

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента Болгової Н.В. канд.с.-г. наук, доцента

на дисертаційну роботу аспіранта **Цю Сяодзинь** на тему «Дослідження та розробка технології виробництва йогурта збагаченого зерновим β -глюканом», яка представлена на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 181 «Харчові технології», галузь знань 18 – виробництво та технології.

1. Актуальність теми дослідження

Актуальним питанням є створення кисломолочних продуктів функціонального призначення, які є продуктом повсякденного споживання і містять всі життєво необхідні для організму нутрієнти та мають підвищену здатність до зберігання без додавання консервантів.

Кисломолочні напої, в тому числі йогурти, містять всі необхідні для функціонування організму речовини біологічно-активні компоненти, крім баластних речовин (харчових волокон). Введення до складу йогуртів харчових волокон значно підвищує їх харчову цінність та надає їм функціональних властивостей. Харчові волокна не засвоюються організмом, але вони відіграють важливу роль у процесі травлення, підсилюючи перистальтику кишечника. Відомо, що харчові волокна впливають на обмін холестерину в організмі, зокрема, стимулюють вироблення і виведення з організму жовчних кислот, до складу яких входить холестерин. Продукти, що містять баластні речовини, повинні включатися до щоденного харчового раціону та можуть використовуватися у лікувально-профілактичному харчуванні.

В якості джерела харчових волокон запропоновано використання вівсяного β -глюкану, який має безліч корисних функціональних властивостей, які доведено багатьма дослідниками. Проте, відсутні експериментальні дослідження щодо застосування порошкоподібного вівсяного β -глюкану у

виробництві йогуртів. Слід дослідити вплив цієї добавки на органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні та інші показники якості продукту, а також зміни в традиційному технологічному процесі виробництва йогурта.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Робота виконана відповідно до основних напрямів наукових досліджень кафедри технологій та безпечності харчових продуктів Сумського національного аграрного університету (Україна) 0119U101237 «Інноваційні технологічні рішення у виробництві харчової продукції».

3. Мета та завдання дослідження.

Метою дисертаційної роботи є розроблення та наукове обґрунтування технології якісного ферментованого кисломолочного напою - йогурту з додаванням вівсяного β -глюкану в якості джерела харчових волокон.

Для досягнення основної мети необхідно було вирішити ряд взаємопов'язаних завдань:

- обґрунтувати вибір вівсяного β -глюкану, як фізіологічно активної добавки, для ефективного використання в технологічному процесі виробництва йогурту;
- дослідити вплив додавання вівсяного β -глюкану на хімічний склад готового продукту, розрахувати оптимальну рецептуру;
- дослідити вплив вівсяного β -глюкану на процес гомогенізації і сквашування йогурту, визначити його органолептичні, фізико-хімічні, реологічні властивості;
- провести оцінку харчової цінності готового продукту та розробити технологічну схему його виробництва у промислових умовах;
- дослідити відповідність йогуртів із вівсяним β -глюканом вимогам існуючих стандартів в Україні та Китаї за основними показниками (органолептичними, фізико-хімічними, мікробіологічними);
- оцінити перетравлення та засвоєння білка йогурту *in vitro* шляхом моделювання фізіологічних характеристик травлення тварин і адаптації

середовища травлення та системи травних ферментів, подібних до тих, що є в організмі тварин;

- провести оцінку функціональних властивостей продукту;
- розрахувати енергоефективність виробництва йогуртів із вівсяним β -глюканом;
- провести промислову апробацію йогурту з додаванням вівсяного β -глюкану.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва ферментованого напою – йогурту з додаванням вівсяного β -глюкану.

Предмет дослідження - незбиране молоко; вершки; знежирене молоко; вівсяний β -глюкан; модельні зразки йогуртів із добавкою та без; гомогенізована нормалізована суміш з додаванням вівсяного β -глюкану; бактеріальні закваски прямого внесення; ферментований йогурт з додаванням вівсяного β -глюкану.

4. Наукова повизна отриманих результатів

Науково обґрунтовано та експериментально доведено доцільність використання вівсяного β -глюкану у виробництві йогуртів резервуарним способом. В результаті дослідження **вперше було:**

1. Встановлено позитивний вплив вівсяного β -глюкану на процес ферментації при виробництві йогурту, збільшення кількості пробіотичної мікрофлори та скорочення тривалості процесу ферментації.

2. Доведено вплив вівсяного β -глюкану на характеристики перетравлення йогурту *in vitro* та його вплив на метаболізм ліпідів у крові мишей з дістою з високим вмістом жиру. Медико-біологічними дослідженнями підтверджено лікувально-профілактичні властивості продукту, що дозволяє рекомендувати йогурт із додаванням вівсяного β -глюкану для діабетичного харчування.

3. Розроблено рецептуру, встановлено позитивний вплив додавання вівсяного β -глюкану на в'язкість готового продукту, стабільність

консистенції протягом зберігання, без додавання додаткових інгредієнтів-згущувачів.

