

ISSN 2307-5732

DOI 10.31891/2307-5732

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

4.2024

ВІСНИК

**Хмельницького
національного
університету**

Технічні науки

Technical sciences

SCIENTIFIC JOURNAL

HERALD OF KHMELNYTSKYI NATIONAL UNIVERSITY

2024, Issue 2, Volume 333, Part 2

Хмельницький

ЗМІСТ

• ЗАСТОСУВАННЯ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПЛАНУВАННЯ

МАКСИМ ХОРКАНІН (Автор)

11-14

• ОХОРОНА ПРАЦІ ПРАЦІВНИКІВ ЛЕГКОЇ ТА ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

АНАТОЛІЙ НЕСТЕР, ОЛЬГА РОМАНШИНА, КОСТЯНТИН ПАРШЕНКО (Автор)

15-18

• ПРОЄКТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ ЦИФРОВОГО ДВІЙНИКА З НЕВИЗНАЧЕНІСТЮ ДАНИХ

ОЛЕКСАНДР ПЕНЯ, ЄВГЕНІЯ СУЛЕМА (Автор)

19-22

• МОДЕЛЮВАННЯ КОМУНІКАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ВЕБ-САЙТУ ДЛЯ HR-КОНСАЛТИНГУ

АННА ШПІЛІНГ, АНАСТАСІЯ ПАСЬКО (Автор)

23-27

• ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФАСУВАННЯ ГУСТИХ ПРОДУКТІВ МЕТОДОМ АНАЛІЗУ РОЗМІРНОСТЕЙ І КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

ІГОР БЕЗБАХ, ОЛЕКСАНДР ВСЕВОЛОДОВ, ІГОР ЯРОВИЙ, СЕРГІЙ БЕЗБАХ, ВЯЧЕСЛАВ ПЕТРОВСЬКИЙ (Автор)

28-34

• ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ФІНАНСОВОГО АНАЛІЗУВАННЯ

АНДРІЙ БЕРКО, МИКОЛА ОДРЕХІВСЬКИЙ, МАКСИМ ЯРОМИЧ (Автор)

35-42

• **ПАРАЛЕЛЬНИЙ АНАЛОГО-ЦИФРОВИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ З ВИПАДКОВИМ ПЕРЕМИКАННЯМ КАНАЛІВ**

ГЕННАДІЙ БОРТНИК, СЕРГІЙ БОРТНИК, МИХАЙЛО БРИЛЬ,
ОЛЕКСАНДР БОРТНИК (Автор)

43-48

• **ОЦІНЮВАННЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПРИ ЗНИЖЕНОМУ СТРУМІ ЧЕРЕЗ ВУЗОЛ ОБЛІКУ**

СВЯТОСЛАВ ВАСИЛЕЦЬ, КАТЕРИНА ВАСИЛЕЦЬ, ВОЛОДИМИР
ІЛЬЧУК (Автор)

49-54

• **БЕЗГЛЮТЕНОВИЙ ХЛІБ НА ОСНОВІ БОРОШНА РИСОВОГО З ДОБАВКОЮ ЧАЮ МАТЧА**

МАРІЯ ВОРОБЕЦЬ, ОЛЕКСАНДРА ЗАХАРОВСЬКА (Автор)

55-58

• **СПОСІБ ОЦІНКИ ЗМІЩЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ЗА АНАЛІЗОМ ЗОБРАЖЕНЬ З КРУГОВИМ ГРАДІЄНТОМ КОЛЬОРУ У ЗАДАЧІ ВИМІРЮВАННЯ В ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ**

НІКІТА ВУСАТИЙ , ОЛЕКСАНДР ПАСІЧНИК, ЕДУАРД МАНЗЮК,
ТЕТЯНА СКРИПНИК (Автор)

59-63

• **АЛГОРИТМ ПРОТИДІЇ ФОНОВОЇ ОСВІТЛЕНОСТІ ПІДВИЩЕНОЇ НАДІЙНОСТІ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ОСВІТЛЕНОСТІ, СТВОРЮВАНОВОГО БАКТЕРИЦИДНИМ ОПРОМІНЮВАЧЕМ**

ЮРІЙ ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ, ВОЛОДИМИР ЛІПКА (Автор)

64-71

• **УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ АДСОРБЕНТУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДНЮ ТУРБОГЕНЕРАТОРА АТОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ**

СЕРГІЙ ЗАЙЦЕВ, ВІКТОР КИШНЕВСЬКИЙ (Автор)

72-79

• **СИНТЕЗ ТА АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОСТОРОВОГО МЕХАНІЗМУ З ДВОМА СТУПЕНЯМИ РУХОМОСТІ ГАЛТУВАЛЬНОЇ МАШИНИ**

МАРК ЗАЛЮБОВСЬКИЙ, ІГОР ПАНАСЮК, ГАННА КОШЕЛЬ, ОЛЕКСАНДР КОШЕЛЬ (Автор)

80-90

• **ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ РОБОТИ ДОЗУЮЧИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ПОСІВНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО ВНЕСЕННЯ ДОБРІВ**

ВОЛОДИМИР РУТКЕВИЧ, ВАЛЕРІЙ ОСТАПЕНКО, МАКСИМ КАЖУРО (Автор)

91-96

• **ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ ДЛЯ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ТА ОПЕРАТИВНОГО ІНФОРМУВАННЯ**

МИКИТА ФАБРИКАТОР, ПЕТРО ЯГАНОВ (Автор)

97-101

• **ПІДХОДИ ДО ВИБОРУ ПЕРЕТВОРЮВАЧА ЧАСТОТИ В СТРУКТУРІ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ МЕРЕЖЕВИХ НАСОСНИХ АГРЕГАТИВ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ**

МИХАЙЛО ФЕДІРКО, ОЛЬГА ЗАВИТІЙ, РОМАН ГОЛОВКО, МАТВІЙ ЧОРНИЙ (Автор)

102-109

• **МЕТОДОЛОГІЯ КЛАСИФІКАЦІЇ МАГНІТОЕНЦЕФАЛОГРАФІЧНИХ СИГНАЛІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НАПІВКЕРОВАНОГО НАВЧАННЯ**

АНДРІЙ ХОМ'ЯК (Автор)

110-114

• **ДІАГНОСТУВАННЯ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ЧАСТОТНОГО ВІДГУКУ**

ОЛЕКСАНДР ШПАЧУК (Автор)

115-121

• **ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕДУМОВ РОЗРОБКИ СЕРВІСУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АРІ**

