

**ІН'ЄКТУВАННЯ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ  
РОЗСОЛАМИ З КОЛАГЕНВМІСНИМИ КОМПОНЕНТАМИ**

**Вербицький С. Б.**, к.т.н., заст. зав. відділу,  
інформаційного забезпечення, стандартизації та метрології,  
Інститут продовольчих ресурсів НААН, м. Київ  
ORCID ID: 0000-0002-4211-3789

**Старчевой С. О.**, пров. інженер,  
Інститут продовольчих ресурсів НААН, м. Київ  
ORCID ID: 0000-0002-3467-8560

**Усатенко Н. Ф.**, к.т.н., викладач,  
Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет,  
ім. Г.С. Сковороди, м. Переяслав-Хмельницький  
ORCID ID: 0000-0002-0339-5189

**Крижська Т. А.**, к.т.н., доцент кафедри технології молока та м'яса,  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми  
ORCID ID: 0000-0001-7151-9799

<https://doi.org/10.31073/foodresources2019-12-04>

*Предмет дослідження – процес голкового ін'єктування цільном'язової сировини за допомогою багатоголкових ін'єкторів розсолу високого (спрей-ін'єктування) та низького тиску, технологічне обладнання, використовуване із зазначеною метою, технологія ін'єктування «м'ясо до м'яса» із залученням м'ясної сировини, як складової ін'єкційних розсолів, підготовка (тонке подрібнення) свинячої шкурки для введення до складу цих розсолів. Мета дослідження полягає у доведенні можливості та доцільності використання колагенвмісної сировини, а саме свинячої шкурки, у якості компонента ін'єкційних розсолів для гідромеханічного оброблення цільном'язової м'ясної сировини. Методи. Сировину попередньо крупно подрібнювали на вовчку з отворами решітки  $\varnothing 3$  мм, далі тонко подрібнювали на кутері та емульситаторі з можливістю зміни робочого зазору між його органами різання. Ступінь подрібнення визначали за розміром робочого зазору між ротором і статором. Структурно-механічні характеристики свинячої шкурки визначали з використанням автоматичного пенетрометра, граничне напруження зсуву (напруження стандартної пенетрації) – за формулою П.О. Ребіндера. Результати дослідження. Підтверджено доцільність та технологічну перспективність інтенсивного посолу цільном'язової сировини із залученням багатоголкових ін'єкторів розсолу, що працюють у діапазонах високого (спрей-ін'єктування) та низького тиску. Показано раціональність використання з цією метою розсолів із вмістом білкової складової, отримуваної шляхом подрібнення колагенвмісних сполучних тканин (технологія «м'ясо до м'яса»). Ін'єктування шматків яловичини розсолами, до складу яких входила тонко подрібнена свиняча шкурка, показало, що за величини зазору між робочими органами емульситатора 0,4 та 0,3 мм ступінь подрібнення був цілком неприйнятним, оскільки спостерігалось залягання фрагментів сировини у периферійних отворах порожніх голок ін'єктора розсолу. У дослідях, коли зазначений зазор складав 0,3 та 0,2 мм, залягання спостерігалось у 7 та 3% отворів відповідно, натомість налаштування машини на зазор 0,05 мм дало найкращі результати, коли жодне залягання продукту в отворах голок не спостерігалось. Використання свинячої шкурки, як компоненту комплексного розсолу для ін'єктування м'ясної сировини, є можливим і доцільним, проте для гарантування стабільної роботи багатоголкових ін'єкторів розсолу необхідно забезпечити ступінь*

тонкого подрібнення, який характеризується значеннями напруження стандартної penetрації, не меншими ніж 1215 Па. Визначено, що значення напруження стандартної penetрації 1015 Па є нижньою границею масиву оптимальних значень зазначеного показника. Сфера застосування результатів дослідження. Результати проведених дослідів використовуватимуться з метою вдосконалення технологій та спеціалізованого обладнання для ін'єктування цільном'язової м'ясної сировини із залученням колагенвмісної сировини задля підвищення рентабельності м'ясопереробного виробництва, гарантування харчової безпеки продуктованих шинкових виробів, підвищення їх якості тощо.

