

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ІЗМАЙЛОВА ОЛЕНА ОЛЕКСАНДРІВНА

УДК 664.696.1

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПШЕНИЧНИХ ЗЕРНОВИХ
ПЛАСТИВЦІВ ПІДВИЩЕНОЇ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ**

05.18.02 – Технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів і
комбікормів, олійних і луб'яних культур

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

КИЇВ - 2019

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському національному технічному університеті сільського господарства імені Петра Василенка Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник:

кандидат технічних наук

Фоміна Ірина Миколаївна

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, доцент кафедри технологій переробних і харчових виробництв.

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук,

Верещинський Олександр Павлович,

генеральний директор ТОВ «ОЛІС»,

кандидат технічних наук,

Новіков Володимир Вікторович,

Уманський національний університет садівництва, старший викладач кафедри технології зберігання і переробки зерна.

Захист відбудеться « 30 » січня 2019 р. о 10³⁰ на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.06 Національного університету харчових технологій за адресою: вул. Володимирська, 68, м. Київ, 01601, аудиторія А-311.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: вул. Володимирська, 68, м. Київ, 01601.

Автореферат розісланий « ___ » грудня 2018 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
к.т.н., доц.

І.М. Зінченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Одним із найважливіших завдань соціально - економічного розвитку України є збільшення обсягів виробництва продуктів харчування та підвищення їх якості. Ефективний розвиток харчової та переробної промисловості передбачає раціональне використання сировинних ресурсів, розробку нових та вдосконалення існуючих видів продукції за інноваційними технологіями.

Переробка зернових продуктів є перспективним технологічним напрямком розвитку виробництва продуктів харчування в Україні та в усьому світі. На сьогоднішній день попит на продукти зернової промисловості серед споживачів активно зростає, таким продуктом є зернові пластівці, вони користуються великою популярністю серед населення, але не завжди є збалансованими за вмістом корисних речовин. Тому, науковці харчової промисловості зацікавлені в пошуку ефективних способів підвищення біологічної цінності цього продукту. Аналіз останніх досліджень показує нестачу білків, вітамінів та мінеральних речовин в харчуванні населення через споживання зернових продуктів з низькими показниками біологічної цінності.

Використання технологічних прийомів, таких як замочування та пророщування нелущеного зерна підвищує харчову та біологічну цінність за рахунок активізації ферментної системи.

Однією з найбільш широко вирощуваних зернових культур в світі є пшениця (займає третє місце після кукурудзи і рису). Останні роки Україна входить до десятки найбільших експортерів пшениці у світі. Зерно пшениці складається з великої кількості крохмалю, легкозасвоюваних вуглеводів і білків, містить вітаміни групи E і B, холін, калій. У зернах пшениці є багато магнію, кальцію. Фосфорні сполуки беруть участь у всіх існуючих видах обміну речовин, підтримують кислотно-лужний баланс в процесах всмоктування корисних речовин в кишківнику. Пророщена пшениця оцінюється як екологічно чистий, лікувальний і дуже поживний продукт. Зародки злаку містять незамінні амінокислоти, що сприяють утворенню білків, які дозволяють людському організму нормально розвиватися. Вони забезпечують м'язову тканину енергією і повноцінну роботу мозку. Паростки пшениці багаті на геміцелюлозу, позитивно впливають на травлення, сповільнюють засвоювання жирів і вуглеводів, знижують утворення інсуліну, що сприяє збільшенню жирових клітин. Але, попри це, на сьогоднішній день, пшеничні пластівці з пророщеного зерна майже не випускаються.

У зв'язку з цим, актуальним питанням сьогодення є створення зернових пластівців підвищеної біологічної цінності виготовлених з пророщеної пшениці. Представляє інтерес пошук нових способів підготовки зерна пшениці до пророщування та активації процесу пророщування з метою підвищення біологічної цінності пластівців.

На сьогоднішній день, пророщування зерна перед переробкою використовується як біологічний активатор росту кількості корисних речовин в ньому. Такий продукт може використовуватися для здорового харчування, а також в дитячому харчуванні, пивоварній, хлібопекарській, борошномельній, круп'яній та комбікормовій промисловості. Дослідженнями займалися такі вчені: А.В. Дзюбинський, О.В. Дзюбинська, О.В. Шегинський, М.Ф. Кравченко, М.Ю. Криворучко, Т.М. Поп, С.М. Шакалій, О.І. Шаповаленко, А.В. Шаран, А.І. Українець, В.М. Ковбаса, С.А. Бажай, зокрема пластівцями з пророщеного зерна - В.І. Наконечний, Н. М. Макрушин, П. Койлер, Г. Хартман, Г. Візер, Е. Д. Карпиленко, Н. Н. Третьяков, Е. І. Кошкін, Л.О. Федоренченко, Т.І. Романовська, Г. П. Казаков, та інші.

Пророщування зерна перед переробкою використовується як біологічний активатор росту кількості корисних речовин у зернових пластівцях. Вивченням впливу пророщування на біологічну цінність зерна пшениці та пластівців займалися закордонні вчені П.Койлер, Г. Хартман, Г. Візер, та вітчизняні Е. Д. Казаков, Г. П. Карпіленко, Н. Н. Третьяков, Е. І. Кошкін, Н. М. Макрушин, В.І. Наконечний та інші. Проведені дослідження показали перспективність пророщування пшениці під час виробництва пластівців для підвищення їх біологічної цінності.

Для створення конкурентоздатних продуктів з підвищеною біологічною цінністю в зернопереробній галузі здійснено пошуки в наступних напрямках:

- розширення асортименту та удосконалення існуючих способів виробництва пшеничних зернових пластівців підвищеної біологічної цінності;
- визначення способів підвищення біологічної цінності зернових пластівців.

У зв'язку з вищевикладеною інформацією, дослідження спрямовані на використання нових способів підвищення біологічної цінності пластівців з пророщеної пшениці, а саме низькотемпературної обробки зерна на підготовчому етапі виробництва та використання біопрепарату, який містить в своєму складі молочнокислі бактерії, під час пророщування пшениці, як стимулятору утворення корисних речовин за рахунок молочнокислих бактерій, що містяться в його складі.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження проводились відповідно до тематики науково-дослідної роботи кафедри технологій переробних і харчових виробництв ХНТУСГ «Створення конкурентоздатних продуктів переробки зерна підвищеної харчової цінності» (№ 0110U006438), «Створення сучасних круп'яних продуктів підвищеної харчової та біологічної цінності» (№ 0113U007799), «Створення екологічних круп'яних продуктів підвищеної харчової та біологічної цінності за рахунок впливу фізичних та біологічних

факторів» (№ 0117U003080) та господарчого договору № 1/4-2015 від 01.04.2015.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є наукове обґрунтування та удосконалення технології пшеничних зернових пластівців за рахунок введення нових способів підготовки зерна, встановлення технологічних режимів для отримання високоякісних конкурентоспроможних пластівців підвищеної біологічної цінності.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні *задачі*:

- теоретично обґрунтувати ефективність процесу пророщування пшениці в технології зернових пластівців та оптимізувати режими процесу пророщування зерна для підвищення їх біологічної цінності;
- визначити вплив низькотемпературної обробки на біологічну цінність зернових пластівців з пшениці та рекомендувати режими обробки;
- встановити вплив біопрепарату, який містить в своєму складі молочнокислі бактерії та його поєднання з низькотемпературною обробкою перед пророщуванням на біологічну цінність зернових пластівців з пшениці;
- встановити граничний термін пророщування зерна пшениці за вмістом крохмалю та молекулярно-масовим розподілом білків пророщеного зерна пшениці;
- обґрунтувати режими основних технологічних стадій виробництва пшеничних зернових пластівців підвищеної біологічної цінності;
- визначити якість пшеничних зернових пластівців підвищеної біологічної цінності під час зберігання;
- на основі проведених досліджень розробити технологію пшеничних зернових пластівців підвищеної біологічної цінності;
- встановити харчову та біологічну цінність зернових пластівців з пшениці, виготовлених за удосконаленими технологіями;
- розробити нормативну документацію на нові види пшеничних зернових пластівців підвищеної біологічної цінності;
- оцінити соціальну та економічну ефективність виготовлених нових видів зернових пластівців.

Об'єкт дослідження – технологія пшеничних зернових пластівців.

Предмет дослідження – хімічний склад зерна пшениці та пластівців з пророщеної пшениці, показники біологічної та харчової цінності пшеничних зернових пластівців, способи підвищення біологічної цінності зернових пластівців з пророщеної пшениці.

Методи дослідження – стандартні та модифіковані органолептичні, фізико-хімічні, хімічні, мікробіологічні, структурно-механічні методи визначення якості вихідної сировини, пластівців та готової каші; математичні методи планування експерименту та обробки експериментальних даних.

Наукова новизна одержаних результатів. На основі експериментальних досліджень обґрунтовано способи інтенсифікації процесів утворення біологічно активних речовин зерна пшениці під час

пророщування, що призводить до зміни його хімічного складу, шляхом застосування попередньої низькотемпературної обробки та/або біопрепарату, який містить комплекс молочнокислих бактерій.

Вперше:

- науково обґрунтовано доцільність використання та режими низькотемпературної обробки зерна перед переробкою його у пластівці з пророщеної пшениці та/або біопрепарату, який містить комплекс молочнокислих бактерій, під час пророщування зерна для підвищення біологічної цінності пластівців;

- досліджено процес перетравлювання білків пшеничних зернових пластівців підвищеної біологічної цінності, виготовлених з пророщеної пшениці та визначено їх хімічний склад;

- встановлено зміни фізико-хімічних, мікробіологічних показників якості пшеничних зернових пластівців підвищеної біологічної цінності та вмісту вітамінів Р, С, В₁, В₂ в процесі зберігання.

- удосконалено технологію пшеничних зернових пластівців підвищеної біологічної цінності.

Набули подальшого розвитку:

- дані щодо амінокислотного складу, фізико-хімічних, органолептичних та кулінарних властивостей пшеничних зернових пластівців підвищеної біологічної цінності;

- удосконалено методи визначення структурно-механічних властивостей пророщеної пшениці, а саме, відносної деформації стискання зерна під навантаженням та кінематичної в'язкості клейстеризованої водно-борошняної суспензії з зерна пшениці.

Наукову новизну технічних рішень підтверджено патентами України на корисну модель № 85124 «Спосіб виробництва зернових пластівців», № 104926 «Спосіб виробництва зернових пластівців підвищеної біологічної цінності», № 106637 «Спосіб виробництва зернових пластівців підвищеної біологічної цінності».

Практичне значення одержаних результатів. Обґрунтовано і удосконалено технологію пшеничних зернових пластівців підвищеної біологічної цінності з використанням низькотемпературної обробки та/або біопрепарату, який містить в своєму складі молочнокислі бактерії на підготовчому етапі технології.

Розроблено нормативну документацію на готову продукцію: ТУ У 10.6-00493741-001-2015 «Зернові пластівці», затверджено технологічну інструкцію з виробництва пшеничних зернових пластівців підвищеної біологічної цінності – «Паросток», «Еко-Скарб», «Бадьорість», отримано висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи від 09.06.2015 р. № 05.03.02-06/24721.

Впровадження науково-технічних розробок здійснено у виробництво шляхом випуску дослідно-промислових партій на підприємствах галузі

Харківської обл., що підтверджено актом впровадження на ТОВ «ТЕРРА» (акт від 30.05.2015), та ПСП «Комсомолец» (акт від 15.08.2015), а також у навчальний процес ХНТУСГ.

Розраховано прибуток від реалізації 450 кг/год зернових пластівців при впровадженні результатів роботи на круп'яному підприємстві, який складає до 16 тис.грн/т.

Особистий внесок здобувача. Автором особисто проведено аналіз стану проблеми, розробку програми досліджень, організацію, проведення та узагальнення аналітичних та експериментальних робіт, аналіз та обробку отриманих даних, формулювання висновків та рекомендацій, підготовку матеріалів до публікації та складання заявок на корисну модель, розробку нормативної та технологічної документації, проведення заходів щодо впровадження результатів досліджень у виробництво та навчальний процес.

Аналіз і узагальнення результатів досліджень проведені спільно з науковим керівником, к.т.н., доц. Фоміною І.М. Дослідження хімічного складу зернових пластівців проводили на базі випробувального центру Інституту тваринництва НААН. Встановлення вмісту вітамінів В₁ та В₂ проведено спільно з Фізико-технічним інститутом низьких температур ім. Б.І. Веркіна. Зміну мікробіологічних показників якості пшеничних зернових пластівців підвищеної біологічної цінності (ПЗППБЦ) під час їх зберігання та молекулярно-масовий розподіл білків пророщеного зерна визначено на базі лабораторії ХНУ ім. В.Н. Каразіна.

Апробація результатів дисертації. Основні результати наукових досліджень обговорювались на наукових конференціях: XII Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв» (м. Харків, ХНТУСГ, 2012 р.), 8th CIRG International Symposium «Advanced Food Processing and Quality Management» incorporating 1st International Congress on Contemporary Food Science and Engineering (Гуанчжоу, Китай, 2013 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми» (м. Одеса, ОНАХТ, 2013 р.), VII Міжнародній науковій конференції, присвяченій 130-річчю Національного університету харчових технологій «Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти в харчовій промисловості» (м. Київ, НУХТ, 2014 р.), VII Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених і студентів з міжнародною участю «Проблеми формування здорового образу життя у молоді» (м. Одеса, ОНАХТ, 2014 р.), Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Новітні технології у науковій діяльності і навчальному процесі» (м. Чернігів, ЧНТУ, 2015 р.), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Проблеми енергоефективності та якості в процесах сушіння харчової сировини» (м. Харків, ХДУХТ, 2015 р.), XIII, XIV, XV, XVII, XVIII Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв» (м. Харків,

ХНТУСГ, 2013, 2014, 2016, 2017 р.) – усні доповіді, Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Інноваційні технології в харчовій промисловості та ресторанному господарстві» (м. Харків, ХДУХТ, 2014 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми» (м. Одеса, ОНАХТ, 2015 р.) – постерна доповідь, Всеукраїнській науково-практичній конференції до 25-ти річчя факультету обладнання та технічного сервісу ХДУХТ «Проблеми енергоефективності та якості в процесах сушіння харчової сировини» (м. Харків, ХДУХТ, 2015 р.) – усна доповідь, Міжнародній науковій інтернет-конференції «Розвиток та регулювання торгівлі, туристичного та готельно-ресторанного бізнесу на засадах кластерного підходу» (м. Харків, ХТЕУ КНТЕУ 2015 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми» (м. Одеса, ОНАХТ, 2016 р.) – усна доповідь, Міжнародній науково-практичній конференції «Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека» (м. Київ, НУХТ, 2016 р.), VII Міжнародній науково-практичній конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем» (м. Чернігів, ЧНТУ, 2017 р.), XIV Міжнародний форум молоді «Молодь і сільськогосподарська техніка у XXI сторіччі» (м. Харків, ХНТУСГ, 2018 р.).