НАТАЛІЯ КОТЕНКО , ТЕТЯНА ЖИРОВА , ОЛЬГА РУДЕНКО, АНДРІЙ АЛЕКСАНДРОВ (Автор)

122-126

• **ЛОКАЛІЗАЦІЯ ТЕХНІКИ ТА ФОРТИФІКАЦІЙНИХ СПОРУД НА ЗОБРАЖЕННІ ЗАСОБАМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ**

ОЛЕГ БАСИСТЮК, ЗОРЯНА РИБЧАК, ОЛЕГ БУРАВЕНКО (Автор)

127-129

• **СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ КОНОПЛЯНОЇ СИРОВИНИ В ЛЕГКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ ТА МОЖЛИВОСТІ ЇХ ВИРІШЕННЯ**

ГАЛИНА БОЙКО (Автор); ТЕТЯНА ГОЛОВЕНКО (Перекладач); ОЛЬГА ГИЧ (Автор)

130-136

• **УЗАГАЛЬНЕННЯ НЕКОМУТАТИВНОГО ПРОТОКОЛУ УЗГОДЖЕННЯ КЛЮЧА**

РОМАН ПОПОВИЧ , БОГДАН ПОПОВИЧ (Автор)

137-141

• **АГРАРНЕ МАШИНОБУДУВАННЯ В УКРАЇНІ: ВИКЛИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ РОЗВИТКУ**

МАКСИМ ШАРАПАТЮК (Автор)

142-147

• **РОЗРОБКА НАДІЙНОЇ ДІАЛОГОВОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ТА АНАЛІЗУ СТАНДАРТІВ ФІНАНСОВОГО ОБЛІКУ: КОНЦЕПЦІЇ ТА ВИКЛИКИ**

ЮРІЙ ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ, ПАВЛО ПРОХОРОВ, МИКОЛА ПРОХОРОВ
(Автор)

148-153

• **ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗРІЗУВАНОВОГО ШАРУ КІНЦЕВОЮ РАДІУСНОЮ ФРЕЗОЮ**

ОЛЕКСІЙ ОСИПЧУК, БОГДАН ДЗЮМАН, ОЛЕКСАНДР ОХРИМЕНКО
(Автор)

154-159

• **МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ МАЛОПОТУЖНИХ ПРИСТРОЇВ ІОТ**

СЕРГІЙ ВОЛОЩУК, ВОЛОДИМИР САВІНОВ (Автор)

160-164

• **МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНИХ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ ПІДХОДІВ**

МИКИТА КОВАЛЬЧУК, СТЕФАНІЯ БОНДАРЕНКО (Автор)

165-168

• **ОБҐРУНТУВАННЯ ПОКАЗНИКА ЕФЕКТИВНОСТІ ФОРСУВАННЯ ВОДНОЇ ПЕРЕШКОДИ БРОНЕТРАНСПОРТЕРАМИ ПІД ЧАС ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ**

АНАТОЛІЙ КОВТУН, СЕРГІЙ КУПІН, ВАДИМ ЯРМОЛЮК,
ВОЛОДИМИР СУХОРУКОВ (Автор)

169-175

• **ПРОЄКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ МАШИНОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ АРТЕФАКТІВ ДОКУМЕНТАЛЬНОЇ СПАДЩИНИ**

ГАЛИНА ЛИПАК, ТАРАС ЛИПАК, НАТАЛІЯ КУНАНЕЦЬ (Автор)

176-182

• **СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ ЗА ДОРОЖНІМ РУХОМ**

ЄГЕНІЙ ПОСТРЕЛКО (Автор)

183-192

• **ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В РЕСТОРАННОМУ БІЗНЕСІ: ВПЛИВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ УПРАВЛІННЯ ТА ЯКІСТЬ ОБСЛУГОВУВАННЯ**

СТЕФАН ТАЛАПА, МАР'ЯНА ПОЛЯК (Автор)

193-200

• **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ АТОМНОЇ ЕНЕРГІЇ В МИРНИХ ЦІЛЯХ**

МИКОЛА ТАРАСЕНКО, КАТЕРИНА КОЗАК (Автор)

201-206

• **АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЄКТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ СХЕМ РОЗКРОЮ МАТЕРІАЛІВ ПРЯМОКУТНОЇ ФОРМИ НА ДЕТАЛІ ГАЛАНТЕРЕЙНИХ ВИРОБІВ**

ВІКТОР ЧУПРИНКА, БОГДАН НАУМЕНКО, НАТАЛІЯ ЧУПРИНКА (Автор)

207-215

• **АСПЕКТИ ДЕФОРМАЦІЙНОЇ СТІЙКОСТІ КОМПОЗИТИВНА ОСНОВІ ВУЛКАНІЧНИХ ПОРІД**

ОЛЕГ ШНИРУК, ЛЮБОВ МЕЛЬНИК, ЛЕВ ЧЕРНЯК (Автор)

216-221

• **РОЗРАХУНОК ВІДНОСНОЇ ПЛОЩІ РЕГУЛЯРНИХ МІКРОРЕЛЬЄФІВ**

ВОЛОДИМИР ДЗЮРА, ВОЛОДИМИР СЕМЕГЕН (Автор)

222-229

• **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ ПОХОДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ СПОЖИВАЧА ВІД ВДЕ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНІЙ СИСТЕМІ**

ІРИНА ГУНЬКО (Автор)

230-234

• **АНСАМБЛЕВИЙ ПІДХІД У МУЛЬТИМОДАЛЬНІЙ ОБРОБЦІ ДАНИХ НА ОСНОВІ GOOGLE API**

ОЛЕГ БАСИСТЮК, НАТАЛІЯ МЕЛЬНИКОВА, ІРИНА ДУМИН, АНДРІЙ ДУМИН (Автор)

235-238

• **АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ГЛИБИНИ КВАНТОВОЇ СХЕМИ**

ІВАН КИРИЛОВ, ВІКТОР ШЕВЧЕНКО (Автор)

239-245

• **КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ТА БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ**

ВІТАЛІЙ ЧУЄНКО, ВАЛЕРІЙ ТАЗЕТДІНОВ (Автор)

246-250

• **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НАГНІТАННЯ ЧИСТОГО ПОВІТРЯ**

ВІТАЛІЙ ЯРОПУД (Автор)

251-258

• **ТЕХНОЛОГІЇ БІЛА ДЛЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

СЕРГІЙ БУРЛАКА, АНАТОЛІЙ ДАЛЕКА (Автор)

259-264

• **ЛЕГУВАННЯ СТАЛІ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ ЗАХИСТ ПРОТИ КОРОЗІЇ**

