

вироби черствіють за рахунок втрати крохмалем вологи, зв'язаної під час випікання, також при цьому відбувається погіршення органолептичних показників.

Для проведення дослідів традиційні вироби та вироби з природно-рослинною сировиною були залишені на 72 години, після цього було проведено оцінку органолептичних показників виробів. Було виявлено, що вироби з добавками повільніше черствіють, зберігаючи при цьому хороші органолептичні показники. Здатність виробів повільніше черствіти пояснюється вологоутримуючою здатністю рослинної сировини.

При виготовленні борошняних виробів з природно-рослинної сировини вона збагачує їх важливими речовинами для нормального функціонування організму. Особливо вироби збагачуються мінеральними речовинами та вітаміном С.

Можна зробити висновок, що додавання природно-рослинної сировини до борошняних виробів є доцільним. Вона покращує органолептичні властивості виробів, продовжує термін їх зберігання, збагачує важливими речовинами. Такі борошняні вироби добре використовувати як елемент оздоровчого харчування.

Надання властивостей оздоровчого харчування борошняним виробам шляхом введення до них природно-рослинної сировини є актуальним в наш час у зв'язку з різноманітними несприятливими екологічними факторами, які негативно впливають на наш організм.

**Н.К. Черно**, д-р техн. наук, проф. (ОДАХТ, Одеса)

**С.О. Озоліна**, канд. хім. наук, доц. (ОДАХТ, Одеса)

**А.І. Капустян**, асп. (ОДАХТ, Одеса)

### СПОСІБ ІММОБІЛІЗАЦІЇ ТРИПСИНУ

Полімерні системи з іммобілізованими ферментами й іншими різноманітними біологічно активними речовинами (БАР) знаходять все більш широке застосування в біотехнології та різних областях медицини. Широке використання нативних ферментів як компонентів дієтичних добавок обмежується їх лабільністю в умовах шлунково-кишкового тракту. Подолати цю проблему вдається шляхом іммобілізації ферментів на різних природних і синтетичних полімерах, або на їх інтерполіелектролітних комплексах (ІПЕК).

ІПЕК – особливий клас полімерних речовин, що утворюються в результаті реакцій з'єднання протилежно заряджених іонів. Кооперативний характер зв'язків між полііонами надає інтерполіелектролітним комплексам високу стабільність у широкому інтервалі значень рН середовища. При різних співвідношеннях йоногенних груп вихідних компонентів можуть бути отримані як нерозчинні, так і розчинні ІПЕК. Нерозчинні (стехіометричні) ІПЕК виділяються у вигляді порівняно мало сольватованих осадів, співвідношення між протилежно зарядженими групами в них становить 1:1.

Однією з найважливіших проблем, які визначають ефективність використання полімерних носіїв, є пролонгування швидкості переходу БАР в навколишнє середовище. Пролонговане вивільнення БАР з інтерполіелектролітного комплексу (у випадку відсутності ковалентного зв'язку з полімерною оболонкою) відбувається за рахунок дифузії в навколишнє середовище з набряклої полімерної системи.

Метою даної роботи було отримання іммобілізованого трипсину шляхом включення його в інтерполіелектролітний комплекс хітозану з пектином. Особливістю такого способу іммобілізації трипсину є відсутність контакту його з розчинниками, які спричиняють денатуруючу дію на білки. Зв'язування ферменту з матрицею відбувається в основному за рахунок електростатичних взаємодій. Такий характер взаємодії дозволяє зберегти третинну структуру білка і, отже, його активність.

ІПЕК, що володіє протеолітичною активністю, отримували послідовним змішуванням розчинів пектину, трипсину і хітозану при масовому співвідношенні компонентів 2:1:2. Концентрацію полісахаридів-комплексоутворювачів варіювали в інтервалі від 0,5 до 2%, трипсину - від 0,2 до 1%. Процес взаємодії компонентів супроводжувався гелеутворенням, хоча кожен із полісахаридів окремо при взаємодії з трипсином за даних умов не здатний до утворення гелю. Ефективність іммобілізації білка-ферменту контролювали за зміною його концентрації в рідкій фазі у порівнянні з вихідним розчином методом спектрофотометрії. Встановлено, що найбільшою активністю (86% від максимально можливої) володіє ІПЕК, отриманий з використанням 0,25%-их розчинів пектину і хітозану та 0,5%-го розчину трипсину. Показано, що швидкість дифузії ферменту з інтерполіелектролітної матриці зменшується зі збільшенням концентрації полісахаридів.

Визначено рН та термооптимиуми для нативного та іммобілізованого зразків трипсину. Отримані дані свідчать, що рН-оптимум іммобілізованого ферменту дещо розширений порівняно з нативним та знаходиться в діапазоні значень рН від 6,0 до 7,8 при фізіологічній температурі (37±1)° С. При визначенні рН-стабільності трипсину та інтерполіелектролітного комплексу з протеолітичною активністю констатовано, що нативний трипсин є стійким до дії кислого середовища. Після перебування трипсину на протязі 240 хв при рН=2 його активність в умовах рН-оптимуму зберігається на 92% від максимально можливої. Така тенденція характерна і для іммобілізованих зразків трипсину.

Досліджено зміни активності трипсину в умовах шлунково-кишкового тракту. Однакові за активністю проби нативного та іммобілізованого трипсину інкубували в розчині пепсину при рН=2 протягом 0...240 хвилин, потім доводили рН розчину до оптимального значення (рН=7,4) і визначали протеолітичну активність.