**Ключові слова:** багатоконпонентні ін'єкційні розсоли, багатоголковий ін'єктор розсолу, цільном'язова сировина, структурно-механічні показники, тонке подрібнення, penetрація

## INJECTION OF RAW MEATS WITH BRINES CONTAINING COLLAGEN COMPONENTS

*Verbytskyi S., PhD, Technics,  
dep. head of Department of Informational Support, Standardization and Metrology,  
Institute of Food Resources of NAAS, Kyiv, Ukraine*

ORCID ID: 0000-0002-4211-3789

*Starchevoi S., leading Engineer,  
Institute of Food Resources of NAAS, Kyiv, Ukraine*

ORCID ID: 0000-0002-3467-8560

*Usatenko N., PhD, Technics, Lecturer,  
Pereyaslav-Khmelnytsky Hryhoriy Skovoroda State Pedagogical University,  
Pereyaslav-Khmelnytsky, Ukraine*

ORCID ID: 0000-0002-0339-5189

*Kryzhska T., PhD, Technics, Associate Professor of Milk and Meat Technology,  
Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine*

ORCID ID: 0000-0001-7151-9799

**<https://doi.org/10.31073/foodresources2019-12-04>**

*The subject of research are the process of needle injection of whole-muscle raw materials using multi-needle injectors with high (spray injection) or low pressure, technological equipment used for these purposes, "meat-in-meat" injection technology using raw meats as a component of injection brines, preparation (comminuting) of pork skin for the use in the composition of the said brines. The purpose of the study is to prove the feasibility and expediency of using collagen-containing raw materials, namely pork skin, as a component of injection brines for hydro-mechanical processing of whole-muscle raw meat. Methods. The raw material was minced through lattice holes of  $\varnothing 3$  mm, comminuted with a cutter and an emulsifier with the possibility of changing the working gap between the cutting bodies of the latter. The degree of grinding was determined as the size of the working gap between the rotor and the stator. Rheological characteristics of pork skin were determined using an automatic penetrometer, the ultimate shear stress (standard penetration stress) was calculated using the formula of P.A. Rebinder. The results of the study. The expediency and technological prospects of intensive pickling of whole-muscle raw materials using multi-needle brine injectors operating in high (spray injection) or low pressure ranges are confirmed. The rationality of using for this purpose brines with the content of the protein component, obtained by comminuting the collagen-containing connective tissue ("mea-in-meat" technology), is shown. Injecting pieces of beef with solutions that included comminuted pork skin showed the gap between the working bodies of the emulsifier ranging 0.4 and 0.3 mm not to be satisfactory in the sense of the comminution degree, since the*

*occurrence of fragments of raw materials in the peripheral holes of the hollow needles of the brine injector was evident. In experiments, when the said gap was 0.3 and 0.2 mm, the corresponding occurrence was observed in 7 and 3% of the holes, respectively, at the same time, setting the machine to a gap of 0.05 mm gave the best results when the product was not found in the holes of the needles. The use of pork skin as a component of a complex solution for injecting raw meat is possible and reasonable, however, to achieve stable operation of multi-needle brine injectors, it is necessary to provide a degree of comminution, which is characterized by standard penetration stress values of at least 1215 Pa. It is determined that the value of the standard penetration of 1015 Pa is the lower limit of the optimal values range of this parameter. Scope of research results. The results of the experiments will be used to improve technologies and specialized equipment for the injection of whole muscle meat raw materials using collagen-containing components in order to increase the profitability of meat processing production, ensure food safety of the ham products produced, improve their quality, etc.*

**Key words:** *multicomponent injection brines, multi-needle brine injector, whole muscle raw meats, rheological parameters, comminution, penetration*

**Постановка проблеми.** Інноваційні харчові технології комплексної переробки аграрної сировини та модернізація підприємств, їх енергоефективність, мають стати стратегічними напрямками розвитку галузей харчової промисловості як основи продовольчої безпеки держави та підвищення дохідності агропромислового комплексу. На жаль, лише дещо більше 50% вітчизняних харчових підприємств відповідає світовому рівневі [1]. Зазначене уповні стосується і м'ясопереробних підприємств, де ще часто використовуються малоінтенсивні трудомісткі технології.

У виробництві солених м'ясопродуктів, шинкових та ін. виробів посол м'ясної сировини є обов'язковою та принциповою технологічною операцією, яка, багато в чому, визначає якість і собівартість продукції. Технологічне соління м'ясної сировини являє собою складну сукупність різноманітних за своєю природою процесів: масообміну, перетворень білкових та інших речовин, зміни вологостримувальної здатності м'яса, зміни його мікроструктури і ін. Розуміння теоретичних основ процесу засолу дозволяє раціонально організувати виробництво солених м'ясопродуктів, шинкових виробів та ін., застосовуючи нові технологічні прийоми і спеціальне обладнання для поліпшення консистенції і структури готових продуктів, а також для скорочення часу посолу [2].