СЕРГІЙ БУРЛАКА, НАЗАРІЙ ЧУБЕНКО (Автор)

265-268

• **ОГЛЯД МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСІВ В KUBERNETES КЛАСТЕРІ**

МИКОЛА БУРЯК, СТЕПАН МЕЛЬНИЧУК (Автор)

269-275

• **АНАЛІЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ЗАХИСТУ НА ОСНОВІ КОГНІТИВНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ПРОГНОЗУВАННІ ПОВЕДІНКИ ЗЛОВМИСНИКІВ**

ВОЛОДИМИР ГУПАЛЕНКО, ВАЛЕРІЙ ТАЗЕТДІНОВ (Автор)

276-281

• **ЕЛЕКТРОІМПУЛЬСНА ОБРОБКА КОНОПЛЯНОГО ВОЛОКНА ЯК ШЛЯХ ДО ВИГОТОВЛЕННЯ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ ТОВАРІВ ТА РОЗВИТКУ ДИЗАЙН-ІНДУСТРІЇ**

МАРІЯ РАСТОРГУЄВА, ВАЛЕНТИНА ЄВТУШЕНКО, ЮЛІЯ ДАНЧЕНКО, ГАЛИНА ОЛІЙНИК (Автор)

282-289

• **ОЦІНКА ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЕНЕРГОВИТРАТ У ГІДРОПОНІЦІ**

СЕРГІЙ БУРЛАКА, ПАВЛО ЛУЦ, ІГОР КУПЧУК (Автор)

290-295

• **ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ FASHION-ІНДУСТРІЇ: КЛЮЧОВІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ТРЕНДИ ТА ІННОВАЦІЇ**

ВІКТОРІЯ МИЦА (Автор)

296-300

• **ЗНЕШУМЛЕННЯ МОВНИХ СИГНАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ДКП-ФІЛЬТРАЦІЇ**

ПЕТРО БРИСІН, ВОЛОДИМИР ЛУКІН (Автор)

301-309

• **ІНФРАСТРУКТУРНІ ОСОБЛИВОСТІ МІСТА КРИВИЙ РІГ ЯК ДОДАТКОВИЙ ФАКТОР ВПЛИВУ АВТОТРАНСПОРТУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ**

МИКОЛА ГАЛАКТІОНОВ, ВІКТОР БРЕДУН (Автор)

310-315

• **ЕВОЛЮЦІЙНІ ТА РЕВОЛЮЦІЙНІ ПРОЦЕСИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЗНАННЯМИ**

ОЛЕНА КОВАЛЕНКО, ДЕНИС РОБОТЬКО (Автор)

316-322

• **ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ ДЛЯ АНАЛІЗУ ВІДПОВІДЕЙ У АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ**

ЮРІЙ АНТОНОВ, КИРИЛО СМОКТІЙ (Автор)

323-331

• **ВПЛИВ ЗБОЮ CROWDSTRIKE НА МЕГА-ВИТІК ПАРОЛІВ: ЧИ Є ЗВ'ЯЗОК? Ч. 1**

ВАЛЕРІЯ СЛАТВІНСЬКА, В'ЯЧЕСЛАВ БЕВЗА (Автор)

332-338

• **ОЦІНЮВАННЯ ЯКІСНОГО ВПЛИВУ ФАКТОРІВ НА ЧУТЛИВІСТЬ ВОЛОГОЧУТЛИВОГО МДН-КОНДЕНСАТОРА НА ОСНОВІ АМОΡФНОГО СИЛІЦІЙ(IV) ОКСИДУ**

ЛЮДМИЛА КРИЛИК (Автор)

339-343

• **ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРОГРАМНО-АПАРАТНИХ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ БЕЗПЕКОВОЇ СИСТЕМИ БАГАТОКВАРТИРНОГО БУДИНКУ**

ЮРІЙ ЖОВНІР, ОЛЕГ ГРИБОВСЬКИЙ (Автор)

344-358

• **ВИКОРИСТАННЯ ДРОНІВ ТА РОБОТІВ У РЯТУВАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЯХ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННІ**

РУСЛАН ІВАНЕНКО, ОЛЕНА МАРЧЕНКО (Автор)

359-367

• **СЕГМЕНТАЦІЯ ЗОБРАЖЕНЬ РАН НА ШКІРІ ЛЮДИНИ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ**

БОГДАН ЛУКАЩУК (Автор)

368-374

• **РОЗРОБЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВОГО СПОСОБУ РЕГУЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СОПЛА ЛАВАЛЯ ТА АЛГОРИТМУ ЙОГО ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

ВАСИЛЬ МИХАЙЛЮК, TOMASZ GÓRAL , ВАСИЛЬ ПРОЦЮК, РУСЛАН ДЕЙНЕГА, ОЛЕГ ФАФЛЕЙ (Автор)

375-384

• **ДИНАМІКА ПРОНИКНЕННЯ РІДИНИ В ТЕКСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ З ВРАХУВАННЯМ НЕЛІНІЙНИХ ЕФЕКТІВ**

МИКОЛА РЯБЧИКОВ (Автор)

385-389

• **ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ЇХ ВПЛИВНА ФОРМУВАННЯ СКІЛІВ МАЙБУТНІХ ІТ-ФАХІВЦІВ**

ВАЛЕНТИНА ЮСКОВИЧ-ЖУКОВСЬКА, ЮРІЙ ЛОТЮК (Автор)

390-396

• **АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГІЇ РЕКУПЕРАЦІЇ РЕЙКОВОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ**

ОЛЕКСАНДР КУХТА (Автор)

397-405

• **ПРИНЦИП ДАЛЬНОЇ І БЛИЗЬКОЇ ДІЇ В ЗАДАЧАХ СТРУКТУРИЗАЦІЇ ТА НАВЧАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ**

МИКОЛА ОДЕГОВ, ДЕНИС БАГАЧУК, ІГОР ПЕРЕКРЕСТОВ, ЯННА ПЕТРОВИЧ (Автор)

406-413

• **МЕТОД ОПТИМІЗАЦІЇ РЕФЛЕКСІЇ В .NET ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ДИНАМІЧНОЇ КОМПЛЯЦІЇ ЛЯМБДА ФУНКЦІЙ**

МИХАЙЛО ПОЗУР, ВІКТОРІЯ ВОЙТКО (Автор)

414-419

• **ВІЯВЛЕННЯ ЗМІН У ЛІСАХ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ЗОБРАЖЕНЬ МІСЦЕВОСТІ**

МИКОЛА РОЗУМОВСЬКИЙ, ІГОР КРОШНИЙ (Автор)

