

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ М'ЯСА ЯК ОБ'ЄКТА ПЕРЕРОБКИ У ВОВЧКУ

Ефективна робота м'ясорізальних вовчків можлива лише за умови врахування властивостей сировини під час проектування даних машин. Специфічними властивостями м'яса як об'єкта переробки у вовчку є, насамперед, здатність його до значного деформування під дією зовнішнього тиску. Саме це призводить до обмеження зони подачі м'яса шнеком вовчка в різальний вузол в кожний момент часу та, як наслідок, до істотного, понад 2 рази, зменшення питомої продуктивності вовчків. В роботі наведено результати досліджень реологічних властивостей трьох видів м'ясної сировини: яловичини, свинини та курятини, для яких встановлено значення модуля осьового стискання, напруження стандартної пенетрації та напруження зрізу цільної м'язової тканини. Отримані дані можуть бути використані в ході обґрунтування високопродуктивних способів подачі м'яса до різального вузла вовчків.

Ключові слова: м'ясорізальний вовчок, м'ясо, шнек, подача, реологічні властивості.

NADYA VICTORIVNA FILIMONOVA

Cherkassy state technological university

RESEARCH OF STRUCTURAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF MEAT AS AN OBJECT OF PROCESSING IN MEAT COMMUNOTOR

Abstract – an effective work of meat comminutors is possible only on condition of consideration of properties of raw material when designing these machines. Specific properties of meat as an object of processing in comminutor is, above all, its ability to considerable deformation under external pressure. That is what leads to restricted areas of serve of meat with the screw of the comminutor to a cutting unit at every instant and, consequently, to a significant, more than 2 times, reduction of specific performance of meat comminutors. This paper presents the results of research of rheological properties of three kinds of raw meat: beef, pork and chicken, which set the module of axial compression, tension of standard penetration and tension of solid muscle tissue cutoff. The data can be used in justifying the highly productive methods of supply of meat to cutting unit of comminutors.

Keywords: meat comminutor, meat, screw, serve, rheological properties.

Постановка проблеми

Подальше вдосконалення м'ясорізальних вовчків можливе при знаходженні нових відомостей про робочі процеси в даних машинах. Авторами роботи [1] встановлено, що робочий шнек вовчка в кожний момент часу подає сировину не по всій площі решітки різального вузла, а лише в межах певного сектору, який відраховується від кінця витка шнеку. Внаслідок цього фактична продуктивність вовчка щонайменше удвічі менша за максимальну теоретично можливу. В основі такого зменшення продуктивності лежать реологічні властивості м'ясної сировини, насамперед, компресійні. Обґрунтувати високопродуктивні способи подачі м'яса до різального вузла вовчків можна лише при належному врахуванні реологічних властивостей м'ясної сировини. При цьому, відповідно, вкрай важливим стає питання коректного визначення числових значень означених структурно-механічних показників. Незважаючи на численні дослідження реологічних властивостей м'яса та м'ясних напівфабрикатів, на даний час відсутні вичерпні відомості з даного проблемного питання в контексті означеної задачі вдосконалення вовчків.

Аналіз останніх джерел

В роботі [2] наведено дані про компресійні властивості (залежність відносної деформації від прикладеного тиску) м'ясного фаршу. Але ці дані не можна переносити на цільну м'язову тканину м'яса внаслідок різного агрегатного стану цих видів сировини. Автором [3] узагальнено дані досліджень реологічних властивостей м'яса та м'ясних фаршів. Наведено значення компресійних властивостей м'яса, величини зусилля пенетрації та зусилля різання лезом та пуансоном. Однак ці дані стосуються лише яловичини і не описують властивостей свинини та курятини, які також є розповсюдженими видами сировини, що перероблюється у вовчках. В роботах [4–6] наведено дані про величини тиску, при якому починається процес продавлювання м'яса крізь решітку різального вузла вовчків. Проте при означених дослідженнях враховувався не лише опір вдавлення сировини в отвори (напруження зрізу при різанні м'яса пуансоном), а й опір рухові сировини всередині отворів, що суттєвим чином змінювало отримані дані і не дозволяє їх належним чином використовувати при моделюванні робочих процесів у вовчку (для чого необхідно диференціювати значення вказаних видів опору). Величина роботи різання м'яса пуансоном (яловичини та свинини) досліджена авторами робіт [7, 8], але, як і в [3], дані щодо курятини відсутні. Все означене дозволяє зробити висновок, що дослідження деформаційних властивостей м'яса продовжує залишатись актуальною задачею.

