

УДК 664.951.2

**ГІДРОІМПУЛЬСНЕ УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСІВ
МАСАЖУВАННЯ І НАСИЧЕННЯ ІНГРЕДІЄНТАМИ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ****Берник І. М¹.**, д.т.н., доцент

Завідувач кафедри харчових технологій і мікробіології

<https://orcid.org/0000-0002-1367-3058>**Коц І. В².**, к.т.н., доцент

Завідувач НДЛ гідродинаміки

<https://orcid.org/0000-0003-0870-6385>**Новгородська Н. В¹.**, к.с.-г.н., доцент

Кафедра харчових технологій та мікробіології

<https://orcid.org/0000-0002-7497-0435>¹Вінницький національний аграрний університет, Вінниця, Україна²Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна<https://doi.org/10.31073/foodresources2021-17-03>

В умовах зростання попиту на м'ясну продукцію, проблемами забезпечення сировиною та її якості доцільно проводити науковий пошук таких способів і режимів підготовки, які забезпечать оптимальні функціонально-технологічні характеристики, що дозволяють досягати заданих показників готових продуктів. Посол м'ясної сировини є важливим етапом технології її переробки, забезпечує формування споживчих властивостей готових виробів за врахування якості вихідної сировини. Даний процес досить складний та включає масообмін в системі «розсіл - м'ясна сировина», гідроліз білкових структур і інших нутрієнтів м'яса, вплив на мікроструктуру та формування органолептичних властивостей. Пошук способів підвищення ефективності процесу посолу зосереджена на застосуванні комбінації вже існуючих способів інтенсифікації процесу посолу або модифікації основних режимів. У роботі проведено аналіз методів підвищення ефективності посолу м'ясної сировини, зокрема термічного, електрофізичних, ультразвукових кавітаційних технологій, гідрофізичних, ЕХО-розчинів, високого гідростатичного тиску, зазначено їх особливості та параметри обробки. **Метою роботи** є розробка технології для інтенсифікації процесів масажування і насичення інгредієнтами м'ясної сировини та гідроімпульсного устаткування для її реалізації. **Об'єктом дослідження** є закономірності процесів проникнення розсолів у структури органічних продуктів, що відбуваються при спонуканні до виникнення даних процесів за використання гідроімпульсного устаткування. **Результати досліджень:** запропоновано гідроімпульсне обладнання, яке містить герметичну камеру для посолу з системами подачі розсолу, вакуумуванням м'ясної сировини, а також з можливістю термічної обробки продуктів. В основі використання гідроімпульсного способу масажування і насичення інгредієнтами м'ясної сировини покладено змінну тиску в робочій камері. Запропоновано технологію масажування і насичення інгредієнтами м'ясної сировини. **Застосування результатів** підвищення ефективності технології переробки м'ясної сировини та забезпечення якості.

Ключові слова: м'ясна сировина, масажування, посол, розсіл, гідроімпульсне устаткування, тиск, вакуум

HYDROPULSE EQUIPMENT FOR INTENSIFICATION OF MASSAGE PROCESSES AND SATURATION OF MEAT RAW MATERIAL INGREDIENTS

*Iryna Bernyk¹, D-r of Sciences, Technics, Associate Professor,
Department of Food Technology and Microbiology
<https://orcid.org/0000-0002-1367-3058>*

*Ivan Kots², PhD, Technics, Associate Professor,
Head of Research Laboratory for Hydrodynamics
<https://orcid.org/0000-0003-0870-6385>*

*Nadiia Novgorodska¹, PhD, Agriculture, Associate Professor,
Department of Food Technology and Microbiology
<https://orcid.org/0000-0002-7497-0435>*

¹Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

²Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, Ukraine

<https://doi.org/10.31073/foodresources2021-17-03>

*Given the growing demand for meat products, problems with raw materials and their quality, it is advisable to conduct a scientific search for such methods and modes of preparation that will provide optimal functional and technological characteristics that allow to achieve the specified performance of finished products. The ambassador of raw meat is an important stage of technology of its processing, provides formation of consumer properties of finished products taking into account quality of initial raw materials. This process is quite complex and includes mass transfer in the system "brine - raw meat", hydrolysis of protein structures and other nutrients of meat, the impact on the microstructure and the formation of organoleptic properties. The search for ways to increase the efficiency of the salting process focuses on the use of a combination of existing methods of intensifying the salting process or modifying the basic modes. The analysis of methods of increase of efficiency of salting of raw meat, in particular thermal, electrophysical, ultrasonic cavitation technologies, hydrophysical, ECHO-solutions, high hydrostatic pressure is carried out, their features and processing parameters are specified. **The aim of the work** is to develop technology for intensification of massaging and saturation of raw meat ingredients and hydropulse equipment for its implementation. **The object of research** is the regularities of the processes of penetration of brines into the structure of organic products, which occur when these processes are induced by the use of hydropulse equipment. **Research results:** Hydropulse equipment is proposed, which contains a sealed chamber for salting with brine supply systems, vacuuming of raw meat, as well as the possibility of heat treatment of products. The use of the hydropulse method of massage and saturation of raw meat ingredients is based on the variable pressure in the working chamber. The technology of massaging and saturation of raw meat ingredients is proposed. **Apply the results** of improving the efficiency of raw meat processing technology and quality assurance.*

Key words: raw meat, massage, ambassador, brine, hydropulse equipment, pressure, vacuum

Постановка проблеми.

