

---

## II. НОВІ РЕСУРСО- ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ І ТОРГІВЛІ

---

УДК 602.62:637.5.03

### ВИКОРИСТАННЯ ФІЗИЧНИХ МЕТОДІВ ОБРОБЛЕННЯ СИРОВИНИ ТВАРИННОГО ПОХОДЖЕННЯ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯСНИХ КУЛІНАРНИХ ВИРОБІВ

**О. Ф. МАНЖОС**, доктор біологічних наук, професор;  
**А. Б. БОРОДАЙ**, кандидат ветеринарних наук, доцент  
(Вищий навчальний заклад Укоопспілки  
«Полтавський університет економіки і торгівлі»)

***Анотація.** Перспективним напрямом для підвищення економічної ефективності та розширення сировинної бази під час виробництва м'ясопродуктів є використання м'яса з великим умістом сполучної тканини та застосування фізичних методів оброблення сировини. Метою роботи є наукове обґрунтування впливу вакууму та ультразвуку на показники якості та безпеки м'ясних натуральних порційних напівфабрикатів і готової продукції у процесі технологічної обробки. Досліджено вплив вакууму та ультразвуку на зміни фізико-хімічних, структурних, мікробіологічних показників м'ясних напівфабрикатів. Визначено мікроструктурні зміни тканин м'яса в процесі оброблення фізичними методами та структурні властивості готової продукції. Встановлено оптимальні параметри вакуумування й ультразвукової обробки м'ясної сировини, визначені показники якості та безпеки готових м'ясних кулінарних виробів.*

***Ключові слова:** фізико-хімічні, мікробіологічні показники, вакуум, ультразвук, м'ясні напівфабрикати, якість, безпека.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Перспективним напрямком для підвищення економічної ефективності та розширення сировинної бази під час виробництва

м'ясопродуктів є використання м'яса з великим умістом сполучної тканини та застосування тендеризації при обробці такої сировини. Вважається, що сполучна тканина має

низьку біологічну цінність, бо не містить деяких незамінних амінокислот. Проте не можна стверджувати, що харчова та біологічна цінність м'яса, що містить підвищену кількість сполучної тканини, наприклад, тазостегнова частина туші, у якій уміст колагену та еластину становить 9...12 %, поступається іншим частинам туші. Крім того, доведено, що у разі раціонального поєднання м'язових білків і колагенів засвоєння білка підвищується [2].

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Цю тематику досліджували чимало науковців. До фізичних способів тендеризації м'яса належать електростимуляція, обробка тиском, вакуумом, ультразвуком [2–6]. У ході досліджень учені з'ясували, що в основі оброблення м'яса ультразвуком і розрідженим тиском лежить енергетичний вплив коливань на клітинну структуру м'яса, за якого відбувається порушення цілісності як м'язових волокон, так і елементів сполучної тканини [4–6]. Проте у літературних джерелах недостатньо висвітлені питання впливу гіпобаричних умов і ультразвукових коливань на зміни показників якості та безпеки м'ясної продукції. Тому дослідження, присвячені цій проблемі, є актуальними і потребують додаткової уваги, адже особливості обробки м'ясної сировини фізичними методами свідчать про велику перспективу його застосування в харчових виробництвах.

**Формування цілей статті (постановка завдання).** Метою статті є інтерпретація матеріалів, отриманих внаслідок експериментів, та наукове обґрунтування впливу вакууму та ультразвуку на показники якості й безпеки м'ясних натуральних порційних напівфабрикатів і готової продукції у процесі технологічної обробки.

Для досягнення поставленої мети необхідно було виконати низку завдань:

- дослідити вплив фізичних методів на органолептичні показники якості м'ясних кулінарних виробів, виготовлених за удосконаленою технологією, порівняно з традиційною;
- встановити вплив вакууму та ультразвуку на структурно-механічні властивості м'ясних виробів;
- дослідити мікробіологічні показники м'ясних напівфабрикатів;

- визначити вплив вакууму та ультразвуку на мікроструктурні зміни м'ясних напівфабрикатів.

