

**ВІДГУК**  
офіційного опонента  
на дисертаційну роботу **ЦЮ СЯОДЗИНЬ**  
на тему: «Дослідження та розробка технології виробництва Йогурта,  
збагаченого зерновим  $\beta$  - глюканом»  
поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
за спеціальністю 181 «Харчові технології», галузь знань 18 "Виробництво та  
технології"

**Актуальність теми дисертації та її зв'язок з державними і галузевими  
програмами**

Представлена до захисту дисертаційна робота Цю Сяодзинь присвячена розробленню удосконаленої промислової технології виробництва йогурту із функціональними властивостями за рахунок додавання харчових волокон.

Актуальним питанням є створення кисломолочних продуктів із функціональними властивостями, які містять всі життєво необхідні для організму нутрієнти та мають підвищену здатність до зберігання без додавання консервантів.

Серед широкого асортименту кисломолочних продуктів виділяється Йогурт, що користується популярністю у населення України, Європейської спільноти та США.

Йогурти містять всі необхідні для функціонування організму речовини біологічно-активні компоненти, крім баластних речовин (харчових волокон). Введення до складу йогуртів харчових волокон значно підвищує їхню харчову цінність та надає їм функціональних властивостей.

Продукти, що містять баластні речовини, повинні включатися до щоденного харчового раціону та можуть використовуватися у лікувально-профілактичному харчуванні.

В якості джерела харчових волокон дисертанткою було запропоновано використання вівсяного  $\beta$ -глюкану. Цей напрямок досліджень є актуальним з наукової і практичної точки зору, має перспективи застосування у молочній галузі харчової промисловості.

У зв'язку з цим, створення нових ефективних технологій Йогурту функціонального призначення на промисловій є важливим і своєчасним напрямом наукової роботи дисертантки.

Дисертаційна робота Цю Сяодзинь відповідає сучасним напрямам розвитку науки і технологій та пов'язана з важливими науково-дослідними темами Сумського національного аграрного університету, за тематикою держбюджетних досліджень кафедри технологій та безпечності харчових продуктів 0119U101237 «Інноваційні технологічні рішення у виробництві харчової продукції».

## **Наукова новизна, теоретичне значення результатів дисертаційних досліджень**

В роботі Цю Сяодзинь представлено нові наукові-технологічні результати щодо впливу доданого 0,3% вівсяного  $\beta$ -глюкану у Йогурт на перетравлення протеїну за допомогою шлунково-кишкової моделі *in vitro*.

Встановлено, що при вживанні для контрольного зразка йогурту без харчової добавки під час фази травлення в шлунку кількість розчинних білків і пептидів зростає до 25% і до 40% для дослідного Йогурту, із введенням до його складу  $\beta$ -глюкану. Вівсяний  $\beta$ -глюкан має здатність утримувати вологу, що дозволяє підтримувати оптимальну в'язкість продукту, текстуру та його кислотність протягом всього терміну зберігання (21 добу).

Збагачення Йогурту  $\beta$ -глюканом позитивно впливає на вміст живих пробіотичних бактерій у продукті протягом 14-21 доби зберігання. Присутність пробіотичних мікроорганізмів у дослідній партії Йогурту протягом всього терміну зберігання, надає йому функціональних властивостей. Встановлено також, що під впливом раціональної кількості (0,3%) вище вказаної харчової добавки, в дослідній партії Йогурту відбувається покращення його органолептичних, фізико-хімічних та текстурних показників.

**Метою дисертаційної роботи** є дослідження та розробка технології виробництва Йогурту, збагаченого зерновим  $\beta$ -глюканом.

У дисертаційній роботі досліджено та встановлено позитивний вплив  $\beta$ -глюкану на органолептичні, фізико-хімічні та реологічні властивості продукту. А також підвищення здатності дослідних партій Йогурту до перетравлення та до зберігання. Медико-біологічними методами дослідження підтверджено лікувально-профілактичні властивості продукту.

## **Практичне значення одержаних результатів**

Розроблено удосконалену промислову технологію виробництва дослідних партій Йогурту, збагачених раціональною дозою вівсяного  $\beta$ -глюкану, у кількості 0,3%, лікувально-профілактичного призначення, зі скороченою тривалістю ферментування на 1,5 години, порівняно з контролем.

