

УДК 664.723.047

[https://doi.org/10.32515/2664-262X.2025.11\(42\).1.84-91](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2025.11(42).1.84-91)**В. В. Дуб**¹, доц., канд. техн. наук, **О. Г. Терешкін**², проф., д-р техн. наук,**В. М. Пазюк**³, доц., д-р техн. наук¹*Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна*²*Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, м. Харків, Україна*³*Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ, Україна**e-mail: vvdub7@gmail.com, Tereshkin09@i.ua, vadim_pazuk@ukr.net*

Зниження енергоємності процесу подрібнення м'ясної сировини на підприємствах ресторанного господарства

Стаття присвячена оптимізації конструктивних параметрів ріжучих робочих органів подрібнювачів типу ніж-решітка, які використовуються в закладах ресторанного господарства, з метою зниження загальної енергоємності процесу подрібнення харчової сировини. У статі обґрунтовано використання в харчових цілях м'ясної сировини з підвищеним вмістом з'єднувальної тканини та розв'язується проблема істотних енергозатрат під час реалізації процесу подрібнення м'ясної сировини з підвищеними показниками міцності в ріжучих машинах (вовчках).

подрібнення, ріжучий механізм, ніж, решітка, вовчок, енергоспоживання

Постановка проблеми. М'ясо є одним із важливих продуктів у харчуванні людини. Воно виконує функції головного джерела постачання незамінних тваринних білків для організму людини [14]. Фаршеві кулінарні вироби з м'яса та процеси подрібнення м'ясної сировини отримали широке розповсюдження як на підприємствах ресторанного господарства, так і на підприємствах харчової промисловості. Найбільш розповсюдженим обладнанням для реалізації даного процесу є м'ясорубки (вовчки), які є відомими кожній домогосподарці, не говорячи вже про фахівців ресторанного господарства чи харчової промисловості. Першу м'ясорубку, наскільки відомо, винайшов у середині XIX століття німецький винахідник Карл Фрідріх Християн Людвіг барон Дрез фон Зауербронн (1785-1851), який знаменитий тим, що сконструював перший варіант всім відомого велосипеда. Бажаючи полегшити працю своїй дружині, австрійський винахідник Петер Міттерхофер (1822-1893) запропонував також подібну конструкцію для отримання фаршевої продукції [9]. Саме з цього моменту й стартував процес, який продовжується і сьогодні, а саме процес модернізації обладнання для отримання фаршу як з сировини тваринного, так і рослинного походження.

Одним з найбільш поширених процесів подрібнення харчової сировини на підприємствах ресторанного господарства є процеси отримання фаршевої продукції за допомогою м'ясорубок. Незважаючи на традиційність цих процесів та обладнання для їх реалізації їм притаманний ряд недоліків, один з яких – це неефективне подрібнення деяких видів м'ясної сировини, яка містять велику кількість жорсткої з'єднувальної тканини, що призводить до зниження якості фаршів і збільшення енергоємності та трудомісткості процесів подрібнення. Даний недолік є суттєвим при переробці яловичини. Хоча в Україні у 2024 році споживання яловичини на душу населення є меншим за обсягом в порівнянні з іншими видами м'яса, таким як свинина та свійська птиця, яка найбільше представлена курятиною, на які сумарно припадає близько 85% всього ринку м'яса в Україні [1], але дане співвідношення по завершенню війни, ми гадаємо, буде зміщено в бік яловичини.

© В. В. Дуб, О. Г. Терешкін, В. М. Пазюк, 2025

Проведений аналіз кулінарного використання туші яловичини свідчить про те, що при її переробці в закладах ресторанного господарства утворюється 3,2...3,4 % відходів, які представлені сухожиллями, хрящами, плівками й іншими видами відходів оброблення, зачищення та жилювання м'яса [7 С.12; 8]. Традиційні технології м'ясопродуктів ресторанного господарства не передбачають їхню переробку в харчових цілях у зв'язку з достатньо високими показниками міцності.