Сучасним інтенсивним способом посолу, що забезпечує формування у сировини необхідних смако-ароматичних характеристик, ніжності, соковитості, сприяє скороченню тривалості посолу та запобігає мікробіологічному псуванню, є широко використовуваний у практиці виробництва делікатесних виробів і натуральних напівфабрикатів метод шприцювання (уприскування) розсолу вглиб м'язової тканини. У сучасних технологіях цільном'язових виробів кількість розсолу, що вводиться до сировини, може перевищувати 100% за масою. Голкове ін'єктування дозволяє інтенсифікувати розподіл розсолу і дозрівання м'яса, підвищує його ніжність і вологостзв'язувальну здатність, одночасно збільшуючи вихід продукції та здешевлюючи її [3].

У світовій практиці м'ясопереробки щонайширше використовують спосіб інтенсифікації посолу м'ясної сировини шляхом його ін'єктування посоловальними розсолами за допомогою оснащених порожніми (гіподермічними) голками пристроїв, які називають ін'єкторами розсолу або посоловальними шприцами. Принцип їхньої дії полягає в тому, що сировину, вручну або механічно, проштрикують голками (від однієї до кількох десятків), і посоловальний розсіл нагнітається через їх центральні канали до отворів малого діаметра у вістрі та/або у периферії голки. Характерна для голкового ін'єктування висока швидкість дифузії посоловальних речовин до м'ясної сировини забезпечує належну інтенсифікацію процесу посолу. У сучасних ін'єкторах уприскування розсолу, зазвичай, здійснюють під тиском від 2 до 4 кг/см<sup>2</sup> через безпосередньо уведені до

товщі м'яса голки, на боковій поверхні яких розташовані отвори діаметром 1 мм, завдяки чому розсіл рівномірно заповнює простір між м'язовими волокнами м'яса і доносить посолуювальні речовини до всіх внутрішніх зон оброблюваного шматка. Незначне стікання розсолу після ін'єктування, рівномірний розподіл посолуювальних інгредієнтів, відсутність непросолених або занадто просолених шматків в кожній партії продукції, а також відсутність відмінностей їх органолептичних показників, є практичними критеріями того, що ін'єктування м'ясної сировини проведено якісно. Для розрахунку інтенсивності стікання розсолу після ін'єктування, вираховують відношення кількості розсолу, що витік з м'яса, до часу, впродовж якого зазначене витікання відбулося [4].

Найпростішими пристроями для ін'єктування м'ясної сировини є призначені для невеликих м'ясопереробних потужностей і підприємств ресторанного господарства ін'єктори (рис. 1) з однією або декількома порожніми голками, які уводять до товщі м'яса вручну, а подачу посолуювального розсолу здійснюють за допомогою насоса. Використання пристроїв описаної конструкції є також доцільним у разі посолу окостів та інших великих відрубів. Більшою продуктивністю відрізняються багатоголкові ін'єктори розсолу з безперервною подачею сировини до робочої зони ін'єктування за допомогою штовхальних або пластинчастих конвеєрів, приводи яких синхронізовано з приводами голкових блоків (рис. 2). Зазначена синхронізація забезпечує таку взаємодію механізмів, коли під час уведення до товщі м'яса ін'єкційних голок і нагнітання розсолу конвеєр подачі є у режимі вистою, і здійснюється ін'єктування шматків сировини, що перебувають безпосередньо під голковим блоком. Залежно від типу застосовуваних розсолів, насос виконує безперервну або дозовану подачу розсолу в голки. Ін'єктори, призначені для оброблення безкісткової сировини, оснащують опускними блоками голок, які нерухомо зафіксовані. Складнішою конструкцією відрізняються ін'єктори, що передбачають можливість оброблення шматків сировини з кістками в їхній товщі. У машинах такого призначення кожну голку обладнують механічним (пружинним) або пневматичним демпфером, який запобігає деформації або поломці голок в разі їх контакту з кістковою тканиною [4].