На двох заводах, розташованих у Китаї (You Dian Ai (Chuzhou) Health Technology Co. LTD; Tianjin Huaming Dairy Co. LTD), було здійснено виробництво Йогурту за, розробленою Цю Сяодзинь, новітньою технологією.

## **Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій**

Достовірність одержаних результатів не викликає сумніву, оскільки у роботі використано сучасні експериментальні і теоретичні методи:

Дисертацію можна вважати закінченим дослідженням, виконаним на належному науковому рівні і спрямованим на вирішення актуальної проблеми. Її результати добре апробовані-вони були представлені на 5 міжнародних й вітчизняних конференціях.

### **Повнота викладу основних результатів дисертації у наукових фахових виданнях**

**Публікації.** Результати дисертації відображені у 13 друкованих працях, у тому числі, 4 статтях у фахових виданнях України, у 3 іноземних виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз даних та 5 тез доповідей на наукових, науково-практичних та міжнародних конференціях.

**Апробація результатів дисертації.** Результати дисертаційного дослідження представлені на: the 11th International Student and Graduate Scientific Conference on Food Production Equipment and Technology (Belarus, Mogilev, April 18-19, 2019); the II International Scientific and Practical Internet Conference on (DNIPRO - OPOLE, December 1-2, 2021); The 9th China dairy science and technology conference, Collection of abstracts of reports (Hohhot city, Inner Mongolia, July 22-24, 2021).

Отже, опубліковані матеріали дисертації Цю Сяодзинь достатньо ілюструють обсяг й зміст досліджень.

**Структура, зміст та оформлення дисертації.** Робота побудована за чинною стандартною схемою і містить: вступ, огляд джерел наукової літератури, матеріали й методи проведених досліджень, результати роботи із обговоренням, заключення, висновки, список використаних автором джерел наукової літератури (186 посилань). Робота викладена на 159 сторінках та проілюстрована 45 рисунками та 13 таблицями.

**У вступі обґрунтовано** актуальність теми дисертації, відображено її зв'язок з науковими програмами і темами, визначено та обґрунтовано мету та задачі дослідження, об'єкт, предмет та основні методи, вказано новизну і практичне значення одержаних результатів роботи, визначено особистий внесок здобувача у проведених дослідженнях, апробацію результатів та наведено публікації за темою дисертаційної роботи, структуру та обсяг роботи.

**У першому розділі** проаналізовано та узагальнено дані науково-технічної літератури щодо впливу вівсяного  $\beta$ -глюкану на властивості кисломолочних напоїв, джерела харчових волокон, прийнятні для використання у виробництві харчових продуктів. Показано, що вівсяний  $\beta$ -глюкан є перспективною сировиною для виробництва Йогуртів з функціональними властивостями.

**У другому розділі** розроблено загальну програму наукових досліджень, у якій відображено основні напрямки дисертаційної роботи, наведено матеріали та

предмет досліджень. У розділі описані методи та вказано обладнання, яке було використано при проведенні експериментальних досліджень. Експериментальна частина роботи проведена в лабораторних умовах на кафедрі технологій та безпечності харчових продуктів Сумського національного аграрного університету та в лабораторіях Шкіл харчових наук Хенанського Інституту Науки та Технології (Китай).

**Промислова апробація** розробленого продукту здійснена на базі ФІЛІЯ "Сумський молочний завод", Україна.

При дослідженні фізико-хімічних, мікробіологічних, структурно-механічних та органолептичних показників, мікроструктури і харчової та біологічної цінності були використані стандартні та загальноприйняті методи досліджень. Результати експериментів обробляли методами математичної статистики.

**У третьому розділі** досліджено вплив вівсяного  $\beta$ -глюкану на якість Йогурту, його в'язкість, сенсорні показники та фізико-хімічні властивості.

Виготовляли партії Йогурту за відомою традиційною, та за запропонованою автором дисертації, новітньою технологіями. До Йогурту дослідної партії продукту додавали вівсяний  $\beta$ -глюкан в якості функціонального інгредієнту.

Внесення харчової добавки сприяє зменшенню часу ферментації Йогурту на 1,5 години, порівняно з аналогічним показником продукту, виготовленому за традиційною технологією.