Сполучна тканина яловичини відрізняється високою механічною міцністю й еластичністю. Її міцність у 200 разів перевищує міцність м'язових волокон. Це є поширеною причиною відмови вовчків при переробці сухожилля. Сухожилля та плівки, згідно досліджень, мають межу міцності при розтяганні в 1000 разів більшу ніж для м'язових волокон і в 3...4 рази більшу ніж для яловичого м'яса з великим вмістом сполучної тканини. Опір різання різних груп м'язів яловичини складає 1,3...8,6 кН/м, а з'єднувальної тканини відповідно – 27...40 кН/м. При цьому модуль Юнга м'язів складає в середньому 2,6 МПа, а з'єднувальної тканини відповідно – 69,4 МПа. Напруга розриву становить 0,135 МПа для м'язової тканини і 6,75 МПа для з'єднувальної [6 С. 26].

Виходячи з вищезазначеного, яловичина з великим вмістом з'єднувальної тканини має підвищені показники, міцності, що призводить до збільшення питомої роботи різання при подрібненні даної сировини і як наслідок до збільшення енергоємності процесу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням удосконалення проведення процесу подрібнення м'ясної сировини на підприємствах ресторанного господарства присвячено значну кількість праць провідних науковців, зокрема різні аспекти цієї проблеми досліджували наступні вітчизняні вчені: О.І. Некоз, О.В. Батраченко, С.О. Некоз та ін. [10, 2, 12]. Але в переважній більшості науковців вивчали та вирішували проблеми довговічності та надійності ріжучого механізму вовчків.

Також удосконаленням процесу подрібнення з використанням ріжучого механізму ніж-решітка займалась науковця Філімонова Н.В. [16], але удосконалення запропоноване нею реалізувалось шляхом узгодження способів подачі м'ясної сировини до різального вузла та оптимізації конструкції елементів різального комплексу з даною метою.

Оптимізацією ріжучих робочих органів м'ясорубок на підприємствах ресторанного господарства займався також Гончаренко Г.М. [5], але метою даних досліджень було створення ріжучого робочого механізму здатного реалізувати процес безвідходної переробки овочів на підприємствах ресторанного господарства.

Виходячи з вищезазначеного проблема зниження енергоємності процесу подрібнення на м'ясорубках в закладах ресторанного господарства є актуальною

Метою статті є розробка конструктивних рішень націлених на зниження енергоємності процесу подрібнення м'ясної сировини на підприємствах ресторанного господарства.

Виклад основного матеріалу. Перш ніж вирішувати питання зниження енергоємності процесу подрібнення м'ясної сировини з підвищеним вмістом з'єднувальної тканини необхідно визначити доцільність подрібнення проаналізувавши її харчову цінність.

Аналіз морфологічної структури яловичини показує, що сполучна тканина становить 9...14% маси туші [15 С.63; 3 С.10]. Основою сполучної тканини є колагенові та еластинові волокна, які представляють собою фібрилярні білки. Колаген – найбільш поширений представник групи протеїноідів, на частку якого припадає близько 30% всіх білків тваринного організму [13]. Особливістю сполучної тканини

яловичини є її висока гідротермічна стійкість, тому вона потребує особливий режим її обробки. Зокрема, при переробці певних частин туші яловичини, з великим вмістом сполучної тканини, широко використовують процеси подрібнення для наступної реструктуризації м'язової, сполучної та жирової тканин. До таких частин відноситься, у першу чергу, м'якоть шийної частини, пашина, покромка та обріз, який утворюється при обробленні туш. Вищезазначені частини туші традиційно використовують як котлетне м'ясо. Крім вище перелічених частин туші яловичини, які містять суттєву кількість з'єднувальної тканини (за стандартом не повинно перевищувати 5 % за масою), при переробці туш утворюється біля 3,5 % відходів, що складаються з плівок, кровоносних і лімфатичних судин, хрящів, сухожиль та інших відходів обробки, жилування та зачищення. Згідно з нашими розрахунками дана група нетрадиційної м'ясної сировини приблизно містить до 25...30 % білків і до 7...15 % жирів, що характеризує її як висококонцентрований харчовий продукт. Дана група сировини складається в основному із сполучної тканини (до 80 %) з невеликим вмістом м'язової і жирової тканин. Отже основні технологічні характеристики цієї сировини залежать від складу та структури сполучної тканини, а вона складається з колагенових та еластинових волокон. Пучки колагенових та еластинових волокон разом з речовиною, що об'єднує їх в одне ціле та складається з білкового полісахаридного комплексу, утворюючи плівки ендомізії та перимізії [4].

