

їх консистенцію, одночасно виконуючи роль стабілізаторів та драгле утворювачів.

### **Висновки**

Таким чином, проаналізувавши доцільність комбінування борошняної сировини різних зернових культур, слід зробити висновок про необхідність виробництва крупів підвищеної харчової цінності. Дані крупы дозволяють забезпечити населення продуктами високої поживної цінності, що за якістю білку наближаються до продуктів тваринного походження та перевищують ідеальний білок за вмістом незамінних амінокислот. Використання концентратів тваринних білків дозволяє отримати продукти з необхідною консистенцією та високими споживчими властивостями без використання продуктів хімічного походження та харчовими добавками.

В ході дослідження встановлено доцільність використання концентратів тваринних білків в сухому вигляді в якості компоненту борошняної суміші, так як внесення добавок в вигляді розчину не є ефективним через його високу нестабільність. Дослідження показали, всі розчини білків володіють приблизно однаковими оптичними характеристиками і повністю розшаровуються за 10 хвилин. Отримані дані дозволяють стверджувати, що внесення добавок у вигляді розчинів спричинить нерівномірне перемішування тіста для крупів підвищеної харчової цінності та неефективний технологічний процес.

**Список літератури:** 1. Зберігання та переробка сільськогосподарської продукції / О.В. Богомолів, Н.В. Верешко, О.М. Сафонова та ін. Під ред. О.І. Шаповаленка, О.М. Сафонові. – Харків: Еспада, 2008. – 544с. 2. Концентраты соединительнотканного белка. Спецификация. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: < [vremya.spb.ru/cgi-bin/download.pl/Сканпро%2004.doc?id=152](http://vremya.spb.ru/cgi-bin/download.pl/Сканпро%2004.doc?id=152) > 3. Преимущества использования «Гелиос-11». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: < [http://www.tomig.com.ua/products/gelios\\_11](http://www.tomig.com.ua/products/gelios_11) >. 4. Животный белок для м'ясних продуктів Scanflavour. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: < <http://www.scanflavour.dk/?lang=ru> >.

*Поступила в редколлегию 04.04.2012*

**УДК 641.546.22**

**В.М. МИХАЙЛОВ**, докт. техн. наук, проф., ХДУХТ, Харків

**І.В. БАБКІНА**, канд. техн. наук, доцент, ХДУХТ, Харків

**А.О. ШЕВЧЕНКО**, асистент, ХДУХТ, Харків

## **ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРОПРОВІДНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СІЧЕНОЇ М'ЯСНОЇ МАСИ**

Стаття містить результати експериментальних досліджень по визначенню електропровідних властивостей кулінарної продукції на основі січених м'ясних мас в залежності від компонентного складу, кратності подрібнення та прикладеного тиску. Наведено розрахункові результати електропровідності натуральної січеної м'ясної маси від лінійних розмірів напівфабрикатів.

Статья содержит результаты экспериментальных исследований по определению электропроводных свойств кулинарной продукции на основе рубленых мясных масс в зависимости от компонентного состава, кратности измельчения и приложенного давления.

Приведены расчетные результаты электропроводности натуральной рубленой мясной массы от линейных размеров полуфабрикатов.

The article contains the results of experimental researches on determination of electro-conductivity properties of culinary products on the basis of the chopped meat masses depending on component composition, multiplicity of growing and attached pressure shallow. Brought the calculation results over of electro-conductivity of the natural chopped meat mass from the linear sizes of ready-to-cook foods.

Процеси жарення, основними з яких є смаження, запікання та випікання, полягають у тепловому впливі на напівфабрикат протягом часу, необхідному для прогріву внутрішніх шарів до температури 85...90 °С та формування специфічної скоринки на поверхні. Практичний досвід здійснення таких процесів свідчить про значну тривалість термообробки, пов'язану з нерівномірністю температурного поля; суттєві витрати матеріальних та енергетичних ресурсів за рахунок низьких виходу продукції та ККД процесу.