**Рис. 1. Ручний ін'єктор розсолу – модель Rökkelboy фірми Vakona (Німеччина)**



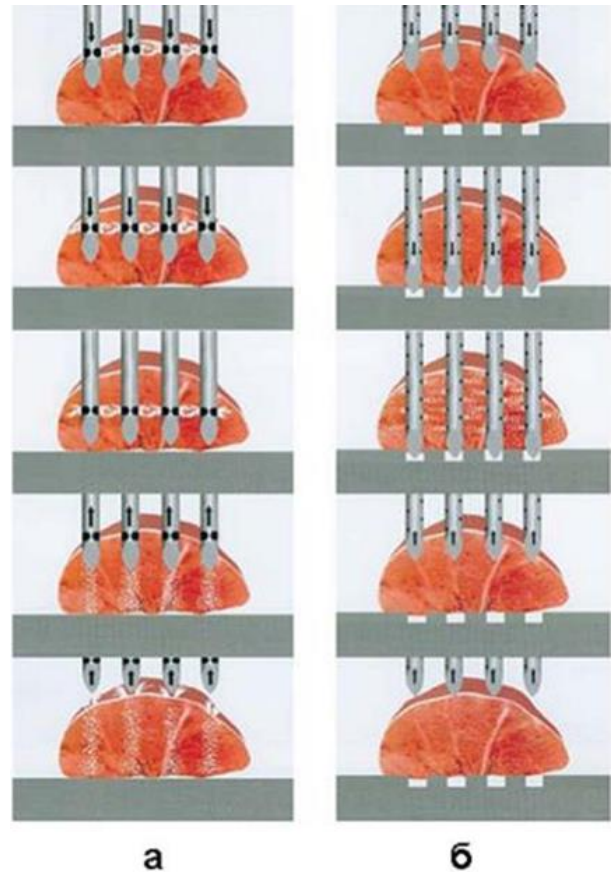
**Рис. 2. Автоматичний багатоголковий ін'єктор розсолу фірми Günther Maschinenbau (Німеччина)**

Особливий спосіб голкового ін'єктування, коли посолювальний розсіл подається під високим тиском через голки з отворами отвори малого діаметра, що становить близько 0,3 мм (за іншими відомостями – близько 0,6 мм), називають спреї-ін'єктуванням. Деякі спреї-ін'єктори забезпечують подачу розсолу під тиском від 2 до 8 кг/см<sup>2</sup>, інші – від 6 до 12 кг/см<sup>2</sup>. Відмінності в здійсненні процесів ін'єктування м'ясної сировини за низького та високого тиску розсолу ілюструє наведена на рис 3 [5] схема. Теоретичні основи і практичні особливості спреї-ін'єктування м'ясної сировини висвітлено у роботах іспанських [5-7], російських [8], перуанських [9] і китайських [10] фахівців. Спреї-ін'єктування забезпечує інтенсивне і рівномірне розподілення розсолу і посолювальних речовин в товщі м'язів, водночас складність виготовлення і технічного обслуговування ін'єкційних голок з отворами дуже малого діаметра, необхідність створення і підтримання високого робочого тиску, особливі вимоги до чистоти і фізичних характеристик посолювальних розсолів суттєвим чином обмежують впровадження зазначеного обладнання (рис. 4) на виробництві [11].



**Рис. 4 Автоматичний багатоголковий ін'єктор розсолу фірми OGALSA Injectoras (Іспанія)**

залишається подача м'ясної сировини до робочої зони ін'єктування. Призначенням пневматичного ін'єктора Я5-ФШ1Л (рис. 6), оснащеного 50 голками, є ін'єктування



**Рис. 3. Способи голкового ін'єктування м'ясної сировини:**

а – ін'єктування без залучення високого тиску; б – спреї-ін'єктування [5]

Типовим є оснащення багато-голкових ін'єкторів розсолу електро-механічними приводами механізмів подачі сировини, нагнітання розсолу та зворотно-поступального руху блоку ін'єкційних голок. Втім, зазначена конструктивна схема не є безальтернативною. Вченими і конструкторами ІПР НААН було розроблено лінійку механічних ін'єкторів розсолу без застосування електроприводу. З дослідницькою метою було розроблено та виготовлено оснащений 29 голками ручний ін'єктор Я5-ФШР та оснащений такою самою кількістю голок ін'єктор Я5-ФШМ (рис. 5), призначений для використання на малих підприємствах. Для приведення голкового блоку до руху та закачування розсолу в цій конструкції застосовано пневмопривод, проте ручною

безкісткової м'ясної сировини в автоматичному режимі. Два пневмоприводи цієї машини приводять в дію голковий блок, забезпечують подачу сировини за допомогою штовхального конвеєра, а також здійснюють подачу розсолу до отворів ін'єкційних голок [11].