Певне коло науковців вважає, що з'єднувальна тканина м'яса має невисоку біологічну цінність, тому що не містить деяких незамінних амінокислот. Проте, як свідчать інші дослідження, було встановлено, що збільшення до певної межі частки білків з'єднувальної тканини у м'ясопродуктах не призводить до зниження їхньої біологічної цінності. Так, клінічні спостереження показали, що збільшення в яловичині частки білків з'єднувальної тканин (гідролізованого колагену) призводить до підвищення біологічної цінності харчових продуктів виготовлених з цієї м'ясної сировини. На сьогодні проведено дослідження, в яких встановлено, що підвищення вмісту в м'ясі колагену до 15% від загальної маси м'яса призводить до збільшення збалансованості сумарного амінокислотного складу білків м'яса. Тому не можна однозначно стверджувати, що харчова й біологічна цінність м'яса яловичини з підвищеною кількістю з'єднувальної тканини (наприклад, лопаткова та тазостегнова частини туші, у яких вміст колагену та еластину сягає 9...12%), поступається іншим частинам туші [3 С.13].

Тож виходячи з вищезазначеного можна стверджувати, що з'єднувальна тканина яловичини є високоцінною харчовою сировиною, яку доцільно переробляти в харчових цілях. Одним з напрямків використання такої сировини в закладах ресторанного господарства це переробка її для січених напівфабрикатів за допомогою м'ясорубок.

Основним конструктивним елементом м'ясорубки (вовчка) є його ріжучий механізм. Ефективність його роботи, складається з багатьох факторів: комплектності, конструкції окремих елементів, матеріалу, ступеня їхнього затягування і зносу, класу обробки бічних поверхонь ріжучого механізму, структурно-механічних властивостей продукту, що подрібнюється, технологічного призначення процесу та ряду інших факторів.

В результаті проведеного аналізу низки досліджень можна зазначити, що найбільш істотно на питому роботу різання впливає кут заточення ріжучих країв лез ножів та країв отворів решіток при подрібненні харчової сировини, що має достатньо високі показники міцності. Вищезазначене обґрунтовує доцільність модернізації ріжучих робочих органів з метою зниження енергоємності процесу подрібнення саме такої харчової сировини тобто з високими показниками міцності.

Аналізуючи залежність питомої роботи різання від кутів заточення країв отворів ножових решіток та ріжучих країв ріжучих лез ножів при подрібненні м'ясного обрізу, можна зазначити, що для цієї сировини в залежності від вмісту еластинових та колагенових волокон при зміні кута заточення від 15° до 90° питома робота змінюється в 2...6 раз, найменш енергозатратним є процес подрібнення при використанні ножових решіток та ножів з кутами заточення країв отворів решіток та ріжучих країв лез ножів 15° . Але слід відзначити, що ножі та решітки з даним кутом заточення мають досить низькі показники довговічності та надійності в зв'язку з їх малою зносостійкістю. Цю думку підтримують також інші науковці [11], які не рекомендують використовувати ножі та решітки з кутами заточення ріжучих країв лез ножів та отворів решіток менше ніж 30° .