Можливим шляхом зменшення впливу вищевказаних недоліків на техніко-економічні показники жарення є застосування комбінованих процесів та апаратів, які створюють шляхом комбінування двох або кількох способів обігріву. Одним з варіантів такої комбінації є застосування електроконтактного нагрівання (ЕКН) поряд з традиційним нагріванням. Цей метод має низку переваг, що полягають у рівномірності температурного поля за об'ємом кулінарного виробу, простоті реалізації, швидкості прогрівання та ін. Проте, для визначення раціональних режимів комбінованої обробки із застосуванням ЕКН необхідним елементом є наявність відомостей про електропровідні властивості сировини, що підлягає обробці. Саме цей параметр є одним з визначальних при регулюванні швидкості нагрівання електроконтактним методом.

Авторами роботи здійснено комплекс теоретичних і експериментальних досліджень з визначення раціональних режимів комбінованого жарення для широкого асортименту кулінарної продукції, що вимагало дослідження електропровідних властивостей напівфабрикатів в залежності від різних визначальних чинників.

Основною метою досліджень, наведених в межах даної статті, є визначення електропровідних властивостей січених м'ясних мас у залежності від компонентного складу, тиску, кратності подрібнення сировини та лінійних розмірів напівфабрикату.

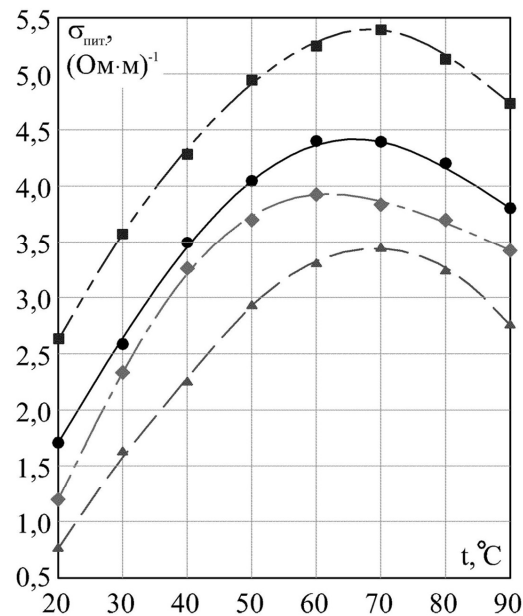
Кулінарні вироби виготовляють відповідно до складених рецептур, отже вони мають різний компонентний склад, а в разі використання однакових компонентів, їх співвідношення зазвичай різняться. Це зумовлює відмінність електропровідних властивостей. З метою встановлення впливу компонентного складу на питому електропровідність продукції було проведено дослідження ЕКН зразків січених кулінарних виробів за співвідношенням компонентів згідно рецептур, наведених у [1]:

- натуральних: баранина – 77,6 %; жир – 11,6 %; вода – 9,6 %; сіль – 1,2 %;
- особливих: яловичина – 45,1 %; хліб – 12,3 %; свинина – 17,6 %; вода – 15,9 %; сухарі – 7,9; сіль – 1,2 %;

- московських: яловичина – 50 %; хліб – 14,0 %; жир – 8,9 %; вода – 20,8 %; цибуля – 1,2 %; сухарі – 4%; перець – 0,1; сіль – 1,2 %;  
 - домашніх: яловичина – 36 %; цибуля – 2 %; свинина – 24,3 %; хліб – 13 %; жир – 2,0 %; вода – 20 %; перець – 0,1 %; сухарі – 4 %; яйця – 1 %; сіль – 1,2 %.

Дослідження здійснювали під час ЕКН змінним електричним струмом прямокутної форми з амплітудною напругою 40 В та частотою 50 Гц. Визначали динаміку питомої електропровідності залежно від температури в інтервалі нагрівання 20...90 °С (рис. 1).