**Рис. 5. Пневматичний ін'єктор розсолу Я5-ФШМ (розробка фахівців ППР НААН)**



**Рис. 6 Пневматичний ін'єктор-автомат Я5-ФШ1Л (розробка фахівців ППР НААН)**

Сучасні багатоголкові ін'єктори розсолу, у разі невірної конструювання, монтажу на виробництві та, власне, експлуатації, можуть стати потенційним джерелом небезпек – і у сенсі життя та здоров'я виробничого персоналу підприємства, і у сенсі харчової безпечності обробленої цільном'язової м'ясної сировини. Вимоги безпеки і гігієни ін'єкторів розсолу детально викладені в чинному стандарті СЕН – Європейського комітету зі стандартизації EN 13534:2006 + A1:2010 «Обладнання для виробництва харчових продуктів – Машини для ін'єкційного посолу – Вимоги безпеки і гігієни» [12]. Українським НДІ харчової промисловості за участі фахівців ППР НААН було виконано роботи щодо гармонізації зазначеного стандарту в Україні з розробленням національного стандарту ДСТУ EN 13534:2016 «Устаткування для харчової промисловості. Машини для посолу шприцюванням. Вимоги щодо безпеки та гігієни» (EN 13534:2006+A1:2010, IDT) [13], що повністю відповідає Директиві 2006/42/ЕС «Машини» [14]. Сферою застосування ДСТУ EN 13534:2016 є машини для ін'єкційного посолу з пристроями подачі матеріалу в зону обробки і виведення матеріалу з цієї зони, які також можуть бути забезпечені завантажувальними пристроями. Зазначений стандарт містить вимоги щодо ризиків, небезпечних ситуацій та подій, які можуть виникнути як при штатній експлуатації ін'єкторів згідно з інструкціями виробника, так і при помилкових діях, типові випадки

яких повинні також бути вказані в супровідній документації виробника. На малі переносні та ручні ін'єктори чинність цього нормативного документа не поширюється [15].

Поряд з подальшим технічним удосконаленням ін'єкторів розсолу, зусилля профільних фахівців спрямовані також на розроблення рецептур багатокomпонентних поліфункціональних посолювальних розсолів, застосування яких дозволяє м'ясопереробникам підвищити рентабельність виробництва завдяки збільшенню виходів варено-копчених виробів, водночас забезпечуючи прийнятну для споживачів якість продукції. Традиційно застосовуване ін'єктування водними розчинами не забезпечує належного утримання вологи всередині готового продукту протягом терміну його зберігання, що спричиняє небажане зменшення маси та втрату товарного вигляду. Спроби уникнути цих недоліків шляхом введення певних добавок рослинного походження задля збільшення в'язкості ін'єкційних середовищ призводять до зниження споживчих якостей: смаку, аромату, вигляду на зрізі тощо, які для товарної групи м'ясних делікатесів мають бути бездоганними. Одним з шляхів розв'язання окреслених проблем є ін'єктування м'ясної сировини м'ясо-жировою емульсією [16, 17]. Технологія МІМ (Meat-In-Meat – «м'ясо до м'яса») дозволяє досягти необхідного вмісту білка в продукті. М'ясну сировину тонко подрібнюють, змішують з іншими компонентами ін'єктувального розчину та рівномірно ін'єктують до товщі цільном'язових шматків. Використання обладнання та технології МІМ забезпечує наступні переваги:

- вищий вихід продукту за рахунок значної активації білків у м'ясній емульсії, зниження втрат під час виконання технологічного процесу тощо;
- значне скорочення часу наступних технологічних операцій масування і термообробки, що, в свою чергу, збільшує виробничі можливості підприємства;
- використання в продукті залишків м'яса від формування делікатесів, м'яса нижчих сортів, жиру і м'яса з ознаками вади PSE (Pale, Soft, Exudative – бліде, м'яке, ексудативне), що значно знижує виробничі витрати;
- поліпшення смакових характеристик продукту щодо традиційних рецептур завдяки вмісту жиру;
- більш привабливий зовнішній вигляд, монолітна структура без розшаровування, привабливий сухий вигляд на розрізі, зменшення втрат вологи у процесі зберігання [18].