420-428

• **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ ПІДРВАНОЇ МАСИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСУ ЕКСКАВАЦІЇ ПРИ РОЗРОБЦІ БУДІВЕЛЬНИХ ГІРСЬКИХ ПОРІД**

ЄГОР ШВЕЦЬ, ЮЛІАН ГРИГОР'ЄВ, СЕРГІЙ ЛУЦЕНКО, ВОЛОДИМИР КУХАР, ЕДУАРД ФЕСЕНКО (Автор)

429-435

• **АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ УКРАЇНСЬКИХ МЕТАЛУРГІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ПРИКЛАДІ ПАТ «АРСЕЛОРМІТТАЛ КРИВИЙ РІГ». ЧАСТИНА 1. АГЛОДОМЕННЕ ВИРОБНИЦТВО**

ЄВГЕН ЧУПРИНОВ, МАРИНА КОРЕНКО, ДАР'Я КАССІМ, ЮРІЙ РЕКОВ, ІРИНА ЛЯХОВА, ХРИСТИНА МАЛІЙ (Автор)

436-441

• **МОРСЬКИЙ БЕЗПЛОТНИЙ УДАРНИЙ ДРОН-КАТЕР ІЗ УЛЬТРАЗВУКОВИМ ПРИШВИДШУВАЧЕМ РУХУ**

ІВАН АФТАНАЗІВ, ЛІЛІЯ ШЕВЧУК, ІНГА СВДРАК, ОРИСЯ СТРОГАН (Автор)

442-447

• **МЕТОД ВИБОРУ ТЕРМІНАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ПАСИВНИХ ОПТИЧНИХ МЕРЕЖ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОГО БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

СЕРГІЙ ПІДЧЕНКО, ОКСАНА КУЧЕРУК, ОЛЕГ ПИВОВАР, ОЛЕКСІЙ ІВАНОВ, КОСТЯНТИН ГОРЯЩЕНКО (Автор)

448-457

• **ІНФОРМАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ СУЧАСНОГО СТАНУ ДОСЛІДЖЕНЬ І РОЗРОБОК ТЕХНОЛОГІЙ КОМП'ЮТЕРНОГО КОНТРОЛЮ РЕЖИМІВ ЗВОЛОЖЕННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР**

ГРИГОРІ ДЯЧЕНКО, ВОЛОДИМИР КРЕМНЬОВ, ВАЛЕРІЙ КОВАЛЬ, МИХАЙЛО ЄВСТРАТЬЄВ (Автор)

458-469

• **ФОРМУВАННЯ АДАПТИВНОГО КОНТЕНТУ В ЕЛЕКТРОННИХ НАВЧАЛЬНИХ СИСТЕМАХ**

ЄВГЕН ПАЛАМАРЧУК, ОЛЕКСАНДР ЩИРОВ (Автор)

470-476

• **ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ФЕРМЕНТІВ У ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА**

ЄВГЕН КОВАЛЬ, АЛЛА СОЛОМОН (Автор)

477-481

DOI 10.31891/2307-5732-2024-339-4-70
УДК 664.664.

КОВАЛЬ ЄВГЕН

Вінницький Національний аграрний університет
<https://orcid.org/0009-0004-4007-9902>
e-mail: zkoval1998@gmail.com

СОЛОМОН АЛЛА

Вінницький Національний аграрний університет
<https://orcid.org/0000-0003-2982-302X>
e-mail: Solola78@ukr.net

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ФЕРМЕНТІВ У ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА

В статті показано особливості внесення ферментів в харчові продукти хлібопекарської, кондитерської, цукрової, м'ясної, спиртової та крохмале-патокової галузей тощо. Зроблено висновки, що використання ферментів дозволяє інтенсифікувати технологічні процеси, збільшити вихід та якість продуктів.

Ключові слова: харчові технології, ферменти, ефективність, виробництво.

KOVAL EUGENE, SOLOMON ALLA
Vinnytsia National agrarian university

FEATURES OF THE USE OF ENZYMES IN FOOD TECHNOLOGIES TO INCREASE PRODUCTION EFFICIENCY

In the modern food industry, various food additives are actively used to improve the quality of the finished product. Enzymes are extremely effective biological catalysts of protein nature, which, acting in a strictly defined sequence, increase the speed of chemical reactions hundreds of times. The use of enzymes has now become the most important industrial principle of food technology improvement.

The use of enzymes in food technologies is at the stage of active development, their range and the functions they can perform in food systems are expanding. The effectiveness of the introduction of enzymes as technological additives-improvers is beyond doubt.

The article is devoted to highlighting the peculiarities of the introduction of enzymes into food products of the bakery, confectionery, sugar, meat, alcohol, starch and molasses industries, etc. It is shown that the use of enzymes makes it possible to intensify technological processes, increase the yield and quality of products.

The main functions of enzymes in food technology are acceleration of biochemical processes, improvement of organoleptic properties of products, increase of yield of beverages, meat, bread and confectionery products, increase of extractability of beverages, intensification of deep hydrolysis of starch and proteins and milk sugar - lactose, prevention of oxidation processes and development aerobic microorganisms, enrichment of valuable nitrogenous nutrition of yeast wort; combating non-biological clouding of beer, adjusting the technological characteristics of flour, strengthening the gluten framework and improving plasticity in frozen dough, ensuring the rheological characteristics of puff pastry and the necessary consistency at high sugar concentrations in fondant candies, caramel, praline, etc.

It was concluded that the achievement of high product quality, high product yield and intensification of technological processes, which directly affects the production efficiency, are practically impossible without the use of technological additives - enzymes.

Key words: food technologies, enzymes, efficiency, production.

Постановка проблеми у загальному вигляді

В світовому та вітчизняному масштабі харчова промисловість була і залишається пріоритетною і стратегічно важливою галуззю серед всіх існуючих.

Використання ферментів в рецептурах харчових продуктів перетворилося у важливий промисловий принцип удосконалення харчових технологій. Більшість галузей харчової промисловості – хлібопекарська, кондитерська, спиртова, виноробство та пивоваріння, сироробна та крохмале-патокова, виробництво плодово-овочевих соків та безалкогольних напоїв – засновані на використанні різноманітних ферментативних процесів [1].

З існуючих у природі близько 25 тисяч різних ферментів нині описано трохи більше 3 тис. найменувань і ще менша їх кількість використовується, що підтверджує доцільність проведення наукових досліджень в цьому напрямку.