Аналіз отриманих кривих свідчить про однакову тенденцію зростання питомої електропровідності в межах температури від 20 до 60...70 °С, після чого спостерігається зменшення питомої електропровідності. Такий характер зміни електропровідності можна пояснити пошквалюванням руху іонів при зростанні температури. З подальшим зростанням температури відбувається денатурація білкової складової, між діелектриками та розсолу у фарші здійснюється обмінна дифузія.



вид зразків січеної м'ясної маси: —▲— - натуральні;  
 —■— - особливі; —◆— - московські; —●— - домашні

Рис. 1 – Зміна питомої електропровідності зрідків з січених м'ясних мас в інтервалі температур 20...90 °С

Це призводить до перерозподілу солі та вологи і, вочевидь, до зменшення електропровідності в температурному діапазоні 60...90 °С.

У таблиці наведено середні значення питомої електропровідності досліджуваних зрідків. Серед них найменше значення електропровідності мають зрідки з фаршу натурального – 2,5 (Ом·м)<sup>-1</sup>, для інших зрідків середня питома електропровідність має дещо більші значення і коливається в межах 3,2...4,5 (Ом·м)<sup>-1</sup>.

Таблиця – Середня питома електропровідність зрідків січених виробів під час ЕКН

Вид зразка фаршів	Середня питома електропровідність, $\sigma_{с. \text{пит.}}$ , (Ом·м) <sup>-1</sup>
особливих	4,5
домашніх	3,6
московських	3,2
натуральних	2,5

Таким чином, електропровідність різних за складом зразків кулінарної продукції може значно відрізнятись, що, вочевидь, залежить від складових компонентів та їх кількості. В підтвердження цьому було проведено дослідження впливу додавання до зразків, виготовлених на основі січеної яловичини, різної кількості таких компонентів, як жир, вода та водний розчин NaCl. Отримані залежності зміни середньої питомої електропровідності наведено на рис. 2.

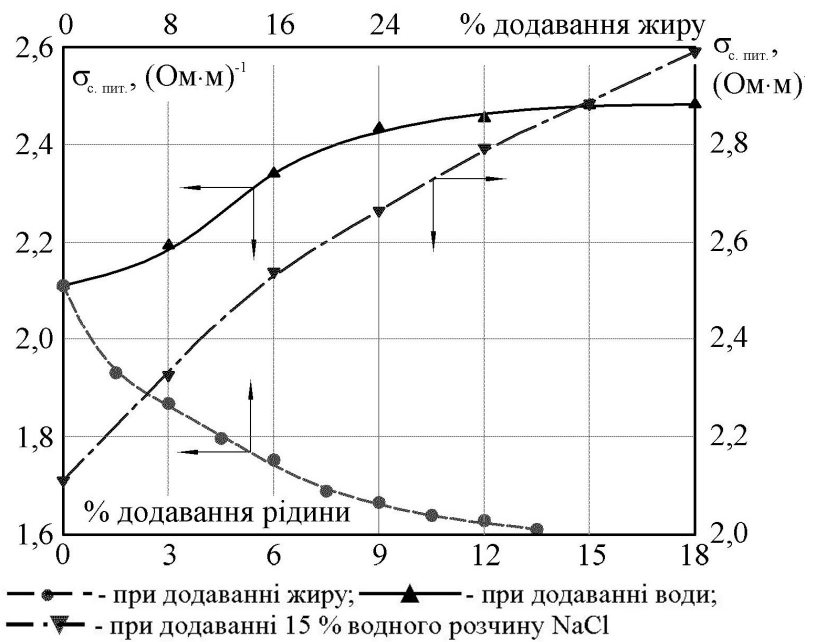


Рис. 2 – Зміна середньої питомої електропровідності зразків січеної яловичини при ЕКН змінним струмом прямокутної форми частотою 50 Гц та напругою 40 В

Встановлено зменшення електропровідності при додаванні жиру. Із графіка видно, що навіть додавання 4 % жиру зменшує електропровідність на 9 %. Подальше збільшення кількості жиру до 10...15 % знижує електропровідність приблизно на 7...19 %, а додавання жиру в кількості 25...35 % – на 23...25 %.