Результати досліджень свідчать про те, що нативний трипсин повністю інактивується при дії пепсину вже через 30 хв з початку інкубації. Протеолітична активність іммобілізованого трипсину зберігається навіть після трьох годин перебування в розчині пепсину при рН=2 і становить 68%.

Таким чином показано, що застосування комплексу природних полісахаридів в якості полімерної матриці сприяє значному збереженню активності іммобілізованого даним способом ферменту і пролонгації його дії. Можливе регулювання швидкості дифузії ферменту з ШПЕК шляхом зміни концентрацій біополімерів, що використовуються при комплексоутворенні.

**А.І. Юліна**, канд. техн. наук, (ВМУРол «Україна», Київ)

**А.О. Юлін**, інженер-техн. (ВМУРол «Україна», Київ)

## ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ М'ЯСНИХ ВИРОБІВ ШЛЯХОМ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ

Пошук і дослідження способів інтенсифікації процесів теплової обробки м'ясних напівфабрикатів для підвищення якості готових виробів із м'яса залишається важливою і актуальною проблемою. Багатьма вченими рахується що, перспективним напрямком інтенсифікації процесу теплової обробки є інфрачервоний нагрів. Суттєвою перевагою радіаційної передачі теплоти є те, що повітря практично не поглинає ІЧ – промені і майже вся енергія доходить до поверхні продукту. Другим важливим фактором, який обумовлює перевагу застосування ІЧ нагріву є – здатність проникнення променів в обробляемий продукт на деяку глибину і поглинання повеневим шаром в 5-20 разів більше енергії, ніж шари, розміщені на глибині 1...2 мм. Внаслідок поглинання променів продуктом і перетворення променевої енергії в теплову, а також завдяки збільшенню інтенсивності теплового руху атомів і молекул швидше підвищується температура виробів на поверхні м'ясних виробів, утворюється підсмажена скоринка. В ряд перспективних виділились комбіновані методи смаження м'ясопродуктів і доцільним є поєднання інфрачервоного і кондуктивного способів нагріву, що дозволяє розробити нову технологію обробки виробів, яка виключає операцію перегортання. При цьому від кондуктивного нагріву була використана його здатність швидко створювати підсмажену скоринку з однієї сторони, а від ІЧ – нагріву – здатність інтенсифікувати процес смаження за рахунок проникнення ІЧ – променів на деяку глибину і одержувати скоринку з іншого боку виробу одночасно. Інтенсифікація процесу смаження м'ясних виробів обов'язково спричиняє зміни фізико-хімічних і біологічних показників їх якості, характер і глибина яких залежить від способу і тривалості нагрівання. Тому розробка оптимальних режимів смаження м'ясних виробів є одним із вирішальних факторів на шляху підвищення їх якості.

Дослідження якості м'ясних натуральних виробів і вибір оптимальних параметрів їх смаження комбінованим способом проводили на прикладі антрекоту. Якість досліджуваних зразків зрівнювали з якістю антрекотів, які готували традиційним способом. Пошукові дослідження дозволили вибрати параметри середі робочої камери (табл.), які впливають на якість готових м'ясних натуральних виробів в процесі смаження при переривчастому ІЧ – енергопідводі:

- температура середі робочої камери,  $t$  °С;
- рівень відносної вологості середі робочої камери,  $y$ , %;
- значення променевої складової теплового потоку,  $q_{пр}$  кВт/м<sup>2</sup>;
- середня величина теплового потоку зі сторони кондуктивного нагріву,  $q_{сеп.}$  кВт/м<sup>2</sup>;

**Таблиця – Оптимальні параметри середовища робочої камери для смаження за умови переривчастого підведення ІЧ-енергії**

| Спосіб нагрівання | Параметри середовища камери       |     |                                       |                                      |                      |                             |                          |                        |                  |
|-------------------|-----------------------------------|-----|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------|------------------|
|                   | у - рівень відносної вологості, % | t°С | q <sub>прод.</sub> кВт/м <sup>2</sup> | q <sub>сеп.</sub> кВт/м <sup>2</sup> | Час роботи тенів, с. | Загальний термін обробки, с | Вихід готових виробів, г | Втрати маси виробів, % | K <sub>реж</sub> |
| Традиційний       |                                   | 170 | -                                     | 8,8                                  | -                    | 900                         | 79                       | 37,0                   | -                |
| Комбінований      | 42                                | 282 | 7.5                                   | 9,3                                  | 360                  | 675                         | 90                       | 28,0                   | 0.354            |

За параметри оптимізації процесу смаження при переривчастому підведенні ІЧ-енергії застосовували узагальнений показник якості режиму, K<sub>реж</sub>. (табл. 1.), який розраховувався, виходячи із органолептичної оцінки досліджених зразків, і тривалості доведення їх до кулінарної готовності, тобто до досягнення в центрі виробів температури 80° С.

Розрахунки оптимальних параметрів здійснювали згідно рівнянь  $K = n_1q_1 + n_2q_2 + n_nq_n$ , де K – показник якості, як сукупність ознак, q<sub>1</sub>, q<sub>1</sub>, ... q<sub>n</sub> – безрозмірні числа, які відображають окремі ознаки і убувають при погіршенні якості, n<sub>1</sub>, n<sub>2</sub>, ...n<sub>n</sub> – коефіцієнти, які враховують відносне зниження кожної ознаки і сукупних ознак.

Виявлено, що показник якості режимів K<sub>реж</sub> збільшується в залежності від тривалості опромінювання і досягає найбільшого значення при τ=360, в той час як подальше опромінювання приводить до зниження