На виставках: виставка-дегустація «Ніч науки у Харкові» (м. Харків, 2013 р.), виставка-дегустація наукових розробок науковців та аспірантів ННІ ПХВ в рамках XV Міжнародної науково-практичної конференції-експозиції «Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв» (м. Харків, 2014 р.), виставка-дегустація «Ніч науки» (м. Харків, 2015 р.), виставка-дегустація наукових розробок науковців та аспірантів ХНТУСГ ім. П. Василенка до 85-ти річчя університету (м. Харків, 2015 р.), 9-та міжрегіональна виставка з міжнародною участю «Освіта Слобожанщини та навчання за кордоном – 2016» (м. Харків, 2016 р.), обласна спеціалізована виставка – ярмарок «Продукти для здорового життя» (м. Суми, 2016 р.), виставка-дегустація «Ніч науки-2016» (м. Харків, 2016 р.), 10-та міжнародна виставка «Освіта Слобожанщини та навчання за кордоном» (м. Харків, 2016 р.), XI міжнародна виставка «Освіта Слобожанщини та навчання за кордоном – 2017» (м. Харків, 2017 р.), VII освітня акція «Наукові пікніки» (м. Харків, 2017 р.), виставка-дегустація продукції підвищеної біологічної цінності в рамках заходу «Тиждень науки в ХНТУСГ ім. П. Василенка» (м. Харків, 2017 р.), VIII освітня акція «Наукові пікніки» (м. Харків, 2018 р.).

Публікації. За результатами роботи опубліковано 21 наукова праця, в тому числі 6 статей у наукових фахових виданнях, затверджених Міністерством освіти і науки України, 1 стаття у виданні, що входить до міжнародної науково-метричної бази Index Copernicus (Україна), 1 стаття у закордонному виданні (Польща), 3 патенти України на корисну модель, 13 тез доповідей на наукових конференціях, 1 з яких у закордонному виданні (Китай).

Структура дисертації та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Дисертацію викладено на 137 сторінках основного тексту, ілюстровано 67 рисунками та 19 таблицями. Список використаних джерел включає 250 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання досліджень, визначено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів. Наведено відомості про особистий внесок автора, апробацію та опублікування результатів, структуру та обсяг роботи.

У **першому розділі «Наукові і практичні аспекти удосконалення технології пшеничних зернових пластівців підвищеної біологічної цінності»** проведено аналіз джерел вітчизняної і закордонної літератури, який дозволив обґрунтувати актуальність теми дисертаційної роботи. В даному розділі було проаналізовано досвід виробництва зернових пластівців, розглянуто асортимент та технології їх виробництва. Актуальним є виробництво зернових пластівців з пророщеної пшениці. Теоретично визначено, що ефективними і перспективними способами підвищення біологічної цінності пшеничних зернових пластівців є застосування низькотемпературної обробки (НТО) зерна та біопрепарату, який містить в своєму складі комплекс молочнокислих бактерій.

У **другому розділі «Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень»** наведено характеристику сировини, що використовується у роботі – зерно пшениці. Розроблено блок схему комплексних досліджень, котра представлена на рис. 1. Використані методи, за якими визначали органолептичні, структурно-механічні, фізико-хімічні показники, харчову та біологічну цінність сировини та готової продукції.

У **третьому розділі «Обґрунтування технології пшеничних зернових пластівців з використанням нетрадиційних способів підвищення їх біологічної цінності»** встановлено оптимальні режими процесу пророщування за допомогою повного факторного експерименту, який було сплановано в три етапи: встановлення нульових рівнів для фази замочування та фази пророщування; оптимізація фази замочування; оптимізація фази пророщування.

Встановлено наступні режими процесу пророщування зерна: фазу замочування необхідно проводити при температурі $+17\pm 1$ °C протягом 10 год, фазу пророщування – при температурі $+17\pm 1$ °C протягом 14 год. Використання таких режимів дозволить отримати пророщену пшеницю зі збільшеним вмістом вітамінів Р (2,2 мг/100 г) та С (0,44 мг/100 г).

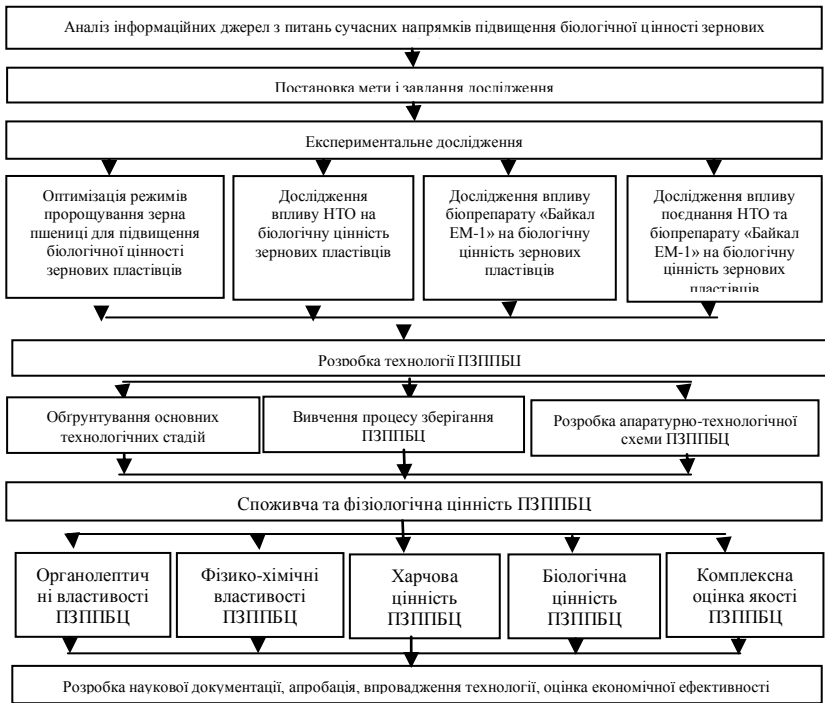


Рисунок 1 - Блок-схема комплексних досліджень

Під час обґрунтування НТО зернової маси виділено три етапи: охолодження зернової маси, витримка зернової маси при заданій температурі, нагрівання зернової маси. Вивченню підлягали наступні режими НТО: температура охолодження, час охолодження, час витримання при заданій температурі, час нагрівання та тривалість відлежування зернової маси після НТО перед пророщуванням. На першому етапі визначено температуру охолодження зернової маси. Зміну температури зернової маси під час охолодження та нагрівання представлено на рис. 2 та вплив температури НТО зернової маси на вміст вітамінів Р та С наведено на рис. 3.