В сучасних умовах спостерігається постійно зростаючий попит на м'ясну продукцію, обмеженість сировинної продовольчої бази та зміна структури харчування населення, що, як наслідок, змушує виробників впроваджувати ефективні ресурсозберігаючі технології, безперервно розширювати асортимент виробів, при цьому не залишати поза увагою гарантованість стійких показників якості і безпечності готової продукції [1–6].

М'ясні вироби та м'ясо в цілому відносять до найважливіших продуктів харчування людини, що обумовлено наявністю комплексу повноцінних білків, жирів, вітамінів,

біологічно активних та мінеральних речовин, незамінних амінокислот [1, 5]. В умовах переробних підприємств м'ясом називають тушу, яка містить м'язову тканину з іншими прилеглими до неї тканинами і утвореннями – жиром, кістками, кров'ю та інше [5, 7]. В залежності від співвідношення тканин у складі м'яса, змінюється його хімічний склад, органолептичні, фізичні якості, харчова цінність, здатність до переробки (рис. 1). Тканини м'яса відмінні за гістологічною будовою та харчовою цінністю. Співвідношення окремих тканин залежить від виду і породи тварин, статі, віку, вгодованості, частини туші.

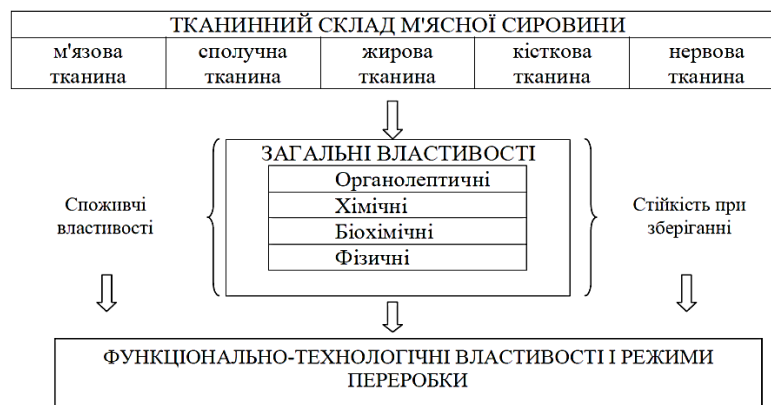


Рис. 1. Взаємозв'язок складу та властивостей м'ясної сировини

Технологія виробництва продуктів переробки м'яса включає ряд операцій, зокрема підготовка сировини і компонентів, посол, механічна і термічна обробка та ін., які визначають у результаті якість готового продукту. Проте в сучасних умовах доцільно враховувати особливості початкової сировини і регулювати процеси виробництва мінімізуючи недоліки сировини [8–10]. Оцінюючи окремі операції технологічного циклу з урахуванням їх впливу на формування споживчих властивостей готових виробів можна виділити етап посолу м'ясної сировини, який є складною сукупністю різних за своєю природою процесів:

- масообмін (накопичення в м'ясній сировині в необхідних кількостях компонентів суміші посолу і їх рівномірний перерозподіл в об'ємі), перехід водорозчинних речовин м'яса у водну фракцію розсолу;

- гідроліз білкових структур і інших нутрієнтів м'яса, зміни вологостримуючої здатності м'ясної сировини;

- зміни мікроструктури м'ясної сировини та формування смаку і аромату в результаті розвитку ферментативних процесів за присутності речовин розсолу та механічних дій, стабілізація забарвлення продукту [1, 5].

Серед класичних методів посолу виділяють сухий, мокрий і змішаний [7]. У теоретичному плані їх вивчення, процес зводиться до міграції сухих речовин на основі законів дифузії у системі «розсіл-м'ясна сировина». Визначальний вплив на якість готових виробів мають наступні чинники: зовнішні, обумовлені властивостями зовнішнього середовища, і внутрішні, обумовлені властивостями внутрішнього середовища (рис. 2).

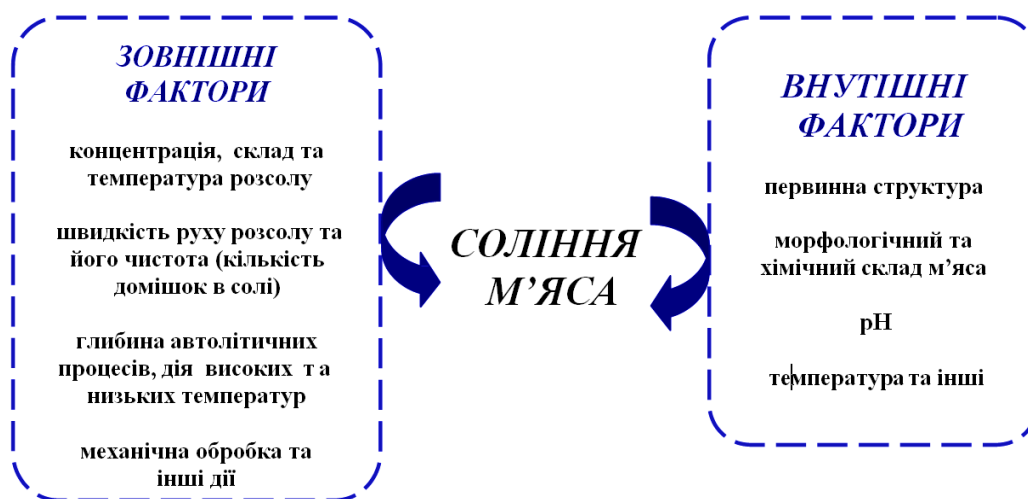


Рис. 2. Визначальні чинники системи «розсіл-м'ясна сировина»