Щоб удосконалити технологію отримання м'ясних натуральних порційних виробів, було вирішено дослідити вплив тривалості та величини тиску вакуумної обробки й експозиції ультразвукової обробки на м'ясні напівфабрикати і, відповідно, виходу та якості готового продукту після теплового оброблення. Застосовували традиційний спосіб смаження м'яса із використанням рослинних жирів.

Якість сировини та готових м'ясних виробів (лангету й антрекоту), виготовлених за традиційною й удосконаленою технологіями, визначали за допомогою стандартних методів і методик дослідження [1]. Як вихідну сировину обрали м'язи тазостегнової частини яловичини та свинини. Контрольні й дослідні зразки готували з однієї партії сировини, що була закуплена у мережі магазинів «Свіжина». Дослідні зразки готували так: одну партію обробляли у вакуумі, другу – ультразвуковими коливаннями. Для оцінки отриманих результатів використовували два контрольні зразки: перший – виготовлений із корейки (контроль – 1), другий – із м'язів тазостегнової частини (контроль – 2) з великим умістом сполучної тканини, які не були попередньо оброблені фізичними методами. З метою вивчення впливу тривалості оброблення м'ясних напівфабрикатів вакуумом було використано експериментальну установку, зразки в якій витримували під тиском 60, 40 і 20 кПа, а експозиція – 20, 40, 60 хв (табл. 1).

Така кількість режимів обробки м'яса в гіпобаричних умовах обумовлена необхідністю довести доцільність використання вакууму та обрати найкращу експозицію оброблення для отримання якісних м'ясних кулінарних виробів.

Для вивчення впливу тривалості оброблення м'ясних напівфабрикатів ультразвуком було використано ультразвукову ванну заводського виробництва з частотою УЗ коливань 35 кГц протягом 5, 10, 15, 20 та 25 хв. Контрольні та дослідні зразки надавали тепловій обробці відповідно до традиційної технології приготування.

Таблиця 1

## Режими вакуумної обробки м'ясних напівфабрикатів

Зразок	Тривалість обробки, хв	кПа	Зразок	Тривалість обробки, хв	Тиск, кПа
Контроль-1	–	–	5	40	40
Контроль-2	–	–	6	60	40
1	20	60	7	20	20
2	40	60	8	40	20
3	60	60	9	60	20
4	20	40	–	–	–

Для оцінювання органолептичних якостей готових виробів використали метод комплексних оцінок [1]. На основі комплексних показників якості м'ясних виробів із яловичини з великим умістом сполучної тканини виявлено, що найкращі характеристики має зразок, який оброблявся протягом 60 хв під дією тиску 20 кПа. За своїми характеристиками він не поступається контролю – зразку із корейки.

Порівнюючи між собою дослідні зразки ( $P = 20$  кПа,  $\tau = 60$  хв) і контрольний зразок 2 (виріб із м'яса з великим умістом сполучної тканини без обробки вакуумом), можна зазначити, що збільшення тривалості ваку-

умування при максимально низькому тиску робить м'ясні натуральні порційні вироби яловичини ніжними та соковитими.

Для наукового обґрунтування змін, які відбуваються в м'ясі під час вакуумування, визначали вологоутримуючу здатність м'язової тканини. Дослідження свідчать, що вакуумування впливає на вологоутримуючу здатність м'ясних напівфабрикатів. Цей показник зменшується в усіх зразках, які пройшли попереднє вакуумування. Встановлено, що за рахунок вакуумування м'яса вологоутримуюча здатність зразка, який найдовше вакуумувався, зменшується порівняно з контролем на 3,9 % (рис. 1).