Встановлено наступні режими НТО: температура охолодження зернової маси -15 ± 2 °C; час охолодження зернової маси вагою 1 кг - 2 хв; час нагрівання зернової маси вагою 1 кг - 40 хв при температурі повітря $+16 \pm 1$ °C до температури в середині зернової маси $+16 \pm 1$ °C. Після НТО рекомендовано проводити відлежування зернової маси при температурі $+16 \pm 2$ °C до досягнення ним початкової температури протягом двох діб.

Встановлено вплив поєднання НТО та пророщування у водному розчині біопрепарату «Байкал ЕМ-1», що складається зі штамів молочнокислих бактерій, на вміст вітамінів Р та С у пророщеному зерні.

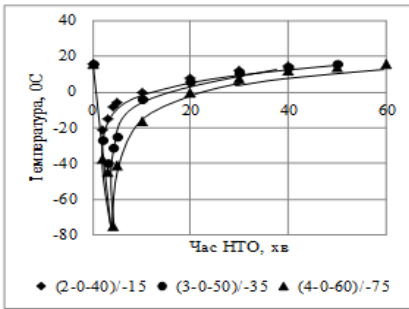


Рисунок 2 – Графік охолодження та нагрівання зернової маси при різних температурах охолодження
(K1 – сухе зерно пшениці; K2 – пророщене зерно пшениці)

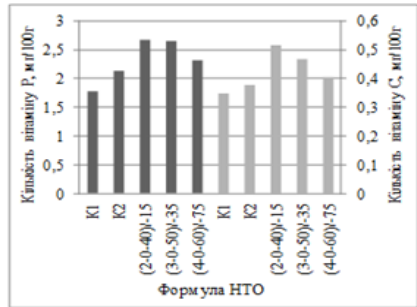


Рисунок 3 – Вплив температури охолодження зернової маси на біологічно активні речовини зерна
(K1 – сухе зерно пшениці; K2 – пророщене зерно пшениці)

Науково обґрунтовано доцільності використання нових способів підвищення біологічної цінності зерна в технології пшеничних пластівців. Перш за все визначили масову частку крохмалю у дослідних зразках зерна, а далі дослідили молекулярно-масовий розподіл білків зерна пшениці.

Спочатку було проаналізовано залежність вмісту вітамінів Р, С та крохмалю у зерні пшениці під час пророщування протягом трьох діб (рис. 4, 5). Під час пророщування зерна протягом трьох діб кількість вітамінів Р та С з часом зростає. Навіть, на третю добу пророщування контрольного зразка зерна вміст вітаміну Р не досягає тієї кількості, що знаходиться у дослідних зразках на першу добу пророщування, а вміст вітаміну С у контрольного зразка зерна досягається аж на третю добу пророщування. В той же час, вміст крохмалю зменшується що пояснюється гідролітичними процесами, які відбуваються з ним при пророщуванні зерна. Але вже на другу добу пророщування вміст крохмалю становить 40 ± 2 % від всієї маси крохмалю, а на третю добу крохмаль повністю розщеплюється.

Досліджено білково-протеїназний комплекс зерна пшениці, де визначено молекулярно-масовий розподіл (ММР) білків. Аналіз диференційних кривих ММР білків зерна пшениці свідчить про наступні особливості: в зразку сухого зерна пшениці в порівнянні з іншими зразками зникають смуги з молекулярною масою 88484 Да і 19748 Да; у той же час в зразку пророщеного зерна пшениці з'являється нова смуга з відносною молекулярною масою 40033 Да; при використанні біопрепарату «Байкал ЕМ-1» та при поєднанні дії з НТО з'являються смуги нехарактерні первинному матеріалу (50000 Да та 4900 Да), що може вказувати на модифікаційні зміни структури білків або ж їх частковий гідроліз; однак, варто зазначити що, в тих же зразках з'являються смуги з відносною молекулярною масою 180000 Да.

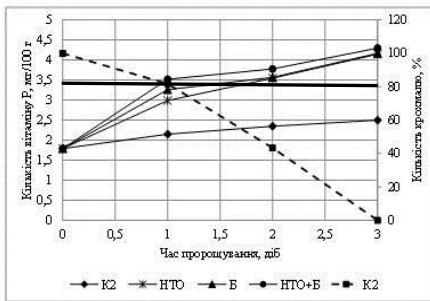


Рисунок 4 – Залежність вмісту вітаміну Р та крохмалю в зерні пшениці під час пророщування протягом 3 діб

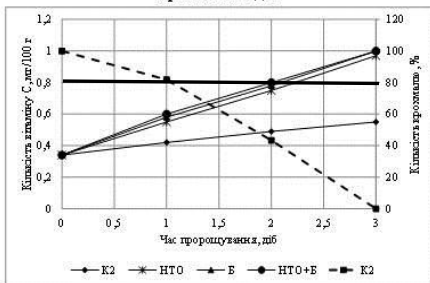


Рисунок 5 – Залежність вмісту вітаміну С та крохмалю в зерні пшениці під час пророщування протягом 3 діб

(K2 – пророщене зерно, НТО – пророщене зерно піддане попередній низькотемпературній обробці, Б – пророщене зерно у розчині біопрепарату «Байкал ЕМ-1», НТО+Б – пророщене зерно у розчині біопрепарату «Байкал ЕМ-1» та піддане попередній низькотемпературній обробці)

водний розчин біопрепарату «Байкал ЕМ-1»; ПЗППБЦ «Бадьорість» - відрізняється поєднанням НТО зерна перед пророщуванням та водного розчину біопрепарату «Байкал ЕМ-1».

Розроблено принципову технологічну схему та запропоновано апаратурно-технологічну схему (рис. 6) для реалізації технології ПЗППБЦ «Паросток», «Еко-Скарб» та «Бадьорість».

Визначено вихід ПЗППБЦ, під час пророщування маса зерна пшениці з паростком більше на $30 \pm 0,5$ % в залежності від маси зерна без паростка, у зв'язку з цим вихід ПЗППБЦ не зменшується і в середньому становить $91 \pm 0,5$ % у перерахунку на натуральну величину.

У четвертому розділі «Аналіз споживчої та фізіологічної цінності пшеничних зернових пластівців підвищеної біологічної цінності» визначено доцільність застосування НТО зернової маси перед пророщуванням пшениці та використання водного розчину біопрепарату «Байкал ЕМ-1» під час процесу пророщування.

Встановлено та обґрунтовано режими основних технологічних стадій виробництва пшеничних зернових пластівців підвищеної біологічної цінності (ПЗППБЦ): визначено вплив обробки перманганатом калію з концентрацією 0,005 %, протягом 5...7 хв на вміст вітамінів Р та С; визначено режими пропарювання зерна після пророщування, де час пропарювання складає 1 хв при тиску пари 0,1 МПа; встановлено режими сушіння зерна перед плющенням: температура 80 ± 2 °С, час 45...50 хв до вологості 18 ± 1 %, досушування пластівців після плющення: температура 80 ± 2 °С, час 12...14 хв до вологості 11 ± 1 %.