За традиційного мокрого соління доцільно розглядати дифузійний процес, тобто проникнення молекул однієї речовини в іншу речовину з наступним мимовільним вирівнюванням концентрації молекул цих речовин в обох фазах. Ефективність процесу визначається принципом Ле Шательє-Брауна «якщо на систему, що знаходиться в умовах рівноваги, впливати ззовні, змінюючи яку-небудь з умов рівноваги, то в системі посилюються процеси, спрямовані на компенсацію зовнішніх дій». Рушійною силою процесу посолу є різниця концентрацій солі в системі «розсіл-м'ясна сировина».

Опір процесу розподілу речовин дифузійного потоку та ускладнення переміщення речовин чинить дифузійний шар, що лежить на межі. З метою збільшення швидкості процесу необхідно забезпечити зменшення товщини примежового шару. Критерієм процесу посолу служить коефіцієнт дифузії (проникність). Встановлено, що кількісне співвідношення між проникністю м'язовою, сполучною і жировою тканинами м'яса складає 8:3:1 [11]. Відмічені анізотропні властивості м'язової тканини, тобто її проникність уздовж волокон приблизно на 11 % вище, ніж уперек, що свідчить про переміщення речовин посолів, переважно по міжклітинному простору тканини. В зв'язку з цим, очевидно, що дії, що ведуть до ліквідації бар'єрного шару і збільшення проникності тканинних мембран, сприяють швидшому і рівномірному розподілу речовин посолів і інтенсифікації технологічного процесу.

Згідно з другим законом Фіка, дифузійне перенесення речовин обумовлюється наявністю градієнта концентрації в ізотермічних умовах [12]. Температурний градієнт викликає додаткове переміщення речовини у напрямі теплового потоку - термодифузії. Отже, швидкість розподілу солі в системі розсіл-продукт, а також усередині самого продукту, залежить від температури, яка є чинником, що найбільш істотно змінює величину коефіцієнта проникнення [11]. Таким чином, підвищення температури розсолу сприяє швидшому розподілу компонентів сумішей посолів при будь-якому з вказаних вище методів посолу.

Переважає більшість наукових робіт, що до пошуку способів підвищення ефективності процесу посолу зосереджена на застосуванні комбінації вже існуючих способів інтенсифікації процесу посолу або модифікації основних режимів. Спрямування таких техніко-технологічних рішень: скорочення тривалості процесу, як наслідок зменшення біохімічних і мікробіологічних змін у м'ясній сировині та отримання продукту заданої якості (рис. 3).

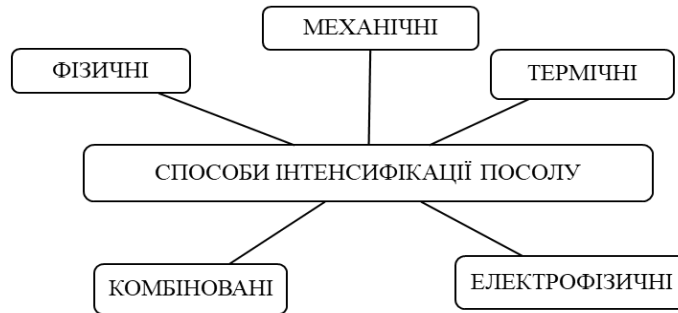


Рис. 3. Методи інтенсифікації посолу м'яса

Термічні методи засновані на терморегуляції процесу посолу та може бути представлено емпіричною залежністю тривалості (t , добу) дозрівання від температури (t , $^{\circ}\text{C}$) [12]:

$$\lg T = 0,0515 - (23,5 - t) \quad (1)$$

Вплив температури обумовлено зміною значення коефіцієнта дифузії та підвищення активності ферментативних систем, які роблять сприятливу дію на продукт.

При цьому застосування підвищення температур паралельно супроводжується високою мікробіологічною активністю, що може привести до псування сировини. Тому виникає необхідність використання додаткових інактивуєчих чинників, таких, як ультрафіолетове випромінювання, ультразвук, вакуумування, використання харчових кислот або антибіотиків, а також розсолів на основі активованої води [13, 14].

