



**ПРОГРАМА**  
**VII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ**  
**КОНФЕРЕНЦІЇ**  
**«Інтеграційні та інноваційні напрямки розвитку харчової**  
**індустрії»**

**2-3 листопада 2023 року**  
**м. Черкаси, ЧДТУ**

# ПОРЯДОК РОБОТИ КОНФЕРЕНЦІЇ

2 листопада 2023 року

- 9<sup>30</sup>-10<sup>00</sup> Реєстрація учасників конференції (10 корпус, 3 поверх, також у ZOOM)
- 10<sup>00</sup>-11<sup>30</sup> Пленарне засідання (ауд. 302-10)
- 11<sup>30</sup>-12<sup>00</sup> Перерва
- 12<sup>00</sup>-15<sup>00</sup> Секційні засідання  
Секція 1. НОВІТНІ ПІДХОДИ ТА ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ХАРЧОВІЙ ГАЛУЗІ (ауд. 302, корпус 10)  
Секція 2. ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ (ауд. 303, корпус 10)  
Секція 3. ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ХАРЧОВОЇ ІНДУСТРІЇ (ауд. 402, корпус 10)
- 15<sup>00</sup>-15<sup>30</sup> Підведення підсумків конференції (ауд. 302-10)

## Регламент

Доповідь на пленарному засіданні – до 10 хв.

Доповідь на секційному засіданні – до 5 хв.

Дискусія – до 3 хв.

## ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

Відкриття конференції. Вітальне слово:

- 10.00 – 10.10** **ФАУРЕ Еміль Віталійович** – доктор технічних наук, професор, проректор з наукової роботи та міжнародних зв'язків Черкаського державного технологічного університету
- ОСИПЕНКОВА Ірина Іванівна** – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри харчових технологій Черкаського державного технологічного університету

- 10.10 – 10.20** **Моделювання технологічних процесів харчових виробництв за використання нечіткої логіки**
- БЕРНИК Ірина Миколаївна** – доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри харчових технологій та мікробіології Вінницького національного аграрного університету

- 10.20 – 10.30** **Дитячі м'ясні продукти з підвищеною біологічною цінністю**
- НОВГОРОДСЬКА Надія Володимирівна** – кандидат сільсько-господарських наук, доцент кафедри харчових технологій та мікробіології Вінницького національного аграрного університету

- 10.30 – 10.40** **Особливості конструкції та роботи машин для зняття шкірки**
- ВЕРБИЦЬКИЙ Сергій Борисович** – кандидат технічних наук, завідувач відділу інформаційного забезпечення, стандартизації, метрології та інноваційного провайдингу Інституту продовольчих ресурсів Національної академії аграрних наук України

- 10.40 – 10.50** **Інноваційні технології первинної обробки молока**
- ОСИПЕНКОВА Ірина Іванівна** – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри харчових технологій Черкаського державного технологічного університету

- 10.50 – 11.00** **Збалансований стандарт ISCC: новий шлях сталого розвитку харчової промисловості**

**СУХЕНКО Владислав Юрійович** – доктор технічних наук, дійсний член Академії технічних наук України, професор кафедри харчових технологій Черкаського державного технологічного університету

**11.00 – 11.10 Перспективи використання пивної дробини в м'ясних виробках**

**ЧЕПУРНА Оксана Леонідівна** – старший викладач кафедри харчових технологій Черкаського державного технологічного університету

**11.10 – 11.20 Особливості вибору моделей м'ясорізальних машин при проєктуванні м'ясопереробних підприємств**

**ГРАБОВА Ірина Олександрівна** – студентка 4-го курсу кафедри харчових технологій Черкаського державного технологічного університету

**11.20 – 11.30 Конструктивні рішення в сучасному м'ясопереробному обладнанні, які сприяють підвищенню якості та безпеки м'ясних продуктів**

**БАТРАЧЕНКО Олександр Вікторович** – доктор технічних наук, доцент, професор кафедри харчових технологій Черкаського державного технологічного університету

# Моделювання технологічних процесів харчових виробництв за використання нечіткої логіки

Берник І.М.

завідувач кафедри харчових технологій та мікробіології  
Вінницький національний аграрний університет

Мабуть, найбільш вражаючою властивістю людського інтелекту є здатність приймати правильні рішення в умовах неповної і нечіткої інформації. Побудова моделей наближених роздумів людини і використання їх у комп'ютерних системах представляє сьогодні одну з найважливіших проблем науки.

Основи нечіткої логіки були закладені наприкінці 60-х років у працях відомого американського математика Латфі Заде. Соціальне замовлення на дослідження подібного роду було викликано зростаючим незадоволенням експертними системами.

Першим серйозним кроком у цьому напрямку з'явилася теорія нечітких множин, розроблена Заде. Його робота "Fuzzy Sets", що з'явилася в 1965 році в журналі "Information and Control", заклала основи моделювання інтелектуальної діяльності людини і з'явилася початковим поштовхом до розвитку нової математичної теорії. Він же дав і назву для нової області науки - "fuzzy logic" (fuzzy - нечіткий, розмитий, м'який).

Апарат теорії нечітких множин, продемонструвавши ряд багатообіцяючих можливостей застосування - від систем керування літальними апаратами до прогнозування підсумків виборів, виявився разом з тим надмірно складним для втілення, враховуючи наявний на той час рівень технології - і на багато років нечітка логіка зайняла своє місце в ряді інших спеціальних наукових дисциплін - десь посередині між експертними системами і нейронними мережами...

Своє друге народження теорія нечіткої логіки пережила на початку вісімдесятих років, коли відразу кілька груп дослідників (в-основному в США і Японії) всерйоз зайнялися створенням електронних систем різного застосування, що використовують нечіткі керуючі алгоритми. Теоретичні основи для цих спроб були закладені в ранніх працях Коско й інших учених.

Третій період почався з кінця 80-х років і дотепер. Цей період характеризується бумом практичного застосування теорії нечіткої логіки в різних сферах науки і техніки. До 90-го року з'явилося близько 40 патентів, що відносяться до нечіткої логіки (30 - японських). Сорок вісім японських компаній утворили спільну лабораторію LIFE (Laboratory for International Fuzzy Engineering), японський уряд фінансував 5-річну програму по нечіткій логіці, що включає 19 різних проектів - від систем оцінки глобального забруднення атмосфери і передбачення землетрусів до АСУ заводських цехів і складів. Результатом виконання цієї програми з'явилася поява цілого ряду нових масових мікрочіпів, заснованих на нечіткій логіці. Сьогодні їх можна знайти в пральних машинах і відеокамерах, цехах заводів і моторних відсіків автомобілів, у системах керування складськими роботами і бойовими вертольотами.

У США розвиток нечіткої логіки йде по шляху створення систем, що потрібні великому бізнесу і військовим. Нечітка логіка застосовується при аналізі нових ринків, біржовій грі, оцінці політичних рейтингів, виборі

оптимальної цінової стратегії і т.п. З'явилися і комерційні системи масового застосування.

Зсув центра досліджень нечітких систем вбік практичних застосувань привело до постановки цілого ряду проблем, зокрема:

- нові архітектури комп'ютерів для нечітких обчислень;
- елементна база нечітких комп'ютерів і контролерів;
- інструментальні засоби розробки;
- інженерні методи розрахунку і розробки нечітких систем керування, тощо.

Прогнозування ефективності технологічних процесів можливо проводити з використанням різних видів нечітких математичних моделей до яких, зокрема, належать нечіткі алгоритмічні математичні моделі, нечіткі багатовимірні математичні моделі, нечіткі динамічні моделі типу імплікації для одновимірних об'єктів, функціонально-лінгвістичні нечіткі моделі. Сутність теорії нечітких множин зводиться до розгляду елементів з певної множини із зазначенням ступеня задоволення ними. Експериментальні дані доцільно використовувати щоб розробити прогнозу модель ефективності технологічного процесу із застосуванням математичного апарата нечіткої логіки, оскільки особливістю використання нечітких множин є наявність апріорної інформації.

**Розробка моделі базується на системному підході з урахуванням таких вимог, як:**

- **відображати особливості реалізації процесу залежно від їх сутності**
- **ідентифікувати процес при проведенні експериментів**
- **не містити протиріч у системі операцій**
- **опиратися на інформативні параметри**

**Створення моделі складається з послідовних операцій**

- 1 визначення критеріїв ефективності та кінцевих результатів
- 2 розгляд підсистем та встановлення рівнів їх взаємозв'язку
- 3 аналіз можливих результуючих варіантів

**Алгоритм**

1. Вибір вихідних змінних та характеристика їх якісного відображення
2. Обґрунтування основних технологічних та технічних параметрів, які можливо встановлювати експериментальним шляхом
3. Розгляд параметрів як лінгвістичних змінних та введення укрупнених лінгвістичних змінних
4. Встановлення структури моделі дерева логічного висновку
5. Оцінка значень лінгвістичних змінних та їх укрупнених параметрів за використання шкали якісних термів
6. Оцінка лінгвістичних змінних за використання знання вимог виробництва, даних експериментальних досліджень та експертних оцінок
7. Математична модель технологічного процесу, як система нечітких логічних рівнянь для укрупнених параметрів стану
8. Нечіткі логічні рівняння лінгвістичних змінних
9. Математична оцінка процесу за використання програмного забезпечення Matlab надбудова Fuzzy logic

*Розглянемо особливості використання на прикладі процесу вилучення пектину з рослинної сировини.*

Моделювання процесу вилучення пектину з рослинної сировини можливе за рахунок використання методів нечітких множин та нечіткої логіки, що дає можливість організувати новий підхід та використовувати кількісні і якісні дані, досвід персоналу, технічне оснащення. Розробка моделі базується на системному підході з урахуванням таких вимог, як:

- відображати особливості процесу в ультразвуковому кавітаційному полі;
- ідентифікувати процес при проведенні експериментів;
- не містити протиріч у системі операцій;
- опиратися на інформативні параметри.

Створення моделі процесу вилучення пектину в ультразвуковому кавітаційному полі з яблучних вичавок складається з послідовних операцій: визначення критеріїв ефективності та кінцевих результатів; розгляд підсистем та встановлення рівнів їх взаємозв'язку; аналіз можливих результуючих варіантів.

Відповідно до технологічних вимог пектинового виробництва та на основі проведених експериментальних досліджень оцінку будемо проводити з урахуванням кількості вилученого цільового компонента та якісних показників яблучного пектину, тоді вихідні змінні (d) можуть бути відображені, як:

- достатнє значення виходу та якості цільового компонента (d1);
- низький вихід пектину при задовільній якості (d2);
- високий рівень виходу та руйнування полімеру (d3);
- низький вихід цільового компонента та високі витрати на процес (d4).

Перераховані рівні  $d1 \div d4$  необхідно розпізнавати при обґрунтованому розгляді основних технологічних та технічних параметрів, які можливо встановлювати у лабораторних умовах. Оскільки здебільшого переробці підлягає консервована суха сировина, то далі використовуємо показники для сухих яблучних вичавок: X1 (колір сировини) та X2 (запах сировини) – відносяться до органолептичних показників, які характеризують якість пектиновмісної сировини. Використовують вичавки яблучні сухі від кремowego до коричневого кольорів із специфічним яблучним, без стороннього, запахом.

Інші показники вказують на порушення технологічних вимог до сировини при її отриманні та консервуванні, що призводить до розпаду та окислення поліцукрів, як наслідок, зниження якості пектиновмісної сировини; X3 – розмір частинок сировини (дисперсність сировини) – матеріал подрібнюють залежно від його структури, що, своєю чергою, буде сприяти збільшенню площі та зменшенню розміру матеріалу. Значне подрібнення матеріалу призводить до ускладнення процесу розділення, а обробка великих частинок подовжує тривалість процесу та знижує ступінь вилучення; X4 – масова частка спиртоосаджувальних пектинових речовин у сировині – названий показник залежить від сорту та району вирощування яблук і може коливатися в широких межах (від 6 до 20%); X5 – ступінь етерифікації, X6 – комплексоутворювальна здатність та X7 – гелеутворювальна здатність – властивості, що визначають функціональні та споживчі характеристики; X8 – інтенсивність звуку, визначає наявність та рівень розвитку такого специфічного явища для рідинних середовищ, як кавітація. Згідно з проведеними дослідженнями саме кавітація та

низка пов'язаних з нею явищ чинять основний результуючий вплив на технологічні процеси;  $X_9$  – частота ультразвукових коливань – інформативний параметр звукової хвилі, що у виробничих умовах визначає рівень шуму технологічного обладнання;  $X_{10}$  – амплітуда ультразвукових коливань, залежить від типу ультразвукового приводу, що збуджує коливання. Вона визначає властивості кавітаційного поля у середовищі. При використанні малоамплітудних приводів-випромінювачів у середовищі формується дифузне кавітаційне поле (рівномірна обробка всього продукту), високоамплітудних – у вигляді кавітаційних тяжів (формується інтенсивні кумулятивні течії). А також при середніх значеннях амплітуди коливань можливий перехідний режим, за якого можливе існування відносно рівномірного кавітаційного поля та розвиток інтенсивних мікропотоків;  $X_{11}$  – товщина шару технологічного середовища – названий показник встановлюють у зв'язку зі значними поглинальними властивостями рідиннодисперсного середовища по відношенню до ультразвукових коливань. Ефективність обробки залежить від рівня та рівномірності розповсюдження кавітаційного поля в об'ємі технологічного середовища;  $X_{12}$  – температура обробки – з підвищенням температури прискорюється процес дифузії, а отже, і перехід екстрактивних речовин, зокрема пектину, в розчин. Для інтенсифікації процесу з використанням ультразвуку рекомендовано підігрівання до 30–40 °С. Вища температура екстрагенту призводить до інтенсивного утворення газових бульбашок, що знижує інтенсивність передачі ультразвукової енергії. Також необхідно враховувати і нагрівання розчину за рахунок поглинання ультразвукової енергії;  $X_{13}$  – тривалість обробки є одних з основних параметрів будь-якого технологічного процесу. За недостатньої тривалості не повністю відбувається екстрагування, що підвищує втрати цільового компоненту, а за значної тривалості погіршуються якісні показники отриманого продукту;  $X_{14}$  – гідромодуль співвідношення фаз ( $q$ ) – визначає різницю концентрацій – є рушійною силою процесу та значно впливає на ступінь вилучення цільового компонента. Речовина, що екстрагується, переходить до екстрагента, де збільшується його концентрація, внаслідок чого зменшується рушійна сила процесу. Так, із збільшенням відносної кількості екстрагента має місце менший ріст його концентрації при переході до нього певної кількості речовини та відповідно збільшиться рушійна сила процесу. Це призводить, з одного боку, до збільшення кількості вилученої речовини за певний час процесу та зменшення її концентрації в екстрагенті, який виходить з апарата, – з другого (що зумовлює зростання витрат на регенерацію екстрагента).

За необхідності, для поліпшення прогнозування технологічного процесу вилучення пектину або у випадку розгляду всього виробництва пектинового концентрату, в систему можливо вводити і нові зміни.

Математичну оцінку процесу проводять з використанням програмного забезпечення Matlab надбудова Fuzzy logic, результатом є графічні поверхні вихідних змінних від укрупнених параметрів стану.

- Прогнозування технологічних процесів є необхідним елементом організації виробництва.

- З формальної точки зору, ця задача відноситься до широкого класу задач прогнозування дискретних послідовностей (сукупності значень при



фіксованих показниках), які можливі при оцінці якості сировини та при налаштуванні параметрів її переробки.

- Використання такого підходу не вимагає значної кількості експериментальних даних, які здебільшого не вдається отримати, оскільки це потребує значних затрат.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧЕРКАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

# СЕРТИФІКАТ

який засвідчує, що

**Ірина БЕРНИК**

*взяла участь у VII Міжнародній науково-практичній  
конференції  
«ІНТЕГРАЦІЙНІ ТА ІННОВАЦІЙНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ  
ХАРЧОВОЇ ІНДУСТРІЇ»*

*2-3 листопада 2023 р.*

**Олег ГРИГОР**  
Голова оргкомітету  
ректор ЧДТУ