На основі обґрунтованих технологій виробництва ПЗППБЦ з пророщеної пшениці розроблено наступний асортимент: ПЗППБЦ «Паросток» - особливістю технології є застосування НТО перед процесом пророщування зерна; ПЗППБЦ «Еко-Скарб» - під час процесу пророщування пшениці на стадії замочування зерна використовується

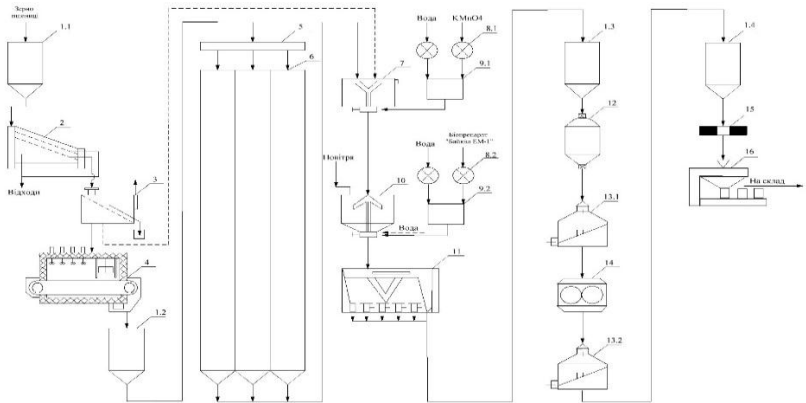


Рисунок 6 - Апаратурно-технологічна схема виробництва пшеничних зернових пластівців підвищеної біологічної цінності «Паросток», «Еко-Скарб» та «Бадьорість»

1.1...1.4 – проміжний бункер; 2 – просівальна машина; 3 – скальператор; 4 – апарат для НТО; 5 – транспортер; 6 – бункери для відлежування зерна після НТО; 7 – канал для дезінфекції розчином $KMnO_4$; 8.1, 8.2 – дозатор; 9.1, 9.2 – канал для змішування розчину; 10 – канал для замочування; 11 – апарат для пророщування; 12 – пропарювач; 13.1, 13.2 – аеровібраційна сушарка; 14 – плуцильний верстат; 15 – магнітний сепаратор; 16 – фасувальний апарат.

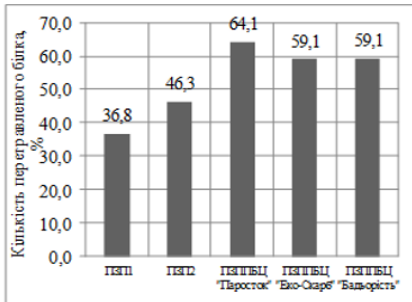


Рисунок 7 - Кількість перетравленого білка пшеничних пластівців від загального вмісту білка в продукті

(ПЗП1 – зернові пластівці, виготовлені з сухою зерна за традиційною технологією; ПЗП2 – зернові пластівці, виготовлені з пророщеного зерна; ПЗППБЦ «Паросток» – зернові пластівці, в технології яких включено додаткову стадію НТО; ПЗППБЦ «Еко-Скарб» – зернові пластівці, технологія яких передбачає використання біопрепарату «Байкал ЕМ-1» на стадії пророщування зерна; ПЗППБЦ «Бадьорість» – зернові пластівці з додатковими стадіями НТО та використання біопрепарату «Байкал ЕМ-1»)

Встановлено вміст основних органічних речовин (білків, вуглеводів та жирів) у ПЗППБЦ та розраховано їх енергетичну цінність, що знаходиться в межах від 388 до 392 ккал/100 г продукту. Досліджено процес перетравлювання білків ПЗППБЦ (рис. 7). Кількість перетравленого білка ПЗППБЦ зросла до 60...64 % від всієї маси білка.

Досліджено амінокислотний склад ПЗППБЦ. Визначено основну незамінну амінокислоту, що лімітує – лізин. ПЗППБЦ «Паросток» та «Бадьорість» містять найбільшу кількість основної незамінної амінокислоти – лізину, її вміст становить 0,39 мг/100 г та 0,38 мг/100 г продукту відповідно.

Визначено показники біологічної цінності, коефіцієнту утилітарності та індексу якості білка. Встановлено вміст

вітамінного комплексу (вітамінів Р, С, В₁ та В₂) та вміст мінеральних речовин (кальцій, фосфор) в ПЗППБЦ.

Проведено оцінку зміни кількості вітамінів в пророщеному зерні, пластівцях та каші. Вітаміни Р та С ПЗППБЦ «Паросток» після доведення каші до готовності зберігаються на 67±1 % та 38±1 % відповідно по відношенню до зерна на підготовчій стадії технології. Кількість вітаміну Р та С у ПЗППБЦ «Еко-Скарб» зберігають на 68±1 % та 40±1 % відповідно. Вміст вітамінів Р та С в ПЗППБЦ «Бадьорість» на 70±1 % та 40±1 % відповідно.

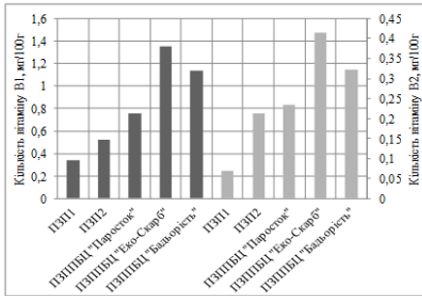


Рисунок 8 - Кількість вітамінів В₁ та В₂ в пшеничних зернових пластівцях

Визначено вміст вітамінів групи В (рис. 8). Вміст вітаміну В₁ у ПЗППБЦ «Паросток», «Еко-Скарб» та «Бадьорість» в 2...4 рази більше, ніж в пластівців, виготовлених за традиційною технологією. Кількість вітаміну В₂ аналогічно вища у ПЗППБЦ в порівнянні з пластівцями, виготовленими за традиційною технологією у 3...6 разів. Вміст кальцію ПЗППБЦ знаходиться в діапазоні від 493 до 507 мг/100 г

продукту. Кількість фосфору у всіх зразків зернових пластівців знаходиться в межах похибки та становить 406...434 мг/100 г продукту.

Проведено оцінку добового заповнення організму людини вітамінами Р, С, В₁ та В₂ за рахунок вживання людиною однієї порції пластівців ПЗППБЦ кількістю 200 г. Вживання однієї порції ПЗППБЦ «Паросток», «Еко-Скарб» та «Бадьорість» заповнює добову потребу людини у вітамінах Р на 11 %, 13 % та 14 % відповідно. Добова потреба у вітаміні В₁ на 55 %, 94 % та 80 %, у вітаміні В₂ заповнюється на 15 %, 25 % та 20 % відповідно, на 42...46 % заповнення кальцієм та 61...67 % фосфором при споживанні 200 г каші за добу.