До електрофізичних методів відносять електростимулювання та електромасажування м'ясної сировини. Електростимулювання (ЕС) є методом, що передбачає обробку електричним струмом в парному стані. ЕС застосовується для запобігання стрімкому зміщенню рН середовища в кислу сторону і активізації ферментативних систем, що викликають автоліз м'яса, а також надання ніжності готовому продукту. При цьому способі можливе зниження вологостримуючої здатності, втрати м'ясного соку за теплової обробки та загальна втрата маси. Підвищення ефективності процесу посолу можливе шляхом електромасажування м'яса. Принцип його дії полягає в дії електричних імпульсів на заздалегідь ін'єктоване м'ясо в парному стані [15]. Імпульсна механічна дія впливає на процес перерозподілу речовин фільтраційним шляхом, як наслідок підвищується швидкість дифузії солі за рахунок деструктивних змін м'язової тканини. Встановлено наявність розпушування і разволокнення мікроструктури м'язових м'яса. Також відбуваються локальні руйнування сарколеми, що також прискорює проникнення розсолу всередину волокон і деструктивні зміни в процесі витримки. Встановлено, що каталіз фільтраційно-дифузійних процесів (особливо деструктивних змін м'язової тканини) за електромасажування викликають швидше утворення дрібнозернистої білкової маси.

Науковий і практичний інтерес представляє застосування ультразвукової кавітаційної дії, як чинника спрямованого на коригування функціонально-технологічних властивостей м'ясної сировини [3, 16]. Встановлено позитивний вплив ефектів ультразвукового впливу на консистенцію, смак і аромат м'яса.

До сучасних методів інтенсифікації посолу також відносяться методи механічної дії на м'ясу сировину, серед яких виділяють віброобробку, тендеризацію, масажування. Ці методи можуть застосовуватися як в комплексі, так і самостійно. Використання енергії

механічної дії до сировини значно прискорює розподіл інгредієнтів розсолів за об'ємом м'ясопродуктів, особливо при використанні багатокомпонентних білкововмісних функціональних розсолів.

Набули значного поширення гідрофізичні методи внутрішньом'язового введення розсолу шляхом шприцювання. При цьому методі різні рідкі і газоподібні компоненти вводяться в м'ясо під тиском 106 Па [17, 18]. Уколами в м'язову тканину здійснюються за допомогою латунних, нікельованих або з корозійностійкої сталі порожнистих перфорованих голок. При використанні раціональної схеми шприцювання забезпечуються задовільні результати. Найбільш перспективною є струминна ін'єкція, яка є гідромеханічною дією струменя на м'язову тканину при її витіканні під тиском $(2-4) \cdot 10^4$ Па через сопловий отвір $(2-4) \cdot 10^{-4}$ м з швидкістю до 160 м/с. За таких умов витікання струмів набуває властивість твердого тіла. Струмені проявляють додаткову тендеризуючу дію на структуру тканини. При цьому забезпечується проникнення струменя не лише в міжм'язовий простір, але і всередину м'язового волокна, що значною мірою покращує структурно-механічні властивості продукту, водозв'язуючу здатність, а також його вихід. Особлива увага приділяється режиму обробки, перевага віддається імпульсному.

Відоме використання в м'ясній промисловості розчинів на основі електрохімічний активованої води [19]. У технології холодильного зберігання м'ясних продуктів використання ЕХО-розчинів при їх виробництві дозволяє зменшити усихання. Застосування ЕХО-розчинів для посолу яловичого фаршу, у виробництві варених ковбас досягається інтенсифікація процесу та збільшення виходу ковбасних виробів.

Використання високого гідростатичного тиску як альтернативи термічної обробки дозволить виробляти м'ясну продукцію з поліпшеними функціонально-технологічними і споживними властивостями [20]. Встановлено оптимальні режими обробки м'яса високим гідростатичним тиском для отримання барооброблених цільном'язових м'ясних виробів зі свинини: $P=630 \dots 635$ МПа; $t=(14,5 \dots 15,5) \cdot 601$ с, за яких вологозв'язуюча здатність має найвище значення 92,42%, продукт вважається кулінарно готовим та має якісні властивості вищі за термічно оброблені вироби, які полягають у підвищенні соковитості та ніжності, збільшенні виходу готової продукції, зменшенні втрат розсолу.

Таким чином, посол м'яса можна розглядати, як один з прийомів технологічної обробки, що дозволяє модифікувати властивості основної сировини з метою отримання продуктів, орієнтованих на високі споживчі властивості. Вивчення хімізму процесу посолу м'ясної сировини, виявлення основних закономірностей і чинників його інтенсифікації у поєднанні з різними методами електрофізичної дії складає певний інтерес наукових досліджень в частині перспектив розробки способів посолу в технології продуктів переробки м'яса.

Мета статті. Метою роботи є розробка технології для інтенсифікації процесів масажування і насичення інгредієнтами м'ясної сировини та гідроімпульсного устаткування для її реалізації. *Об'єктом дослідження* є закономірності процесів проникнення розсолів у структури органічних продуктів, що відбуваються при спонуканні до виникнення даних процесів за використання гідроімпульсного устаткування.

Виклад основного матеріалу. Для інтенсифікації процесів масажування і насичення інгредієнтами м'ясної сировини доцільним є використання просочувального обладнання, зокрема гідроімпульсного. Нами запропоновано гідроімпульсне обладнання, яке містить герметичну камеру для посолу з системами подачі розсолу, вакуумуванням м'ясної сировини, а також з можливістю термічної обробки продуктів.

