

РЕЦЕНЗІЯ

завідувача кафедри стандартизації та сертифікації сільськогосподарської продукції
Національного університету біоресурсів і природокористування України,
кандидата технічних наук, доцента **ТОЛОК Галини Арсенівни**
на дисертацію **ДРАЧУКА Ігоря Олеговича**
на тему: «**Удосконалення процесу ультразвукової кавітаційної стабілізації
рослинного напою з насіння конопель**»,
подану на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 181 «Харчові технології»
галузі знань 18 «Виробництво та технології»

Актуальність обраної теми. Сьогодні на світовому продовольчому ринку спостерігається підвищений попит до рослинних аналогів молока, що є закономірним наслідком глобального скорочення споживання продуктів тваринного походження. Особлива увага науковців і виробників зосереджена на розробленні натуральних продуктів. У цьому аспекті луцке насіння українських технічних конопель сорту «Глесія» є цінною сировиною з унікальним білково-ліпідним профілем. Ключовим технологічним викликом у виробництві таких емульсійних продуктів є кінетична нестабільність дисперсної фази, яка призводить до седиментації та агрегації. Щоб уникнути використання традиційних екзогенних стабілізаторів, дане дисертаційне дослідження пропонує інноваційне рішення – обробку системи методом ультразвукової кавітації. Такий вплив дозволяє досягти стабільності готового продукту шляхом використання внутрішніх резервів рослинної сировини.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертацію виконано у Національному університеті біоресурсів і природо-користування України в межах наукової тематики, пов'язаної з обґрунтуванням технологій харчових продуктів і розробленням підходів до формування раціонів харчування для військовослужбовців. Зокрема, робота пов'язана з темою «Наукове обґрунтування створення комплексу технологій харчових продуктів та методів проектування раціонів харчування для військовослужбовців» (номер державної реєстрації 0123U101493).

Особистий внесок здобувача полягає у науковому обґрунтуванні та експериментальній перевірці технологічних режимів отримання стабільного рослинного напою з ядра насіння конопель, а також у встановленні взаємозв'язку між параметрами ультразвукового впливу, дисперсністю жирової фази, стійкістю емульсії та якісними характеристиками готового продукту.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій. Дисертація відзначається системним підходом, що поєднує чотири логічно взаємопов'язані етапи теоретичних та експериментальних досліджень конопляної емульсії як складної багатофазної системи. Достовірність результатів забезпечена коректним використанням сучасного математичного моделювання, зокрема ґрунтовним дослідженням динаміки

в системі «акустичний апарат – кавітаційна бульбашка» та процесів взаємодії кавітаційних бульбашок із краплями ліпідної фази. Для теоретичного обґрунтування агрегативної стійкості напою та його седиментаційної стабільності автором застосовано розширену теорію ДЛФО та закон Стокса. Крім того, кваліметричну оцінку сенсорних властивостей екстракту виконано з використанням узагальненої функції бажаності Харрінгтона.

Наукова новизна одержаних результатів. Наукова новизна дисертації полягає у розробленні та обґрунтуванні комплексної фізичної моделі стабілізації рослинних напоїв на основі насіння конопель. Вперше доведено, що агрегативна та кінетична стійкість емульсії досягається завдяки синергетичному поєднанню інтенсивного диспергування жирової фази (до досягнення оптимальних розмірів у діапазоні 250–350 нм) та структурної модифікації білка едестину безпосередньо під дією ультразвуку. Енергія кавітаційного поля зумовлює розгортання молекул едестину, вивільнення сульфгідрильних груп та утворення міжмолекулярних дисульфідних містків, що у підсумку призводить до формування суцільної міцної в'язко-пружної оболонки навколо жирових крапель. Також здобувачем вперше отримано емпіричні математичні моделі у вигляді рівнянь квадратичної регресії, які адекватно описують закономірності зміни функцій відгуку для показників фізичної стабільності та хімічної безпеки залежно від взаємодії параметрів кавітаційного впливу.

Практичне значення одержаних результатів. Практична цінність виконаної роботи полягає у встановленні раціональних режимів функціонування ультразвукової системи: потужність – 85–95 %, питома енергія – 450–500 кДж/кг, температура – 40 °С. Саме такі параметри забезпечують отримання стабільного гомогенного напою та ефективно запобігають ініціюванню ланцюгових реакцій автоокиснення поліненасичених жирних кислот, показник загального окиснення не вище 6,5 ум. од. Водночас доведено, що перевищення температурного режиму понад 45–50 °С ініціює накопичення продуктів окиснення понад 9–10 ум. од., що підтверджує необхідність жорсткого температурного контролю. Рецептний склад напою оптимізовано за гідромодуля 1:8, що забезпечує баланс сенсорних властивостей та наближає харчову цінність дисперсної системи до показників коров'ячого молока жирністю 3,2 %. Результати досліджень впроваджено в освітній процес та апробовано в умовах промислового виробництва на ТОВ «Брусилівський маслозавод».