Розроблено профілі органолептичної оцінки готової каші з пластівців, виготовлених з пророщеної пшениці. Визначено органолептичні та фізико-хімічні показники якості ПЗППБЦ під час зберігання протягом 12 місяців, які відповідають чинній нормативній документації. Під час дослідження збереження біологічної цінності ПЗППБЦ «Паросток», «Еко-Скарб» та «Бадьорість» виявлено, що кількість вітамінів Р, С, В₁ та В₂ зменшується протягом 12 місяців зберігання, але залишається вищою в порівнянні з контрольними зразками пластівців.

Визначено наявність потенційно небезпечних мікроорганізмів у ПЗППБЦ протягом 12 місяців зберігання (табл. 1). Зернові пластівці зберігалися в герметичній упаковці, в сухому, чистому, добре вентильованому приміщенні, яке не мало стороннього запаху, не зараженому

шкідниками хлібних запасів, за температури 18 ± 3 °C і відносній вологості повітря, яка не перевищує 75 %.

Таблиця 1 - Зміна кількості мезофільних аеробних, факультативно-анаеробних мікроорганізмів в зернових пластівцях

Зразок пластівців	Мезофільні аеробні і факультативно-анаеробні мікроорганізми, КУО/1 г продукту					Допустим о згідно ДСТУ 1055:2006
	Термін зберігання, місяців					
	0	1	3	6	12	
ПЗП1	$5,5 \times 10^4$	$19,5 \times 10^2$	14×10^2	45×10^1	25×10^2	5×10^3
ПЗП2	$2,9 \times 10^2$	$5,5 \times 10^1$	4×10^1	1×10^1	$1,5 \times 10^3$	
ПЗППБЦ «Паросток»	$2,6 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	8×10^1	6×10^1	13×10^2	
ПЗППБЦ «Еко-Скарб»	$8,5 \times 10^1$	5×10^1	3×10^1	3×10^1	8×10^1	
ПЗППБЦ «Бадьорість»	$1,8 \times 10^2$	5×10^1	5×10^1	4×10^1	9×10^1	

Проведено комплексну оцінку якості зернових пластівців та визначено, що ПЗППБЦ відносяться до дуже доброго рівня. Для ПЗППБЦ «Паросток» оцінка якості дорівнює 0,85; для ПЗППБЦ «Еко-Скарб» - 0,9; для ПЗППБЦ «Бадьорість» - 0,87.

У п'ятому розділі «Безпека виробництва та системний аналіз технології пшеничних зернових пластівців підвищеної біологічної цінності» на основі проведених експериментальних досліджень розроблено концептуальну модель технологічної системи виробництва ПЗППБЦ за допомогою системного аналізу. Здійснено моніторинг з безпеки виробництва ПЗППБЦ, результати вказують на те, що основними небезпечними чинниками є фізичні та біологічні ризики.

Визначено техніко-економічні показники ефективності виробництва ПЗППБЦ «Паросток», «Еко-Скарб» та «Бадьорість», які підтверджують економічну доцільність та необхідність втілення у виробництво технологій ПЗППБЦ. Відпускна ціна становить 27 грн за одиницю продукції масою 1 кг. Розрахунки вказують на можливість реалізації продукції за конкурентоспроможною ціною, це дозволяє отримувати прибуток від впровадження технології ПЗППБЦ до 6 раз більше у порівнянні з традиційними технологіями виробництва пшеничних зернових пластівців. Розроблено та затверджено ТУ У 10.6-00493741-001:2015 «Зернові пластівці», технологічну інструкцію та отримано висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи.

ВИСНОВКИ

1. Аналітичний огляд літературних джерел та узагальнення результатів наукових досліджень показав ефективність пророщування зерна пшениці в технології виробництва пластівців. Обґрунтовано режими пророщування

зерна для підвищення його біологічної цінності. Рекомендовано наступні режими процесу пророщування: фазу замочування слід проводити при температурі $+17\pm 1^\circ\text{C}$ протягом 10 год, фазу пророщування при температурі $+17\pm 1^\circ\text{C}$ протягом 14 год.

2. Вперше встановлено доцільність низькотемпературної обробки зернової маси на підготовчому етапі виробництва пшеничних зернових пластівців підвищеної біологічної цінності, використання якої призводить до збільшення кількості вітамінів Р та С в зерні, підготовленому таким способом на $27\pm 1\%$ та $30\pm 1\%$ відповідно у порівнянні з пророщеним зерном пшениці без обробки. Проведено оптимізацію режимів низькотемпературної обробки зернової маси перед процесом пророщування: швидке охолодження до температури $-15\pm 2^\circ\text{C}$ протягом 2 хв, нагрівання зернової маси до температури $+16\pm 1^\circ\text{C}$ протягом 40 хв, після закінчення процесу НТО зернова маса піддається відлежуванню при температурі навколишнього середовища $+16\pm 1^\circ\text{C}$ протягом 2 діб.

3. Вперше визначено вплив біопрепарату, який містить комплекс молочнокислих бактерій на біологічну цінність зернових пластівців з пшениці. Концентрація водного розчину біопрепарату «Байкал ЕМ-1» складає $0,075\dots 0,1\%$, при цьому кількість вітамінів Р та С в зерні збільшується на $51\pm 1\%$ та $45\pm 1\%$ відповідно у порівнянні з пророщеним зерном пшениці без обробки. Обґрунтовано доцільність поєднання низькотемпературної обробки зернової маси та використання водного розчину біопрепарату «Байкал ЕМ-1» під час процесу пророщування зерна пшениці, це спричиняє підвищення кількості вітамінів Р та С на $65\pm 1\%$ та $50\pm 1\%$ відповідно у порівнянні з пророщеним зерном пшениці без обробки.

4. З метою отримання пшеничних зернових пластівців підвищеної біологічної цінності високої якості за структурно-механічними показниками, встановлено граничний термін пророщування зерна пшениці протягом 1 доби за вмістом крохмалю (не менше 80% від початкової кількості) та молекулярно-масовим розподілом білків пророщеного зерна пшениці.

5. Обґрунтовано режими основних технологічних стадій виробництва пшеничних зернових пластівців підвищеної біологічної цінності: пропарювання зерна пшениці (тривалість обробки пророщеного зерна складає 1 хв, тиск гострої пари $0,1\text{ МПа}$); сушіння зерна пшениці (час $40\dots 50$ хв при температурі $80\dots 100^\circ\text{C}$); досушування пластівців (час $12\dots 14$ хв при температурі 80°C).

6. Визначено вплив зберігання ПЗППБЦ на вміст біологічно активних речовин, їх кількість зменшується, але залишається більшою у 2 рази, ніж у щойно виготовлених пластівців за традиційною технологією. Мікробіологічні показники зернових пластівців під час зберігання покращуються, кількість МАФАМ зменшується. Досліджено фізико-хімічні, органолептичні та кулінарні показники зернових пластівців, які свідчать про їх високу якість.

7. Розроблено принципову технологічну схему, апаратурно-технологічну схему технологій виробництва ПЗППБЦ «Паросток», «Еко-Скарб», «Бадьорість»; вихід ПЗППБЦ в середньому складає $91 \pm 0,5$ %.

