

Спеціалізованій вченій раді
ДФ 26.055.065

Державного торговельно-
економічного університету,

02156, м. Київ, вул. Кіото, 19

ВІДГУК

офіційного опонента, кандидата технічних наук, доцента, завідувача кафедри технології хлібопродуктів і кондитерських виробів Державного біотехнологічного університету **Гавриш Тетяни Володимирівни** на дисертаційну роботу **Краєвської Світлани Петрівни** на тему: **«Технологія житньо-пшеничного хліба з пророщеним насінням льону»**,

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 18 «Виробництво та технології» за спеціальністю 181 «Харчові технології»

На розгляд подано дисертаційну роботу, яка складається з анотації, вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел, що включає 226 найменувань, у тому числі 65 закордонних, 7 додатків. Повний обсяг дисертації складає 187 сторінки основного тексту, містить 52 таблиці і 28 рисунків.

Актуальність теми дисертації

Поліпшення якості, харчової цінності та розширення асортименту хлібобулочних виробів стають основним завданням для сучасної хлібопекарської промисловості, оскільки хліб та хлібобулочні вироби є неодмінною складовою щоденного раціону харчування. Проте аналіз показує, що багато хлібобулочних виробів не містять достатньо нутрієнтів, таких як амінокислоти, харчові волокна, вітаміни і мінерали.

Розвиток технологій, спрямованих на покращення якості хліба, є актуальним завданням. Використання продуктів переробки насіння льону може стати ключовим рішенням для розширення асортименту хлібобулочних виробів з покращеними властивостями, оскільки лляне

насіння містить багато корисних речовин та має поліпшені функціонально-технологічні властивості.

Ляне насіння багате на омега-3 жирні кислоти, лігнани, які мають антиоксидантні властивості, а також клітковину, що сприяє нормалізації роботи травної системи. Додавання продуктів з льону до рецептури хлібобулочних виробів дозволяє збагатити їхній склад важливими нутрієнтами, зокрема альфа-ліноленовою кислотою, яка є важливою для підтримання серцево-судинної системи.

Впровадження інноваційних технологій на основі використання льону може стати ефективним шляхом для задоволення потреб сучасних споживачів, які все більше орієнтуються на здорове харчування.

Слід зазначити, що обсяг досліджень щодо застосування насіння льону у житньо-пшеничному асортименті хлібобулочних виробів є недостатнім.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконана згідно з планами наукових досліджень у рамках держбюджетної і бюджетної тематики науково-дослідної роботи Національного університету харчових технологій ДР № 0118U003778 «Створення функціональних харчових продуктів оздоровчого та профілактичного призначення» та продовжено відповідно до теми Державного торговельно-економічного університету ДР №0119U100296 «Інноваційні технології харчових продуктів спеціального призначення».

Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Наукові положення, висновки та рекомендації, що містяться в дисертації і винесені на захист, мають достатній ступінь обґрунтованості, а саме ґрунтуються на результатах аналітичного огляду літератури, експериментах, виконаних з застосуванням математичного моделювання, що свідчить про достовірність одержаних наукових даних, сучасних інструментальних методів досліджень тощо.

Висновки, що сформульовані в дисертації автором на кожному етапі експериментальних досліджень, основні положення і загальні висновки цілком обґрунтовані, відповідають поставленій меті та задачам досліджень.

Обґрунтованість наукових висновків підтверджується апробацією роботи на конференціях, в наукових працях та виробничих випробуваннях.

Новизна наукових положень, отриманих у дисертації

Наукова новизна притаманна всім розділам дисертаційної роботи.

