблиці, рисунки, а також списку використаних літературних джерел з 133 посилань та додатків.

У вступі сформульовано актуальність теми, мету і завдання, наукову новизну і практичне значення роботи.

У першому розділі автор провів літературний огляд основ екстрагування цільових компонентів із рослинної сировини. На основі ґрунтового аналізу інтенсифікації процесу екстрагування, обговорено переваги та недоліки методів що пропонуються на сьогоднішній день.

У другому розділі описано методики дослідження кінетики екстрагування БАР з частинок сировини різного діаметру; методики культивування біомаси *G. imbricatus*; методики ідентифікації БАР в екстрактах, отриманих з дикорослого виду та калусної маси *G. imbricatus*.

У третьому розділі описані результати експериментів по введенні в культуру *in vitro* *G. imbricatus*, отримання асептичних експлантів, підбір поживного середовища та параметрів калусогенезу.

У четвертому розділі представлено дослідження кінетики процесу екстрагування цільового компоненту з частинок дикорослого виду *G. imbricatus* при різних умовах. Для встановлення механізму екстрагування цільових компонентів з лікарської рослинної сировини було використано методику, яка використовується для різних умов екстрагування цільових компонентів з пористих структур та різноманітних пористих об'єктів. Методика базується на аналізі кінетики екстрагування з можливим варіантом хімічної взаємодії між компонентами суміші.

У п'ятому розділі описано результати дослідження кінетики екстрагування цільового компонента з *G. imbricatus* в апараті Сокслета та в апараті з мішалкою, визначення виходу цільових компонентів в екстракті. Наведено порівняльну характеристику складу екстрактів, одержаних з дикорослої сировини та вирощеної в умовах *in vitro*.

У шостому розділі наведено опис процесу оптимізації суспензійного культивування *G. imbricatus*, який складався з серії дослідів, в яких вирішувалось завдання отримання цільового продукту у вигляді вирощеної

біомаси з максимальним вмістом БАР в ній. На основі розрахункових даних, які базуються на експериментальних дослідженнях, було розроблено технологічну схему одержання біологічно активних речовин з біомаси калусної культури *G. imbricatus*.

Вважаю, що одержані результати достатньо повно відображають зміст дисертаційної роботи. Автореферат як за структурою, так і змістом відповідає основним положенням дисертаційної роботи.

Загальна оцінка роботи є **позитивною**.

Проте необхідно відзначити наступні недоліки дисертаційної роботи:

1. В розділі 2 необхідно навести опис усіх фармакопейних методик, за якими здійснювалися фітохімічні дослідження, а не лише посилання на них.
2. У розділі 3 описані загальновідомі доктрини, щодо встановлення рівноваги та рушійної сили процесу екстрагування, які можна було б опустити.
3. В четвертому розділі для порівняння кінетики процесу при екстрагуванні сировини з дикорослого виду та вирощеного в умовах *in vitro*, можна було б показати кінетичні криві на одному графіку для наочності одержаних результатів.
4. В розділі 5 для порівняльного аналізу доцільно навести числові значення виходів екстрактивних речовин при використанні різних екстрагентів.
5. В тексті роботи наявні деякі граматичні помилки.

Наведені зауваження не є суттєвими і не впливають на загальну позитивну оцінку роботи, її наукової та практичної цінності. В цілому робота справляє гарне враження, компактна, написана добротною науковою мовою.

На основі вищевикладеного можна зробити висновок, що дисертаційна робота **Кривавич Анни Сергіївни** «Екстрагування біологічно активних речовин з біомаси *Gladiolus imbricatus* культивованої в умовах *in vitro*» є завершеною науково-дослідною працею і за обсягом викладених досліджень та своєю

актуальністю, ступенем обґрунтованості наукових положень, новизною одержаних результатів, теоретичним і практичним значенням, висновками повністю відповідає вимогам щодо кандидатських дисертацій, а її автор, **Крвавич Анна Сергіївна**, заслуговує присвоєння наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор,
в.о. завідувача кафедри інтегрованих
технологій, процесів та апаратів
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»

В.Є. Вєдь

Підпис В.Є. Вєдь засвідчую:

Учений секретар
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»



Ю.І. Зайцев