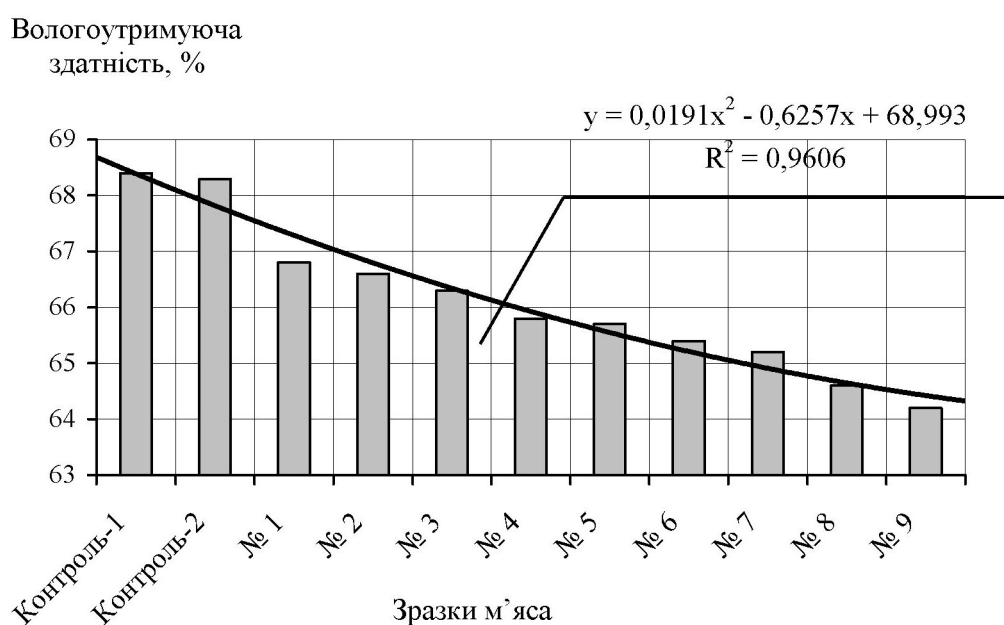


Рис. 1. Залежність величини вологоутримуючої здатності м'ясних напівфабрикатів із яловичини від параметрів обробки

Наступним етапом досліджень було визначення швидкості досягнення кулінарної готовності напівфабрикатів. Для цього вводили термопари в центральний шар м'ясного напівфабрикату та фіксували показники приладу в процесі термічної обробки. Встановлено, що найшвидше досягають готовності зразки, витримані у вакуумі, протягом 60 хв під тиском 20 кПа. Аналіз отриманих даних підтверджує той факт, що м'ясні натуральні порційні вироби, оброблені в умовах пульсу-

ючого вакууму, швидше набувають кулінарної готовності, ніж контрольний зразок. Це позитивний фактор, оскільки руйнування окремих поживних речовин, мінеральних солей і розчинних у воді вітамінів відбуваються у меншій мірі.

Досліджено також залежність опору розрізуванню м'ясних порційних натуральних виробів від зміни величини тиску та тривалості вакуумування (рис. 2).

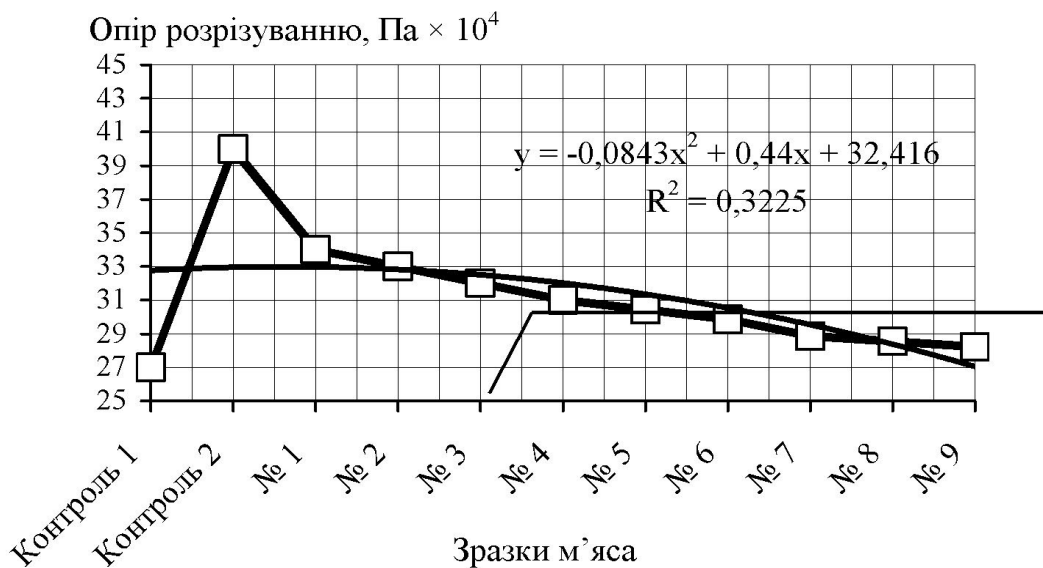


Рис. 2. Залежність опору розрізування м'ясних виробів із яловичини від зміни величини тиску і тривалості вакуумування