За результатами розроблення технології масажування і насичення інгредієнтами м'ясної сировини було запропоновано наступну послідовність операцій (див. рис. 4).

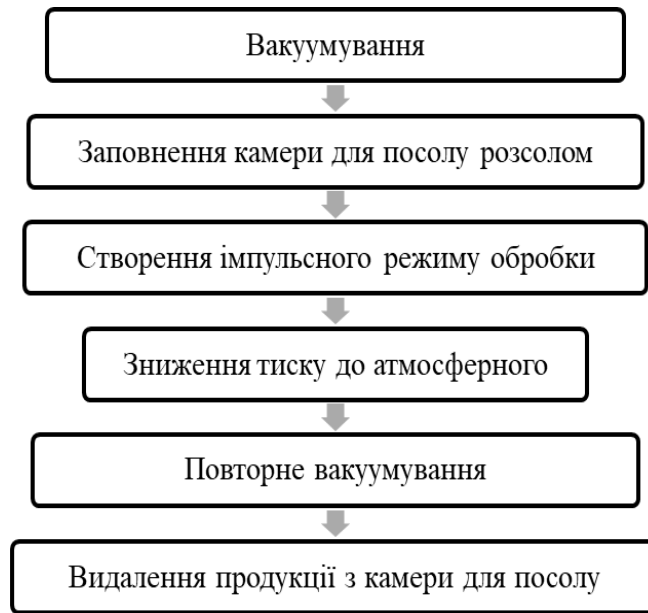


Рис. 4. Технологія технології масажування і насичення інгредієнтами м'ясної сировини

В основі використання гідроімпульсного способу масажування і насичення інгредієнтами м'ясної сировини покладено змінну тиску в робочій камері (рис. 5).

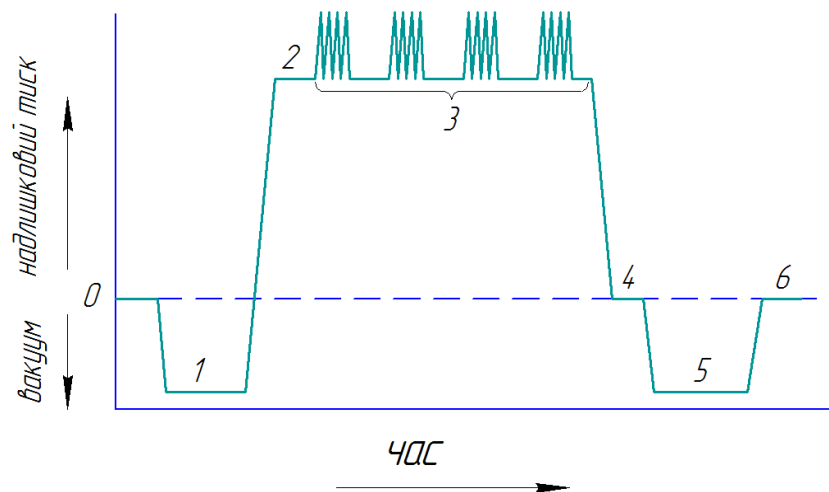


Рис. 5. Графік зміни тиску запропонованого технологічного процесу

Розглянемо більш детально особливості запропонованого технологічного рішення.

1. Вакуумування: створення розрідження глибиною 0,02 атм у камері для посолу, яку завантажено м'ясною сировиною.

2. Не перериваючи процесу вакуумування заповнення камери для посолу розсолу, і створення статичного надлишкового тиску. Витримка під тиском на протязі 2..5 хв. За необхідності підігрів просочувального розчину (розсолу) до потрібної температури.

3. Приведення в дію імпульсного клапана керування. Створення імпульсів просочувального складу із заданою частотою та заданою амплітудою зміни тиску протягом 2..3 хв. Імпульсний режим витримується циклічно, по чергово зі статичним режимом з інтервалом до 10 хв.

4. Скидання тиску до атмосферного та злив залишків розсолу до маневрової камери.

5. За необхідності вакуумування: створення розрідження на протязі 2 ... 4 хв.

6. Видалення продукції з камери для посолу. Після вирівнювання тиску у робочій камері до статичного, розгерметизувати камеру для посолу і видалити м'ясну продукцію.

Конкретні режими насичення м'ясної сировини розсолем встановлюються технічними умовами підприємств та чинними нормами і рекомендаціями. Тривалість витримки м'ясної сировини під вакуумом та надлишковим тиском залежить від виду м'ясної сировини. Слід відзначити, що на 1 етапі вакуумування проводиться з метою дегазації сировини, а також підвищення здатності до насичення розсолем.

У зв'язку з вищенаведеним запропоновано принципову схему обладнання для масажування і насичення інгредієнтами м'ясної сировини (рис. 6).