Залучення до складу ін'єкційних розсолів білків тваринного походження, насамперед, сполучнотканинних білкових інгредієнтів і білків плазми крові, ґрунтується на тому, що, одночасно з сумарним підвищенням вологоутримувальної здатності солоних модельних м'ясних систем, зазначені білкові інгредієнти дозволяють досить ефективно регулювати масову частку білка в складі продуктів. Уведення до складу розсолу тваринного білка у кількості від 0,5 до 1% дозволяє отримувати м'ясні системи зі стабільними структурно-механічними характеристиками. Експерименти показують, що, беручи до уваги високу варіабельність властивостей м'ясної сировини залежно від низки чинників (виду м'язів, величини рН, тривалості й умов зберігання та ін.), уміст тваринного білка в складі розсолу для шприцювання може становити від 0,5 до 2% від маси розсолу [19]. Зокрема, у [20] наведено наступну рецептуру ін'єкційної м'ясної емульсії: вода – 58% (за масою); сіль – 7,45%; м'ясна сировина – 25%; триполіфосфат натрію – 1,12%; нітрит натрію – 0,07%; ізо-аскорбінат натрію – 0,15%; сахароза – 2,61%; декстроза – 5,59%. Кількість жиру у призначеній для виготовлення ін'єкційних розчинів м'ясній сировині повинна бути від 10 до 50% (за масою). У якості зазначеної сировини зазвичай використовують м'ясну обрізь та свинячу шкуру. Останній вид сировини характеризується наступним хімічним складом: вода – 53% (за масою); білок (переважно колаген) – 22,5%, жир – 23%; зола – 1,5%. З великим вмістом колагену пов'язана специфіка застосування свинячої шкурки для реалізації технології МІМ: колаген, не будучи повноцінним білком, знижує біологічну цінність продукції та спричиняє надмірну жорсткість м'ясних виробів. Водночас, наявність у м'ясі від 10 до 15% сполучної тканини

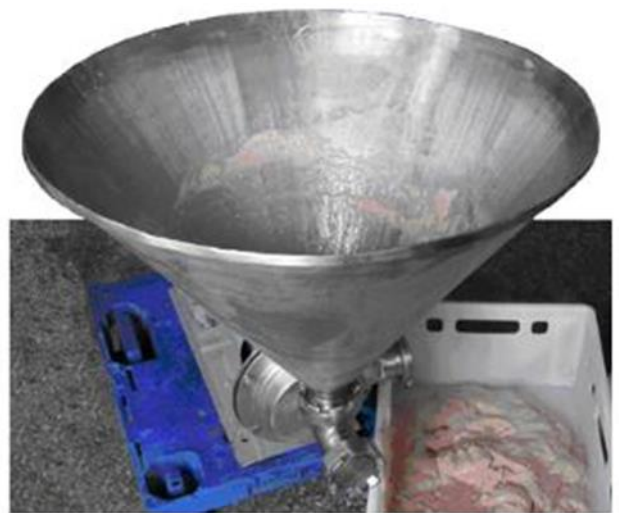
є позитивним чинником, оскільки, за умови достатньо тонкого подрібнення та завдяки наступному термічному обробленню, колаген добре гідролізується з утворенням глютину та желатоз, що відрізняються вираженою водозв'язувальною здатністю [21]. Для забезпечення належного ступеня подрібнення свинячої шкірки застосовують послідовну обробку на вовчку з решітками  $\varnothing 2 - 3$  мм та емульсаторі (колоїдному млині). Є відомості, що для приготування емульсії з сирової шкірки сировину слід подрібнити на кутері (співвідношення маси сировини до маси води 1 : 0,5), після чого обробити на колоїдному млині або емульсаторі [22].

Отже, світова галузева наука та виробнича практика підтверджують доцільність інтенсивного посолу цільном'язової сировини із залученням багатоголкових ін'єкторів розсолу, що працюють у діапазонах високого (спрей-ін'єктування) та низького тиску. Серед складних багатоконпонентних розсолів, використовуваних із зазначеною метою, широке розповсюдження одержали розсоли із вмістом білкової складової, отримуваної шляхом подрібнення колагенвмісних сполучних тканин (технологія «м'ясо до м'яса»).

**Матеріали та методи.** Готували емульсії свинячої шкірки для ін'єкційного розсолу, застосованого при виробництві шинкових виробів згідно з технологією «м'ясо до м'яса». Сировину попередньо крупно подрібнювали на промисловому вовчку К7-ФВП 200 виробництва ПАТ «Полтавамаш», оснащеному вихідною решіткою з отворами  $\varnothing 3$  мм, після чого тонко подрібнювали на промисловому вакуумному кутері KE 500-2 V SuperCutter виробництва фірми «Laska» (Австрія).