Результати оцінки органолептичних показників готових виробів із яловичини та свинини, попередньо оброблених ультразвуком, дозволяють зробити висновок, що м'ясні вироби, оброблені ультразвуком протягом 15 хв, були смачними, ніжними й соковитими і за оцінкою дегустаційної комісії, порівняно з контролем, отримали вищі оцінки. Слід також зазначити, що м'ясні кулінарні вироби, які пройшли попереднє оброблення, швидше досягали готовності, ніж контрольні вироби, це було підтверджено експериментально.

Отримані дані підтверджують попередні дослідження і свідчать про те, що м'ясо, оброблене частковим тиском, стало ніжнішим і соковитішим.

Результати дослідження стану вологи тендеризованого м'яса свідчать про те, що під час оброблення фізичними методами відбувається перерозподіл форми зв'язку вологи у м'ясі. У зразках напівфабрикатів, оброблених УЗ ( $\tau = 5 \dots 15$  хв) на 8–11 % зменшується вміст вільної вологи та збільшується вміст зв'язаної вологи. УЗ обробка при експозиції 20...25 хв, навпаки, призводить до зменшення вмісту зв'язаної та збільшення вмісту вільної вологи. Ймовірно, при такій частоті та експозиції обробки колагенові волокна сполучної тканини втрачають здатність до гідратації.

Подібні результати отримано й під час оброблення напівфабрикатів зі свинини, що свідчить про стабільність впливу обраних

фізичних методів на фізико-хімічні показники м'ясної сировини: у процесі ультразвукової обробки ніжність зразків напівфабрикатів із яловичини та свинини з ВВСТ зростала у 1,5–1,8 раза.

Для наукового обґрунтування змін таких показників як ніжність і соковитість готового виробу, було проведено гістологічні дослідження зразків сировини.

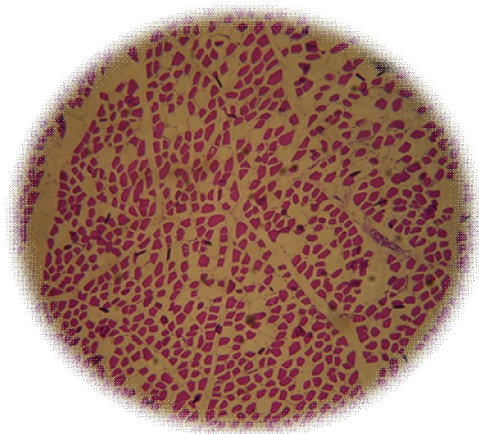


Рис. 3. Поперечний зріз м'язової тканини (Р = 20 кПа, τ = 60 хв), × 100

Окрім цього, серед м'язових волокон збільшується кількість волокон із хвилястою конфігурацією і локальними розривами. Відстань між волокнами значно збільшується, у деяких м'язових волокнах спостерігається розпушування бічних міофібрил. Також помітне дифузне ущільнення і набухання волокон, відсутність поперечної покресленості; деструктивні зміни в м'язовій тканині та її розшарування.

Оброблення сировини ультразвуком при експозиції 15 хв також призводить до суттєвих змін м'язової та сполучної тканин: виявляються деструктивні зміни з боку колагенових волокон ендомізію, перимізію і сухожилкових прошарків. Волокна втрачають чіткий контур. В ендомізії і перимізії спостерігається набухання і численні розриви, а також дезінтеграція як із сарколемою м'язових волокон, так і з сухожилками. Відбуваються численні розриви м'язових волокон та значно збільшується кількість волокон із хвилястою конфігурацією (рис. 5). Рівень гідратації біл-

Встановлено, що збільшення тривалості обробки м'яса у вакуумній установці до 60 хв призводить до глибоких деструктивних змін у всіх компонентах м'язової тканини (рис. 3 та 4). У м'язових волокнах з'являються розриви сарколеми, спостерігається вихід компонентів саркоплазми, фрагментів міофібрил за межі волокон. У каркасних елементах ендомізію і перимізію посилюються процеси руйнування.