З урахуванням принципу дії вовчка (подача цільного м'яса шнеком, вдавлення його в отвори решіток та різання ножом) доцільним є дослідження модуля осьового стискання E (зادля опису процесу стискання м'яса при подачі його шнеком), напруження стандартної пенетрації Θ_0 (задля опису процесу обтікання м'ясом перемичок поміж отворами решіток) та напруження зрізу Θ_{sp} м'яса (задля опису процесу розрізання м'яса різальними крайками отворів решіток, а також різання м'яса лезами ножа).

Метою роботи є: дослідження модуля осьового стискання, напруження стандартної пенетрації та

напруження зрізу основних видів м'ясної сировини, яка переробляється у вовчках.

Виклад основного матеріалу

Методика експериментальних досліджень означених структурно-механічних властивостей м'яса полягала у наступному. Використовувалась модифікована електромеханічна універсальна випробувальна машина SANS CMT2503 (виробництва Shenzhen SANS Testing Machine Co., КНР) лабораторії м'ясних продуктів Інституту продовольчих ресурсів НААН України (м. Київ). Універсальна випробувальна машина SANS CMT2503 (рис. 1), призначена для визначення міцнісних та структурно-механічних властивостей різних матеріалів. В ній використовується принцип замкненої цифрової системи керування та вимірювань із застосуванням комп'ютера, на дисплей якого виводиться необхідна інформація у цифровому або графічному вигляді. При цьому результати випробувань автоматично обробляються та зберігаються в пам'яті системи.

Використовувались наступні насадки з інденторами: циліндричний плунжер – для визначення E (рис. 1, б); Magness-Taylor – для визначення Θ_0 (рис. 1, в); Warner-Bratzler – для визначення Θ_{sp} (рис. 1, г). В якості сировини використовувалась яловичина I-го гатунку, свинина нежирна та курятина (філе) при температурі 24 °С. Під час досліджень сировину встановлювали під індентора (вирізуали шматок певного діаметру та висоти при визначенні E ; наповнювали циліндричну кювету при визначенні Θ_0 ; вирізуали шматок певної ширини та товщини і встановлювали під індентор при визначенні Θ_{sp}) та встановлювали її під траверсою, центруючи відносно індентора, після чого вмикали привод. Швидкість руху індентора була $1,67 \cdot 10^{-4}$ м/с при визначенні E та $3,33 \cdot 10^{-4}$ м/с при визначенні Θ_0 і Θ_{sp} .

Модуль осьового стискання визначався за виразом:

$$E = \frac{P}{S_0} \cdot \frac{h_0}{h_1}, \text{Па} \tag{1}$$

де P – зусилля стискання, Н (визначається на прямолінійній ділянці кривої “навантаження – деформація”);

S_0 – початкова площа перерізу зразка, м²;

h_0 – початкова висота зразка, м;

h_1 – висота зразка після стискання, м;