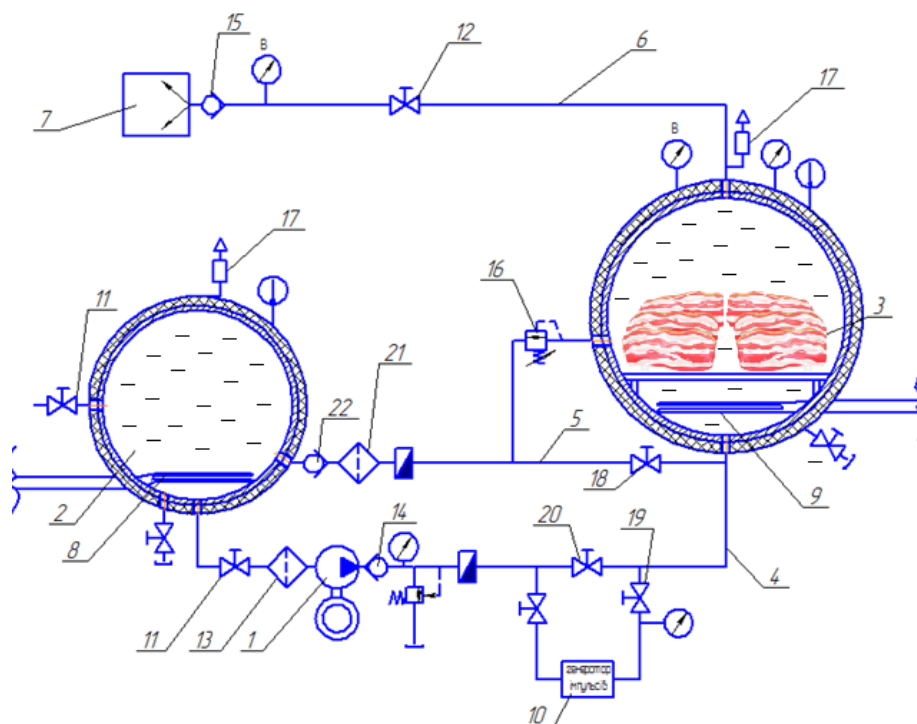


Рис. 6. Принципова схема гідроімпульсного устаткування

для масажування і насичення інгредієнтами м'ясної сировини:

- 1, 7 – насос, 2 – ємність для інгредієнтів, 3 – камера для соління, 4 – лінія розсолу,
5 – лінія для зливання розсолу, 6 – вакуумна лінія, 7 – вакуумний насос,
8 – пристрій для розміщення сировини, 9 – нагрівач, 10 – генератор імпульсів,
11, 12, 18, 19, 20 – засувки, 15, 16, 17, 22 – клапан, 13, 21 – фільтр, 14 – гідроклапан

Принцип роботи гідроімпульсного устаткування для масажування і насичення інгредієнтами м'ясної сировини. В процесі заповнення камери для посолу 3, повітря що залишилось у ній видаляється через дихальний клапан 17. Насос 1, що повністю заповнив рідиною камеру для посолу 3, створює у ній проектний статичний тиск, після чого відключається. Одночасно з цим відкривається засувка 19 і закривається засувка 20.

Далі включається у роботу генератор імпульсів 10, що створює імпульси тиску заданих параметрів у камері для посолу 3. Робота генератора імпульсів та рідинного насоса виконується по чергово із заданими інтервалами часу. В процесі насичення за необхідності терморегулятор із термоелектричних нагрівачем 9 підтримує задану температуру розсолу в камері для посолу 3. При перевищенні проектних величин тиску, відбувається скидання надлишкової кількості просочувального складу через запобіжний клапан 16. Після завершення процесу насичення генератор імпульсів 10 та рідинний насос 1 відключаються, засувки 19 та 20 перекриваються. Після цього, відривається засувка 18 і залишок розсолу по зливній лінії 5 перетікає до ємності для інгредієнтів 2 через фільтр 21

та зворотній клапан 22, де змішується із підготовленим просочувальним складом. Після повного відведення залишків просочувального складу, засувка 18 перекривається одночасно з відкриттям засувки 12. Далі вмикається вакуумний насос 7, що виконує вакуумування камери для посолу 3 через вакуумну лінію 6 і зворотній клапан 15. Після завершення процесу, вакуумний насос 7 відключається. Далі проводиться розгерметизація і видалення м'ясної продукції із камери для посолу 3.

Висновки

Використання гідроімпульсного устаткування для масажування і насичення інгредієнтами м'ясної сировини забезпечує зменшення тривалості процесу насичення. За рахунок використання циклічного способу створення надлишкового тиску передбачається збільшення глибини проникнення інгредієнтів та їх рівномірний розподіл в об'ємі м'ясної сировини, що призведе до поліпшення якості кінцевого продукту та його смакових характеристик. Окрім цього, комбінація процесів вакуум-тиск-вакуум призводить до максимального видалення залишків повітря як з м'ясної сировини, так і з просочувального розсолу, що подовжує термін придатності м'ясної продукції. За рахунок використання вмонтованих нагрівачів забезпечується можливість поєднання термічної обробки сировини із процесами імпрегнування.

Бібліографія.