4. Доцільність промислового виробництва йогуртів із вівсяним β -глюканом визначено шляхом економічного аналізу.

5. Практична значимість отриманих результатів

За результатами теоретичних та експериментальних досліджень вдосконалено промислову технологію виробництва йогуртів із вівсяним β -глюканом.

6. Теоретичне та практичне значення результатів дисертації

Дисертаційна робота має суттєве значення для подальшого розвитку та наукового обґрунтування інноваційних технологій в молочній галузі. Доведено, що завдяки додаванню 0,3% вівсяного β -глюкану, підвищенню тиску гомогенізації комбінованої молочної суміші, дотримання температури гомогенізації (72-75 °C) можна оптимізувати тривалість ферментації на 1,5 години. Тим самим розробити технологію виробництва йогурта збагаченого зерновим β -глюканом лікувально-профілактичного призначення, який може бути альтернативою та доповненням до лікування ускладнень, пов'язаних із ожирінням.

7. Використання результатів роботи

Результати досліджень було впроваджено на підприємстві в Україні Філія «Сумський молочний завод» ДП «Аромат» та у Китаї (Tianjin Huaming Dairy Co., Ltd. и You Dian Ai (Chuzhou) Health Technology Co., Ltd.). з відповідних економічних ефектом, що підтверджено відповідними Актами впровадження.

Результати дисертаційної роботи можуть бути використані у навчальному процесі при вивченні дисциплін «Технологія молока та молочних продуктів», «Інноваційні технології харчових продуктів», «Процеси та апарати харчових виробництв», «Науково-дослідна робота». Одночасно результати можуть бути використанні при проведенні подальших

фундаментальних та прикладних досліджень у напрямку вдосконалення технологій виробництва лікувально-профілактичних продуктів харчування.

8. Особиста участь автора в одержанні наукових та практичних результатів, викладених в дисертації

Особистий внесок здобувача полягає в плануванні експерименту, організації та проведенні аналітичних і експериментальних досліджень в лабораторних і виробничих умовах, аналізі, обробці та узагальненні результатів, формулюванні висновків і рекомендацій, підготовці матеріалів до видання, розробці та затвердження нормативної документації, впровадженні нових технологій у виробництво.

Апробація наукових і практичних результатів, що викладені в дисертаційній роботі, здійснювалась здобувачем особисто при методичній і науковій підтримці наукового керівника к.т.н., доц. Назаренко Ю.В.

В опублікованих роботах, надрукованих у співавторстві, дисертанту належать окремі теоретичні розробки, постановка і проведення усіх експериментальних досліджень, обробка отриманих результатів, науковий аналіз результатів досліджень, формулювання висновків і пропозицій.

9. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача

Результати теоретичних і експериментальних досліджень автора, основні наукові положення і висновки дисертації в достатній мірі висвітлено в 7 статтях у наукових журналах включених до Переліку наукових фахових видань Web of Science Core Collection, видань Scopus та Web of Science Core Collection які з урахуванням Порядку присвоєння наукового ступеня доктора філософії та у 5 тезах доповідей на міжнародних конференціях.

10. Список публікацій здобувача за темою дисертації, які відповідають вимогам п. 8. «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня

доктора філософії», затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44

У закордонних наукових фахових журналах, індексованих Scopus та Web of Science Core Collection

1. **Qu X**, Nazarenko Y, Yang W, Nie Y, Zhang Y, Li B. (2021). Effect of Oat β -Glucan on the Rheological Characteristics and Microstructure of Set-Type Yogurt. *Molecules*, 26(16): 4752. <https://doi.org/10.3390/molecules26164752>. (Здобувач брав участь у дослідженнях, аналізі результатів та написанні статті).

2. **Qu X**, Li B, Yang W, Nazarenko Y. (2022). Effect of oat β -glucan on in vitro digestion characteristics of set- type yogurt. *Acta Innovations*, №43: 5-14. <https://doi.org/10.32933/ActaInnovations.43.1>. (Здобувач брав участь у дослідженнях, аналізі результатів та написанні статті).

3. Wei Yang, **Xiaoqing Qu**, Chujun Deng, Lei Dai, Haoyu Zhou, Guihua Xu, Bo Li, Nazarenko Yulia, Changzhong Liu. (2021). Heat sensitive protein-heat stable protein interaction: Synergistic enhancement in the thermal co-aggregation and gelation of lactoferrin and α -lactalbumin. *Food research international*, №142: 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110179>. (Здобувач брав участь у дослідженнях, аналізі результатів та написанні статті).

4. **Qu Xiaoqing**, Y. Nazarenko, Li Bo. (2019). Promising areas of use of soybeanpeptide in the production of yogurt. *Special collections of Kharkiv State University of Food Technology and Trade*, 55–63. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3263496>. (Здобувач брав участь у дослідженнях, аналізі результатів та написанні статті).