Слід також відзначити, що питома робота різання менш суттєво залежить від зміни кутів заточення, так як тангенс середнього кута підйому дотичної, який характеризує швидкість зміни питомої роботи різання в залежності від зміни кута заточення, на даному інтервалі складає в середньому 0,5. Цей же показник на інтервалі кутів заточення $30...90^\circ$ складає вже 1,73. Порівнюючи значення тангенсів кута підйому дотичних до функцій залежності питомої роботи різання від кутів заточення країв отворів та ріжучих країв лез ножів, можна зазначити що швидкість зміни питомої роботи різання на інтервалі кутів заточення $30...90^\circ$ майже в 3,5 рази більше ніж на інтервалі $15...30^\circ$.

Враховуючи вищезазначене та низьку міцність (для ножів) та зносостійкість ми не рекомендуємо при виготовленні деталей ріжучого механізму подрібнювачів з традиційних матеріалів, виготовляти ріжучі робочі органи з кутами заточення країв отворів решіток та лез ножів менше ніж 30° . На інтервалі кутів заточення $30...90^\circ$ функція залежності питомої роботи різання від кутів заточення ріжучих робочих органів майже лінійна. Тому рекомендуючи верхню межу діапазону бажаних кутів заточення, визначальним критерієм є зменшення абсолютного значення роботи різання вдвічі. При значенні кутів заточення країв отворів решіток та ріжучих країв лез ножів рівним приблизно 45° абсолютне значення питомої роботи різання при подрібненні м'ясного обрізу зменшується майже вдвічі.

З метою підвищення ефективності процесу подрібнення даного виду сировини необхідно знижувати енергоємність процесу їх руйнування безпосередньо в площині різання ріжучого механізму. Нами рекомендовано для зниження питомої роботи різання високоміцних продуктів використовувати ріжучі робочі органи з гострими кутами заточення ($30...45^\circ$) ріжучих робочих країв лез ножів та країв отворів ножових решіток.

Для виготовлення ріжучого механізму з вибраними кутами заточення розроблені та виготовлені універсальні ножі (рис. 1), що мають одночасно тупі та гострі ріжучі краї ріжучі краї лез, і два види ножових решіток з гострим (рис. 2) та тупим кутами заточення країв отворів решіток. Реалізація процесу подрібнення з ріжучими робочими органами, що мають тупі кути заточування країв лез ножів та решіток доцільна при подрібненні маломіцної харчової сировини (наприклад варені овочі) з метою отримання більшої дисперсності фаршів.

Пера лез універсальних ножів конструктивно виготовлені у вигляді нагнітаючих лопатей. Таке виконання ножів з перами у вигляді нагнітаючих лопатей, забезпечує додаткове нагнітання продукту між ножами та решітками, що значно знижує опір ріжучих пар та підвищує продуктивність пристрою, а також спонукає додатковому перемішуванню сировини між ножовими решітками, що підвищує якість фаршу, який отримується. Таке конструктивне виконання також дозволяють максимально збільшити коефіцієнт використання площі отворів ножових решіток (тобто максимально

збільшити кількість отворів решіток, відкритих для проходження продукту, так як форма ножів у вигляді нагнітаючих лопатей не закриває отвори усім своїм тілом, а перекривається тільки незначна частина отворів решітки у місці їх контакту з опорними гранями лез ножа). Підвищення коефіцієнту використання площі отворів ножових решіток забезпечує підвищення продуктивності пристрою.

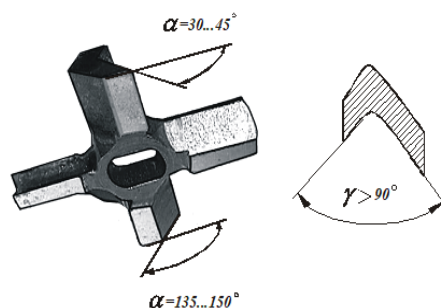


Рисунок 1 – Ніж універсальний та перетин леза ножа універсального «розроблено авторами»