1. Баль-Прилипка Л. В. Технологія зберігання, консервування та переробки м'яса. Київ, 2010. 469 с.
2. Новгородська Н.В., Овсієнко С.М., Соломон А.М. Корми, м'ясо, вироби із свинини. Вінниця: ТОВ «Друк», 2021. 172 с.
3. Берник І. М., Кулик М. Ф., Ткаченко Т. Ю. Визначення терміну післязабійного зберігання м'яса свиней. *Продовольчі ресурси. Збірник наукових праць*. 2020. № 15. С. 15-22. <https://doi.org/10.31073/foodresources2020-15-02>.
4. Новгородська Н.В. Використання рослинної клітковини у м'ясних напівфабрикатах. *Збірник наукових праць «Аграрна наука та харчові технології»*. 2018. В. 3 (102). С. 159–168.
5. Янчева М. О., Пешук Л. В., Дроменко О. Б. Фізико-хімічні та біохімічні основи технології м'яса та м'ясопродуктів. К.: Центр учбової літератури, 2009. 304 с.
6. Новгородська Н.В. Використання свинини з ознаками PSE та DFD у ковбасному виробництві. *Збірник наукових праць «Аграрна наука та харчові технології»*. 2018. В. 1 (100). С. 116–122.
7. Берник І.М., Фаріонік Т.В., Новгородська Н.В. Ветеринарно-санітарна експертиза продуктів тваринного та рослинного походження. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Вінниця: Видавничий центр ВНАУ, 2020. 232 с.
8. Новгородська Н.В. Оцінка якості свинини. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького*. 2014. № 2 (3). С. 305-309.
9. Bernyk I. improving the quality of poultry meat by using ultrasonic cavitation technology. *The scientific heritage*. 2020. № 45. vol. 1. P. 19–25.
10. Новгородська Н.В. Технологические особенности свинины с пороками PSE и DFD. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького*. 2016. № 2 (67). С. 143–145.
11. Остапчук Н. В., Камидский В.Д., Станкевич Г. Н., Чучуй В. П. Математическое моделирование процессов пищевых производств. К.: Вища школа, 1992. 175с.
12. Черевко О. І., Поперечний А.М. Процеси і апарати харчових виробництв. Харків: ХДАТОХ, 2002. 420 с.
13. Винникова Л. Г. Технология мяса и мясных продуктов. К.: Фирма «ИНКОС», 2006. 600 с.

14. Берник І. М. Інтенсифікація технологічних процесів обробки харчових середовищ. Вібрації в техніці та технологіях. 2013, №3 (71). С. 109–115.

15. Василів В. П. Розроблення та застосування способу електрогідравлічної інтенсифікації процесів харчових виробництв : автореф. дис. на здоб. вч. ступеня канд. техн. наук.: спец. 05.18.12 «Процеси і обладнання харчових, мікробіологічних і фармацевтичних виробництв». Київ, 2005. 20 с.

16. Bernyk I., Nazarenko I., Luhovskyi O., Svidersky A. Researcher of the influence of low-frequency and high-frequency actions on processing of technological environments. *Eureka: Physics and Engineering*. 2018. №1. P. 73–86.

17. Кишенько І. І. Сучасні аспекти створення м'ясних виробів. *Таврійський науковий вісник*. 2001. Вип. 17. С.87–89.

18. Гуць В.С. Оцінка ефективності механічного оброблення м'яса. *Наукові праці НУХТ*. 1998. С.47–48.

19. Гармаш О. М. Удосконалення технології виробництва м'ясних виробів з використанням біотехнологічних прийомів. Дисертація на здобуття наук. ст. кандидата технічних наук зі спеціальності 03.00.20 «Біотехнологія». Київ, 2021. 186 с.

20. Никифоров Р. П., Сабіров О. В., Сімакова О. О., Коренець Ю. М., Горяйнова Ю. А., Слащева А. В. Технологія м'ясної продукції з використанням високого тиску. *Кривий Ріг : ДонНУЕТ*, 2021. 136 с.

References

1. Bal-Prylypko L. (2010) *Tekhnolohiia zberihannia, konservuvannia ta pererobky miasa*. [Meat storage, canning and processing technology] Kyiv. 469 p. [in Ukrainian]

2. Novgorodska N., Ovsiienko S., Solomon A. (2021) *Kormy, miaso, vyroby iz svynyny*. [Feed, meat, pork products] Vinnytsia: TOV «Druk» [Vinnytsia: TOV «Druk»]. 172 p. [in Ukrainian]

3. Bernyk I., Kulyk M. , Tkachenko T. (2020) *Vyznachennia terminu pisliazabiinoho zberihannia miasa svynei*. [Determination of the term of post-mortem storage of pig meat] *Prodovolchi resursy. Zbirnyk naukovykh prats*. [Food resources. Collection of scientific works]. № 15. P. 15–22. [in Ukrainian] <https://doi.org/10.31073/foodresources2020-15-02>

4. Novgorodska N. (2018) *Vykorystannia roslynnoi klitkovyny u miasnykh napivfabrykatakakh*. [Use of vegetable fiber in meat semi-finished products] *Zbirnyk naukovykh prats «Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii»*. [Collection of Science Practices "Agrarian Science and Technology"] V. 3 (102). P. 159–168 [in Ukrainian]

5. Yancheva M., Peshuk L., Dromenko O. (2009) *Fizyko-khimichni ta biokhimichni osnovy tekhnolohii miasa ta miasoproduktiv*. [Physico-chemical and biochemical bases of meat and meat products technology] Kyiv: Tsentр uchbovoi literatury [Kyiv.: Center for Educational Literature]. 304 p. [in Ukrainian]