Кислотність Йогурту, збагаченого раціональною кількістю вівсяного  $\beta$ -глюкану була дещо вищою. Проте на погіршанні органолептичних показників дослідної партії Йогурту не впливала.

Додавання вівсяного  $\beta$ -глюкану незначно вплинуло на кольоровість. Були проведені дослідження мікроструктури Йогурту, збагаченого вівсяним  $\beta$ -глюканом та без нього. Встановлено, що під дією раціональної кількості харчової добавки було зруйнувало тривимірну сітчасту структуру продукту з утворенням, у дослідних партіях продукту деяких сферичних агрегатних часточок.

Додавання вівсяного  $\beta$ -глюкану до дослідних партій продукту, збільшило загальну кількість молочнокислих бактерій, проте не мало суттєвого впливу на синтез в них жирно та амінокислотного складу.

Аналіз проведений методом твердофазної мікроекстракції підтвердив, що додавання вівсяного  $\beta$ -глюкану до Йогурту, сприяло збільшенню в ньому вмісту летких кислот, що покращило його сенсорні показники.

Результати експериментів під час зберігання продукту, показали, що Йогурт з додаванням 0,3% вівсяного  $\beta$ -глюкану має кращу волого утримуючу здатність. Значення кислотності та рН досягали своїх максимальних значень на 7 добу зберігання, проте, суттєвих ( $p < 0,05$ ) змін після 7 днів зберігання, не спостерігалось.



Відзначалося, що значення в'язкості збільшувалися протягом всього періоду зберігання. Додавання до дослідних партій Йогурту раціональної (0,3%) кількості вівсяного  $\beta$ -глюкану, виявило захисну дію на пробіотичну мікрофлору. Це свідчить про наявність функціональних властивостей кисломолочного продукту, виготовленого за новітньою технологією.

Змінювалися також текстурні характеристики Йогурту, що призвело до зниження адгезивності, але посилення твердості і клейкості протягом всього періоду зберігання не спостерігалось.

Сенсорний аналіз показав, що йогурт з додаванням 0,3% вівсяного  $\beta$ -глюкану мав найвище значення прийнятності 86,49 на 14 добу зберігання.

**У четвертому розділі шляхом** змодельованого експерименту було досліджено вплив доданого 0,3% вівсяного  $\beta$ -глюкану до складу дослідного виду Йогурту, порівняно з контрольним, на процес перетравлення білка за допомогою шлунково-кишкової моделі *in vitro*. Показано, що під час травлення та після перетравлення Йогурту в шлунку, кількість розчинних білків і пептидів збільшувалася в обох (контрольних та дослідних) партіях продукту. Великі сферичні везикули утворювалися під дією доданих до зразків кисломолочного продукту ферментів як в контрольному зразку Йогурту, так і у дослідному виді продукту, збагаченому вівсяним  $\beta$ -глюканом у кількості 0,3%. Утім, дослідні види Йогурту з вмістом у його складі, раціональної кількості (0,3%) вівсяного  $\beta$ -глюкану, після перетравлення виявляли не тільки високу антиоксидантну активність, але й сприяли нейтралізації (розщепленню) холестерину.

Результати проведеного експерименту з визначення впливу Йогурту, збагаченого вівсяним  $\beta$ -глюканом, на метаболізм ліпідів крові мишей, до раціону харчування яких були включені продукти з високим вмістом жиру, підтвердили доцільність його використання у терапії ускладнень, пов'язаних із ожирінням.

**У п'ятому розділі** представлено рецептуру, харчову цінність продукту та технологічну схему виробництва Йогурту з додаванням вівсяного  $\beta$ -глюкану.

Описано процес виробництва Йогурту з вівсяним  $\beta$ -глюканом, розраховано втрати енергії та проведено енергетичний баланс в процесі його виробництва.

Норму витрат матеріалів розраховано з врахуванням виготовлення Йогурту, збагаченого вівсяним  $\beta$ -глюканом, у кількості двадцяти тон на день.

Згідно зі статистичними даними та оцінкою дослідно-промислового виробництва, перераховані соціально-економічні переваги науково-технічного розвитку та впровадження досягнень у реальне виробництво.