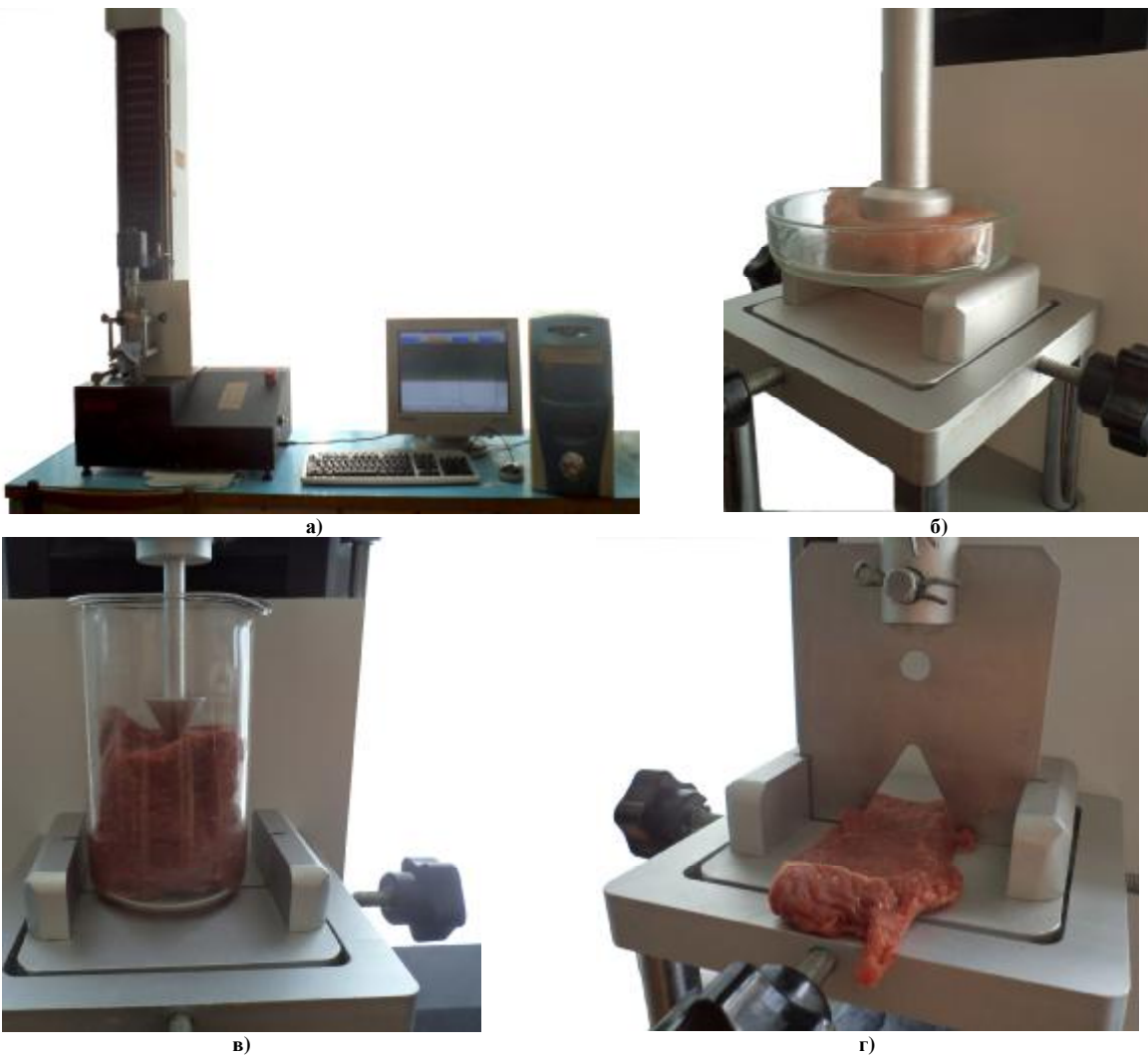


Рис. 1. Універсальна випробувальна машина SANS CMT2503:

а) – загальний вигляд; б) – індентор у вигляді циліндричного плунжера; в) – індентор Magness-Taylor; г) – індентор Warner-Bratzler

Напруження стандартної пенетрації визначалось за формулою П. О. Ребіндера:

$$\Theta_0 = k_a \cdot \frac{P}{h^2}, \text{ Па} \quad (2)$$

де P – зусилля пенетрації, Н (визначається на прямолінійній ділянці кривої “навантаження – деформація”); h – глибина занурення конуса, м; k_a – константа конуса (при $\alpha = 60^\circ$ $k_a = 0,214$)

Напруження зрізу визначалось наступним чином:

$$\Theta_{sp} = \frac{P}{S}, \text{ Па} \quad (3)$$

де P – зусилля зрізу, Н; S – площа зрізу, м².

