Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U002653

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 03-07-2025

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Висоцький Олександр Олександрович
2. Oleksandr O. Vysotskyi

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4483-9866

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 181

Назва наукової спеціальності: Харчові технології

Галузь / галузі знань: виробництво та технології

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Харчові технології

Дата захисту: 27-08-2025

Спеціальність за освітою: Харчові технології

Місце роботи здобувача: ГРОМАДСЬКА ОРГАНІЗАЦІЯ ДІКСІ ГРУП

Код за ЄДРПОУ: 36159679

Місцезнаходження: Русанівський бульвар, будинок, 6, квартира, 22, Київ, 02154, Україна

Форма власності: Приватна/недержавна

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 10134

Повне найменування юридичної особи: Національний університет харчових технологій

Код за ЄДРПОУ: 02070938

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 68, Київ, 01601, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний університет харчових технологій

Код за ЄДРПОУ: 02070938

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 68, Київ, 01601, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 65.33.29, 65.33.91, 65.63.41, 65.63.91

Тема дисертації:

1. Обґрунтування застосування наночастинок SiO□ та ZnO в технологіях харчових продуктів на основі сироватки молочної

2. Justification for the use of SiO□ and ZnO Nanoparticles in the Technology of Dairy Whey-Based Food Products. Qualifying scientific work on manuscript rights

Реферат:

1. Висоцький О.О. Обґрунтування застосування наночастинок SiO□ та ZnO в технологіях харчових продуктів на основі сироватки молочної. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 181 «Харчові технології» – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2025. Дисертаційну роботу присвячено науковому обґрунтуванню можливостей застосування наночастинок пірогенного кремнезему та оксиду цинку в технології харчових продуктів на основі сироватки молочної для підвищення якості, безпечності та ефективності виробництва харчових продуктів. У дисертаційній роботі проведено аналіз сучасного світового досвіду використання наноматеріалів у харчовій промисловості задля оцінки перспективи застосування пірогенного кремнезему і оксиду цинку в технологіях харчових продуктів на основі сироватки молочної. Встановлено конкретні закономірності впливу наночастинок SiO□ та ZnO на сироватку молочну та харчові

продукти на її основі. Показано, що наночастинки пірогенного кремнезему ефективно адсорбують сироваткові білки з сироватки молочної. Оптимальні умови адсорбції білків сироватки встановлено при використанні гідрофільного пірогенного кремнезему в концентрації близько 1,5 % за температури ~45□°C. За таких параметрів масова частка білка у сироватці знижується більш ніж удвічі – з 1,10 % до 0,5 %. Досліджено якісний склад протеїнів сироватки молочної. На основі проведеного аналізу, шляхом електрофоретичного методу було доведено відсутність вираженої селективності наночастинок пірогенного кремнезему щодо конкретного молекулярного класу білків. Оцінено можливості застосування кремнезему для стабілізації властивостей сухої молочної сироватки. Додавання ~1 % пірогенного SiO□ до порошку сироватки підвищило температуру склування продукту на ~10 °C, що покращує його стійкість під час зберігання (за звичайних умов зберігання 0…20 °C та відносної вологості ≤80 % порошок із підвищеною Tg залишається у склоподібному стані). Встановлено, що кремнезем є дієвим антизлежувальним агентом: після прискореного тесту на злежування ступінь злежування зразка з SiO□ становив лише ~8 %, що дозволяє класифікувати продукт як такий, що не злежується. Доведено здатність нанокремнезему адсорбувати радіонукліди, зокрема ^{13}□Cs із сироватки молочної. Досліджено вплив нанодисперсного оксиду цинку на процеси ферментації сироватки молочної.Показано, що присутність наночастинок ZnO позитивно впливає на розвиток молочнокислих бактерій: збільшується електропровідність середовища та підвищується окисно-відновний потенціал, що свідчить про зростання концентрації іонів і зміну редокс-умов на більш сприятливі для біохімічних процесів. У результаті, наростання кислотності відбувається інтенсивніше – тривалість ферментації до досягнення заданої кислотності (150±5 °T) скорочується майже вдвічі порівняно з контролем (з 32±0,5 год до 17±0,5 год). Доведено ефективність застосування сироватки молочної у хлібопекарському виробництві. Внесення концентрованої сироватки молочної, отриманої з використанням наночастинок ZnO, до рецептури житньо-пшеничного тіста сприяє підвищенню титрованої кислотності тіста та активізує бродильні процеси. Окрему увагу приділено оцінці безпечності запропонованих нанотехнологічних рішень. Проаналізовано нормативні вимоги щодо використання діоксиду кремнію (E551) і сполук цинку у харчових продуктах. В роботі проведено токсикологічну оцінку наночастинок ZnO методами in vitro. Показано, що високі концентрації нанодисперсного ZnO можуть спричиняти цитотоксичні ефекти: експозиція плазмових білків людини до ZnO викликає структурні зміни білків та утворення активних форм кисню. У культурах клітин відмічено зниження метаболічної активності та життєздатності при перевищенні певного порогу концентрації наночастинок. Соціальний ефект від впровадження наукової розробки полягає у забезпеченні раціональної та безпечної утилізації молочної сироватки як побічного продукту молокопереробної галузі, що дозволяє зменшити екологічне навантаження на довкілля, скоротити втрати цінних харчових речовин і створити нові продукти функціонального призначення. Достовірність отриманих результатів підтверджено за рахунок використання стандартизованих методів дослідження, сучасного аналітичного обладнання, а також застосування математичної статистики, включно з методами моделювання та кореляційного аналізу. Повторюваність експериментів засвідчила стабільність виявлених закономірностей. Проведення досліджень у лабораторіях Національного університету харчових технологій і партнерських наукових установ підтвердило надійність результатів у різних експериментальних умовах.