Додавання води в подрібнений фарш дещо підвищує його середню питому електропровідність, що спостерігається при збільшенні кількості води в межах 3...12 %. При цьому середня питома електропровідність збільшується на 0,07...0,35 (Ом·м)<sup>-1</sup>, тобто максимум на 17 %. Таке відносно несуттєве підвищення електропровідності, вочевидь, пояснюється тим, що кількість іонів у воді порівняно з соленою водою міститься у незначній кількості. За цих умов зростання електропровідності відбувається лише за рахунок зміцнення електропровідних шляхів, що забезпечує рідина. Надалі при збільшенні кількості води у фарші до 18 % зростання електропровідності відбувається не суттєво, так як зразок перенасичується вологою, в якій вільно рухається майже однакова кількість іонів солей.

Подібна тенденція зростання середньої питомої електропровідності спостерігається при додаванні до фаршу водного розчину кухарської солі. Однак, в цьому випадку зростання електропровідності є більш інтенсивним та рівномірним. Відзначається, що додавання 15 % водного розчину NaCl у кількості 3 % по відношенню до маси фаршу збільшує його середню питому електропровідність з 2,11 (Ом·м)<sup>-1</sup> до 2,33 (Ом·м)<sup>-1</sup>, тобто на 10 %, а додавання у кількості 18 % – майже до 3 (Ом·м)<sup>-1</sup>, тобто на 42 %, що пояснюється збільшенням кількості іонів.

Отже, експериментальними дослідженнями доведено, що електропровідність фаршів залежить від температури та компонентного складу напівфабрикатів.

Відзначено, що при підвищенні температури до 60...70 °С електропровідність зростає, а при подальшому нагріванні до 90 °С знижується. Додавання жиру призводить до зменшення середньої питомої електропровідності, а води та водного розчину NaCl – до її збільшення, причому для останнього випадку більш суттєвого.

Технологічною практикою кулінарного виробництва на різних стадіях передбачається обробка сировини різноманітними методами механічного впливу. Під механічним впливом змінюються структурно-механічні, теплопровідні та інші властивості сировини.

Одним з таких методів є подрібнення сировини на м'ясорубці з метою отримання фаршу, причому для підвищення ніжності виробу приготування окремих видів продукції передбачається дворазове пропускання сировини через м'ясорубку. Другим поширеним методом механічного впливу на продукт є обробка за умов надлишкового тиску, що створюється з метою інтенсифікації теплообміну.

Основною задачею даного дослідження було виявлення залежності середньої питомої електропровідності сировини від кратності пропускання через м'ясорубку (при незмінному значенні діаметра отворів решітки), а також від зміни тиску, за якого здійснюється теплова обробка (рис. 3).

В ході експериментальних досліджень як контроль використовували фарш, отриманий при одноразовому пропусканні через м'ясорубку, при цьому його середня питома електропровідність складала  $2,5 \text{ (Ом}\cdot\text{м)}^{-1}$ . При дворазовому пропусканні через м'ясорубку середня питома електропровідність збільшилась на 10 % і склала  $2,76 \text{ (Ом}\cdot\text{м)}^{-1}$ , а при триразовому – збільшилась на 11 % і склала близько  $2,8 \text{ (Ом}\cdot\text{м)}^{-1}$ . Подальше чотириразове – шестиразове пропускання практично не вплинуло на зміну середньої питомої електропровідності і сприяло її збільшенню лише приблизно на 1...2 %.

Вочевидь такі результати пояснюються тим, що додаткове пропускання через м'ясорубку дозволяє в більшій мірі зруйнувати структуру сировини і отримати фарш з більш рівномірним розподілом часток за розміром, що й призводить до підвищення їх електропровідних властивостей. Подальше додаткове пропускання фаршу через м'ясорубку з тим самим діаметром отворів решітки вже несуттєво впливає на зміну структури фаршу і, відповідно, його електропровідних властивостей.