Отримані графічні залежності наведені на рис. 2–4, а результати визначення структурно-механічних властивостей – в таблиці 1.

Таблиця 1

Структурно-механічні властивості м'ясної сировини

Показник	Вид м'ясної сировини		
	Яловичина	Свинина	Курятина
Модуль осьового стискання E , Па·10 ³	456,91	144,58	108,77
Напруження стандартної пенетрації Θ_0 , Па·10 ³	83,57	172,90	48,60
Напруження зрізу Θ_{sp} , Па·10 ³	277,7	467,89	141,24

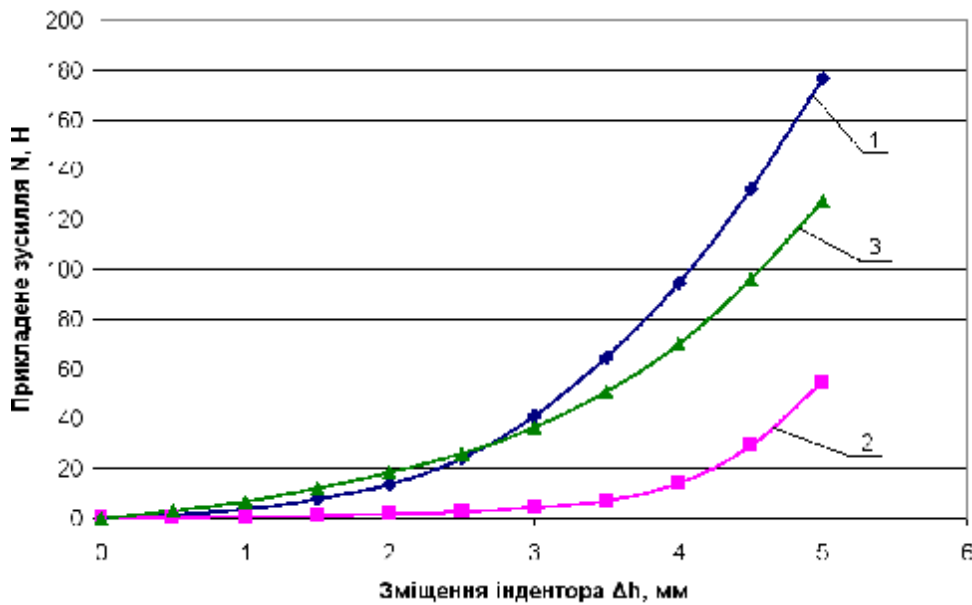


Рис. 2. Залежність зміщення індентора Δh від прикладеного навантаження N при визначенні модуля осьового стискання: 1 – яловичина; 2 – свинина; 3 – курятина