Далі оброблювану масу подрібнювали на дослідно-промисловому емульсаторі Я5-ФП2Ф (рис. 7), який є модифікацією (зі збільшеним живильним бункером) основної моделі Я5-ФПФ, докладно описаної, наприклад, у [23]. Робочі органи різання, статор і ротор емульсатора, налаштовували у такий спосіб, щоб зазор між ними складав 0,4; 0,3; 0,2; 0,1 та 0,05 мм. Ступінь подрібнення визначали із залученням методики, запропонованої авторами [24] та модифікованої для м'ясних гомогенізованих продуктів у [25]. Оскільки для досліджуваної маси зі значним вмістом жиру зазначені методики не дали належної збіжності, визначальний розмір часток вважали розмір робочого зазору між ротором і статором, що складають робочу пару різання.

Структурно-механічні характеристики свинячої шкірки до і після оброблення на установці Я5-ФП2Ф визначали згідно з [26], використовуючи автоматичний пенетрометр моделі 1719 виробництва британської фірми Stanhope Seta Ltd., оснащений електронним блоком моделі 1720.



**Рис. 7. Багатозубчастий подрібнювач Я5-ФП2Ф під час дослідів з подрібнення колагенвмісної сировини**



Визначали граничне напруження зсуву (напруження стандартної пенетрації) на прямолінійній ділянці кривої «навантаження-деформація» за формулою П.О. Ребіндера:

$$\Theta_0 = k_\alpha \cdot \frac{P}{h^2}, \text{ Па} \quad (1)$$

де: P – зусилля пенетрації, Н;

h – глибина занурення конуса, м;

$k_\alpha$  – константа конуса (при  $\alpha = 60^\circ$   $k_\alpha = 0,214$ )

Маса P = 0,065 кг є сталою і складається з маси штатного вантажу та пенетраційного конуса. Відомо, що час до зупинки конуса та вантажу, які вільно падають, не перевищує 2 – 3 с, тому у заданий момент часу 10 с зупинка відбувалася гарантовано.

Експериментальні ін'єктування цільном'язової м'ясної сировини виконували за допомогою пневматичного ін'єктора розсолу марка Я5-ФШ1Л з 50 ін'єкційними голками (рис. 6) виробництва Державного дослідного підприємства ІПР НААН. Зазначена конструкція дозволяє задавати наступні значення кроку подачі сировини на обробку: 15, 20, 25 та 30 мм. У ході експериментів вимірювали зміну маси шматків триголових м'язів задньотазової частини яловичини, ін'єктуючи їх з різним кроком подавання сировини на обробку та з використанням розчинів з різним ступенем тонкого подрібнення свинячої шкурки. Оброблювані шматки сировини зважували на лабораторних вагах до початку ін'єктування та впродовж 5 хв. після закінчення зазначеної операції.

**Результати і обговорення.** Виконані у ході цієї роботи досліди з тонкого подрібнення на дослідно-промисловому емульсифікаторі Я5-ФП2Ф попередньо обробленої на промисловому вакуумному кутері свинячої шкурки показали, що принциповий структурно-механічний показник цієї тонко подрібненої маси, напруження стандартної пенетрації  $\Theta$ , залежить від заданого робочого зазору між багатозубчастими різальними органами подрібнювача – його статором і ротором. Отримані результати зазначених дослідів представлено у таблиці 1.

*Таблиця 1*

**Напруження стандартної пенетрації тонко подрібненої свинячої шкурки, призначеної для складання ін'єкційних розчинів**

№№	Робочий зазор емульсифікатора, мм	Номер дослідів	Показання шкали пенетрометра, мм <sup>-1</sup>	Напруження стандартної пенетрації $\Theta$ , Па
1	Після кутерування сировина на емульсифікаторі не оброблялася	1	77	2346
2		2	76	2366
3		3	76	2366
4		4	78	2286
5		5	77	2346
6		Середнє	76,8	2342
7	0,4	1	85	1925
8		2	88	1796
9		3	85	1925
10		4	85	1925
11		5	86	1881
12		Середнє	85,8	1890

Продовження таблиці 1

№№	Робочий зазор емульсатора, мм	Номер досліду	Показання шкали пенетрометра, мм <sup>1</sup>	Напруження стандартної пенетрації $\Theta$ , Па
13	0,3	1	92	1643
14		2	91	1680
15		3	92	1643
16		4	92	1643
17		5	93	1608
18		Середнє	92	1643
19	0,2	1	102	1337
20		2	101	1364
21		3	101	1364
22		4	101	1364
23		5	100	1391
24		Середнє	101	1364
25	0,1	1	107	1215
26		2	106	1238
27		3	108	1193
28		4	108	1193
29		5	107	1215
30		Середнє	107,2	1211
31	0,05	1	118	999
32		2	118	999
33		3	117	1016
34		4	118	999
35		5	117	1016
36		Середнє	117,6	1006