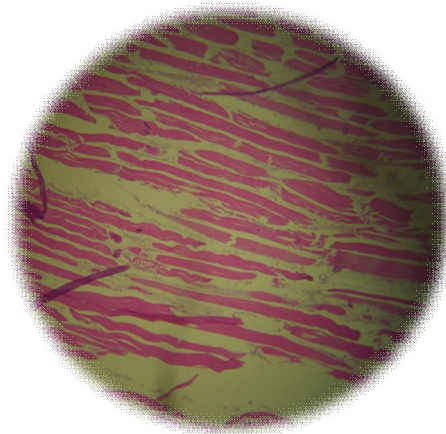


Рис. 4. Повздовжній зріз м'язової тканини (Р = 20 кПа, τ = 60 хв), × 100

ків саркоплазми і колагенових волокон ендомізію та перимізію збільшується, на що вказує потовщення м'язових волокон до 5,5 % і прошарків ендомізію на 13,2...15,4 %.

Збільшення тривалості ультразвукової обробки призводить до глибоких деструктивних змін усіх компонентів м'язової і сполучної тканин. Колагенові волокна ендомізію, перимізію набухають. Відмічена їх повна дезінтеграція із сарколемою м'язових волокон. Спостерігаються розриви сарколеми, розпушення внутрішньої структури м'язових волокон, дезінтеграція міофібрил.

Із метою вивчення впливу ультразвуку та вакууму на показники безпеки напівфабрикатів, було проведено аналіз якісного та кількісного складу мікроорганізмів у контрольних і дослідних зразках. У ході досліджень встановлено, що всі вироби відповідають нормативам за показниками безпечності. В усіх зразках були відсутні бактерії групи кишкових паличок і сальмонели. Кількість МАФАНМ у контрольному зразку напівфа-

брикатів із свинини становила  $5,6 \times 10^3$ , що перевищувало допустимий рівень ( $1 \times 10^3$ ) та може бути пояснена тільки порушенням технологічних режимів зберігання і реалізації продукції у торговельному закладі, де було закуплене м'ясо; із яловичини – знаходилася у межах норми. Після оброблення м'ясних напівфабрикатів ультразвуковими коливаннями кількість мікроорганізмів порівняно з

контролем зменшувалася у 3,4–7,1 раза (при експозиції 15...25 хв відповідно). Це свідчить про згубний вплив ультразвукових коливань на мікрофлору оброблюваної сировини та покращення мікробіологічних показників м'ясних напівфабрикатів, що можна обґрунтувати виникненням кавітаційних процесів у клітинах.

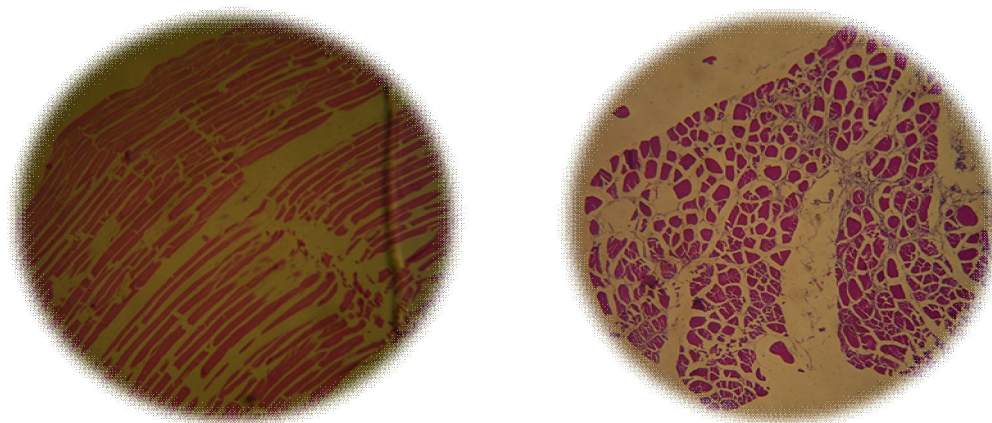


Рис. 5. Гістопрепарат м'язової тканини ((свинина), УЗК – 15 хв, повздовжній і поперечний гістозрізи). Фарбування гематоксилін-еозином,  $\times 100$

Після оброблення м'ясних напівфабрикатів частковим тиском спостерігалася незначна тенденція до зменшення мікробного обсіменіння. При величині тиску – 20 кПа та експозиції 60 хв, рівень мікробного забруднення м'яса становив  $7,5 \times 10^2$  КУО/г (при показнику у контролі  $1 \times 10^3$ ).