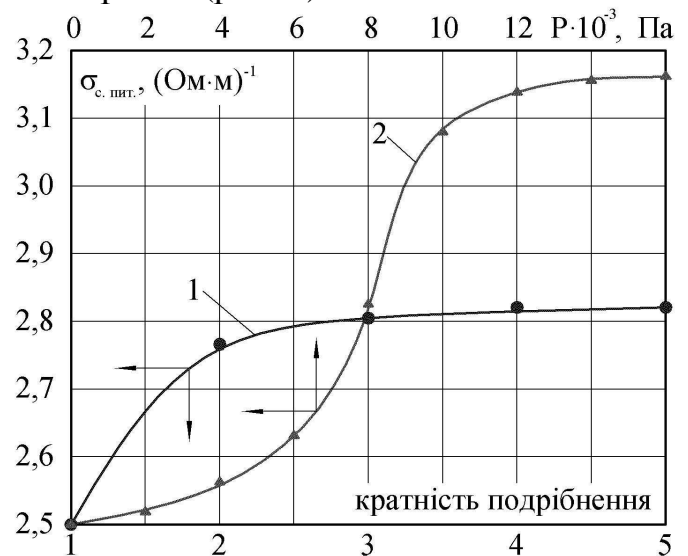


Рисунок 3 – Залежності середньої питомої електропровідності зразків з натуральної січеної м'ясної маси від факторів механічного впливу:  
1 – від кратності подрібнення; 2 – від прикладеного тиску

При незначних значеннях надлишкового тиску помітного збільшення середньої питомої електропровідності не відбувається. Помітні зміни починають спостерігатися лише при надлишковому тиску  $(6...10) \cdot 10^3$  Па. Збільшення тиску до  $10^4$  Па призводить до підвищення електропровідності на 23 % і складає  $3,08 (\text{Ом} \cdot \text{м})^{-1}$ . Очевидно це пояснюється спресовуванням фаршевої маси і зменшенням внаслідок цього кількості пустот усередині напівфабрикату. При подальшому збільшенні тиску від  $10^4$  Па до  $1,4 \cdot 10^4$  Па зміна електропровідності відбувається лише до  $3,16 (\text{Ом} \cdot \text{м})^{-1}$ , тобто на 2...3 %.

Отже, на підставі отриманих результатів можна зробити висновок про те, що дво- і триразове пропускання фаршу через м'ясорубку призводить до збільшення середньої питомої електропровідності, що пояснюється більшим ступенем руйнування структури сировини і отриманням фаршу з більш рівномірним розподілом часток за розміром. Помітні зміни електропровідності спостерігаються при надлишковому тиску в межах 6...10 кПа, що пояснюється спресовуванням фаршевої маси і зменшенням внаслідок цього кількості пустот усередині напівфабрикату.

Швидкість процесу ЕКН зразків значною мірою визначається їх геометричними параметрами, зокрема формою та лінійними розмірами, співвідношення яких впливає на дійну електропровідність. Лінійний розмір представляє собою відношення площі контакту продукт-електрод до міжелектродної відстані.

У практичній діяльності застосування ЕКН важливим завданням є встановлення раціональних співвідношень лінійних розмірів напівфабрикату при заданій масі. Маса зразка є лише побічним чинником впливу на електропровідність, оскільки при конкретному значенні маси можуть змінюватися геометричні параметри зразка і, відповідно, площа контакту з електродом і міжелектродна відстань.

Розрахункові результати зміни дійсної електропровідності натуральної січеної м'ясної маси в залежності від площі контакту продукт-електрод та міжелектродної відстані при ЕКН змінним електричним струмом прямокутної форми з частотою 50 Гц та напругою 40 В наведено на рис. 4.

