ВІДГУК

офіційного опонента
доцента кафедри обладнання харчових технологій
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя,
кандидата технічних наук, доцента **КРАВЦЯ Олега Ігоровича**
на дисертацію **ДРАЧУКА Ігоря Олеговича**
а тему: **«Удосконалення процесу ультразвукової кавітаційної стабілізації рослинного напою з насіння конопель»**,
подану до захисту на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 181 «Харчові технології»
галузі знань 18 «Виробництво та технології»

Актуальність теми дисертації. Тема дисертації присвячена удосконаленню процесу ультразвукової кавітаційної стабілізації рослинного напою з насіння конопель, є актуальною як з наукової, так і з прикладної точки зору. У сучасних умовах зростання попиту на рослинні аналоги молока особливого значення набувають технології інтенсифікації процесу диспергування, що дозволяють забезпечити стійкість емульсій без використання стабілізаторів та емульгаторів. Насіння технічних конопель є цінною сировиною для харчової індустрії завдяки унікальному вмісту та співвідношенню складових компонентів. Проте головною технологічною проблемою при отриманні емульсійних систем з насіння конопель залишається їхня схильність до агрегації та седиментації дисперсної фази. Одним із перспективних напрямів вирішення зазначених завдань є використання ультразвукової кавітаційної обробки. Підприємства зацікавлені у впровадженні інноваційних методів фізичного впливу на емульсійну систему для максимального використання внутрішнього ресурсного потенціалу сировини. Таким чином, тема дисертації є своєчасною, науково обґрунтованою та практично значущою, а її результати мають перспективи широкого впровадження у виробництво.

Наукова новизна отриманих результатів. Наукова новизна дисертації полягає у подальшому розвитку науково-методичних підходів щодо дослідження та вдосконалення процесів стабілізації рослинних напоїв за використання ультразвукової кавітаційної обробки. До найбільш вагомих результатів, що характеризують наукову новизну роботи, слід віднести те, що автором вперше обґрунтовано фізичну модель стабілізації емульсії на основі насіння конопель, яка базується на синергії процесів тонкого диспергування ліпідної фракції та механохімічної активації білкових компонентів під дією кавітації.

Науково цінним є також одержання емпіричних математичних моделей процесу ультразвукової стабілізації у вигляді рівнянь регресій. Вони дозволяють встановити вплив технологічних параметрів на показники фізичної стабільності та хімічної безпеки жирової фази емульсійної системи.

Подальшого розвитку набуло застосування положень розширеної теорії ДЛФО та закону Стокса для опису агрегативної та кінетичної стійкості рослинних емульсій. При цьому теоретичні підходи були успішно адаптовані до реальних інженерних умов.

Отримані результати свідчать про належний науковий рівень дисертаційного дослідження та його самостійність.

Практичне значення отриманих результатів. Практичне значення дисертації полягає у створенні інженерно обґрунтованих рішень щодо режимів ультразвукового оброблення для забезпечення високої якості готового продукту. Автором запропоновано раціональні параметри кавітаційної обробки: інтенсивність 85–95 %, питома енергія 450–500 кДж/кг, температура до 40 °С. Саме за таких умов забезпечено необхідне диспергування жирової фази до середнього діаметра 250–350 нм та забезпечується агрегативна стійкість напою.

Практичне значення має оптимізація рецептурного складу напою на основі ядра насіння конопель сорту Глесія із використанням гідромодуля 1:8. Такий підхід забезпечує баланс органолептичних властивостей та наближає харчову цінність дисперсної системи до показників коров'ячого молока жирністю 3,2 %.

Одержані науково-практичні результати та розроблені алгоритми прогнозування стабільності емульсійних систем впроваджено в освітній процес кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України, а також успішно апробовано в умовах промислового підприємства ТОВ «Брусилівський маслозавод».

Оцінка змісту роботи та повноти викладення результатів дисертації в опублікованих працях. Зміст дисертації є логічно структурованим, послідовним і повною мірою відповідає заявленій темі, меті та поставленим завданням дослідження. Робота складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 186 найменувань та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 196 сторінок.

Структура дисертації демонструє системний та послідовний підхід до вирішення поставленого науково-практичного завдання – від аналізу сучасного стану виробництва рослинних напоїв й постановки завдань до побудови узагальненої фізичної моделі, проведення фізико-математичного моделювання, експериментальної перевірки результатів та формування практичних рекомендацій щодо ультразвукової стабілізації рослинного напою. У роботі розглянуто теоретичні основи морфологічної трансформації конопляної емульсії під дією кавітації, особливості механохімічної активації білка едестину, вплив параметрів обробки на структуру дисперсної системи, а також питання хімічної безпеки збереження поліненасичених жирних кислот.