Отримані результати можна пояснити негативним впливом фізичних методів на мікроорганізми, хоча говорити про підвищення мікробіологічної стабільності м'ясних напівфабрикатів зарано.

Економічний ефект проведених досліджень полягає у тому, що обробка сировини вакуумом чи ультразвуком дає змогу використовувати для приготування м'ясних кулінарних виробів м'ясо з високим вмістом сполучної тканини, яке є дешевшим, а готовий продукт характеризується більшою соковитістю та ніжністю, порівняно з контролем. Важливим моментом для конкретного підприємства ресторанного господарства є підхід до вибору методу оброблення сировини

з урахуванням вартості устаткування, витрат електроенергії, часу обробки, періоду окупності обладнання та ін.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Встановлено, що оброблення напівфабрикатів зі свинини та яловичини з великим вмістом сполучної тканини в ультразвуковій ванні з частотою коливань 35 кГц протягом 15 хв або у гіпобаричних умовах протягом 60 хв при тиску 20 кПа покращує показники якості та безпеки напівфабрикатів і готового продукту. Кращі результати отримані при обробці сировини ультразвуковими коливаннями ( $\tau$  – 15 хв): у м'язовій тканині на 8–11 % зменшується вміст вільної вологи та збільшується кількість зв'язаної. Ніжність яловичини та свинини із ВВСТ зростає відповідно у 1,5–1,8 раза. Вироби, які пройшли оброблення ультразвуком і вакуумом, швидше досягають кулінарної готовності, це дає змогу скоротити час термічної обробки, зменшити витрати електроенергії та знизити собівартість продукції.

Метою нашої подальшої роботи є вивчення безперечного впливу різних фізичних факторів на біологічні об'єкти. Проте рівень знань про механізми дії електромагнітного поля, гіпобаричних умов, тендеризації ультразвуком, ще недостатній для встановлення біологічних особливостей, закономірностей і прогнозування можливих біоефектів на живі об'єкти. Наявні дані не систематизовані, відсутні фундаментальні дослідження біологічної безпечності таких видів обробки для людини. У зв'язку з цим теоретичні й експериментальні дослідження якості та безпеки харчових продуктів, у яких використовується тваринна сировина, що оброблена у електромагнітному полі, пульсуючому вакуумі, дією УЗ та УФ-опромінення є актуальною проблемою екології і фізіології харчування та потребують вивчення.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Антипова Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов : учебник / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, И. А. Рогов. – Москва : Колос, 2001. – 376 с.
2. Винникова Л. Г. Технология мяса и мясных продуктов / Л. Г. Винникова. – Киев : Инкос, 2006. – 600 с.
3. Гладка А. Д. Вплив високого тиску на структуру та показники якості м'яса птиці / А. Д. Гладка, І. Б. Левіт // Вісник ДонНУЕТ. Сер.: Технічні науки. – 2009. – № 2. – С. 116–120.
4. Постнов Г. М. Дослідження впливу ультразвуку частотою 22 кГц на м'ясо великої рогатої худоби / Г. М. Постнов, М. А. Чеканов // Збірник наукових праць ХДУХТ. – 2004. – С. 361–367.
5. Суткович Т. Ю. Вплив вакууму на показники якості та безпеки м'ясних натуральних порційних напівфабрикатів / Т. Ю. Суткович, А. Б. Бородай // Наукові праці ОНАХТ, 2012. – Вип. 42, т. 2. – С. 223–228.
6. Чеканов М. А. Дослідження впливу ультразвуку на зміну мікроструктурних властивостей яловичини / М. А. Чеканов // Strategy of Quality in Industry and education : матеріали VI міжнар. конф., 4–11 черв. 2010 р., Варна, Болгарія. – Т. 1, ч. 2. – С. 439–441.