5. Ли, Б., **Цюй, С.**, & Назаренко, Ю. (2021). The use of oat beta-glucans in the dairy industry: an overview and assessment of opportunities in yogurt technology. *Научный взгляд в будущее*, 1(19-01), 108–113. <https://doi.org/10.30888/2415-7538.2020-19-01-013>. (Здобувач брав участь у дослідженнях, аналізі результатів та написанні статті).

6. **Qu, X.** (2021). Вплив зберігання на сенсорні показники, в'язкість та хімічні характеристики йогурту, збагаченого вівсяним β -глюканом. *Науковий журнал «Тваринництво та технології харчових продуктів»*, 12(3), 96-104. doi:<http://dx.doi.org/10.31548/animal2021.03.009>. (Здобувач брав участь у дослідженнях, аналізі результатів та написанні статті).

7. **Xiaoqing Qu**, Nazarenko Ju., Bo Li (2021). The physiological function and application of cereal β -glucan in the fermented dairy. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*, Вип. 1(33). С. 62-76. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5036077>. (Здобувач брав участь у дослідженнях, аналізі результатів та написанні статті).

Тези доповідей міжнародних конференцій

1. **Xiaoqing Qu**, Yuliya Nazarenko, Bo Li. (2021). Physicochemical properties of cereal β -glucan and its application in food industry.information and innovative technologies in hotel and restaurant business, tourism and design. Collection of abstracts of reports of the II International Scientific and Practical Internet Conference, 6 (December 1-2, 2021, DNIPRO–OPOLE).

2. **Xiaoqing Qu**, Yuliya Nazarenko, Bo Li. (2021). Application of protein-polysaccharide compound system in functional yogurt. Information and innovative technologies in hotel and restaurant business, tourism and design. Collection of abstracts of reports of the II International Scientific and Practical Internet Conference, 8-9 (December 1-2, 2021, DNIPRO–OPOLE). (Здобувач брав участь у проведенні експериментальних досліджень, обробки результатів та написання).

3. **QU Xiaoqing**, XU Lin-shuang, LI Bo. (2021). Characteristics of Prebiotics of Cereal B-Glucan and Its Application in Fermented Milk.The 9th China dairy science and technology conference. Collection of abstracts of reports, 187 (July 22-24, 2021, Hohhot city, Inner Mongolia) (Здобувач брав участь у проведенні експериментальних досліджень, обробки результатів та написання).

4. **QU Xiaoqing**, XU Lin-shuang, LI Bo. (2021). Physicochemical Properties of Cereal B-Glucan and Its Application in Food Industry. The 9th China dairy science and technology conference. Collection of abstracts of reports, 214 (July 22-24, 2021, Hohhot city, Inner Mongolia) *(Здобувач брав участь у проведенні експериментальних досліджень, обробки результатів та написання).*

5. **Xiaoqing Qu**, Yuliya Nazarenko, Bo Li. (2019). Health effects of some marine polysaccharides and their use in blended yogurt technology. Mogilev State Food University, educational institution of the Ministry of Education of the Republic of Belarus. Abstract of the 11th International Student and Graduate Scientific Conference on Food Production Equipment and Technology, 171 (April 18-19, 2019, Belarus, Mogilev). *(Здобувач брав участь у проведенні експериментальних досліджень, обробки результатів та написання).*

12. Структура та обсяг дисертації

Дисертація складається з анотації, вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел у кількості 214 посилання та додатків. Основний зміст дисертації викладено на 148 сторінках друкованого тексту, добре ілюстрований таблицями та рисунками.

13. Оцінка мови і стилю дисертації

Дисертаційна робота написана грамотною англійською мовою, має змістовну цілісність, послідовність та завершеність. Стиль викладення матеріалу відповідає прийнятому в науковій літературі.

14. Ступінь зрілості здобувача

Під час навчання в аспірантурі та виконання дисертаційної роботи проявив високий рівень наукової підготовки, знань зі спеціальності харчові технології, вміння формувати та розв'язувати наукові задачі, окреслити шляхи їх практичного втілення. Цю Сяодзинь має здатність до аналізу та синтезу наукових знань та формулювання обґрунтованих висновків, володіє сучасними методами експериментальних досліджень, пакетами спеціальних програм обчислювання результатів експериментів.

В цілому, Цю Сяодзинь можна характеризувати як ініціативного працездатного, наполегливого, сформованого науковця.

Висновок

Дисертаційна робота аспірантки Цю Сяодзинь подана на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 181 «Харчові технології» за ознаками наукової новизни, теоретичного та практичного значення отриманих результатів у повній мірі відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 та напрямку наукових досліджень освітньо-наукової програми Сумського національного аграрного університету.

Рецензент:

к.с.-г. наук доцент кафедри

технологій та безпечності харчових продуктів

30.09.2022

 **Болгова Н.В.**

Підпис Болгової Н.В. завіряю
Пров. фахівцем М. М. Микола