В якості нових наукових результатів можна визначити наступне:

- автором встановлено, що при біоактивації насіння льону сорту «Вручий» із заданою вологістю насінневої маси 63...65%, за визначених параметрів (температура +25...+30 °С, тривалість пророщування 48...72 год) відбувається максимальне накопичення вітамінів С та Е (γ-токоферолу), незамінних 23 амінокислот з вищим показником DIAAS;
- шляхом багатофакторного експерименту визначено, що максимальна підйомна сила дріжджів на фазі їх активації забезпечується за встановлених параметрів (вміст ПНЛ 10% до маси борошна, температура 28±2 °С, тривалість 45±5 хв.);
- автором визначено, що сумісне використання пророщеного насіння льону в кількості 25 % до маси борошна та закваски-підкислювача Uniferm Ferment Sauer зумовлює інтенсифікацію процесів бродіння тіста та задані властивості готового виробу;
- розширилися уявлення щодо закономірностей формування структурно-механічних властивостей житньо-пшеничного тіста за участю біоактивованого насіння льону, що призвело до формування комплексу показників якості готових виробів з підвищеною поживною цінністю;
- удосконалено принципи технології виробництва житньо-пшеничного хліба з використанням пророщеного насіння льону, що базуються на інтенсифікації процесів бродіння, сприяють підвищенню якості та корисності отриманих продуктів. Ці покращення відображають значний прогрес у сфері розуміння та застосування сучасних хлібопекарських технологій для отримання продуктів з підвищеною харчовою цінністю.

Наукову новизну викладених положень підтверджено патентом України на винахід UA 119415 «Спосіб отримання біологічно активних продуктів».

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробці та затвердженні рецептури та технологічної інструкції на житньо-пшеничний хліб «Здравиця». Також розроблено нормативно-технічну документацію на виробництво житньо-пшеничного хліба з пророщеним насінням льону «Здравиця» – ТУ У 10.7- 3233617141-001:2023. Суттєвою складовою є висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи від 1.09.2023 за №12.2-18-2/11982.

Важливе значення в роботі має апробація наукових досліджень в умовах виробництва ТОВ «Мурованокуриловецький хлібозавод», у харчовій лабораторії Київського професійного технологічного коледжу та вироблено дослідну партію на ТОВ «Пекарня Піщанська».

Повнота викладення основних результатів дисертації

За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 25 наукових праць: 12 статей у фахових виданнях і збірниках наукових праць України та іноземних виданнях, статей, що індексуються в наукометричній базі Scopus – 1, Web of Science – 1.

Результати дисертації пройшли належну апробацію на наукових конференціях різних рівнів в Україні та закордоном і відображені у 12 тезах доповідей та матеріалів конференцій.

Також мається один патенти України на винахід.

Опубліковані праці достатньою мірою охоплюють обсяг проведених досліджень.

Характеристика основних результатів роботи

Дисертаційна робота за структурою відповідає вимогам до кандидатських дисертацій та складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

Дисертація Краєвської Світлани має змістовну цілісність, послідовність та завершеність. Матеріал подано логічно та зрозуміло, відповідає науковому стилю літератури.

Анотація містить короткий опис проблематики та мету роботи. Також висвітлено наукову новизну та основні результати роботи, наведено ключові слова.

У першому розділі **«ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ ЛЬОНУ В ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ»** проведено огляд наукових підходів щодо створення харчових продуктів з підвищеною харчовою та біологічною цінністю. Підкреслено актуальність цієї проблематики в контексті зростаючого інтересу споживачів до здорового способу життя та програм ООН щодо поліпшення раціону харчування. Досліджено вплив збагачення харчових продуктів на вміст необхідних поживних речовин, зазначено наукові методи та принципи застосування цього підходу. Підкреслено важливість вибору джерел функціональних інгредієнтів та їх вплив на організм людини. Зазначено, що збагачення продуктів може бути досягнуте як шляхом введення природних харчових компонентів, так і за допомогою дієтичних добавок.

Основна увага зосереджена на цінності насіння льону як дієтичного продукту. Описано його харчову цінність, вміст жирів, вітамінів та мінералів, а також корисні властивості, такі як антиоксидантна, протизапальна, заспокійлива тощо. Показано, що вживання насіння льону може позитивно впливати на різні функції організму, знижуючи ризик виникнення захворювань серця, а також сприяючи зменшенню стресу.

Особливий акцент зроблено на перспективах використання насіння льону в хлібобулочних виробках та пророщуванні як процесу біоактивації насіння льону для використання його у подальшому в технологіях житньо-пшеничного хліба.