Джерело: розроблено авторами

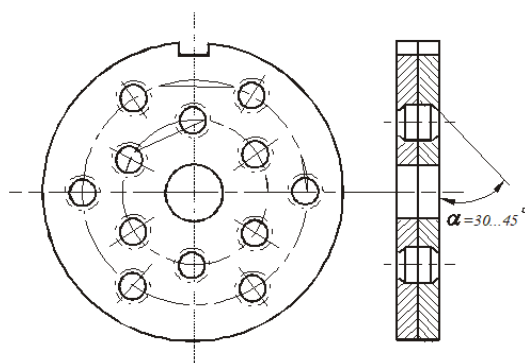


Рисунок 2 – Ножова решітка з гострим кутом заточення «розроблено авторами»

Джерело: розроблено авторами

Утворений нагнітаючою лопаттю та робочою гранню одного із лез кут γ (рис. 1) має бути не менше 90° , для того щоб у ньому не створювались «застійні» зони сировини, що подрібнюється, а вся маса, що подрібнюється рівномірно перемішувалась у зазорах між ножовими решітками та протискалась між ними.

Оптимальне значення кута нахилу нагнітаючих лопатей ножа до ножової решітки складає $30...45^\circ$, так як його збільшення (більше 45°) істотно знижує нагнітаючий ефект лопатей, а зменшення кута нахилу (менше 30°) суттєво знижує ефективність перемішування сировини лопаттю, а також знижує можливість зменшення кута заточування одного із лез ножа (так як кут між робочою гранню леза та нагнітаючою лопаттю не повинен бути менше 90°). Окрім того, суттєве зменшення кута нахилу буде спричиняти зменшенню коефіцієнта використання площі отворів ножових решіток (фактично сама лопать буде перекривати отвори решіток). Треба зазначити також, що кут нахилу нагнітаючих лопатей дорівнює куту заточення ріжучого краю.

Ножові решітки з гострим кутом заточення (рис. 2) технологічно доцільно виготовляти з двох частин, а в якості вихідної можна використовувати лише одну частину ножової решітки, що зменшить затрати потужності на продавлювання продукту крізь отвори вихідної решітки.

Використання таких оптимізованих робочих органів зменшує питому роботу різання продуктів, що й призводить до загального зниження енергоємності процесу подрібнення харчової сировини з підвищеними показниками міцності.

Аналізуючи результати низки проведених нами дослідів (рис. 3) слід відзначити те, що найбільш енергоємним видом сировини, щодо подрібнення є м'ясний обріз. Питома робота різання в залежності від конструктивного виконання комплексу ріжучих робочих органів і процентного вмісту в ній волокон грубої з'єднувальної тканини в 1,5...2,5 рази перевищує аналогічний показник для звичайного котлетного м'яса у 2...4 рази.