Зроблено висновок про те, що додавання вівсяного  $\beta$ -глюкану може ефективно підвищити функціональні характеристики ферментованого Йогурту.

Йогурт, збагачений 0,3% вівсяним  $\beta$ -глюканом, може бути інноваційним продуктом для поповнення організму споживачів молочної продукції харчовими волокнами. Крім того, довгострокове та відповідне споживання Йогуртів із вівсяним  $\beta$ -глюканом, сприятиме покращенню здоров'я споживачів, зменшить витрати на медицину та охорону здоров'я, а отже, принесе значні соціальні та економічні вигоди.

**Ключові слова:** йогурт; ферментовані напої; кисломолочні продукти; рослинна сировина; вівсяний  $\beta$ -глюкан; функціональні продукти; лікувально-профілактичне призначення; протеїни; травлення *in vitro*; антиоксидантна активність; розчинність холестерину; реологічні характеристики; в'язкість; лікувальне харчування.

### Зауваження, питання для обговорення та побажання

Загальна оцінка представленої роботи є цілком позитивною. Проте, необхідно відзначити низку питань, зауважень та рекомендацій щодо дисертації та автореферату:

На стор.19, підрозділ 1.2 «Дослідження щодо особливостей розробки кисломолочних продуктів функціонального призначення», 2 абзац, що починається словами.... **«На відміну»**, в кінці цього речення написані слова: **додано активні (лікарські) компоненти, з метою надання продукту додаткових лікувально-профілактичних властивостей.**

Вважаю, що слово **«активні»** є недоречним. Його із текста слід виключити.

В огляді літератури. Літературне джерело під номером 22 та 23 говориться про один і той же дослід, це є повторенням.

На стор. 26 в підрозділі 1.6.2 «Застосування  $\beta$ -глюкану в харчовій промисловості» літературне джерело №89 та 80, на яке посилається Цю Сяодзинь, викладано відомості про використання  $\beta$ -глюкану у виробництві різних харчових продуктів, в тому числі, у молочних продуктах. Проте, вважаю, що слід було б перерахувати конкретні види кисломолочних продуктів, в яких була використана вище вказана харчова добавка. У списку має бути і такий кисломолочний продукт, як Йогурт. Тоді в чому новизна?

На стор. 32 відсутнє посилання на літературне джерело, чи автора даних, викладених у таблиці 1 «Застосування зернового  $\beta$ -глюкану в кисломолочних продуктах».

На стор. 38. У розділі «Огляд літератури» після посилання на джерело [100] у скобках, а в його кінці написано таке речення: **За допомогою фазово-контрастного мікроскопа було виявлено, що вівсяний бета-глюкан утворює**

*агрегати з казеїнових міцел і не утворює доменів з розділеними фазами.*

У кінці цього речення замість слів «Не утворює доменів з розділеними фазами», слід записати таке речення: *«Не утворює зон з розділеними фазами».*

На сторінці 39. у «Висновках» (пункт №2) написано наступне речення: *«Зерновий  $\beta$ -глюкан є доступною сировиною з гарними фізико-хімічними властивостями, але слід дослідити його вплив на молочну сировину».*

Вище вказане речення слід записати в наступній редакції: *після слів властивостями та коми (але не на молочну сировину), а на якість йогурту.*

На сторінці 41. (Розділ 2 «Об'єкти, матеріали та методи дослідження», Підрозділ 2.1 «Об'єкт та предмети дослідження»), щодо характеристики бета-глюкану написано, *«вівсяний бета-глюкан (95% чистоти) придбаний у компанії Zhongkang Food Co. (Guangzhou, Китай).*

Вважаю, що цієї характеристики недостатньо для повного уявлення про нього. Слід пояснити, що собою уявляє вівсяний бета - глюкан: що це харчова добавка, чи це препарат, рідинної чи сухої форми? колір, смак, термін зберігання, ціна за упаковку, які позначення нанесені на етикетці, тощо.

На стор.43. Підрозділ 2.2.3 «Визначення водоутримуючої здатності (WHC)». Методика з визначення водоутримуючої здатності (WHC) є доречною. Проте, слід пояснити таке:

1. Методику з визначення водоутримуючої здатності згустків Йогурту була розроблена автором дисертації чи вже вона була розроблена раніше. У такому випадку вказати авторів розробки.