#### REFERENCES

1. Antypova, L. V., Hlotova, Y. A., Rohov, Y. A. (2001). *Metodi yssledovanyya myasa y myasnykh produktov : uchebnyk* [Methods of research of meat and meat products: textbook]. Moscow: Kolos, 376 p. [in Russian].
2. Vynnykova, L. H. (2006). *Tekhnolohyya myasa y myasnykh produktov* [Technology of meat and meat products]. Kyiv: Ynkos, 600 p. [in Russian].
3. Hladka, A. D., Levit, I. B. Vplyv vysokoho tysku na strukturu ta pokaznyky yakosti myasa ptytsi. *Visnyk DonNUET. Ser.: Tekh. nauky – Bulletin DonNUET*, 2009, № 2, pp. 116–120 [in Ukrainian].
4. Postnov, H. M., Chekanov, M. A. Doslidzhennya vplyvu ul'trazvuku chastotoyu 22 k·Hts na m'ياسo velykoyi rohatoyi khudoby. *Zb. nauk. prats' KhDUKht – Proceedings of HDUHT*, 2004, pp. 361–367 [in Russian].
5. Sutkovych, T. Yu., Borodai, A. B. Vplyv vakuumu na pokaznyky yakosti ta bezpeky miasnykh naturalnykh portsiinykh napivfabrykativ. *Naukovi pratsi ONAKht – Proceedings ONAFT*, 2012, vyp. 42, t. 2, pp. 223–228 [in Russian].
6. Chekanov M. A. Doslidzhennya vplyvu ul'trazvuku na zminu mikrostrukturnykh vlastyvostey yalovychyny. *Strategy of Quality in Industry and education : materialy VI mizhnar. konf. : 4–11 chervnya 2010 r., Varna, Bolhariya*. T. 1, ch. 2, pp. 439–441 [in Ukrainian].

**А. Ф. Манжос**, доктор биологических наук, профессор; **А. Б. Бородай**, кандидат ветеринарных наук, доцент (Высшее учебное заведение Укоопсоюза «Полтавский университет экономики и торговли»). **Использование физических методов обработки сырья животного происхождения для усовершенствования технологии мясных кулинарных изделий.**

**Аннотация.** Перспективным направлением для повышения экономической эффективности и расширения сырьевой базы при производстве мясопродуктов является использование мяса с большим содержанием соединительной ткани и применение физических методов обработки сырья. Целью работы является научное обоснование влияния вакуума и ультразвука на показатели качества и безопасности мясных натуральных порционных полуфабрикатов и готовой продукции в процессе технологической обработки. Исследовано влияние вакуума и ультразвука на изменения физико-химических, микроструктурных, микробиологических показателей мясных полуфабрикатов. Определены микроструктурные изменения тканей мяса в процессе обработки физическими методами и структурные свойства готовой продукции. Установлены оптимальные параметры вакуумирования и ультразвуковой обработки мясного сырья, определены показатели качества и безопасности готовых мясных кулинарных изделий.

**Ключевые слова:** физико-химические, микробиологические показатели, вакуум, ультразвук, мясные полуфабрикаты, качество, безопасность.

**O. Manzhos**, Dc. Biol. Sci., Professor; **A. Boroday**, Cand. Vet. Sci., Docent (Poltava University of Economics and Trade). **Use of physical methods of processing raw materials of animal origin for manufacture technology improvement culinary products of the meat.**

**Summary.** The use meat with much contents of connective fabrics is promising direction for increase economic effective and expansion of raw material's base. The application physical methods of treatment raw materials are also very need for contemporary food industry. The aim of work is a scientific ground of influence of vacuum and ultrasound for the indexes of quality and safety of natural ready-to-cook meat and prepared products in the process of technological treatment. Influence of vacuum and ultrasound on the changes of physical and chemical, microstructure, microbiological indexes of ready-to-cook meat is investigated. The microstructure changes of fabrics of meat in the process of treatment physical methods and structural properties of the prepared products are certain. The optimal parameters of vacuumizing and ultrasonic treatment of meat raw material, certain indexes of quality and safety of meat culinary finish goods are set.

**Keywords:** physical and chemical, microbiological indexes, vacuum, ultrasound, meat ready-to-cook foods, quality, safety.