У другому розділі **«ОБ'ЄКТИ, ПРЕДМЕТИ, МЕТОДИ І МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕННЯ»** представлено програму теоретичних і експериментальних робіт. Визначено об'єкт та предмети досліджень, наведено характеристику сировини, використаної в роботі, надано стислий виклад методів досліджень.

Наведено стандартні, загальноприйняті органолептичні, хімічні, аналітичні, фізико-хімічні, мікробіологічні методи, методи планування експерименту та математичної обробки експериментальних даних.

У третьому розділі **«ЗМІНА ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАСІННЯ ЛЬОНУ В ПРОЦЕСІ ЙОГО ПРОРОЩУВАННЯ»** проведено дослідження щодо хімічного складу насіння льону різних сортів "Вручий", "Блакитно-помаранчевий", "Оригінал" та "Евріка", встановлено їх схожість. На основі наукових досліджень сорт "Вручий" визначено за більш стійкий до зберігання, що підтверджується його найменшим збільшенням перекисного числа олії під час зберігання. Тому автор рекомендує використовувати насіння саме цього сорту для подальших досліджень.

Автором проведено дослідження зміни хімічного складу насіння льону в процесі пророщування, де рекомендована схема та режими пророщування.

Експериментальними дослідженнями встановлено у насінні льону підвищення вмісту амінокислот та вітамінів С в 11...13,3 рази, Е – 4,2...5,8 рази у процесі пророщування, особливо у сорті «Вручий».

Приділено увагу жирнокислотному складу олії насіння льону під час пророщування. Встановлено, зменшення у сорті «Вручий» вмісту лінолевої, ліноленової та олеїнової жирних кислот на 2,14 %, 6,17 % та 3,38 % відповідно від загального вмісту жирних кислот та збільшення кількості пальмітинової, стеаринової та пальмітолеїнової на 5,61 %, 4,41 % та 0,13 % відповідно.

Автором проведено оптимізацію технологічного процесу отримання біоактивованого насіння льону, де було встановлено параметри процесу пророщування, які складають: температура від +20 до +30 °С, відносна вологість навколишнього середовища 95%; та температура +22...+32 °С, вологість навколишнього середовища до 70%, що забезпечує енергію проростання насіння льону 90...100 %.

У четвертому розділі **«ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ЖИТНЬО-ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА З ПРОРОЩЕНИМ НАСІННЯМ ЛЬОНУ ТА ПЕРЕБІГ ОСНОВНИХ ПРОЦЕСІВ У ТІСТІ»** проведено дослідження впливу заквасок підкислювачів наявних на ринку України на якість житньо-пшеничного хліба. Встановлено, за внесення будь-якої закваски погіршення якості хліба автор пропонує у разі використання

заквасок-підкислювачів покращувати живлення дріжджів для більшого накопичення вуглекислого газу за рахунок фази активації дріжджів.

У цьому ж розділі також представлені дослідження щодо фази активації дріжджів з використанням пророщеного насіння льону. Встановлені оптимальні умови активації дріжджів за температури +30...+40 °C та тривалістю 30...65 хв. А також розроблено рецептурний склад: 3 % борошна від загальної кількості борошна в тісті, 2 % пресованих дріжджів до маси борошна в тісті, 10 % пророщеного насіння льону до маси борошна в тісті, який ґрунтується на підставі покращання підйимальної сили напівфабрикату.

Здобувачкою було удосконалено технологію виробництва житньо-пшеничного хліба, в якій пропонує додавати пророщене насіння льону, що передбачає попередню активацію дріжджів та використання спеціальної заварки з житнього борошна. Під час досліджень методом оптимізації було визначено, що оптимальна вологість тіста становить 48...49%, а час бродіння – 60...70 хвилин.

Дослідженнями на біополімери борошна пророщеного насіння льону доведено погіршення якості клейковини, а саме зниження кількості на 19,5% порівняно з контролем та набування рихлої, нееластичної структури.

Встановлено, що внесення пророщеного насіння льону подовжує тривалість утворення тіста та його стійкість (за даними фаринограм) однак, при цьому, на 5,9 % зменшується формоутримувальна здатність (за даними розпливання кульки тіста), тому автор пропонує виробляти хліб формовим для забезпечення якості продукту.