Практична частина дисертації містить технічні рекомендації щодо вибору раціональних режимів ультразвукової системи, оптимізації гідромодуля для екстракції та контролю показника окиснення.

Основні положення та результати дисертації пройшли належну апробацію. Зокрема, результати досліджень доповідалися та обговорювалися на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях. Повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях є достатньою та відповідає чинним вимогам. Основні наукові здобутки автора відображено у 9 публікаціях, з яких 5 статей у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України, 4 тези наукових доповідей.

Публікації охоплюють ключові аспекти виконаного дослідження, зокрема: теоретичні аспекти енергетичної складової ультразвукового диспергування, фізичні моделі формування стабільної харчової матриці, дослідження впливу гідромодуля на нутрієнтний склад екстракту та моделювання седиментаційної стабільності. Це дає підстави стверджувати, що результати дисертації належним чином апробовані та достатньо повно висвітлені у наукових працях автора.

Загалом зміст дисертації характеризується науковою цілісністю, належною глибиною опрацювання тематики та прикладним спрямованням, а рівень публікаційної активності здобувача відповідає нормативним вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Зауваження та дискусійні питання. Поряд із загальною позитивною оцінкою дисертації слід відзначити окремі зауваження та дискусійні аспекти, які не впливають на загальну наукову цінність результатів:

1. Позитивно оцінюючи аналітичний огляд першого розділу щодо сучасного стану виробництва рослинних напоїв, варто зазначити, що робота значно виграла б, якби здобувач навів більш розгорнуте порівняння показників енергоефективності ультразвукового диспергування з традиційними механічними методами гомогенізації.

2. При описі механізмів дестабілізації жирових емульсій (рис. 1.8) автор спирається на закон Стокса. Однак, слід зауважити, що цей закон є справедливим переважно для ідеальних розбавлених систем і сферичних частинок, що не повною мірою відображає складну реологічну поведінку реальних висококонцентрованих рослинних суспензій.

3. У роботі стверджується, що седиментаційна стійкість системи зумовлена домінуванням броунівського руху. Вважаю доцільним, щоб під час захисту дисертант пояснив наскільки це твердження є коректним і фізично обґрунтованим саме для крапель дисперсної фази розміром 350 нм.

4. У четвертому розділі здобувач обґрунтовує необхідність температурного контролю для запобігання автоокисненню жирних кислот. Водночас у роботі відсутній опис інженерно-

технічних рішень чи конструктивного виконання обладнання, яке б забезпечило відведення надлишкового тепла у промислових масштабах при заявленій питомій енергії процесу.

5. Аналізуючи результати підрозділу 4.3.2, де встановлено нелінійний характер функцій відгуку для показників фізичної стабільності та хімічної безпеки, автору варто було б більш детально розкрити фізичну сутність та механізми, які зумовлюють саме таку закономірність.

6. У тексті дисертації трапляються окремі стилістичні та редакційні неточності.

Зазначені аспекти мають переважно дискусійний характер і не зменшують загальної наукової та практичної значущості дисертації.

Загальний висновок. Дисертація тему: «Удосконалення процесу ультразвукової кавітаційної стабілізації рослинного напою з насіння конопель» є самостійною, завершеною кваліфікаційною науковою працею, не порушує принципів академічної доброчесності.

Результати дисертаційного дослідження засвідчили вирішення поставлених завдань, а сформульовані наукові положення мають наукову новизну, теоретичну цінність і практичну значущість. У дисертації вирішено науково-прикладне завдання забезпечення кінетичної стійкості рослинного напою з насіння конопель шляхом розроблення технології ультразвукової кавітаційної обробки, яка дозволяє стабілізувати емульсію за рахунок інтенсивного диспергування жирової фази та механохімічної активації білка едестину без застосування сторонніх емульгаторів і стабілізаторів.

Відмічені недоліки і зауваження не знижують цінність, науковий та практичний рівень роботи.

Загалом, дисертація та висвітлені в ній результати дослідження відповідають спеціальності 181 «Харчові технології» та вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року, а її автор Драчук Ігор Олегович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 181 «Харчові технології» галузі знань 18 «Виробництво та технології».

Офіційний опонент доцент кафедри обладнання харчових технологій Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, кандидат технічних наук, доцент Олег КРАВЕЦЬ