2. Vysotskyi O.O. Justification for the use of SiO□ and ZnO Nanoparticles in the Technology of Dairy Whey-Based Food Products. Qualifying scientific work on manuscript rights. Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 181 “Food Technologies” – National University of Food Technologies, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2025. This dissertation is devoted to the scientific justification of the potential use of pyrogenic silica and zinc oxide nanoparticles in the technology of dairy whey-based food products, with the aim of improving their quality, safety, and production efficiency. The dissertation analyzes current global experience in the use of nanomaterials in the food industry to assess the prospects of applying pyrogenic silica and zinc oxide in food product technologies based on dairy whey. Specific patterns of the influence of SiO□ and ZnO nanoparticles on dairy whey and whey-based food products have been established. It has been shown that pyrogenic silica nanoparticles effectively adsorb whey proteins from dairy whey. The optimal conditions for whey protein adsorption were determined when using hydrophilic pyrogenic silica at a concentration of approximately 1.5% and

a temperature of ~45□°C. Under these conditions, the protein content in whey decreases by more than half — from 1.10 % to 0.5 %. The qualitative composition of whey proteins was investigated. Electrophoretic analysis demonstrated the absence of pronounced selectivity of pyrogenic silica nanoparticles toward any specific molecular class of proteins. The potential of silica to stabilize the properties of dry whey was also evaluated. The addition of approximately 1 % pyrogenic SiO□ to whey powder increased the glass transition temperature (Tg) by about 10□°C, thereby improving the product's stability during storage. Under standard conditions (0–20□°C and relative humidity ≤80 %), the powder with elevated Tg remains in a glassy state. It was established that silica is an effective anti-caking agent: after accelerated caking tests, the caking degree of the sample with SiO□ was only ~8%, which qualifies the product as non-caking. The ability of nanosilica to adsorb radionuclides, particularly ^{13}□Cs from dairy whey, was also demonstrated. The influence of nanosized zinc oxide on the fermentation processes of dairy whey was investigated. It was shown that the presence of ZnO nanoparticles positively affects the development of lactic acid bacteria: the electrical conductivity of the medium increases, and the redox potential rises, indicating a higher concentration of ions and more favorable redox conditions for biochemical processes. As a result, the acidification process accelerates significantly — the time required to reach the target acidity level (150±5 °T) is nearly halved compared to the control (reduced from 32±0.5 hours to 17±0.5 hours). The efficiency of using dairy whey in bakery production has also been confirmed. The incorporation of concentrated whey, obtained using ZnO nanoparticles, into the formulation of rye-wheat dough enhances the titratable acidity and activates fermentation processes. Particular attention was paid to the safety assessment of the proposed nanotechnological solutions. Regulatory requirements concerning the use of silicon dioxide (E551) and zinc compounds in food products were analyzed. The study included a toxicological evaluation of ZnO nanoparticles using in vitro methods. It was shown that high concentrations of nanosized ZnO can induce cytotoxic effects: exposure of human plasma proteins to ZnO leads to structural alterations of proteins and the formation of reactive oxygen species. In cell cultures, reduced metabolic activity and viability were observed when nanoparticle concentrations exceeded a certain threshold. The social impact of the developed solution lies in enabling the rational and safe utilization of dairy whey as a by-product of the dairy industry, thereby reducing environmental burden, minimizing the loss of valuable nutrients, and enabling the creation of new functional food products. The reliability of the obtained results was ensured through the use of standardized research methods, advanced analytical equipment, and the application of mathematical statistics, including modeling and correlation analysis techniques. The reproducibility of experiments confirmed the consistency of the observed patterns. The studies conducted in the laboratories of the National University of Food Technologies and partner research institutions validated the reliability of the results under various experimental conditions.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Раціональне природокористування