Застосування ферментів дозволяє інтенсифікувати перебіг технологічних процесів в технологіях більшості продуктів харчування, здатне покращити якісні показники продуктів харчування, їх зовнішній вигляд, а також в деяких випадках заощаджувати сировину.

Масштаби використання в харчовій промисловості зростають й інших технологічних добавок – ферментних препаратів (ФП). ФП, на відміну від ферментів, містять, крім активного частини ферменту, значну кількість допоміжних, баластних речовин. Крім того, більшість ФП мають комплексний склад, тобто, крім основного ферменту, який характеризується найбільшим значенням активності, до складу входять інші супутні ферменти. Промисловість в великих кількостях використовує ФП мікробіологічного походження, продуцентами яких є бактерії, дріжджі, гриби.

Ферменти відносяться до технологічних харчових добавок і повинні відповідати вимогам, які ставляться до конкретних технологій не тільки щодо типу реакції, яку вони каталізують, але й стосовно умов та дії: рН, температури, стабільності, присутності активаторів та інгібіторів [2].

Формулювання цілей статті

Мета статті – проаналізувати особливості використання ферментів в технологіях та їх роль в підвищенні ефективності виробництва продуктів харчування.

Виклад основного матеріалу

В сучасних умовах важко уявити галузь харчової промисловості, де б не використовувались ферменти, тому розглянемо найпоширеніші сфери їх застосування.

М'ясна промисловість. У виробництві варених ковбас доцільно вносити ферменти рослинного, тваринного, мікробіологічного походження. Протеолітичні ферменти здатні інтенсифікувати перебіг біохімічних процесів при дозріванні м'яса у 2–2.5 рази, поліпшити соковитість і ніжність, смако-ароматичні показники якості, знизити втрату масової частки вологи. Протеази покращують біологічну цінність м'яса в ковбасі завдяки біотрансформації білків. М'ясо нижчої сортності модифікують ферментами мікробіологічного походження [3, 4].

У сучасній харчовій промисловості, особливо в м'ясопереробній, найбільш розповсюдженим ферментом є трансклятаміназа, яка бере участь у перетворенні білків, ліпідів і вуглеводів [5].

Виробництво плодово-ягідних соків, вин і безалкогольних напоїв. Сировина, яка використовується в цих галузях відрізняється за своїми властивостями і асортимент напоїв доволі широкий, ферменти поділяються на такі групи, залежно від мети застосування:

- 1) збільшення виходу та вмісту екстрактивних речовин в технології неосвітлених соків;
- 2) забезпечення повного гідролізу пектину і азотистих сполук в технології освітлених соків;
- 3) підвищення виходу і гомогенності соків з м'якоттю за допомогою ферментів, що, розм'якшують плодово-ягідну тканину;
- 4) збільшення виходу і вмісту екстрактивних речовин виноматеріалів;
- 5) забезпечення мікробіологічної чистоти та тривалішого терміну зберігання соків, вин, безалкогольних напоїв [6,7].

Спиртова галузь. Ефективність виробництва етилового спирту залежить від того, наскільки якісно проведений гідроліз крохмалю в суслі за допомогою амілаз та методології, за якою відбуваються процеси оцукрення і зброджування.

Солод здійснює розклад крохмалю до цукрів та є поживним середовищем для живлення мікрофлори. Під час оцукрювання крохмалистої сировини також відбувається часткове руйнування клітинних стінок сировини.

Проте швидкість оцукрювання крохмалю під час використання солоду залишається досить низькою, що ускладнює прискорення процесів бродіння. Застосування ферментів мікробіологічного походження дає можливість значно підвищити концентрацію поживних речовин в середовищі і забезпечити глибокий гідроліз крохмалю за коротший період.

Окрім процесу оцукрювання, ферменти, що здійснюють процес розрідження (α -амілази), застосовуються на стадії воднотеплової обробки сировини з метою пом'якшення режиму розварювання, зниження в'язкості і полегшення подальшого транспортування.

Вченими [8] встановлено, що з підвищенням кількості ферменту, який додається на стадії оцукрення, від 6 до 8 одиниць активності, повнота оцукрення збільшується від 90,3 % до 99,9 % від введеного крохмалю. Повне оцукрення сусла відбувається з дозуванням понад 8 од. активності на 1 г введеного крохмалю, тому підвищення дози ферменту економічно недоцільне.

Виробництво пива, квасу. Під час виробництва пива за традиційною технологією необхідні ферменти для підготовки зерна і переведення екстрактивних речовин в розчинний стан на стадії затирання.

Ферменти здатні забезпечити повний перебіг фільтрування затору, бродіння сусла, освітлення і фільтрацію пива та фізико-хімічні (піноутворення, прозорість, стійкість під час зберігання) і органолептичні показники якості пива.

Для боротьби з небіологічним помутнінням пива технологічно рекомендованими є папаїн або комплексні препарати, що включають папаїн і інші протеази. Вони є термостабільними і зберігають свою активність після термічної обробки пива [9].

Хлібопекарська промисловість. У хлібопеченні ферменти застосовують з метою інтенсифікації біохімічних процесів при бродінні тіста та вистоюванні тістових заготовок та випікання хліба. Найвища ефективність від використання ферментів спостерігається при переробці борошна зі зниженою ферментативною активністю, недостатньо еластичною та малорозтяжною клейковиною. У випадку надмірно розтяжної клейковини їх комбінують з поліпшувачами окисної дії.

При додаванні амілолітичних ферментів внаслідок гідролізу крохмалю в тісті накопичуються цукри та декстрини. Завдяки зростанню вмісту цукрів прискорюється процес спиртового бродіння та скорочується тривалість дозрівання тістових заготовок. Аналізуючи готові вироби, спостерігається покращення кольору та аромату хлібобулочних виробів, а наявність декстринів уповільнює процеси черствіння.

Глюкоамілази використовують при приготуванні рідких дріжджів, заварок традиційних та заквашених, а також тіста з борошна, що має низьку здатність утворювати діоксид вуглецю [10,11].

Додають ферменти замість солоду житнього в заварку під час приготування рідких дріжджів, а також у житню закваску, опару або тісто.

Авторами [12] встановлено позитивний вплив додавання α -амілази, целюлази, глюкозооксидази, мальтогенної α -амілази, ксиланази на збільшення об'єму хліба, зниження початкової твердості м'якушки та черствіння.

Дослідження застосування α -амілази та геміцелюлази у виробництві хліба з цільнозернового борошна [13] показали, що додавання ферментів в оптимальних концентраціях значно покращує газоутримувальну здатність тіста, його питомий об'єм і сповільнює черствіння.