Повнота викладених матеріалів у публікаціях. Основні положення дисертації достатньо повно висвітлено у 9 наукових працях, з яких 5 статей у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України, 4 тези наукових доповідей.

Тематика публікацій відповідає змісту дисертації, а наведені в них результати репрезентують основні етапи виконаного дослідження: від обґрунтування вибору сировини та технологічного підходу до аналізу стабільності, якості та практичного значення розробленого продукту.

Відсутність порушення академічної доброчесності. Робота є самостійним науковим дослідженням. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів супроводжується відповідними посиланнями на джерела. Порушень академічної доброчесності не виявлено.

Оцінка мови та стилю дисертації. Дисертація написана українською мовою, має змістовну цілісність, послідовність та завершеність. Текстове подання матеріалу відповідає стилю науково-дослідної літератури.

Аналіз структури і змісту роботи. Дисертація логічно структурована і складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків.

У першому розділі наведено аналітичний огляд сировинної бази, біологічної цінності та технологічних аспектів виробництва емульсійних систем, що дозволило автору обґрунтувати перспективність використання насіння конопель сорту Глесія як основного інгредієнта.

Другий розділ розкриває загальну методологію досліджень, визначає об'єкт та предмет наукового дослідження, а також містить опис теоретичних й експериментальних методів вивчення процесів формування систем та їх апаратне оформлення.

Третій розділ присвячено комплексним теоретичним дослідженням та містить розроблення алгоритму забезпечення кінетичної стабільності. У ньому виконано математичне моделювання взаємодії кавітаційної бульбашки з жировою кулькою та наведено фізико-математичне обґрунтування оптимального розміру крапель на основі багатофакторної оптимізації.

Четвертий розділ містить результати експериментальних досліджень впливу рецептурних і технологічних параметрів на якість напою. Експериментально доведено, що за використання ультразвукової кавітаційної обробки досягається стійкість системи на рівні 95–97 %.

Зауваження і побажання щодо дисертації. Водночас із позитивною характеристикою роботи є окремі аспекти, на які хотілося б звернути увагу автора:

1. У дисертації наведено результати, отримані з використанням ультразвукового обладнання. Автору варто було б уточнити: чи був експериментальний стенд розроблений або модернізований спеціально для завдань даного дослідження? Якщо так, поясніть, у чому саме полягають конструктивні особливості щодо обробки харчових дисперсних систем.

2. Розглядаючи лущене насіння промислових конопель як перспективну сировину, у роботі дещо лаконічно висвітлено питання наявності антипоживних компонентів. Здобувачеві доцільно розкрити питання, які саме антиаліментарні фактори можуть бути присутніми у даній сировині.

3. При плануванні багатофакторного експерименту викликає інтерес вибір цільових функцій. Прошу обґрунтувати, чому як один із критеріїв було обрано показник ТОТОХ (загальний рівень окислення ліпідів), а не, наприклад, показники кількісних чи якісних змін білкової фракції, які також відіграють фундаментальну роль у стабілізації рослинного напою.

4. Зважаючи на інноваційність запропонованого продукту, дискусійним залишається питання його стандартизації. Уточнення потребує інформація про те, якими саме чинними нормативно-правовими документами регламентується виробництво аналогів рослинного молока в Україні, та яким чином розроблені фізико-хімічні й сенсорні показники якості відповідають вимогам.

5. Здобувачу доцільно пояснити, чому товщина білкової оболонки на межі розподілу фаз розглядалася виключно в аспекті теоретичних розрахунків і не була верифікована експериментальним шляхом?

6. Доцільно було б більш розлого пояснити, чим зумовлений вибір саме методу Бокса-Уілсона для проведення багатофакторного експерименту, та які конкретні переваги він забезпечив для дослідження цього процесу.

7. Потребує уточнення, які саме фізичні явища, що супроводжують акустичну кавітацію, виступають головними чинниками диспергування жирової фази, і від яких параметрів системи найбільше залежить інтенсивність їхньої дії?

Загальний висновок. Дисертація на 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.

Дисертація відповідає вимогам наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» та Постанови Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року «Про затвердження порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», а її автор Драчук Ігор Олегович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 181 «Харчові технології» галузі знань 18 «Виробництво та технології».

Рецензент завідувач кафедри стандартизації та сертифікації сільсько-господарської продукції Національного університету біоресурсів і природокористування України, кандидат технічних наук, доцент Галина ТОЛОК