2. А головне: у методиці, слід було б навести критерії оцінки процесу синерезису за кількістю відділеної сироватки, отриманої під час відцентрової обробки наважки Йогурту.

На сторінці 59, у розділі 3.1.1 «Сенсорна оцінка йогурту з додаванням  $\beta$ -глюкану» наведена таблиця 3.1 «Сенсорна оцінка йогурту встановленого типу». Дані таблиці не зрозумілі. До змісту цієї таблиці виникає ряд питань. Це пов'язано з відсутністю викладеної методики з визначення сенсорної оцінки у вище згаданому (2.1) розділі.

На стор. 60 наведено графік на рис. 3.1 «Порівняння водоутримуючої здатності йогурту встановленого типу з різними концентраціями вівсяного

$\beta$ -глюкану (0, 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4% та 0.5%)», автор робить висновок про те, що при додаванні вівсяного  $\beta$ -глюкану у кількості 0,3 %, Йогурт мав найвищу водоутримуючу здатність - 94.67%.

Але, на графіку чітко видно, що існує розбіжність в раціональній кількості використаної у досліді такої харчової добавки, як  $\beta$ -глюкан: **від 0,2 до 0,3 %**, що забезпечило такий позитивний результат.

Слід відмітити, що раціональні кількості (або інакше дози) різних видів інгредієнтів, що збагачують продукти, у тому числі, харчових добавок, рекомендованих товаровиробниками до вживання споживачами їхньої продукції, завжди наводяться із деякими відхиленнями.

Однак, наведені вище зауваження та недоліки не є суттєвими, мають часом дискусійний характер або висловлюють побажання на розвиток досліджень, отже, вони не змінюють загальної позитивної оцінки рецензованої роботи.

**Висновок про відповідність роботи вимогам.** Представлена до захисту дисертаційна робота «Дослідження та розробка технології виробництва йогурту, збагаченого зерновим  $\beta$ -глюканом» є цілком завершеною науковою працею, її автором отримано нові науково-технологічні результати, на підґрунті яких запропоновано розроблену удосконалену технологію виготовлення Йогурту лікувально-профілактичного значення.

По перше, і головне, Цю Сяодзинь була опрацьована раціональна кількість зернового  $\beta$ -глюкану, що надала можливість отримати нові-товарознавчі характеристики Йогурту.

До нових характеристик такого продукту відноситься, висока якість (покращені сенсорні показники та консистенція), пробіотичні властивості (високий міст корисної «живої» мікрофлори), прояв антиоксидантних властивосте, що забезпечує подовжений термін зберігання Йогурту до 14-21 доби). А також можливість використання, при включенні Йогурту в раціон харчування населення України, в якості допоміжного засобу для зменшення холестеринових бляшок, що утворюються у кров'яних в судинах людського організму та у якості допоміжного засобу в боротьбі із ожирінням.

Розроблена удосконалена автором дисертаційної технології Йогурту, збагаченого зерновим  $\beta$ -глюканом, дозволяє скоротити час його виробництва на 1,5 години раніше, порівняно з аналогічним показником продукту, виготовленого за відомою традиційною технологією вище вказаного кисломолочного продукту. Це дозволяє підвищити економічні показники молокопереробних підприємств харчової промисловості.

Наведені матеріали, обґрунтування й висновки експериментів мають смислову цілісність, добре сприймаються та аналізуються.

Таким чином, представлена дисертаційна робота за загальним обсягом, актуальністю, методичним рівнем виконання, науковою новизною та практичною цінністю відповідає вимогам п. 9, 11 «Порядку присудження наукових ступенів»



Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р., № 567 до кандидатських дисертацій, а її автор, **Цю Сяодзинь**, заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 181 «Харчові технології» Галузь знань 18 "Виробництво та технології".

**ОФІЦІЙНИЙ ОПОНЕНТ,**

професор кафедри технології переробки  
та якості продукції тваринництва  
Державного біотехнологічного університету



ТАЇСІЯ РИЖКОВА

Підпис

т.в.о.

начальниці



засвідчую:



Тарасівчикова М.С.