8. Встановлено харчову цінність, шляхом визначення кількості вітамінів Р, С, В₁, В₂, мінеральних речовин кальцію, фосфору та біологічну цінність зернових пластівців, а саме вміст основних органічних речовин, їх амінокислотний скор, енергетичну цінність, коефіцієнт утилітарності та індекс якості білка. А також, досліджено процес перетравлювання білків ПЗППБЦ та виявлено, що вони перетравлюються краще ніж білки зернових пластівців, виготовлених за традиційною технологією майже у 2 рази.

9. Розроблено ТУ У 10.6-00493741-001-2015 «Зернові пластівці» і затверджено ТІ згідно ТУ У 10.6-00493741-001-2015 на виробництво ПЗППБЦ, отримано висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи. Проведено комплекс організаційно-технологічних заходів з впровадження розробленої технології у виробництво.

10. Розроблено схему моніторингу небезпечних чинників з метою запобігання або максимального зниження їх впливу. Проведено комплексну оцінку якості ПЗППБЦ та визначено, що комплексна оцінка ПЗППБЦ перевищує даний показник для пластівців, виготовлених за традиційною технологією на 65 ± 3 %. Отримані кінцеві техніко-економічні показники від впровадження технологічної лінії виробництва ПЗППБЦ продуктивністю 450 кг/год доводять, що капіталовкладення на переоснащення підприємства для виробництва ПЗППБЦ по вдосконаленим технологіям складатимуть до 1,93 млн.грн; реалізація ПЗППБЦ дозволить збільшити розмір абсолютного прибутку до 5 разів за рахунок збільшення ціни реалізації продукції та зменшити термін окупності капітальних вкладень до 2...7 місяців.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Фоміна, І.М., Івахненко, О.О. (2012). Визначення поліфенольних сполук в зерні пшениці під час пророщення методом Фоліна-Чокальтеу. *Збірник наукових праць ХНТУСГ*, 131, 267-272. (*Збірник входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук*).

2. Фоміна, І.М., Івахненко, О.О. (2013). Вивчення харчової цінності пластівців із пророщеного зерна пшениці. *Наукові праці ОНАХТ*, 44 (1), 10-13. (*Збірник входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук*).

3. Фоміна, І.М., Івахненко, О.О. (2013). Зміна кінематичної в'язкості клейстеризованої борошняної суспензії пшениці під час пророщування зерна, підданого низькотемпературній обробці. *Вісник ХНТУСГ*, 140, 89-94. (*Збірник входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук*).

4. Фоміна, І.М., Ізмайлова, О.О., Щуцька, Д.С. (2014). Визначення відносної деформації зерна пшениці під час пророщування. *Наукові праці ОНАХТ*, 46 (1), 16-19. (Збірник входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук).

5. Фоміна, І.М., Ізмайлова, О.О. (2014). Визначення оптимальних режимів пророщування зерна пшениці для зернових пластівців підвищеної харчової цінності. *Вісник ХНТУСГ*, 152, 261-266. (Збірник входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук).

6. Фоміна, І.М., Ізмайлова, О.О. (2016). Зміна якості пшеничних зернових пластівців підвищеної біологічної цінності під час зберігання. *Наукові праці НУХТ*, 4 (22), 185-191. (Збірник входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук; міжнародна індексація: *Index Copernicus, EBSCOhost, SCABI Full Text, Universal Impact Factor, Google Scholar*)

7. Fomina, I.M., Izmailova, O.O. (2016). Using low temperature treatment of grain for increasing bioavailability of cereal flakes. *East European sciences journal Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe*, 5(9), t.3, 33-44. (Журнал входить до переліку міжнародних наукових фахових видань, міжнародна індексація: *РИНЦ, Librarian.ru, Google Scholar, Academic Resource Index, International Scientific Indexing, Slide Share, Cosmos Impact Factor*).

8. Фоміна, І.М., Ізмайлова, О.О. (2017). Вивчення перетравлювання білків пшеничних зернових пластівців підвищеної біологічної цінності. *Наук.практ.журнал «Хранение и переработка зерна»*, 11, 34-37. (Збірник входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук).

9. Ivakhnenko, E.A. (2013). *Raising nutritive value of cereal flakes*. Всеукр. конф. Проблеми розвитку юридичної науки в дослідженнях молодих учених. Харків: НУ ЮАУ.

10. Ivakhnenko, E.A., Fomina, I.M. (2013). *Technology of Cereal Flakes with Enhanced Biological and Nutritional Value*, Selected, peer reviewed papers from the 8 international CIGR technical symposium on Advanced Food Processing and Quality Management. Guangzhou: South China University of Technology.

11. Фоміна, І.М., Ізмайлова, О.О. (2014). *Вплив короткочасної низькотемпературної обробки пшениці перед пророщуванням на мікрофлору зерна*, Матеріали Міжнар. наук.конф. Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчової промисловості. Київ: НУХТ.

12. Фоміна, І.М., Ізмайлова, О.О. (2014). *Визначення температури заморожування зерна для підвищення харчової цінності зернових пластівців*. Збірн. матер. VII Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів з міжнародною участю. Одеса: ОНАХТ.

13. Фоміна, І.М., Ізмайлова, О.О. (2014). *Визначення режимів сушіння зернових пластівців підвищеної харчової та біологічної цінності*. Тези доп.

Всеукр. наук.-практ. конф. Інноваційні технології в харчовій промисловості та ресторанному господарстві. Харків: ХДУХТ.

14. Фоміна, І.М., Ізмайлова, О.О. (2015). *Вплив молочнокислих бактерій на пшеничні зернові пластівці підвищеної біологічної цінності під час пророщування*. Зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф. Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми. Одеса: ОНАХТ.

15. Фоміна, І.М., Ізмайлова, О.О. (2015). *Встановлення режимів пропарювання зерна в технології зернових пластівців підвищеної біологічної цінності*. Тези доп. міжнар. наук. інтернет-конф. Розвиток та регулювання торгівлі, туристичного та готельно-ресторанного бізнесу на засадах кластерного підходу. Харків: ХТЕІ КНТЕУ.

16. Ізмайлова, О.О., Фоміна, І.М. (2015). *Визначення мікрофлори зернових пластівців підвищеної біологічної цінності «Паросток» під час зберігання*. Тези доп. всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і студ. Новітні технології у науковій діяльності і навчальному процесі. Чернігів: ЧНТУ.

17. Ізмайлова, О.О., Фоміна, І.М. (2015). *Зміна біологічної цінності зернових пластівців «Паросток», «Еко-Скарб», «Бадьорість» під час сушіння*. Тези доп. всеукр. наук.-практ. конф. Проблеми енергоефективності та якості в процесах сушіння харчової сировини. Харків: ХДУХТ.

18. Фоміна, І.М., Ізмайлова, О.О. (2016). *Дослідження вмісту вітамінів В₁, В₂ у зернових пластівцях підвищеної біологічної цінності «Паросток», «Еко-Скарб», «Бадьорість»*. Зб. мат. до між нар. науково-практ. конф. Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека. Київ: НУХТ.

