

### **3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ МЕТОДОМ СПІНОВИХ ПАСТОК**

**М.О. Полумбрик, О.М. Полумбрик, О.А. Топчій**  
*Національний університет харчових технологій*

Окиснення ліпідів є головною причиною псування м'ясних продуктів, що супроводжується зміною кольору, запаху, текстури, харчової цінності і призводить до утворення потенційно токсичних сполук.

В останні роки велика увага приділяється новому методу збереження якості харчових продуктів, а саме застосуванню високого тиску. Холодна пастеризація не впливає на харчові і сенсорні характеристики м'ясних продуктів, зменшуючи ризики мікробіологічного псування, що пов'язується з присутністю патогенних

мікроорганізмів, головним чином *Salmonella* і *Listeria*. Спричинення високого тиску впливає на конформацію протеїнів у м'ясних системах, надаючи нові властивості щодо текстури і здатності утримувати воду.

Однак, технологія високого тиску індукує окиснення ліпідів м'яса і м'ясних продуктів. Це призводить до погіршення харчової цінності м'яса і таким чином обмежує застосування цієї технології. Дослідження показали, що чим вищий тиск і термін обробки, тим вищий рівень окиснення ліпідів. Йони перехідних металів - головний катализатор зростання ліпідного окиснення. Однак, дослідження впливу високого тиску на грудну частину курячого м'яса показали, що може бути й інша причина — тиск спричиняє зміни в конформації метміоглобіна і порушує цілісність мембран. Недавно було зроблено відкриття генерування радикалів в м'ясі під дією високого тиску. Високо реакційні вільні радикали є ініціатором ліпідного окиснення. Для доказу утворення вільних радикалів був використаний метод ЕПР в комбінації з спіновими пастками, в якості яких використали N-t-бутил- $\alpha$ -феніл нітрон. Утворення вільних радикалів спостерігають в інтервалі тиску 400-800 МПа, температури 5-40 °С, часу 0-60 хв. Енергія активації була дуже низькою і складала 25-29 кДж/моль, в той час, як в умовах атмосферного тиску вона дорівнювала 181 кДж/моль. Об'єм активації при високому тиску складав — 17 мл/моль, які розраховувались з відповідних рівнянь:

$$\ln K = \text{const} - \frac{\Delta V^\ddagger}{RT}; \quad \frac{\partial \ln K}{\partial P_T} = \text{const} - \frac{\Delta V^\ddagger}{RT} \quad \text{і} \quad \ln K = \ln A - \frac{E_a}{RT}; \quad \frac{\partial \ln K}{\partial \frac{1}{T}} = \ln A - \frac{E_a}{R}$$

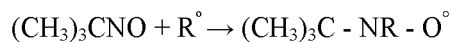
де  $K$  — константа швидкості,  $p$  — тиск,  $\Delta V^\ddagger$  — об'єм активації,  $R$  — газова стала,  $T$  — температура,  $\ln A$  — константа,  $E_a$  — енергія активації.

Ефект генерування радикалів було знайдено і при атмосферному тиску під час нагріванні м'ясних продуктів при 55 - 65 - 75 °С.

Швидкість утворення радикалів при 55 °С найнижча і складає 0,0013 мМ/хв, в той час як при тиску 500 і 600 МПа відповідно 0,0158 і 0,0216 мМ/хв.

Порівняння природи спін — аддуктів утворених при високих тисках і при атмосферному тиску показало, що вони мають однакову величину фактора спектроскопічного розщеплення ( $g$ -фактор) — 2,0056.

Хоча вільні радикали можуть мати однакову будову, судячи з  $g$ -фактору, природа їх утворення різна. При високих температурах і атмосферному тиску це мабуть розрив ковалентних зв'язків, в той час як при високих тисках це утворення хімічних частинок з малим об'ємом. Утворення радикалів при окисненні м'яса і м'ясних продуктів можна легко визначити з використанням третбутилнітрозосполук як спінових пасток.



Одним з головних агентів, що викликає окиснення харчових продуктів є синглетний кисень, який є високо реакційною, електрофільною і нерадикальною молекулою. Швидкість окиснення харчових продуктів, в присутності синглетнего кисню, набагато вища, ніж при окисненні атмосферним триплетним киснем, навіть за низьких температур. Спінові пастки, наприклад, 2,2,6,6-тетраетил-4-піперідон можуть реагувати з синглетним киснем, утворюючи стійкий 2,2,6,6-тетраетил-4-піперідон-N- оксильний радикал.