Включення в рецептуру целюлази, ксиланаз та ліпази забезпечило більш пластичний і міцний каркас клейковини в замороженому тісті, який не руйнується внаслідок дії низьких температур, а глюкозооксидаза посилила клейковину [14].

Кондитерська промисловість. Протеолітичні ферменти і α -амілаза застосовуються у виробництві борошняних кондитерських виробів (БКВ) з метою інтенсифікації процесів бродіння і регулювання фізичних характеристик клейковини борошна, зміни структурно-механічних характеристик тіста, прискорення його дозрівання, якщо це стосується виробів на пресованих або сухих хлібопекарських дріжджах.

У виробництві БКВ (галети, крекери, кекси), доведено технологічну доцільність застосування ферментів протеолітичної та амілолітичної дії в комплексі. Частка незброджених цукрів і азотистих сполук вступає в реакцію меланоїдиноутворення, що позитивно впливає на забарвлення та аромат галет і крекеру [15].

При виготовленні мафінів, а також бісквіту, що випікаються в досить товстому шарі за невисокої температури, дозування бактеріальних протеолітичних ферментів є обмеженим, з метою уникнення псування м'якушки. Варто зазначити, що ефективно вносити ферменти протеолітичної та амілолітичної дії в комплексі, при чому здатність амілаз утворювати декстрини повинна бути мінімальна. Комплексне застосування ферментів може розслабити клейковину тіста, що сприятиме зростанню об'єму БКВ під час випікання і утворенню тонких пор в м'якушці. Накопичення декстринів в помірній кількості сприяє збереженню свіжості виробів тривалий час. В приготуванні виробів з листового тіста ферменти здатні прискорювати і полегшувати обробку тіста з метою поліпшення його еластичності і попередження опадання під час випікання.

В технології заварних пряників разом з потребою в регульованому розслабленні тіста важливим є і збереження м'якості виробу, тому ефективним є застосування ферментів протеаз [16].

Фермент інвертаза застосовується для виробництва відливних помадних корпусів цукерок, круглих помадних корпусів і рідких фруктових начинок, з метою отримати напівм'яку або рідку консистенцію в середовищі високої концентрації цукру.

Було досліджено, що за умови підвищення температури інвертаза інактивується, і за температури відливання (65 °C) активність інвертази знижується. При відливанні помадної маси з кокосових горіхів застосування інвертази ефективно і за рахунок підвищеної водоутримуючої здатності фруктози, яка утворюється під дією цього ферменту [17].

Молочна промисловість. Фермент β -галактозидаза або лактаза, надзвичайно ефективна в процесі каталізу лактози [18]. Ферментативний гідроліз лактози з використанням β -галактозидази є головним технологічно важливим процесом, який каталізує гідроліз β -глікозидного зв'язку, зумовлюючи розклад лактози на глюкозу і галактозу.

Крім застосування β -галактозидаз для розробки низьколактозних та безлактозних молочних продуктів, спостерігалось покращення якості традиційних молочних продуктів. Відомим є рішення щодо раціонального використання підсирної молочної сироватки, що веде до підвищення економічної ефективності виробництва, є важливим кроком в охороні навколишнього середовища та сприяє зростанню екологічності продуктів [19, 20].

Висновки з даного дослідження

і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

Доступність та якість продуктів харчування впливають на рівень продовольчої безпеки держави та виступають своєрідними індикаторами її соціальної стабільності. В умовах ринкових відносин важливо забезпечити населення конкурентоспроможною продукцією.

Зроблено висновки, що досягнення високої якості виробів, високий вихід продукції та інтенсифікація технологічних процесів, що прямо впливає на ефективність виробництва практично неможливі без застосування технологічних добавок – ферментів.

З'ясовано, що ферменти в харчових технологіях здатні виконувати ряд функцій, серед яких варто виділити:

- прискорення біохімічних процесів при дозріванні м'яса та покращення його органолептичних властивостей;
- збільшення виходу напоїв, підвищення екстрактивності та покращення гомогенності соків з м'якоттю;
- запобігання окиснювальним процесам і розвитку аеробних мікроорганізмів в соках, винах, безалкогольних напоях;
- інтенсифікація глибокого гідролізу крохмалю, пом'якшення режимів розварювання і зниження в'язкості пивного суслу;
- забезпечення інтенсивного гідролізу білків та збагачення цінним азотистим живленням дріжджового суслу; боротьба з небіологічним помутнінням пива;
- інтенсифікація біохімічних процесів при бродінні тіста та вистоюванні тістових заготовок;

- коригування технологічних характеристик борошна, зокрема послаблення клейковини тіста та покращення її пружно-еластичних характеристик;
- зміцнення клейковинного каркасу в замороженому тісті, який менше піддається негативній дії низьких температур;
- забезпечення напів'якої або рідкої консистенції за високих концентрацій цукру в помадних цукерках, карамелі, праліне тощо.

Обґрунтовано, що в кожній із розглянутих харчових технологій мета та принципи застосування ферментів відрізняються, що здебільшого залежить від якості сировини та кінцевого продукту.

Можна зробити висновок, що ферменти протеолітичного, амілолітичного та ліполітичного спрямування ефективно використовуються в технологіях виробництва та є об'єктами наукових досліджень та розробок, що означає подальший активний розвиток цього напрямку.

Література

1. Дубініна А.А., Хацкевич Ю.М., Попова Т.М., Ленерт С.О. Загальна технологія харчових виробництв : навч. посібник / А.А. Дубініна, Ю.М. Хацкевич, Т.М. Попова, С.О. Ленерт. – Харків : ХДУХТ, 2016. – 497 с.
2. Raveendran S., Parameswaran B., Ummalyma S.B., Abraham A., Mathew A.K., Madhavan A., Rebello S., Pandey A. Applications of Microbial Enzymes in Food Industry / S. Raveendran, B. Parameswaran, S. B. Ummalyma, A. Abraham, A. K. Mathew, A. Madhavan, S. Rebello, A. Pandey // Food Technol Biotechnol. – 2018. – №56(1). – P. 16–30. DOI: [10.17113/ftb.56.01.18.5491](https://doi.org/10.17113/ftb.56.01.18.5491).
3. Вогнівенко Л.П., Шинкарук М.В. Обґрунтування використання ферментних добавок при виготовленні варених ковбас / Л.П. Вогнівенко, М.В. Шинкарук // Таврійський науковий вісник ДВНЗ «ХДАУ». – 2020. – № 115. – С. 144–148.
4. Баль-Прилипко Л., Крижова Ю., Гармаш О. Використання ферментних препаратів при виробництві варених ковбас / Л. Баль-Прилипко, Ю. Крижова, О. Гармаш // Продовольча індустрія АПК. – 2017. – № 5. – С. 11–15.
5. Baggio E., Scopel B. C., Rosseto M., Rigueto C.V.T., Dettmer A., Baldasso C. Transglutaminase effect on the gelatin-films properties / E. Baggio, B. C. Scopel, M. Rosseto, C.V.T. Rigueto, A. Dettmer, C. Baldasso // Polymer Bulletin. – 2022. – №79(9). – P. 7347–7361. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00289-021-03858-9>.
6. Палвашова Г., Нікітчина Т. Використання прийомів біотехнології для підвищення виходу соку з капусти білоголової / Г. Палвашова, Т. Нікітчина // Scientific Works. – 2019. – №82(2). – С. 80–88. DOI: <https://doi.org/10.15673/swonaft.v82i2.1170>.
7. Bankar S.B., Bule M.V., Singhal R.S., Ananthanarayan L. Glucose oxidase: an overview / S.B. Bankar, M.V. Bule, R.S. Singhal, L. Ananthanarayan // Biotechnology Advances. – 2009. – №27(4). – P.489–501. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biotechadv.2009.04.003>.
8. Шейко Т.В., Гутнікевич В.М., Хомічак Л.М. Дослідження впливу ферментного препарату lamipex-750 на якість дифузійного соку / Т.В. Шейко, В.М. Гутнікевич, Л.М. Хомічак // Продовольчі ресурси. – 2022. – №10(19). – С. 162–168. DOI: <https://doi.org/10.31073/foodresources2022-19-18>.
9. Данілова К., Олійнічук С., Заварзіна О. Дослідження динаміки оцукрювання крохмалевмісної сировини ферментним препаратом глюкоамілази в процесі ферментативного гідролізу / К. Данілова, С. Олійнічук, О. Заварзіна // Продовольчі ресурси. – 2022. – №10(19). – С. 72–80. DOI: <https://doi.org/10.31073/foodresources2022-19-08>.
10. Кошова В.М., Мисюра Т.Г., Попова Н.В. Вплив ферментних препаратів на колоїдну стійкість пива / В.М. Кошова, Т.Г. Мисюра, Н.В. Попова // Наукові праці НУХТ. – 2017. – Т. 23. – № 4. – С. 127–132.
11. Атаманова А.А., Колесник Т.О., Андреева О.А. Сучасні дослідження властивостей та використання ферментів / А.А. Атаманова, Т.О. Колесник, О.А. Андреева // Вісник Хмельницького національного університету. – 2020. – №5. – С. 257–263.
12. Капрельянц Л.В. Ферменты в пищевых технологиях / Л.В. Капрельянц. – Одесса : Друк, – 2009. – 468 с.
13. Данілова К.О., Олійнічук С.Т., Заварзіна О.С., Кузнєцова І.В., Грушецький Р.І., Грінєнко І.Г. Дослідження динаміки активності ферментного препарату α -amylase в процесі розрідження / К.О. Данілова, С.Т. Олійнічук, О.С. Заварзіна, І.В. Кузнєцова, Р.І. Грушецький, І.Г. Грінєнко // Продовольчі ресурси. – 2022. – №18. – С. 61–69. DOI: <https://doi.org/10.31073/foodresources2022-18-06>.
14. Wang X., Pei D., Teng Y., Liang J. Effects of enzymes to improve sensory quality of frozen dough bread and analysis on its mechanism / X. Wang, D. Pei, Y. Teng, J. Liang // Journal of food science and technology. – 2018. – № 55. – P. 389–398. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2950-8>.
15. Azizi S., Azizi M.H., Moogouei R., Rajaei P. The effect of Quinoa flour and enzymes on the quality of gluten-free bread / S. Azizi, M.H. Azizi, R. Moogouei, P. Rajaei // Food science & nutrition. – 2020. – № 8(5). – P. 2373–2382. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.1527>.
16. Tebben L., Chen G., Tilley M., Li Y. Individual effects of enzymes and vital wheat gluten on whole wheat dough and bread properties / L. Tebben, G. Chen, M. Tilley, Y. Li // Journal of Food Science. – 2020. – № 85(12). – P.4201–4208. DOI: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15517>.

17. Dahiya S., Bajaj B.K., Kumar A., Tiwari S. K., Singh B. A review on biotechnological potential of multifarious enzymes in bread making / S. Dahiya, B.K. Bajaj, A. Kumar, S. K. Tiwari, B. Singh // *Process Biochemistry*. – 2020. – № 99. – P. 290–306. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2020.09.002>.
18. Мінорова А.В., Рудакова Т.В., Крушельницька Н.Л., Моїсеєва Л.О., Наріжний С.А. Використання ферментно-бактеріальної композиції в біотехнології безлактозних молочних продуктів на основі вторинної молочної сировини / А.В. Мінорова, Т.В. Рудакова, Н.Л. Крушельницька, Л.О. Моїсеєва, С.А. Наріжний // *Продовольчі ресурси*. – 2023. – № 11(21). – С. 93–102. DOI: <https://doi.org/10.31073/foodresources2023-21-09>.
19. Basso A., Serban A. Industrial applications of immobilized enzymes – a review / A. Basso, A. Serban // *Mol. Catal.* – 2019. – № 479. – 110607. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mcat.2019.110607>.
20. Juers D.H., Matthews B.W., Huber R.E. β -galactosidase: Structure and function of an enzyme of historical and molecular biological importance / D.H. Juers, B.W. Matthews, R.E. Huber // *Protein Sci.* – 2012. – № 21. – P.1792–1807. DOI: <https://doi.org/10.1002/pro.2165>.