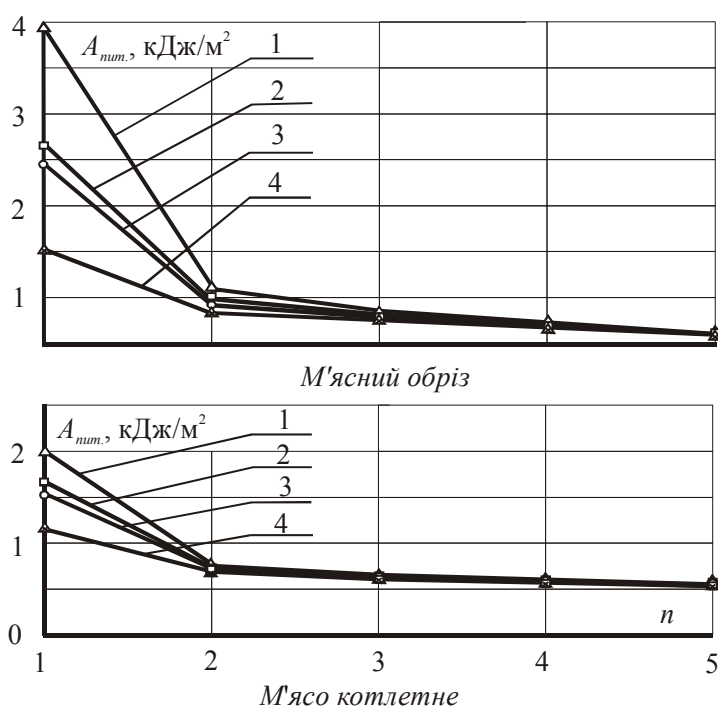


Рисунок 3 – Залежність питомої роботи різання (A_{nut}) яловичини від кількості подрібнень (n) та геометричних параметрів робочих органів:

1 – традиційні робочі органи; 2 – традиційний ніж та решітка з гострим кутом (30°) заточування країв отворів; 3 – ніж з гострим кутом заточування країв лез та традиційна решітка; 4 – ніж з гострим кутом заточування країв лез та решітка з гострим кутом (30°) заточування країв отворів.

Джерело: розроблено авторами

Висновки. В результаті використання розроблених ножів і решіток з гострими кутами заточення країв лез ножів і отворів для м'ясної сировини з підвищеним вмістом високоміцної з'єднувальної тканини (еластиновими та колагеновими волокнами) отримано істотне зниження зусилля та роботи різання. У порівнянні зі стандартними ріжучими робочими органами ніж-решітка використання модернізованих ріжучих робочих органів, дозволяє в 2...3 рази зменшити питому роботу різання м'ясного обрізу. При цьому заміна в стандартному комплекті тільки однієї решітки на модернізовану знижує роботу різання в середньому в 1,6 рази, а при використанні модернізованого ножа в парі зі звичайними решітками – у 1,8 рази.

Розроблено конструкцію ножа для м'ясорубок з гострим кутом заточення ріжучого краю леза, лопаті якого виготовлені у вигляді нагнітаючих лопатей, що значно знижує опір ріжучих пар та дозволяють максимально збільшити коефіцієнт використання площі отворів ножових решіток (тобто максимально збільшити кількість отворів решіток, відкритих для проходження продукту, так як форма ножів у вигляді нагнітаючих лопатей не закриває отвори усім своїм тілом, а перекивається тільки

незначна частина отворів решітки у місці їх контакту з опорними гранями лез ножа). А також розроблені та виготовлені ножові решітки з гострим кутом заточення, які виготовляють з двох частин, що зменшує витрати потужності на потискання м'ясної сировини крізь отвори вихідної решітки. Використання такої ріжучої пари в існуючих конструкціях м'ясорубок в закладах ресторанного господарства дозволяє зменшити питоме енергоспоживання на 10...18% при подрібненні м'ясної сировини з великим вмістом з'єднувальної тканини.