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Не застосовується

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- 1. Кочубей-Литвиненко, О. В., Білик, О. А., Дубівко, А. С., Висоцький, О. О., & Швець, Д. П. (2020). Дослідження впливу електроіскрового оброблення на білки молочної сироватки. Наукові праці Національного університету харчових технологій, 26(5), 182–189.
- 2. Висоцький, О. О., & Кочубей-Литвиненко, О. В. (2022). Вплив пірогенного кремнезему на стабільність сироватки молочної сухої під час зберігання. Наукові праці Національного університету харчових технологій, 28(5), 158–167.
- 3. Vysotskyi, O., Kochubei-Litvinenko, O., Bilyk, O., & Bilokhatniuk, V. (2023). Use of fermented acid whey enriched with mineral elements in the technology of rye-wheat bread. Grain Products and Mixed Fodder's, 23(4), 28–34.

- 4. Kochubei-Lytvynenko, O., Bilyk, O., Vysotskyi, O., & Zabroda, A. (2024). Consideration of technological and safety aspects of using zinc oxide nanoparticles for intensifying whey fermentation. Technology audit and production reserves, 4(3 (78)), 39-45.
- 5. Кочубей-Литвиненко, О. В., Дубівко, А. С., & Висоцький, О. О. (2024). Оцінювання цитотоксичності наночастинок ZnO альтернативним методом на білках плазми крові людини в умовах in vitro. Наукові праці Національного університету харчових технологій, 30(3), 167–174.

Наукова (науково-технічна) продукція: технології; методи, теорії, гіпотези; проєкти нормативних документів

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення стану навколишнього середовища; економія енергоресурсів; економія матеріалів

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0120U102556 0123U102060

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кочубей-Литвиненко Оксана Валер’янівна

2. Oksana V. Kochubei-Lytvynenko

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.18.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0712-448X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет харчових технологій

Код за ЄДРПОУ: 02070938

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 68, Київ, 01601, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Юкало Володимир Глібович

2. Volodymyr H. Yukalo

Кваліфікація: д. б. н., професор, 03.00.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3553-6713

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Код за ЄДРПОУ: 05408102

Місцезнаходження: вул. Руська, буд. 56, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46001, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Калініна Галина Петрівна
2. Galyna P. Kalinina

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.18.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-6178-7885

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Білоцерківський національний аграрний університет

Код за ЄДРПОУ: 00493712

Місцезнаходження: пл. Соборна, буд. 8/1, Біла Церква, Білоцерківський р-н., 09100, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Тимчук Алла Вікторівна
2. Alla V. Tymchuk

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.18.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2052-2768

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет харчових технологій

Код за ЄДРПОУ: 02070938

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 68, Київ, 01601, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Онопрійчук Олена Олександрівна

2. Olena O. Onopriichuk

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.18.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9111-0229

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет харчових технологій

Код за ЄДРПОУ: 02070938

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 68, Київ, 01601, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Поліщук Галина Євгеніївна
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Поліщук Галина Євгеніївна
Відповідальний за підготовку облікових документів	Мельник Наталія
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна