

Анотації

Харчові технології

Розмір і морфологічні особливості нативних гранул крохмалю різного ботанічного походження

Владімір Літвяк

*Науково-практичний центр Національної академії наук Білорусі з продовольства,
Мінськ, Республіка Білорусь*

Вступ. При розробленні сучасних технологій глибокої переробки рослинної крахмалевмісної сировини найважливішим аспектом є вивчення розмірів і морфологічної структури зерен крохмалю.

Матеріали та методи. Досліджувалися нативні крохмалі: картопляний, кукурудзяний, тапіоковий, пшеничний, рисовий, житній, гороховий, амарантний, ячмінний, сорго, тритикале і вівсяний. Сканувальні електронні мікрофотографії крохмальних зерен були отримані з використанням електронного мікроскопа LEO 1420. Металізація нативних крохмальних препаратів проводилась золотом у вакуумній системі ЕМІТЕСН К 550Х.

Результати і обговорення. Досліджено розміри і морфологічні особливості зерен нативного крохмалю різного ботанічного походження. Основною структурною характеристикою структури нативного крохмалю, що визначає його фізико-хімічні властивості, є зерно крохмалю (гранула). Виявлено велику різноманітність форм крохмальних зерен: правильні і неправильні овальні, округлі та багатогранні. Розміри крохмальних зерен варіювалися в межах 60,0-0,5 мкм. Залежно від середнього розміру крохмалісті зерна можуть розташовуватися в низхідному порядку: картопля (21,7±1,22), жито (21,2±,36), горох (20,4±2,57), нут (14, 8±0,93), тритикале (13,2±1,75), пшениця (12,4±1,90), сорго (11,0±0,76), ячмінь (10,9±1,15), тапіока (10,6±0,50), кукурудза (9,8±0,42), овес (7,39±0,87), рис (5,3±0,29), амарант (1,1±0,04). Найбільший розмір крохмальних зерен виявлено в картопляному крохмалі, а найменший – в амарантовому. Встановлено, що у 7 нативних крохмалів (сорго, ячмінь, овес, горох, нут, амарант і кукурудза) розподіл крохмальних зерен моноmodalний (1-фракційний), у 4 (пшениця, тритикале, картопля і тапіока) – біmodalний (2-фракційний), у 2 (житній і рисовий) – триmodalний (3-фракційний).

Джерело крахмалевмісної сировини й особливості структурної організації нативного крохмалю багато в чому визначають технологічні прийоми, які використовуються для найбільш повного і ощадливого вилучення зерен нативного крохмалю з рослинної клітини.

Основною структурною характеристикою нативного крохмалю, що визначає його властивості, є крохмальне зерно. Особливості розміру і форми крохмальних зерен обумовлюють такі властивості крохмалю: молекулярна маса, кількість зв'язаної вологи, температура желатинізації, співвідношення фракцій крохмалю і щільності їх укладання в кристалічних областях, реологічні характеристики крохмальних клейстерів.

Висновки. Морфологія крохмальних зерен різного ботанічного походження істотно відрізняється за розміром (60,0-0,5 мкм) і формою (округла, овальна,

неправильної форми). Розмір гранул крохмалю є основною структурною характеристикою, що визначає фізико-хімічні властивості крохмальних клейстерів.

Ключові слова: крохмаль, морфологія, гранула, розмір, форма.

Хімічний склад і застосування квітів робінії звичайної (*Robinia pseudoacacia* L.)

Станко Станков¹, Хафізе Фідан¹, Таня Іванова¹,

Албена Стоянова¹, Станка Дамянова², Микола Десик³

1 – Університет харчових технологій, Пловдив, Болгарія

2 – Русенський університет «Ангел Канчев», філія в м. Разград, Болгарія

3 – Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проведено дослідження з метою визначення хімічного складу та біологічної активності квітів робінії, вирощених у Болгарії, та продуктів з них.

Матеріали і методи. Сиропи отримували екстракцією н-гексаном. У сиропак з різною концентрацією визначали хімічний склад за GC-MS, а також вміст поліфенолів, антимікробну та антиоксидантну активність.

Результати і обговорення. Вихід сиропу склав 1,06%. Основні складові сиропу: п-нонакозан (25,18%), н-гептакозан (20,10%), α -ліноленова кислота (5,97%), п-пентакозан (4,98%), пальмітинова кислота (4,92%), диізооктилфталат (4,05%), гексагідрофарнезил ацетон (3,86%), лінолева кислота (3,64%), ізопропилміристат (3,47%), і н-гентриакотан (3,39%). Серед компонентів сиропу найвищий відсоток загальних аліфатичних вуглеводнів – 61,50%. У досліджуваних зразках квітів робінії найбільше таких мінералів: нікелю, міді, кальцію і хрому.

Більш високі значення фенольних сполук виявлено у квітах (0,77 мг GAE/мл), тоді як у сиропі з робінії 60 °Brix – 0,06 мг GAE/мл, сиропі з робінії 70 °Brix – 0,14 мг GAE/мл. Зразки сиропу мають антимікробні властивості щодо патогенних бактерій *Salmonella*, *E. coli* і *L. monocytogenes*.

Висновок. Квіти робінії з огляду на хімічні і біохімічні властивості можуть бути рекомендовані як потенційна сировина для харчової, фармацевтичної та косметичної продукції.

Ключові слова: робінія звичайна, квітка, екстракт, хімія, склад.

Вплив технологічних властивостей і режимів обробки на ефективність лушення насіння гороху

Євген Харченко¹, Андрій Шаран¹, Валентин Чорний¹, Олена Єремєєва²

1 – Національний університет харчових технологій

2 – Уманський національний університет садівництва

Вступ. Процес лушення зерна гороху є мало дослідженим, через що виникають складнощі моделювання технологічного процесу в цілому. Представлені результати дослідження процесу лушення насіння гороху дають змогу зрозуміти поведінку насіння гороху під час його лушення в машинах з абразивними робочими органами.

Матеріали і методи. Насіння гороху різної крупності та вологості лушили в лабораторній лущильній машині. Продукти лушення очищали в аспіраційному каналі від лузги та мучки, після чого зважували і визначали індекс лушення. Змінюючи

вологість і крупність насіння гороху, швидкість обертання робочого органу лушильної машини, тривалість обробки та коефіцієнт заповнення робочої камери машини, визначали вплив вказаних параметрів на ефективність лушення.

Результати і обговорення. Встановлено, що збільшення тривалості обробки, вологості насіння гороху, швидкості обертання робочих органів і коефіцієнта заповнення робочої камери лушильної машини збільшують ефективність лушення гороху за лінійною залежністю. Збільшення крупності насіння гороху сприяє збільшенню ефективності лушення переважно за рахунок збільшення виходу дрібки. Збільшення крупності зерен призводить до зниження індексу лушення.

Водночас із підвищенням ефективності лушення збільшується і вихід дрібки за рахунок ядра. Зі зростанням вологості насіння гороху вихід дрібки збільшується, якщо порівняти з лушенням сухого гороху. Вихід цілого ядра прямо пропорційний зниженню виходу нелущених зерен. Вихід дрібки також має лінійні залежності при зміні наведених параметрів.

У процесі лушення відбувається зниження зольності ядра, паралельно зменшується і зольність лузги та мучки, що є результатом переходу низькозольних частинок ядра в мучку.

Висновки. Для ефективного лушення насіння гороху необхідно проводити лушення протягом 10–15 с, коефіцієнт заповнення машини повинен бути не менше 0,48. Насіння гороху з абсолютною масою 257 г лушаться краще, ніж насіння гороху з абсолютною масою 213 г.

Ключові слова: горох, лушення, ядро, зольність, вологість, лузга, мучка, дрібка.

Визначення біотехнологічних параметрів для культивування молочнокислих бактерій із козячого молока

Ніна Богдан

*Науково-практичний інститут садівництва, виноградарства і харчових технологій,
Кишинев, Республіка Молдова*

Вступ. Мета дослідження – встановити оптимальні умови культивування для визначення ефективності розвитку молочнокислих бактерій, виділених із козячого молока.

Матеріали і методи. Культивування штамів проводили в стерилізованому середовищі з козячого молока за температури 30 ± 2 °C. Для визначення параметрів було встановлено періодичне культивування в біореакторі Sartorius Biostat® A plus. Кількість клітин молочнокислих бактерій визначали методом підрахунку в чашках.

Результати і обговорення. Повільне зниження рН під час культивування спостерігалось в усіх відібраних штаммах. Молочна кислота накопичувалася пропорційно до чотирнадцятої години культивування, що свідчить про інтенсивний розвиток молочнокислих бактерій. Активний розвиток характеризується помірною кислотністю ферментованого молока.

Дані динаміки розвитку штамів і накопичення біомаси в середовищі з козячого молока підтвердили отримання максимальної кількості клітин молочнокислих бактерій lg КУО/г.

Водночас проведено регресійний аналіз значення динаміки рН і життєздатних клітин для точного опису результатів експериментів. Штами CNMN-LB-73, CNMN-LB-74, CNMN-LB-77 і CNMN-LB-78 мають точну лінію регресії в динаміці рН, а

штами CNMN-LB-73, CNMN-LB-74, CNMN-LB-75, CNMN-LB-76 і CNMN-LB-78 – у динаміці розвитку клітин. Стадії розвитку штамів спостерігалися після десятої години культивування. У штамів CNMN-LB-76, CNMN-LB-77, CNMN-LB-79 фаза уповільнення зростання почалася через 12 годин культивування, а у штамів CNMN-LB-73, CNMN-LB-74, CNMN-LB-75, CNMN-LB-78 – через 14 годин. Це підтверджує, що вони більш стійкі до середовища з підвищеною кислотністю, ніж штами, описані іншими авторами, де розмноження клітин спостерігалось до рівня рН 4,7.

Висновки. В умовах періодичного культивування визначені біотехнологічні параметри культивування молочнокислих бактерій із козячого молока. Отримані дані підтвердили важливі біотехнологічні властивості виділених штамів.

Ключові слова: *молоко, коза, кисло-молочний, бактерія, біотехнологія.*

Особливості зміни хімічного складу ягід журавлини болотної у процесі отримання пюре

Віра Оболкіна, Олена Кохан, Іванна Сивній, Ірина Крапивницька
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проведені дослідження з метою встановлення впливу технологічної обробки процесів бланшування та деаерації на хімічний склад пюре з ягід журавлини болотної.

Матеріали і методи. Досліджували пюре з ягід журавлини болотної, для ідентифікації біофлавоноїдів застосовували методи вискоефективної рідинної хроматографії, електронної спектрометрії, газової хроматографії з мас-детектором вихідних і гідролізованих зразків

Результати і обговорення. Встановлено, що внаслідок технологічної переробки ягід журавлини у пюре кількість аскорбінової кислоти зменшилася у 13,5 раза; вміст фенольних речовин у пюре з ягід журавлини становить 983мг%, антоціанів – 160 мг%; збільшується вміст водорозчинного пектину до 3,0%, що пов'язано з частковим гідролізом протопектину, клітковини – 3,1% до масової частки сухих речовин пюре. У пюре з ягід журавлини міститься 36,6% цукрів до масової частки сухих речовин пюре, з них 28,8% є редукуючими глюкозою та фруктозою, збільшення частки яких пов'язане з частковим кислотним гідролізом сахарози під час переробки ягід у пюре.

У пюре виявлено наявність антоціанових сполук, які у вихідному зразку знаходяться в зв'язаному стані з лимонною кислотою, а також монооксикарбоновими кислотами. Ідентифіковано низку органічних кислот: 3-гідроксимасляну кислоту, ферулову кислоту, бурштинову, яблучну, лимонну кислоти. Під час переробки ягід журавлини в пюре в ньому зберігаються природні консерванти, що містяться в свіжій ягоді. Так, у пюре з ягід журавлини міститься бензойна кислота у кількості 122,2 мг% ±15% та наявна невелика кількість сорбінової кислоти – до 2,5 мг%. Досліджено позитивний вплив пюре з ягід журавлини на затримку росту дріжджів роду *Candida*.

Висновки. Пюре з ягід журавлини є природним джерелом біологічно-активних речовин та природних консервантів і рекомендується для використання в харчових продуктах функціонального призначення подовженого терміну зберігання.

Ключові слова: *журавлина, пюре, флавоноїд, антоціан, консервант.*

Оптимізація параметрів екстракції поліфенольних антиоксидантів з обезжиреного порошку виноградних кісточок методом відгуку поверхні

Сергій Губський, Максим Лабазов, Ольга Самохвалова,
Наталя Гревцева, Олена Городиська

Харківський державний університет харчування та торгівлі, Харків, Україна

Вступ. У дослідженні наведені результати оптимізації умов твердорідинної водної екстракції відходів виноробної промисловості у вигляді знежиреного порошку з виноградної кісточочки з метою отримання екстракту з високою антиоксидантною активністю.

Матеріали і методи. Загальну антиоксидантну ємність (ТАС) і загальний зміст поліфенольних сполук (ТРС) зразків визначали методом кулонометрического титрування в гальваностатичному режимі з електрогенерованим бромом і спектрофотометричним методом за допомогою реактива Folin-Ciocalteu. Експериментальні величини ТАС і ТРС були представлені в еквіваленті вмісту галової (GAE) на одиницю маси порошку (DW).

Результати і обговорення. Методологію поверхні відгуку (RSM) було використано для пошуку оптимальних умов твердорідинної екстракції фенольних речовин із знежиреного порошку виноградної кісточочки під впливом трьох факторів: температури (60-100 °C) та часу (90-150 хв) екстракції, співвідношення об'єму розчинника до маси порошку (60-100). Результат показав, що вихід фенольних речовин у зазначених діапазонах становить 1,20-2,64% при величині загальної антиоксидантної ємності 17,71-36,78 мг GAE/г DW. У результаті оптимізаційної процедури було визначено, що при оптимальних умовах (температура 100°C, час екстракції 131 хвилина і співвідношення об'єму екстрагенту до маси порошку 85), була досягнута максимальна ТАС екстракту, що дорівнює 37,04 мг GAE/г DW. Величина максимального виходу фенольних речовин 2,646% була отримана при таких умовах: температура 100°C, час екстракції 117 хвилин, співвідношення об'єму екстрагенту до маси порошку 93. При застосуванні оптимізації з двома функціями відгуку ТАС і YPC отримано такі оптимальні умови: температура 100°C, час екстракції 123 хвилини та співвідношення об'єму екстрагенту до маси порошку 89, при яких величини ТАС та YPC дорівнюють 36,91 мг GAE/г DW та 2,633%, відповідно. Валідація отриманих результатів показала їх узгодження в межах 3% з експериментальними величинами.

Висновки. Отримані результати доводять перспективність переробки відходів виноробної промисловості для отримання твердого екстракту з обезжиреного порошку виноградних кісточок як джерела біологічно активних речовин фенольної природи з високим антиоксидантним потенціалом.

Ключові слова: антиоксиданти, поліфеноли, флавоноїди, кісточочки винограду, кулонометрія.

Холодне пресування у виробництві олій. Огляд

Бюшра Чакалоглу, Васфіє Хазал Озюрт, Семіх Отлуш
Егейський університет, Борнова, Ізмір, Туреччина

Вступ. Метою цього огляду є пояснення принципу роботи установок холодного пресування та обґрунтування ефективності цього способу виробництва олій.

Матеріали і методи. Досліджено виробництво олії з насіння олійних культур методом холодного пресування. Метод холодного пресування порівняно з іншими методами, що використовуються при отриманні олії з насіння олійних культур.

Результати і обговорення. Видобуток олії холодним пресуванням є одним із методів механічного оброблення, який є менш енерговитратним порівняно з іншими, а також екологічно чистим. Метод застосовується у виробництві олії з насіння олійних культур. За допомогою методу холодного пресування можна отримати високоякісні олії за низьких температур. Холодне пресування є екологічно чистим, не потребує використання розчинників. Іншими словами, видобуток олії холодним пресуванням не передбачає ні теплового, ні хімічного оброблення. Методом холодного пресування отримують соєву, соняшникову, рапсову, кукурудзяну, виноградну, конопляну, лляну, рисову, оливкову і гарбузову олії. Крім того, ці олії є цікавими для споживачів завдяки своїй натуральності та безпечності, а також здатності запобігати певним захворюванням і поліпшувати здоров'я людини, оскільки містять велику кількість ліпофільних фітохімічних речовин, зокрема антиоксидантів. Олії мають кращі поживні властивості, ніж рафіновані. Однак метод холодного пресування все ж має недоліки, (низька продуктивність, невідповідність критеріям якості). Олії холодного пресування можуть додаватися до їжі як природні антиоксидантні добавки завдяки фітохімічним властивостям і наявності жирних кислот.

Висновок. У результаті проведеного дослідження визначено переваги і недоліки видобутку олії холодним пресуванням.

Ключові слова: олія, видобуток, пресування.

Внутрішні механізми встановлення рівноважного стану водно-спиртових сумішей у технології горілки

Олег Кузьмін¹, Валентина Зубкова², Тетяна Шендрік³,
Юрій Коренець⁴, Антон Кузьмін⁵, Павло Біленький¹

1 – Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

2 – Університет імені Яна Кохановського в Кельцах, Кельце, Польща

3 – Інститут фізико-органічної хімії та вуглехімії імені Л.М. Литвиненка НАН України, Київ

4 – Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського, Кривий Ріг, Україна

5 – Національний авіаційний університет, Київ, Україна

Вступ. Досліджено механізм встановлення релаксації водно-спиртових сумішей (ВСС) на основних етапах створення горілки при застосуванні електрохімічної активації (ЕХА) на стадії Na-катіонного зм'якшення технологічної води.

Матеріали і методи. ¹H ЯМР аналіз проводився з використанням: Фур'є ЯМР спектрометра Bruker Avance II (400 МГц); спеціального капіляра з ацетоном-d₆; ампул №507-НР високого розділення; дозатора; спирту етилового ректифікованого (СЕР); води пом'якшеної Na-катіонуванням; води підготовленої ЕХА; водно-спиртових сумішей (ВСС) із СЕР і пом'якшеної води та води підготовленої ЕХА.

Результати. Досліджено рівноважний стан горілок при створенні ВСС в процесі ЕХА пом'якшеної води Na-катіонуванням. Встановлено, що електрохімічні реакції змінюють системи міжмолекулярних взаємодій. Зарядові стани молекул в аноліті та католіті призводять до відмінностей в електронному розподілі, що позначається на хімічних зсувах гідроксильних протонів. Стосовно води пом'якшеної ($\delta_{H_2O}=4.65$ м. ч.) аноліт з $\delta_{H_2O}=(4.23; 4.22)$ м. ч. має зміщення гідроксильного протону в «сильне поле» на $\Delta f=170$ Гц, католіт

з $\delta_{H_2O}=(4.56; 4.54)$ м. ч. має зміщення у «сильне поле» на $\Delta f=40$ Гц. Доведено, що ВСС на аноліті (рН=2.43) та спирті етиловому ректифікованому (СЕР) має кисле середовище (рН=3.10), ВСС на католіті (рН=11.08) та СЕР має лужне середовище (рН=11.75). Ці полярні співвідношення концентрацій H_3O^+ до OH^- для аноліту та католіту призводять до перебудови структури в системі спирт/вода. Можна вважати, що протонний обмін прискорюється, при цьому спостерігається один загальний сигнал рухливих протонів $EtOH+H_2O$.

На підставі проведеного дослідження встановлена принципова відмінність поведінки ВСС і горілок, які приготовлені на воді пом'якшеній та воді після обробки ЕХА. Виявлено системи (спирт/вода) зі сталою рівновагою, які характеризуються високою мірою узагальнення протонів, а також характерними для неї швидкостями обміну.

Висновки. Отримані експериментальні дані доводять залежності швидкості і характеру встановлення термодинамічної рівноваги від часу релаксації ВСС. Релаксація відбувається при одночасній стабілізації гідроксильної групи протонів води й етанолу.

Ключові слова: вода, спирт, суміш, Na-катіонування, електрохімічний, активація, 1H ЯМР, спектроскопія.

Удосконалення антиоксидантного потенціалу пшеничного борошна і хліба з додаванням лікарських рослин

Іван Дімов¹, Надежда Петкова², Гьоре Наков³,
Іра Танєва¹, Іван Іванов², Вікторія Стамановська⁴

1 – Тракійський університет, Ямбол, Болгарія

2 – Університет харчових технологій, Пловдив, Болгарія

3 – Русенський університет «Ангел Канчев», філія в м. Разград, Болгарія

4 – Бітольський університет «Св. Климент Охридський», Велес, Македонія

Вступ. Проведене дослідження з метою визначення впливу двох трав'яних сумішей на властивості трав'яного хліба. Встановлено вплив трав на загальний вміст фенолів та антиоксидантну активність трав'яних сумішей, сумішей трав із борошном і трав'яного хліба.

Матеріали і методи. Було використано дві трав'яні суміші (1 – чебрець, материнка і меліса; 2 – чебрець, материнка, меліса і гуньба) з пшеничним борошном для виробництва трав'яного хліба; екстракти зразків оцінювали чотирма методами: ABTS • +, CUPRAC, FRAP і DPPH.

Результати і обговорення. Найбільший загальний вміст фенолів серед усіх досліджених трав містить материнка (30,43 мг GAE/г dw), трав'яна суміш 1 і трав'яна суміш 2 – 19,18 і 17,47 мг GAE/г dw відповідно. У суміші трав'яного борошна і хліба рівень загального вмісту фенолів знаходився в діапазоні від 0,31 до 0,37 мг GAE/г dw. Варто зазначити, що вміст цих біоактивних сполук істотно під час процесу випікання не змінився. Найвищу антиоксидантну активність трав'яних сумішей, сумішей трав'яного борошна і хліба отримували двома з використаних методів – ABTS та FRAP. Найвищий антиоксидантний потенціал продемонстрували рослинна суміш 1, що складалася з трьох трав – 16829,73 мМ TE/100 г dw, тоді як рослинна суміш 2 з чотирма травами – 14693,75 мМ TE/100 г dw. Оцінювання сумішей здійснювалося методом ABTS. Для методу FRAP значення антиоксидантної активності становили:

15997,65 мМ ТЕ/100 г дм для рослинної суміші 1 і 14136,82 мМ ТЕ/100 г дм для рослинної суміші 2.

Висновки. Трави, що додаються в борошно, збільшують загальні фенольні й антиоксидантні значення борошняних сумішей і хліба. Незначні відмінності в антиоксидантних потенціалах спостерігалися для хліба з трьома і чотирма травами.

Ключові слова: лікарська трава, борошно, хліб, антиоксидант, фенол.

Дослідження потенціалу штучної нейронної мережі для прогнозування властивостей рафінованого цукрового бурякового соку, отриманого методом електрокоагуляції

Махілех Заріфпоор, Вахід Хакімзадех

Ісламський Азадський університет, Кучанська філія, Кучан, Іран

Вступ. Зважаючи на високий потенціал електрокоагуляції (ЕК) під час видалення зважених часток, а також на високе енергоспоживання при традиційному обробленні, у цьому дослідженні за допомогою штучної нейронної мережі промодельовано процес ЕК для очищення бурякового соку.

Матеріал і методи. В процесі електрокоагуляції досліджено потенціал нейронної мережі в прогнозуванні мутності, кольоровості та чистоти бурякового соку з різними параметрами: напруга (5, 10 і 15 вольт), рН (6, 7 і 8) і час (постійні інтервали часу від 1 до 60 хв). Моделювання штучної нейронної мережі, яке здійснювалося в програмному забезпеченні Neurosolution V6, застосовувалося для визначення найкращого типу транспортної функції, правил навчання, валідації й тестування на основі їх середньоквадратичних помилок, середніх абсолютних похибок і кореляційних коефіцієнтів. Це дало змогу визначити найкращий тип транспортної функції, правила навчання та застосувати використані значення для навчання, перевірки й тестування на основі їх середньоквадратичних похибок, середньоквадратичних нормалізованих похибок, середніх абсолютних похибок і коефіцієнтів кореляції.

Результати і обговорення. Найкраща нейронна мережа з максимальним коефіцієнтом кореляції для мутності і чистоти отримана в законі Левенберга про навчання і тангенс передачі функції, які включали 8 і 17 нейронів відповідно. Крім того, найкращий коефіцієнт кореляції і менша середня квадратична похибка для моделювання кольоровості, пов'язані з мережею з одним прихованим шаром і 9 нейронами, які вивчаються за законом навчання Левенберга і сигмоподібною передаточною функцією. Моделювання проводилося з різними значеннями даних для навчання, перевірки й тестування. Найкраще прогнозування кореляції для мутності та чистоти отримано, коли 55% даних були використані для навчання, 40% з них – для перевірки та 5% – для тестування, тоді як найкращі відсотки для навчання, перевірки й тестування для прогнозування кольоровості становили 60, 30 і 10 відповідно. Прогнозовані значення моделей мали відповідну кореляцію з експериментальними даними, тому коефіцієнт кореляції з експериментальними даними мутності, кольоровості та чистоти становив, відповідно, 0,999, 0,997 і 0,990. Це дослідження також стосувалося чутливості моделі до вхідних даних. Найбільша чутливість моделі для прогнозування мутності, кольоровості і чистоти була пов'язана з напругою.

Висновок. Модель спрогнозувала мутність, кольоровість і чистоту соку в різних умовах експлуатації, оскільки дані моделювання показали високу кореляцію з експериментальними даними.

Ключові слова: *цукор, буряк, сік, електрокоагуляція, Левенберг, нейронна мережа.*

Розвиток способів розділення у виробництві натуральних ароматизаторів

Наталія Фролова, Анатолій Українець

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проведені аналітичні та експериментальні дослідження способів розділення природних джерел аромату з отриманням індивідуальних ароматичних речовин. Показано переваги фракційної розгонки та препаративної хроматографії.

Матеріали і методи. Вивчалися ефірні олії змієголовника молдавського та лимона, модельна матриця (суміш терпенових вуглеводнів і їхніх кисневмісних похідних відомого та невідомого складу). Використано методики газохроматографічного аналізу. Окремі фракції цільових ароматичних компонентів отримано препаративною хроматографією.

Результати і обговорення. Вакуумне розділення ефірних олій на фракції за встановленими режимами контролю температури куба та головки, °С відповідно на рівнях: перша фракція – 67–69, 18–24; друга фракція – 112–118, 25–30; третя фракція – 130–135, 32–39; значень тиску, кПа за фракціями: перша – 0,92, друга – 0,62, третя – 0,33; флегмового числа за фракціями: перша – 7:1, друга – 10:1, третя – 5:1 дає змогу отримувати фракції різного аромату, що значно розширює асортимент натуральних джерел аромату. Також контрольованою фракційною розгонкою проводять детерпенізацію, при якій із ефірної олії видаляються компоненти, які відчутно погіршують органолептичні властивості. Режими детерпенізації лимонної ефірної олії – температура куба та головки, °С відповідно 67–70, 17–19; тиск – 2,64 кПа, флегмове число – 1:3.

Для виділення чистих ароматичних речовин використано препаративну хроматографію з виготовленням спеціальної колонки, підібрано твердий носій – Хромосорб А, нерухому фазу – ПЕГ-6000. Експериментально встановлено ефективні режими процесу – швидкість потоку газу-носія, см³/хв – 85–90; об'єм проби – 0,8–1,0 см³, значення температур, °С: випарника – 180–250, термостата колонки – 120–200, детектора – 220–250, збірника фракцій – 180–250

Висновок. Розвитком способів розділення є вакуумне фракціонування природних джерел аромату з подальшим препаративним виділенням чистих речовин.

Ключові слова: *ароматизатор, ефірний, олія, хроматографія.*

Механізм жирозв'язування та жирутримання наночастинками харчової добавки на основі подвійного оксиду дво- і тривалентного заліза

Ірина Цихановська¹, Вікторія Євлаш², Олександр Александров¹, Тетяна Гонтар¹

1 – Українська інженерно-педагогічна академія, Харків, Україна,

2 – Харківський державний університет харчування та торгівлі, Харків, Україна

Вступ. Обґрунтовано механізм жирозв'язування та жирутримання наночастинками харчової добавки на основі подвійного оксиду дво- і тривалентного заліза, який представлений моделлю двошарової координації.

Матеріали і методи. Наночастинки харчової добавки на основі оксиду дво- та тривалентного заліза, покриті лінолевою кислотою й нерафінованою соняшниковою олією. Жирутримувальну здатність досліджували за допомогою ІЧ-Фур'є (FTIR) та енергодисперсійної рентгенівської (EDX) спектроскопії, а також методом скануючої електронної мікроскопії (TEM).

Результати і обговорення. Вивчено механізм жирозв'язування та жирутримання наночастинками харчової добавки на основі подвійного оксиду дво- і тривалентного заліза, який представлений моделлю двошарової координації. *Перший адсорбційний шар* утворюється за рахунок електростатичних взаємодій поляризованих груп ліпідів та іонізованих наночастинок харчової добавки і координаційних зв'язків атомів Fe наночастинок харчової добавки з Оксигенами COO⁻ – групи “гідрофільної головки” ліпіда; *другий адсорбційний шар* – за рахунок електростатичних взаємодій гідрофобних центрів першого адсорбційного шару і вуглеводневих “хвостів” ліпіду.

Поява в ІЧ-спектрах двох нових смуг при: $\sim 1541\text{ см}^{-1}$ і $\sim 1637\text{ см}^{-1}$ підтверджують бідентатну адсорбцію й утворення карбоксилатної групи (–COO⁻) в композиціях “ліпід-наночастинка харчової добавки”.

Мікроскопічними дослідженнями встановлено порядок середнього розміру частинок: для частинок чистої харчової добавки – $\langle d \rangle 78 \pm 2,36\text{ нм}$; для частинок добавки, покритих лінолевою кислотою, – $\langle d \rangle 80 \pm 2,57\text{ нм}$; для частинок добавки, покритих соняшниковою олією, – $\langle d \rangle 81 \pm 2,93\text{ нм}$.

Енергодисперсійними рентгенівськими дослідженнями встановлено елементний склад композицій “ліпід-наночастинка харчової добавки”: для частинок чистої харчової добавки – Fe 75,5%; O 24, 5%; для частинок добавки, покритих лінолевою кислотою, – Fe 45,6%; O 34, 7%; C 19,7; для частинок добавки, покритих соняшниковою олією, – Fe 39,7%; O 36, 7%; C 23,6%.

Висновки. Вперше запропоновано модель двошарової координації для обґрунтування механізму жирозв'язування та жирутримання наночастинками харчової добавки на основі подвійного оксиду дво- та тривалентного заліза.

Ключові слова: *жирозв'язування, жирутримання, оксид заліза, добавка, двошарова координація.*

Антимікробні властивості двох похідних нафтопіранодіону з циклоалканспірогідантоїнами щодо деяких фітопатогенних і корисних мікроорганізмів

Марин Маринов, Младен Найденов, Румяна Проданова
Аграрний університет, Пловдив, Болгарія

Вступ. Досліджені антимікробні властивості двох нафтопірандіонових похідних із циклоалканспірогідантоїнами щодо деяких фітопатогенних і корисних мікроорганізмів

Матеріали і методи. Титульні сполуки отримували згідно з відомою процедурою. Метод дифузії в агарі застосовували для визначення антимікробної активності синтезованих продуктів щодо бактерій і грибів. Використані у дослідженнях вихідні

сполуки (6-бромо-1*H*,3*H*-нафто[1,8-*cd*]піран-1,3-діон, циклоалканспірогідантоїни і похідні нафтопірандіону з циклоалканспірогідантоїнами - 3-(1,3-діоксо-1*H*,3*H*-нафто[1,8-*cd*]піран-6-іл)-1,3-діазаспіро[4.4]нонан-2,4-діон та 3-(1,3-діоксо-1*H*,3*H*-нафто[1,8-*cd*]піран-6-іл)-1,3-діазаспіро[4.5]декан-2,4-діон) синтезовані за описаними в літературі методиками.

Результати і обговорення. Досліджено антимікробну активність вихідних сполук і кінцевих продуктів щодо грибів *Fusarium oxysporum* і *Trichoderma asperellum* Т6, грампозитивної бактерії *Bacillus amyloliquefaciens* 2/7 А і грамнегативної бактерії *Xanthomonas vesicatoria*. Всі речовини (за винятком вихідних спіродидантоїнів) виявляють активність щодо досліджуваних мікроорганізмів. Що стосується досліджених грибів, то фітопатогенні види (*Fusarium oxysporum*) більш чутливі. Ефект відрізняється у випадку з біоконтрольним агентом (*Trichoderma asperellum* Т6). З часом грибок, будучи слабшим, долає інгібувальну дію, зростаючи на вже сформованих зонах інгібування. Продукт 3-(1,3-діоксо-1*H*, 3*H*-нафто [1,8-*cd*] піран-6-іл)-1,3-діазаспіро [4,5] декан-2,4-діон найбільш активний щодо фітопатогенних мікроорганізмів, що мають менш слабкий вплив на *Trichoderma asperellum* Т6.

Висновок. Сполуки 6-бромо-1*H*,3*H*-нафто[1,8-*cd*]піран-1,3-діон, 3-(1,3-діоксо-1*H*,3*H*-нафто[1,8-*cd*]піран-6-іл)-1,3-діазаспіро[4.4]нонан-2,4-діон та 3-(1,3-діоксо-1*H*,3*H*-нафто[1,8-*cd*]піран-6-іл)-1,3-діазаспіро[4.5]декан-2,4-діон мають високу біологічну активність щодо всіх тестованих мікроорганізмів.

Ключові слова: нафтопірандіон, похідна, циклоалканспірогідантоїн, мікроорганізм, фітопатоген, антимікробний.

Процеси і обладнання

Динаміка позиційних електропневмоприводів функціональних мехатронних модулів потокових технологічних ліній харчових виробництв

Людмила Кривопляс-Володіна, Олександр Гавва, Сергій Володін, Тарас Гнатів
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розглянуто реалізацію завдань, пов'язаних із синтезом робочих органів для переміщення штучних харчових продуктів за заданим законом руху, та їх позиціонування у проміжних положеннях кінематичного циклу.

Матеріали і методи. Досліджуються динамічні характеристики приводу і система керування силовою частиною позиційного електропневмоприводу. Використані методи математичного та комп'ютерного моделювання, методи розв'язку звичайних диференціальних рівнянь та диференціальних рівнянь у часткових похідних і метод кореляційного аналізу.

Результати і обговорення. Отримано аналітичні залежності для визначення кінематичних параметрів руху штучного продукту із механізмом зіштовхування на базі пневмоприводу. Математично випробувано динамічну модель приводу й отримано закон руху механізму зіштовхування, наближеного до оптимального за швидкістю. Для аналізу процесу навантаження робочої ланки позиційного приводу використано модель узагальненої системи керування, яка обмежена одним повним циклом роботи функціонального мехатронного модуля пакувальної машини. Отримані

результати розрахунків порівнювались для різних компоновочних рішень досліджуваного приводу з метою удосконалення запропонованих технічних рішень. Розроблена методика математичного аналізу роботи позиційного електропневмоприводу була успішно використана під час відпрацювання режимів роботи різних функціональних мехатронних модулів у пакувальній машині для штучних харчових продуктів горизонтального типу. Розбіжність розрахованого при математичному моделюванні значення часу робочого ходу вихідної ланки функціонального мехатронного модуля для відпрацювання кінематичного циклу роботи пакувальної машини складала для різних вхідних параметрів межі до 7%. Отримані результати моделювання динамічного навантаження і зміни тиску робочого позиційного пневмоприводу підтвердили, що при звуженні вихлопного перерізу робочого циліндра позиційного пневмоприводу збільшується значення інерційної складової на етапі гальмування. Результати математичного моделювання динаміки для позиційного пневмоприводу з умови зміни перерізу вихлопного отвору дали можливість одержати кінематичні характеристики приводу.

Висновки. Отримані результати дають можливість забезпечити робочому органу закон руху, наблизений до оптимального за швидкістю дії, не перевищуючи при цьому максимально допустимий для рухомого штучного продукту, і забезпечити потрібну продуктивність пакувальної машини.

Ключові слова: функціональний, модуль, пакування, електропневмопривод, точність.

Кінетика термічної деструкції сумішей вугілля і твердої біомаси

Наталія Дунаєвська¹, Ярослав Засядько², Тарас Щудло¹

1 – Інститут вугільних енерготехнологій НАН України, Київ

2 – Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проведені дослідження кінетики складових етапів процесу згоряння біомаси як індивідуально, так і у суміші з низько реакційним вугіллям антрацитової групи Донецького басейну.

Матеріали і методи. Зразки біомаси (включаючи відходи сільськогосподарської та харчової промисловості) та вугілля були вивчені за допомогою неізотермічної термогравиметрії. Кінетичні дослідження зразків проводилися на дериватографі системи Paulik-Paulik-Erdèje Q-1000 з інтегрованим комплексом синхронних аналізів даних STZ 449 JUPITER NETZSCH в атмосферному повітрі з швидкістю нагріву 20 °С/хв. Інтервал температур – 25–1000 °С.

Результати і обговорення. Отримані первинні дані оброблялися й узагальнювалися в рамках диференціальних та інтегральних підходів. Показано, що застосування диференційного методу обробки даних потребує визначення поточних нормалізованих похідних від швидкості зміни маси зразку, а також балансу компонентів наважки в моменти початку та закінчення процесу, що створює серйозні труднощі. За таких умов інтегральний підхід, застосований для обробки отриманих даних, виглядає більш прийнятним. Представлено порівняння апроксимацій та узагальнення даних за різними методами.

Показано, що застосування апроксимації за методом Коутса-Редферна у вигляді ряду не збільшує точності наближення при врахуванні більшої кількості членів ряду. Допустимі межі застосування методу визначаються величиною E/RT більше 4, що

дійсно для процесів виходу вологи та летких. Для процесу догорання коксового залишку слід враховувати можливі відхилення та застосовувати метод Сенума-Янга. Отримано сукупність кінетичних констант, які були використані з відповідними диференційними рівняннями типу Арреніуса для розрахунків загальної кривої термодеградації. Відхилення розрахованої поточної маси зразка від визначеної експериментально при нагріві у діапазоні 300–700 К не перевищує 10%, що дає змогу рекомендувати отримані константи для інженерних розрахунків як тривалості окремих стадій процесу, так і балансів компонентів палива у процесі горіння.

Висновки. Методологія виділення окремих стадій процесу й отримані кінетичні константи можуть бути використані для інженерних розрахунків та у вигляді підмоделей для 3-вимірного моделювання процесів горіння твердого палива.

Ключові слова: *вугілля, біомаса, горіння, кінетика, Донецький вугільний басейн.*

Використання генетичного алгоритму для оптимізації роботи сатуратора

Володимир Полупан, Віктор Сідлецький

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проведені дослідження адаптивної системи оптимального керування роботою апарата II сатурації з метою встановлення кількісних показників ефективності її роботи.

Матеріали і методи. Досліджувалася адаптивна система керування роботою апарата II сатурації цукрового заводу. Для визначення оптимальних параметрів функціонування використано імітаційне моделювання на основі класичних і гібридних генетичних алгоритмів пошуку.

Результати і обговорення. Проведено імітаційні дослідження якості функціонування структурної моделі адаптивної системи оптимального керування з використанням класичного генетичного алгоритму, а також проведено дослідження модифікованого генетичного алгоритму з додаванням у класичний алгоритм гібридних функцій, а саме $Fmincon$ і $Fminsearch$ Patternsearch $Fminunc$.

Адаптивна система оптимального керування характеризується суттєво нижчим значенням інтегрального квадратичного критерію $I = 545$ порівняно з наявною на цукровому заводі системою керування, інтегральний квадратичний критерій якої $I = 658$. При цьому час керування також зменшився з $T = 212$ с до $T = 109$ с. Використання гібридних функцій дало змогу додатково знизити інтегральний квадратичний критерій $I = 529$ – 541 та прискорити роботу системи керування, витрачений час $T = 98$ – 105 с. Досліджено роботу методу $Fmincon$ без використання генетичного алгоритму, така модель показала нижчий час виконання $T = 88$ с, але вище значення інтегрального квадратичного критерію $I = 604$.

Найкращі результати, за інтегральним квадратичним критерієм і часом керування ($I = 529$, $T = 98$ с), були отримані для генетичного алгоритму разом із гібридною функцією $Fmincon$.

Досліджена адаптивна система керування роботою сатуратора значно випереджає наявну за всіма основними показниками.

Висновки. Новизною результатів досліджень є наукове обґрунтування доцільності використання класичних генетичних і гібридних генетичних алгоритмів під час реалізації адаптивних систем оптимального керування.

Ключові слова: *автоматизація, цукор, сатуратор, генетичний алгоритм.*