Список літератури

1. Аналіз ринку яловичини в Україні. 2024 рік. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-govyadiny-v-ukraine-2024-god> (дата звернення: 25.11.2024).
2. Батраченко О. В. Підвищення ефективності роботи та довговічності м'ясорізальних машин : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.12. Вінниця, 2014. 284 с.
3. Безвідходна переробка м'яса з високим вмістом сполучної тканини з використанням ультразвуку: монографія / Г. В. Дейниченко та ін., – Харків: Факт, 2012. 196 с.
4. Використання колагеномісткої сировини м'ясної промисловості : монографія. Янчева М. О., Крайнюк Л. М., Скуріхіна Л. А., Дроменко О. Б. Харків: ХДУХТ, 2010. 148 с.
5. Гончаренко Г. М. Розробка процесів безвідходної переробки томатних овочів на підприємствах харчування : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.12. Харків, 2004. 263 с.
6. Дейниченко Г. В., Простаков О. О., Дуб В. В. Удосконалення процесів переробки м'ясної сировини в підприємствах харчування : монографія. Харків : Студцентр, 2003, 349 с.
7. Дуб В. В. Вдосконалення процесу подрібнення харчової сировини та обладнання для його реалізації на підприємствах харчування : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.12. Харків, 2002. 193 с.
8. Дуб В. В., Лебединець І. В., Косецька Я. Е. Розробка напрямів оптимізації процесів подрібнення харчової сировини в ресторанному господарстві. *Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність* : тези Міжнар. наук.-практ. конф., 14 травня 2020 р. Харків: ХДУХТ, 2020. Ч. 1. С. 203-204.
9. Дюкарева Г. М., Дуб В. В., Дуб А. В. Вплив конструктивних параметрів м'ясорубок на товарознавчі властивості січених м'ясних напівфабрикатів і виробів із них. *Збірник наукових праць Харківського державного університету харчування та торгівлі. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі*. 2016. Вип. 2 (24). С. 311–321.
10. Некоз О. І., Батраченко О. В., Філімонова Н. В. Перспективні шляхи підвищення питомої продуктивності вовчків. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2018. № 1 (257). С. 251–255
11. Некоз О. І., Батраченко О. В. Проектування м'ясорізальних вовчків : навч. посіб. Черкаси: ЧДТУ, 2014, 221 с.
12. Некоз С. О. Підвищення ефективності роботи і довговічності різального комплексу м'ясорізальних вовчків : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.12. Київ, 2001. 165 с.
13. Ощипок І. М., Криńska Н. В. Застосування ферментованої колагенвмісної сировини при виготовленні ковбасних фаршів. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2015. № 4. С. 91–96.
14. Сегада С.А. Статистичний аналіз споживання м'яса та м'ясопродуктів в Україні *Економіка АПК*, 2020. № 3 С. 36–46 URL: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202003036> (дата звернення: 25.11.2024).
15. Технологія м'яса та м'ясних продуктів: підручник / М. М. Клименко та ін., – Київ: Вища освіта, 2006. 640 с.
16. Філімонова Н. В. Підвищення ефективності роботи вовчків шляхом узгодження подачі та процесу подрібнення м'ясної сировини : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.12. Черкаси, Харків, 2017. 226 с.

References

1. *Analysis of the beef market in Ukraine. 2024 year.* (n.d.). <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-govyadiny-v-ukraine-2024-god> [in Ukrainian].
2. Batrachenko O.V. (2014) *Increasing the efficiency and durability of meat cutting machines*. Candidate's thesis. Vinnytsia: VNAU [in Ukrainian].
3. Deinychenko H.V., Postnov H.M., Chekanov M.A. et al. (2012). Waste-free processing of meat with a high content of connective tissue using ultrasound. Kharkiv: Fakt [in Ukrainian].
4. Yancheva M. O., Krainiuk L. M., Skurikhina L. A. et al. (2010). *Use of collagen-rich raw materials of the meat industry*. Kharkiv: KhDUKhT [in Ukrainian].
5. Honcharenko G.M. (2004). *Development of waste-free processing of tomato vegetables at food enterprises*. Candidate's thesis. Kharkiv: KhDUKhT [in Ukrainian].