Reference

1. Dubinina A.A., Khatskevych Yu.M., Popova T.M., Lenert S.O. Zahalna tekhnolohiia kharchovykh vyrobnytstv / A.A. Dubinina, Yu.M. Khatskevych, T.M. Popova, S.O. Lenert. – Kharkiv: KhDUHT. – 2016. – 497 p.
2. Raveendran S., Parameswaran B., Ummalyma S.B., Abraham A., Mathew A.K., Madhavan A., Rebello S., Pandey A. Applications of Microbial Enzymes in Food Industry. / S. Raveendran, B. Parameswaran, S. B. Ummalyma, A. Abraham, A. K. Mathew, A. Madhavan, S. Rebello, A. Pandey // *Food Technol Biotechnol.* – 2018. – №56(1). – P. 16–30. DOI: 10.17113/ftb.56.01.18.5491.
3. Vohnivenko L.P., Shynkaruk M.V. Obgruntuvannia vykorystannia fermentnykh dobavok pry vyhotovlenni varennykh kovbas / L.P. Vohnivenko, M.V. Shynkaruk // *Tavriiskyi naukovyi visnyk DVNZ «KKhDAU»*. – 2020. – 115. – pp. 144–148.
4. Bal-Prylypko L., Kryzhova Yu., Harmash O. Vykorystannia fermentnykh preparativ pry vyrobnytstvi varennykh kovbas / L. Bal-Prylypko, Yu. Kryzhova, O. Harmash // *Prodovolcha industriia APK*. – 2017. – 5. – pp. 11–15.
5. Baggio E., Scopel B.C., Rosseto M., Rigueto C.V.T., Dettmer A., Baldasso C. Transglutaminase effect on the gelatin-films properties / E. Baggio, B. C. Scopel, M. Rosseto, C.V.T. Rigueto, A. Dettmer, C. Baldasso // *Polymer Bulletin*. – 2022. – №79(9). – P. 7347–7361. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00289-021-03858-9>.
6. Palvashova H., Nikitchina T. Vykorystannia pryomiv biotekhnolohii dlia pidvyschennia vykhodu soku z kapusty biloholovoi / H. Palvashova, T. Nikitchina // *Scientific Works*. – 2019. – 82(2). – Pp. 80–88. DOI: <https://doi.org/10.15673/swonaft.v8i2i.1170>.
7. Bankar S.B., Bule M.V., Singhal R.S., Ananthanarayan L. Glucose oxidase: an overview / S.B. Bankar, M.V. Bule, R.S. Singhal, L. Ananthanarayan // *Biotechnology Advances*. – 2009. – №27(4). – P.489–501. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biotechadv.2009.04.003>.
8. Sheiko T.V., Hutnikeych V.M., Khomichak L.M. Doslidzhennia vplyvu fermentnoho preparatu laminex-750 na yakist dyfuziynoho soku / T.V. Sheiko, V.M. Hutnikeych, L.M. Khomichak // *Prodovolchi resursy*. – 2022. – 10(19). – pp.162–168. DOI: <https://doi.org/10.31073/foodresources2022-19-18>.
9. Danilova K., Oliinichuk S., Zavarzina O. Doslidzhennia dynamiky otsukriuvannia krokhmalevmisnoi syrovyny fermentnym preparatom hliukoamilazy v protsesi fermentatyvnoho hidrolizu / K. Danilova, S. Oliinichuk, O. Zavarzina // *Prodovolchi resursy*. – 2022. – 10(19). – pp. 72–80. DOI: <https://doi.org/10.31073/foodresources2022-19-08>.
10. Koshova V.M., Mysiura T.H., Popova N.V. Vplyv fermentnykh preparativ na koloidnu stiikist pyva / V.M. Koshova, T.H. Mysiura, N.V. Popova // *Naukovyi pratsi NUKhT*. – 2017. – 23. – 4. – pp. 127–132.
11. Atamanova A.A., Kolesnyk T.O., Andreieva O.A. Suchasni doslidzhennia vlastyvostei ta vykorystannia fermentiv / A.A. Atamanova, T.O. Kolesnyk, O.A. Andreieva // *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu*. – 2020. – 5. – pp. 257–263.
12. Kapreliants L.V. Fermenty v pyshchevykh tekhnolohiyakh / L.V. Kapreliants. – Odessa: Druk. – 2009. – 468 p.
13. Danilova K.O., Oliinichuk C.T., Zavarzina O.S., Kuznietsova I.V., Hrushetskyi R.L., Hrinenko I.H. Doslidzhennia dynamiky aktyvnosti fermentnoho preparatu α -amylase v protsesi rozridzhennia / K.O. Danilova, C.T. Oliinichuk, O.S. Zavarzina, I.V. Kuznietsova, R.I. Hrushetskyi, I.H. Hrinenko // *Prodovolchi resursy*. – 2022. – 18. – pp. 61–69. DOI: <https://doi.org/10.31073/foodresources2022-18-06>.
14. Wang X., Pei D., Teng Y., Liang J. Effects of enzymes to improve sensory quality of frozen dough bread and analysis on its mechanism / X. Wang, D. Pei, Y. Teng, J. Liang // *Journal of food science and technology*. – 2018. – № 55. – P. 389–398. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2950-8>.
15. Azizi S., Azizi M.H., Moogouei R., Rajaei P. The effect of Quinoa flour and enzymes on the quality of gluten-free bread / S. Azizi, M.H. Azizi, R. Moogouei, P. Rajaei // *Food science & nutrition*. – 2020. – № 8(5). – P. 2373–2382. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn.1527>.
16. Tebben L., Chen G., Tilley M., Li Y. Individual effects of enzymes and vital wheat gluten on whole wheat dough and bread properties / L. Tebben, G. Chen, M. Tilley, Y. Li // *Journal of Food Science*. – 2020. – № 85(12). – P.4201–4208. DOI: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15517>.
17. Dahiya S., Bajaj B.K., Kumar A., Tiwari S.K., Singh B. A review on biotechnological potential of multifarious enzymes in bread making / S. Dahiya, B.K. Bajaj, A. Kumar, S. K. Tiwari, B. Singh // *Process Biochemistry*. – 2020. – № 99. – P. 290–306. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2020.09.002>.
18. Minorova A.V., Rudakova T.V., Krushelnytska N.L., Moiseieva L.O., Narizhnyi S.A. Vykorystannia fermentno-bakterialnoi kompozytsii v biotekhnolohii bezlaktoznykh molochnykh produktiv na osnovi vtorynnoi molochnoi syrovyny / A.V. Minorova, T.V. Rudakova, N.L. Krushelnytska, L.O. Moiseieva, S.A. Narizhnyi // *Prodovolchi resursy*. – 2023. – 11(21). – 93–102. DOI: <https://doi.org/10.31073/foodresources2023-21-09>.
19. Basso A., Serban A. Industrial applications of immobilized enzymes – a review / A. Basso, A. Serban // *Mol. Catal.* – 2019. – № 479. – 110607. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mcat.2019.110607>.
20. Juers D.H., Matthews B.W., Huber R.E. β -galactosidase: Structure and function of an enzyme of historical and molecular biological importance / D.H. Juers, B.W. Matthews, R.E. Huber // *Protein Sci.* – 2012. – № 21. – P.1792–1807. DOI: <https://doi.org/10.1002/pro.2165>.