19. Фоміна, І. М., Ізмайлова, О. О. (2016). *Дослідження процесу перетравлювання білків зернових пластівців підвищеної біологічної цінності «Паросток», «Еко-Скарб» та «Бадьорість»*. Зб. тез доп. Міжнар.наук.-практ. конф. Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми. Одеса: ОНАХТ.

20. Izmailova, E. O., Fomina, I. M., Bezborodova, K., Bugaev, V. (2017). *The influence of biological product "Baikal EM-1" on the content of vitamin C during cereal crops germination*. Матер. VII міжнар. наук.-практ. конф. Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем. Чернігів: ЧНТУ.

21. Ізмайлова, О.О., Фоміна, І.М. (2018). *Дослідження органолептичних показників зернових пластівців підвищеної біологічної цінності*. Матер. Міжнар. форуму молоді Молодь і сільськогосподарська техніка у XXI сторіччі. Харків: ХНТУСГ.

Особистий внесок здобувача: проведення експериментальних, досліджень, участь в обговоренні, опрацювання та узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації [1-21].

АНОТАЦІЯ

Ізмайлова О. О. Удосконалення технології зернових пластівців підвищеної біологічної цінності. – Рукопис.

Дисертаційна робота на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук з спеціальністю 05.18.02 – Технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів і комбікормів, олійних і луб'яних культур. – Національний університет харчових технологій, м. Київ, 2018.

Дисертацію присвячено вирішенню проблеми інтенсифікації процесу утворення біологічно активних речовин пшениці під час пророщування шляхом застосування попередньої НТО та/або біопрепарату «Байкал ЕМ-1» на стадії замочування зерна, що призводить до покращення його хімічного складу.

На основі експериментальних досліджень визначено ефективність використання НТО зернової маси перед пророщуванням та/або біопрепарату «Байкал ЕМ-1» під час пророщування зерна пшениці в технології пшеничних зернових пластівців підвищеної біологічної цінності. Сукупність результатів теоретичних та експериментальних досліджень дозволила розробити принципово-технологічну схему виробництва пшеничних зернових пластівців підвищеної біологічної цінності та апаратурно-технологічну схему і тим самим розширити асортимент продукції зернопереробної галузі.

Ключові слова: пшениця, зернові пластівці, пшеничні зернові пластівці підвищеної біологічної цінності, низькотемпературна обробка, пророщування, біопрепарат «Байкал ЕМ-1».

ABSTRACT

Izmailova O. O. Technology improvement of wheat cereal flakes of enhanced biological value – Qualifying scientific work as a manuscript.

Ph.D. thesis in Engineering Science in specialty 05.18.02 – Technology of grain, legumes, cereal products and compound feed, oil and fiber crops National University of Food Technologies of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2018.

The dissertation is concerned with solution to a problem of intensifying the process of biologically active substances formation of the wheat while germination by applying a preliminary short-term low-temperature processing (SLP) and/or a biological preparation "Baikal EM-1" at the grain soaking stage, which leads to an improvement of its chemical composition.

On the basis of experimental research, the effectiveness of the using of grain mass SLP before germination and/or biological preparation "Baikal EM-1" while wheat germination in the wheat cereal flakes of enhanced biological value technology was determined. Cumulative result of theoretical and experimental research allowed developing the principal technological scheme of wheat cereal flakes of enhanced biological value and process flow diagram and thus broadening the range of the grain-processing industry products.

First: scientifically valid expediency for the using and regimes of grain mass SLP before the cereal flakes production from germinated wheat and/or biological preparation "Baikal EM-1" while the germination of grain to enhance the biological value of the cereal flakes; the chemical composition was determined and the process of digestion of wheat cereal flakes of enhanced biological value (WCFEBV) proteins made from germinated wheat was investigated; physical-chemical, microbiological parameters changes of WCFEBV quality and the content of vitamins P, C, B₁, B₂ while storage are determined. Practical value is confirmed by 3 useful model patent of Ukraine, the conclusion by the state sanitary and epidemiological expertise on the developed normative documentation (full product specifications 10.6-00493741-001-2015 "Cereal flakes") was received, the technological instruction was approved. The economic effect of introducing WCFEBV technology into the industry is determined.

The influence of grains mass SLP on the preparatory stage of WCFEBV production has been established. Optimization of grain mass SLP before the germination process has been conducted: the duration of freezing up to temperature -15 ± 2 °C is 2 minutes, the defrosting of the grain mass - for 40 minutes at an ambient temperature $+ 16 \pm 1$ °C, on completing SLP process, the grain mass yield to binning at ambient temperature $+ 16 \pm 1$ °C for 2 days. The influence of biological preparation "Baikal EM-1" on the biological value of the cereal flakes from wheat has been determined. Biological preparation "Baikal EM-1" is used at the stage of grain soaking at the time of germination process. The concentration of the water solution of the biological preparation is 0,1 %.

The expediency of combining the grains mass SLP and the use of the water solution of biological preparation "Baikal EM-1" during the process of grain germination of wheat has been substantiated. The mass fraction change of starch in the experimental samples of wheat grain was determined and the molecular weight distribution of wheat grain proteins was investigated. The modes of the main technological stages of WCFEBV production are substantiated. Steaming stage modes: the processing time of germinated grain is 1 min, the pressure of the jet steam is 0,1 MPa. Drying stage modes of the wheat grain (duration 40 ... 50 minutes at a temperature of 80 ... 100 °C), while the moisture reaches 16 ... 18 % and the secondary drying of the cereal flakes (duration 12 ... 14 min at a temperature of 80 °C) to the moisture of 10 ... 12 %. The effect of storage of WCFEBV on the content of biologically active substances has been determined, their quantity is reduced, but remains considerably higher than that of freshly prepared flakes according to traditional technology.

Microbiological parameters of cereal flakes during storage are improved, the number of mesophilic aerobic and optional anaerobic microorganisms are decreased. The physical-chemical, organoleptic and culinary properties of WCFEBV have been investigated. The nutritional value was determined by determining an amount of vitamins P, C, B₁, B₂, calcium minerals, phosphorus and the biological value of cereal flakes, that is the content of the main organic

substances of the WCFEBV, their amino acid rate, the energy value, the utilitarian ratio and the protein quality index. Also, the process of digestion of the WCFEBV proteins was investigated and it was found that proteins of WCFEBV are digested better than the proteins of cereal flakes produced by traditional technology almost 2 times.

The process flow diagram and three principle technological schemes of WCFEBV "Parostok", "Eco-Skarb" and "Badiorist" productions were developed. The yield of the WCFEBV come in at $91 \pm 0,5$ %. The technical and economic indicators of WCFEBV production are calculated, depending on the technology, implementation of the project will allow to increase the size of absolute profits by 1,5...5 times and, in this case, reduce the payback period of capital investments to 2...7 months. The scheme of monitoring of dangerous factors has been developed in order to prevent or minimize their impact. Quality comprehensive assessment of the WCFEBV has been carried out and it has been determined that the comprehensive assessment of the WCFEBV depending on the technology exceeds this indicator for cereal flakes produced according to traditional technology to 65 ± 3 %.

Key words: wheat, cereal flakes, wheat cereal flakes of enhanced biological value, low temperature treatment, germination, biological preparation "Baikal EM-1".