6. Deinychenko H.V., Prostakov O.O., Dub V.V. (2003). Improvement of meat processing processes in food enterprises. Kharkiv: Studtsentr [in Ukrainian].
7. Dub V.V. (2002). *Improvement of the process of grinding food raw materials and equipment for its implementation at food enterprises*. Candidate's thesis. Kharkiv: KhDUKht [in Ukrainian].
8. Dub V.V., Lebedynets I.V., Kosetska Ya.E. (2020). Development of directions for optimization of processes of grinding food raw materials in the restaurant business. *Rozvytok kharchovykh vyrobnytstv, restorannoho ta hotelnoho hospodarstv i torhivli: problemy, perspektyvy, efektyvnist* : Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia. Abstracts of Papers (pp. 203-204). Kharkiv: KhDUKht [in Ukrainian].
9. Diukareva H.M., Dub V.V., Dub A.V. (2016). The influence of the design parameters of meat grinders on the marketing properties of chopped meat semi-finished products and their products. *Prohresyvni tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv, restorannoho hospodarstva i torhivli*, 2 (24), 311-321 [in Ukrainian].
10. Nekoz O.I., Batrachenko O.V., Filimonova N.V. (2018) Promising ways of increasing the specific productivity of meat meal. *Visnyk Khmel'nyts'koho natsional'noho universytetu* 1 (257), 251-255 [in Ukrainian].
11. Nekoz O.I., Batrachenko O.V. (2014) Design of meat grinders. Cherkasy: ChDTU [in Ukrainian].
12. Nekoz S.O. (2001). *Increasing the work efficiency and durability of the cutting set of the meat cleavers*. Candidate's thesis. Kyiv: UDUHT [in Ukrainian].
13. Oshchypok I. M., Krynska N. V. (2015). The use of fermented collagen-containing raw materials in the production of minced sausages. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho*. 4, 91-96 [in Ukrainian].
14. Sehedra S.A. (2020). Statistical analysis of consumption of meat and meat products in Ukraine. *Ekonomika APK*, 3, 36-46. <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202003036> [in Ukrainian].
15. Klymenko M.M., Vinnikova L.H., Bereza I.H. at al. (2006). *Technology of meat and meat products*. M.M. Klymenko. (Ed.). Kyiv: Vyshcha osvita [in Ukrainian].
16. Filimonova N.V. (2017) *Increasing the efficiency of the meat grinder by coordinating the feeding and grinding process of meat raw materials*. Candidate's thesis. Cherkasy, Kharkiv: ChDTU, KhDUKht [in Ukrainian].

Volodymyr Dub¹, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Oleh Tereshkin**², Prof., DSc., **Vadym Paziuk**³, Assoc. Prof., DSc.

¹Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine

²Kharkiv National University named after V.N. Karazin, Kharkiv, Ukraine

³Institute of Technical Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Reducing the Energy Intensity of the Process of Grinding Raw Meat at Restaurant Enterprises

The article is devoted to the optimization of the design parameters of the cutting working parts of the knife-lattice type shredders, which are used in restaurants, with the aim of reducing the overall energy consumption of the process of grinding food raw materials.

Today, the processes of grinding food raw materials with the help of shredders of the knife-grid type have found wide application at enterprises of the restaurant industry. Such minced meat products as cutlets, meatballs, casseroles, schnitzels, zrazy, rolls, cabbage rolls, dumplings, chevapchichi, dolma, khinkali, manti, pleskavitsa, cannelloni, klopsa, Dutch croquettes, Italian polpette, Japanese tsukune and many others is an integral component of the world cuisines and the menu of various restaurants in Ukraine and abroad. Despite the diversity of minced meat culinary products in restaurant technologies and the rather «respectable» history of equipment for obtaining minced meat, grinding processes are quite energy-consuming and require research on their optimization. This article also substantiates the use of meat raw materials with a high content of connective tissue for food purposes and solves the problem of significant energy consumption during the implementation of the process of grinding meat raw materials with increased strength indicators in cutting machines (meat grinders). The article also defines the directions for optimizing the structural parameters of the hardware design of this process with the calculation of its reduction in energy intensity.

The proposed constructive solutions refer to the improvement of the cutting working parts of the knife-grid type shredders, the work of which is a determining factor in relation to the productivity of the blades and affects the overall energy consumption of the grinding process. The article also presents the developed technology for manufacturing optimized cutting working devices. As a result of the use of modernized cutting working parts, a reduction in the specific work of cutting meat raw materials with a high content of connective tissue was obtained, which in general leads to a decrease in specific energy consumption by 10...18%.

grinding, cutting mechanism, knife, grid, meat grinders, energy consumption

Одержано (Received) 22.02.2025

Прорецензовано (Reviewed) 28.02.2025

Прийнято до друку (Approved) 14.03.2025