Досліджено, що застосування фази активації дріжджів з пророщеним насінням льону сприяє інтенсифікації процесів бродіння в тісті, що підтверджено збільшенням виділення вуглекислого газу та скороченням тривалості підйому кульки. Також виявлено, що внесення пророщеного насіння льону сприяє утворенню цукрів у процесі бродіння, що позитивно впливає на інтенсифікацію процесу бродіння.

У п'ятому розділі **«ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПРОРОЩЕНОГО НАСІННЯ ЛЬОНУ НА СПОЖИВЧІ ВЛАСТИВОСТІ ЖИТНЬО-ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА»** представлені результати впливу пророщеного зерна льону на органолептичні та фізико-хімічні показники якості житньо-пшеничного хліба.

З огляду на експериментальні дані хліб "Здравиця" виявився більш привабливим за органолептичними характеристиками у порівнянні з хлібом, виготовленим із суміші житньо-пшеничного борошна. Спостерігається збільшення об'єму виробів, поліпшення колориту, еластичності м'якушки та більш насиченим смаком і ароматом. Експериментальні дані підтверджують, що аромат покращується завдяки збільшенню кількості бісульфітзв'язуючих сполук після випікання та під час зберігання протягом 48 годин, що призводить до зростання ароматичних якостей у 1,3...1,7 рази порівняно з контролем.

Оскільки для житньо-пшеничного хліба при зберіганні притаманне черствіння, здобувачкою були проведені дослідження структурно-механічних властивостей за показниками пенетроменту та термогравіметричним способом за допомогою дериватографа Q-1500.

Доведено, що включення 25% пророщеного насіння льону у рецептуру житньо-пшеничного хліба призводить до подовження його ступеня свіжості. Це підтверджено кращими пружно-еластичними характеристиками м'якушки хліба та переходом "вільної" вологи в бік міцно зв'язаної вологи. Наприклад, у хлібі після 48 годин зберігання вміст зв'язаної вологи був на 18,7% вищий, ніж у контрольному зразку.

Зосереджена увага була на мікробіологічних дослідженнях. Встановлено, що присутність пророщеного насіння сприяє підвищенню кількості токоферолів у хлібі. Ці речовини призупиняють ріст мікроорганізмів, що сприяє підвищенню мікробіологічної чистоти продукту.

Спираючись на дослідження впливу пророщеного насіння льону на харчову цінність показали, що хліб "Здравиця" має більш цінний хімічний склад порівняно з контрольним зразком. Зокрема, вміст усіх мікро- та макронутрієнтів зріс, а вміст таких важливих елементів як кальцій та селен збільшився відповідно у 2 та 2,4 рази. Крім того, вітаміни групи В, а також вітаміни Е та С значно збільшилися, що сприяє підвищенню біологічної цінності хліба порівняно з контролем.

У шостому розділі **«ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ОЦІНКА ЇХ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ»** акцент був зроблений на практичне впровадження результатів дослідження з зосередженням на розробці та затвердженні нормативної документації для продукту "Хліб житньо-пшеничний з пророщеним

насінням льону", а також отриманні патенту на винахід "Спосіб отримання біологічно активних продуктів". Це свідчить про великий потенціал у застосуванні отриманих результатів у практичній діяльності.

Крім того, впровадження методики пророщування насіння льону та технології функціональних композицій отримало визнання, яке підтверджує Диплом лауреата на премію Київського міського голови за наукові досягнення. Також, ефективність використання пророщеного насіння льону у технології житньо-пшеничного хліба була успішно перевірена на практиці в різних виробничих умовах.

Основний фокус був зосереджений на розрахуванні економічного ефекту впровадження у виробництво хліба «Здравиця» з використанням 25% пророщеного насіння льону.