6. Novgorodska N. (2018) *Vykorystannia svynyny z oznakamy PSE ta DFD u kovbasnomu vyrobnytstvi*. [The use of pork with signs of PSE and DFD in sausage production] *Zbirnyk naukovykh prats «Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii»*. [Collection of Science Practices "Agrarian Science and Technology"] V. 1 (100). P. 116–122. [in Ukrainian]

7. Bernyk I., Farionik T., Novgorodska N. (2020) *Veterynarno-sanitarna ekspertyza produktiv tvarynnoho ta roslynnoho pokhodzhennia*. [Veterinary and sanitary examination of products of animal and plant origin] *Navchalnyi posibnyk dlia studentiv vyshchych navchalnykh zakladiv*. Vinnytsia: Vydavnychy tseentr VNAU [A textbook for students of higher educational institutions. Vinnytsia: VNAU Publishing Center] 232 p. [in Ukrainian]

8. Novhorodska N. (2014) *Otsinka yakosti svynyny*. [Assessment of pork quality] *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. S.Z. Gzhytskoho*. [Scientific Bulletin of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology. S.Z. Gzhytsky] № 2 (3). P. 305-309 [in Ukrainian]

9. Bernyk I. (2020). Improving the quality of poultry meat by using ultrasonic cavitation technology. The scientific heritage. № 45. vol. 1. P. 19–25. [in Ukrainian]
10. Novhorodska N. (2016) Tehnologicheskie osobennosti svininy s porokami PSE i DFD. [Technological features of pork with PSE and DFD defects] Naukovi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. S.Z. Gzhytskoho. [Scientific Bulletin of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology. S.Z. Gzhytsky]. № 2 (67). P. 143–145. [in Ukrainian]
11. Ostapchuk N., Kamydskyi V., Stankevych H., Chuchui V. (1992). Matematicheskoe modelirovanie protsessov pishevyih proizvodstv. [Mathematical modeling of food production processes] Kyiv: Vyshcha shkola [Kyiv.: Vishcha school]. 175 p. [in Russian]
12. Cherevko O., Poperechnyi A. (2002) Protsesy i aparaty kharchovykh vyrobnytstv. [Processes and devices of food production] Kharkiv: KhDATOKh [Kharkiv: KhDATOH]. 420 p. [in Ukrainian]
13. Vynnykova L. (2006) Tehnologiya myasa i myasnyih produktov. [Technology of meat and meat products] Kyiv: Fyrma «YNKOS» [Kyiv: Firm "INCOS"]. 600 p. [in Russian]
14. Bernyk I. (2013) Intensyfikatsiia tekhnolohichnykh protsesiv obrobky kharchovykh seredovyshch. [Intensification of technological processes of food processing]. Vibratsii v tekhnitsi ta tekhnolohiiakh [Vibrations in engineering and technology]. №3 (71). P. 109–115. [in Ukrainian]
15. Vasylyv V. (2005). Rozroblennia ta zastosuvannia sposobu elektrohivavlichnoi intensyfikatsii protsesiv kharchovykh vyrobnytstv [Development and application of a method of electrohydraulic intensification of food production processes] : avtoref. dys. na zdob. vch. stupenia kand. tekhn. nauk. [abstract of the dissertation for the degree of candidate of technical sciences]: spets. 05.18.12 «Protsesy i obladnannia kharchovykh, mikrobiolohichnykh i farmatsevtychnykh vyrobnytstv». Kyiv. 20 p. [in Ukrainian]
16. Bernyk I., Nazarenko I., Luhovskyi O., Svidersky A. (2018) Researcher of the influence of low-frequency and high-frequency actions on processing of technological environments. Eureka: Physics and Engineering. №1. P. 73–86.
17. Kyshenko I. (2001). Suchasni aspekty stvorennia miasnykh vyrobiv. [Modern aspects of creating meat products]. Tavriiskyi naukovi visnyk. [Taurian Scientific Bulletin]. V. 17. P.87–89. [in Ukrainian]
18. Huts V. (1998). Otsinka efektyvnosti mekhanichnoho obroblennia miasa. [Evaluation of the efficiency of meat processing]. Naukovi pratsi NUKhT. [Scientific works of NUHT]. P. 47 – 48. [in Ukrainian]
19. Harmash O. (2021). Udoskonalennia tekhnolohii vyrobnytstva miasnykh vyrobiv z vykorystanniam biotekhnolohichnykh pryiomiv. [Improving the technology of meat production using biotechnological techniques]. Dysertatsiia na zdobuttia nauk. st. kandydata tekhnichnykh nauk zi spetsialnosti 03.00.20 «Biotekhnolohiia». [Thesis for science. Art. Candidate of Technical Sciences in the specialty 03.00.20 "Biotechnology"]. Kyiv. 186 p. [in Ukrainian]
20. Nykyforov R., Sabirov O., Simakova O., Korenets Yu., Horiainova Yu., Slashcheva A. (2021). Tekhnolohiia miasnoi produktsii z vykorystanniam vysokoho tysku. [High pressure meat technology]. Kryvyi Rih: DonNUET [Kryvyi Rih: DonNUET]. 136 p. [in Ukrainian].