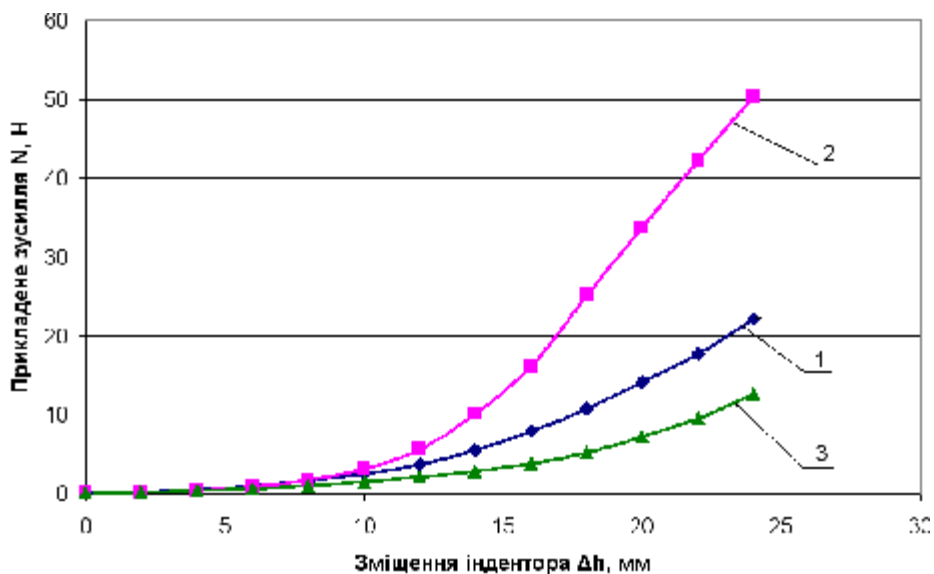


Рис. 3. Залежність зміщення індентора Δh від прикладеного навантаження N при визначенні напруження стандартної пенетрації: 1 – яловичина; 2 – свинина; 3 – курятина

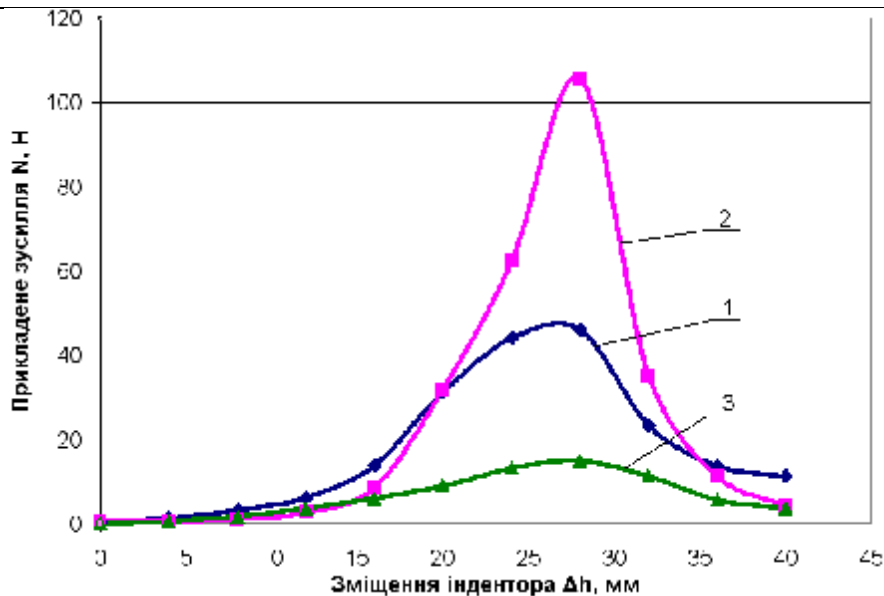


Рис. 4. Залежність зміщення індентора Δh від прикладеного навантаження N при визначенні напруження зрізу: 1 – яловичина; 2 – свинина; 3 – курятина

Висновки

Експериментальним шляхом досліджено структурно-механічні властивості м'ясної сировини, яка найчастіше переробляється у вовчках. Встановлено, що найбільший модуль осевого стискання властивий яловичині (456,91 кПа), для свинини та курятини він приймає менші значення (144,58 кПа та 108,77 кПа відповідно). Найбільше напруження стандартної пенетрації спостерігається для свинини (172,90 кПа), тоді як для яловичини та курятини 83,57 кПа та 48,60 кПа відповідно. Аналогічним чином найбільше напруження зрізу при різанні лезом з кутом загострення 90° спостерігається для свинини (467,89 кПа), тоді як для яловичини – 277,7 кПа, а для курятини – 141,24 кПа. Отримані дані можуть бути використанні під час обґрунтування високопродуктивних способів подачі м'яса до різального вузла вовчків.