Зауваження щодо змісту та оформлення дисертаційної роботи

1. Бажано було б у роботі зосередити увагу на фітиновій кислоті, яка знаходиться у насінні льону у кількості 2,9% на 100 г. Фітинова кислота має властивість зв'язуватися з іонами мінералів, таких як кальцій, залізо, магній, цинк, та утворювати нерозчинні комплекси, що знижує їхню біодоступність для організму. Це може призвести до дефіциту мінералів і, зокрема, викликати остеопороз при недостатньому надходженні кальцію. Розглядаючи можливість додавання 25% насіння льону у хліб, слід звернути увагу на потенційні ризики та користь такого продукту саме для щоденного споживання. З одного боку, насіння льону збагачує хліб важливими нутрієнтами, включаючи омега-3 жирні кислоти, лігнани та клітковину, що позитивно впливають на здоров'я серцево-судинної системи та травлення. З іншого боку, висока концентрація фітинової кислоти може знижувати засвоюваність важливих мінералів.

2. Потребують пояснення наведені значення (стор. 103) під час оптимізації технологічного процесу отримання біоактивованого насіння льону, де автор вказує діапазон температур при пророщуванні від +16 °C до +30 °C, а на стор. 105 під час описання експерименту вказує максимальну температуру +34 °C, що виходить за межі значень температури під час оптимізації.

3. Не зрозуміло, чому під час активації дріжджів (стор. 113) використовували пшеничне борошно першого сорту, а не суміш житньо-

пшеничного борошна. Оскільки робота присвячена удосконаленню технології житньо-пшеничного хліба, активація дріжджів з використанням житньо-пшеничної суміші могла б відрізнитися через інший хімічний склад цієї суміші.

4. Потребує додаткового пояснення твердження про показники піднімальної сили дріжджів (табл. 4.2, стор. 114). Автор зазначає, що 13% насіння льону погіршує швидкість підйому тіста, пояснюючи це збільшенням кількості дріжджових клітин, які брунькуються, але не здійснюють бродильну активність. Однак, на стор. 121, табл. 4.5, вказано, що при концентраціях насіння льону 20%, 25% та 35% у тісті скорочується тривалість вистоювання та збільшується показник газоутворення.

5. Чим можна пояснити показник кислотності тіста у всіх дослідних зразках (стор. 121, табл. 4.5), де початкова кислотність є однаковою, а кінцева кислотність тіста з додаванням ПНЛ зменшується зі збільшенням концентрації.

6. Потребує пояснення попоказники кінцевої кислотності тіста та хліба. У тісті кінцева кислотність за додавання ПНЛ зменшується відносно початкової кислотності, а у хлібі – збільшується відносно кінцевої кислотності тіста (стор. 121 - 122, табл. 4.5).

7. На стор. 138 у технологічній схемі автор пропонує вносити ПНЛ за вологості 75%, тоді як на стор. 135 вказано діапазон вологості 63...65%.

8. Чим можна пояснити факт збільшення показника ІДК клейковини у тісті приготованому для хліба «Здравиця» водночас зі зменшенням розтяжності (стор. 141, табл. 4.12)

9. Як можна пояснити результати формоутримувальної здатності тіста під час бродіння (стор. 143, рис. 4.11), які вказують на збільшення розпливання кульки тіста за додавання ПНЛ, водночас зі збільшенням показника питомого об'єму тіста в процесі бродіння (стор. 144, рис. 4.12).

Висновок про відповідність дисертаційної роботи вимогам порядку присудження наукового ступеня

Вказані зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку наукового рівня дисертаційної роботи Краєвської Світлани Петрівни, яка носить завершальний характер, викладена на високому науковому та методичному рівні.

Дисертаційна робота за актуальністю, науковою новизною, практичною значимістю, обсягом виконаних досліджень, змістом, комплексним вирішенням поставлених задач, ступенем обґрунтованості висновків та рекомендацій, їх достовірністю та повнотою викладення у фахових виданнях відповідає вимогам наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», вимогам Постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (із змінами, внесеними згідно Постанови Кабінету Міністрів України №341 від 21.03.2022 р.), а її автор, Краєвська Світлана Петрівна, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 181 «Харчові технології».

Офіційний опонент:

завідувач кафедри технології
хлібопродуктів
і кондитерських виробів
Державного біотехнологічного
університету
кандидат технічних наук,
доцент



ГАВРИШ Т.В.

Підпис Гавриш Т.В.
ЗАСВІДЧУЮ
Копія з відділу дисертацій ДБТУ
Д. Гончарова 6/11