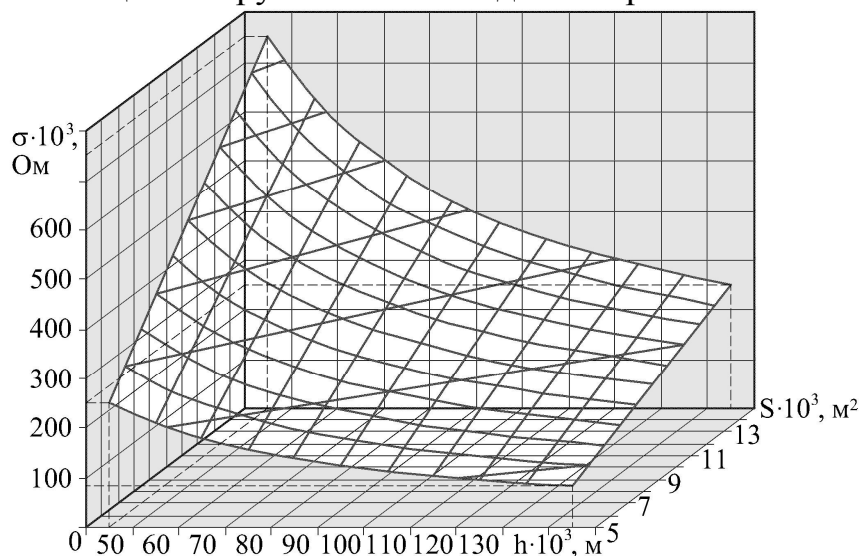


Рисунок 4 – Залежність дійсної електропровідності  $\sigma$  січеної м'ясної маси від міжелектродної відстані  $h$  та площі контакту продукт-електрод  $S$

При цьому змінювали міжелектродну відстань у межах 0,05...0,15 м та площу контакту продукт-електрод –  $(5...15) \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ .

З отриманої діаграми видно, що дійсна електропровідність підвищується при збільшенні площі контакту та зменшенні міжелектродної відстані.

Практичне використання отриманої діаграми полягало у визначенні дійсної електропровідності напівфабрикатів з натуральної січеної м'ясної маси під час запікання у комбінованому пристрої теплової обробки ПТО-0,1 [2]. Так, згідно діаграми, для напівфабрикату масою 0,450 кг за міжелектродної відстані 0,06 м при площі контакту  $7,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$  дійсна електропровідність складає  $313 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}^{-1}$ .

Отримані дані можуть бути використані під час вибору раціональних значень міжелектродної відстані та площі контакту продукт-електрод з метою регулювання швидкості нагрівання й, відповідно, тривалості ЕКН.

Таким чином, доведено, що середня питома електропровідність січеної м'ясної маси залежить від температури та компонентного складу напівфабрикатів. Також вона змінюється під впливом факторів механічного впливу, зокрема кратності пропускання фаршу через м'ясорубку та створеного тиску під час теплової обробки. Визначено, що дво- і триразове пропускання фаршу через м'ясорубку призводить до збільшення середньої питомої електропровідності. Помітні зміни середньої питомої електропровідності спостерігаються при надлишковому тиску у межах 6...10 кПа. Розрахунковим шляхом визначено дійсну електропровідність натуральної січеної м'ясної маси в залежності від міжелектродної відстані та площі контакту продукт-електрод. Отримані у вигляді діаграми дані можуть бути використані з метою регулювання швидкості нагрівання й, відповідно, тривалості ЕКН, під час вибору раціональних значень міжелектродної відстані та площі контакту продукт-електрод за умов запікання напівфабрикатів з натуральної січеної м'ясної маси в комбінованому пристрої теплової обробки ПТО-0,1.

**Список літератури:** 1. Сборник рецептов блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания. – К.: А.С.К., 1998. – 657 с. 2. Пат. 37175 Україна, МПК А 23 L 1/025, А 47J 37/00. Багатофункційний пристрій теплової обробки харчових продуктів / Михайлов В.М., Бабкіна І.В., Дьяков О.Г., Шевченко А.О. – 200804522; заявл. 09.04.08; опубл. 25.11.08, Бюл. № 22.

*Поступила в редколлегию 20.03.2012*