Література

1. Некоз О.І. Дослідження інтенсивності зношування лез ножа вовчка / О. І. Некоз, Н. В. Філімонова, С. О. Філімонов, О. В. Батраченко, А. В. Хом'як // Вісник ЧДТУ. – 2013. – № 2. – С. 84–96.
2. Бакунц В. Г. К теории обработки мяса в куттере и мешалке. Одноосное сжатие фарша / В. Г. Бакунц // Мясная индустрия. – 1966. – № 3. – С. 50–53.
3. Горбатов А. В. Гидравлика и гидравлические машины для пластично-вязких мясных и молочных продуктов / А. В. Горбатов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 174 с.
4. Горяев, В. В. Совершенствование конструкций и методики расчета режущего механизма волчков : автореф. дисс. на соиск. научной степени кандидата техн. наук / В. В. Горяев. – М., 1989. – 16 с.
5. Максимов Д. А. Разработка адаптированного гибкого подающего рабочего органа в волчках : автореф. дисс. на соиск. научной степени кандидата техн. наук / Д. А. Максимов. – М., 2008. – 21 с.
6. Некоз О.І. Гідравлічний опір різального вузла вовчків / О. І. Некоз, В. І. Осипенко, Н. В. Філімонова, О. В. Батраченко // Вісник Хмельницького національного університету. – 2015. – № 6. – С. 13–19.
7. W. Schnackel, J. Krickmeier, Oktaviani, Dmitrinka Schnackel, I. Micklisch, „Untersuchungen zur optimierung des wolfprozesses. Teil 1“, Fleischwirtschaft, № 7, 2011, pp. 83–87.
8. W. Schnackel, J. Krickmeier, W. Pongjanyanukul, Dmitrinka Schnackel, I. Micklisch, „Untersuchungen zur optimierung des wolfprozesses. Teil 1“, Fleischwirtschaft, № 1, 2012, pp. 88–92.

References

1. Nekoz O.I., Filimonova N. V., Filimonov S. O., Batrachenko O. V., Khom'jak A. V. Doslidzhennja intensyvnosti znoshuvannja lez nozha vovchka, *Visnyk ChDTU*, 2013, №2, pp.84-96.
2. Bakunc V. Gh. K teoryy obrabotky mjasa v kutttere y meshalke. Odnoosnoe szhatye farsha, *Mjasnaja yndustryja*, 1966, №3, pp.50-53.
3. Ghorbatov A. V. Ghydravlyka y ghydravlycheskye mashyny dlja plastychno-vjazkykh mjasnykh y molochnykh produktov, Moskva, Aghropromyzdat, 1991, pp.174.
4. Ghorjaev V. V. Sovershenstvovanye konstrukcyj y metodyky rascheta rezhushegho mekhanyzma volchkov, avtoref. dyss. na soysk. nauchnoj stepeny kandydata tekhnicheskyykh nauk, Moskva, 1989, pp.16.
5. Maksymov D. A. Razrabotka adaptirovannogo ghybkogho podajushhegho rabochegho orghana v volchkakh, avtoref. dyss. na soysk. nauchnoj stepeny kandydata tekhnicheskyykh nauk, Moskva, 2008, pp.21.
6. Nekoz O.I., Osypenko V. I., Filimonova N. V., Batrachenko O. V. Ghidravlichnyj opir rizal'nogho vuzla vovchkiv, *Visnyk Khmel'nyckogho nacional'nogho univertsytetu*, 2015, №6, pp. 13-19.
7. Schnackel W., Krickmeier J., Oktaviani, Schnackel D., Micklisch I. Untersuchungen zur optimierung des wolfprozesses, *Fleischwirtschaft*, 2011, Vol.1, №7, pp. 83-87.
8. Schnackel W., Krickmeier J., Pongjanyanukul W., Schnackel D., Micklisch I. Untersuchungen zur optimierung des wolfprozesses, *Fleischwirtschaft*, 2012, Vol.1, № 1, pp. 88-92.