Виконані експерименти з ін'єктування шматків триголових м'язів задньотазової частини яловичини розчинами, до складу яких входила тонко подрібнена свиняча шкурка, показали наступне. Якщо величина зазору між багатозубчастими робочими органами емульсатора становила 0,4 та 0,3 мм, ступінь подрібнення, відповідний зазначеним технологічним режимам, не дав прийнятних результатів з причини систематичного залягання фрагментів сировини у периферійних отворах порожніх голок ін'єктора розсолу. Із зазначеної причини не тільки зменшувалася продуктивність технологічного обладнання, використовуваного для реалізації технологічного процесу, проте й значно ускладнювалися очищення та санітарна обробка ін'єктора згідно з чинними нормами ДСТУ EN 13534:2016 [13]. З іншого боку, технологічна маса зі свинячої шкурки, тонко подрібнена робочими органами, зазор між якими складав 0,3 та 0,2 мм, в цілому, виявилася прийнятною для ін'єкційних розчинів, проте у 7 та 3% отворів, відповідно, залягання технологічної маси, все ж таки, спостерігалось. Найприйнятнішим, у технологічному сенсі, виявився режим тонкого подрібнення свинячої шкурки у разі налаштування машини на зазорі 0,05 мм. Саме за такого технологічного оброблення не спостерігалось жодного залягання продукту в отворах голок. Отримані значення насичення оброблюваної цільном'язової сировини з яловичини ін'єкційним розчином за різних режимів обробки із застосуванням свинячої шкурки з різним ступенем тонкого подрібнення, наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

**Динаміка маси шматків м'ясної сировини після її ін'єктування розчином з вмістом свинячої шкірки, підданої тонкому подрібненню за різних налаштувань зазору емульсатора**

Крок подавання сировини на обробку, мм	Кількість кроків для обробки одного зразка	Початкова маса шматка, кг	Маса шматка, кг/% до початкової у разі налаштування робочих органів емульсатора на величину зазору, мм		
			0,2	0,1	0,05
30	9	2,240	2,510/112	-	-
	9	2,100	-	2,420/115	-
	8	1,870	-	-	2,190/117
25	11	2,150	2,480/115	-	-
	12	2,310	-	2,750/119	-
	11	1,980	-	-	2,380/120
20	17	2,420	2,910/120	-	-
	17	2,340	-	2,920/125	-
	16	2,130	-	-	2,730/128
15	27	2,360	2,960/125	-	-
	27	2,280	-	2,960/130	-
	26	2,170	-	-	2,860/132

### Висновки

Виконаний аналіз наукової та технічної інформації підтверджує доцільність та технологічну перспективність інтенсивного посолу цільном'язової сировини із залученням багатоголкових ін'єкторів розсолу, що працюють у діапазонах високого (спрей-ін'єктування) та низького тиску. Серед складних багатоконпонентних розсолів, використовуваних із зазначеною метою, широке розповсюдження одержали розсоли із вмістом білкової складової, отримуваної шляхом подрібнення колагенвмісних сполучних тканин (технологія «м'ясо до м'яса»).

Експериментальне ін'єктування шматків яловичини розчинами, до складу яких входила тонко подрібнена свиняча шкірка, показало, що за величини зазору між робочими органами емульсатора 0,4 та 0,3 мм ступінь подрібнення був цілком неприйнятним, оскільки спостерігалось залягання фрагментів сировини у периферійних отворах порожніх голок ін'єктора розсолу. У дослідах, коли зазначений зазор складав 0,3 та 0,2 мм, залягання спостерігалось у 7 та 3% отворів відповідно, натомість налаштування машини на зазор 0,05 мм дало найкращі результати, коли жодне залягання продукту в отворах голок не спостерігалось.

Таким чином, використання свинячої шкірки як компоненту комплексного розчину для ін'єктування м'ясної сировини є можливим і доцільним, проте для забезпечення стабільної роботи багатоголкових ін'єкторів розсолу необхідно забезпечити ступінь тонкого подрібнення, який характеризується значеннями напруження стандартної penetрації, не меншими ніж 1215 Па. Також визначено, що значення напруження стандартної penetрації 1015 Па є нижньою границею оптимальних значень зазначеного показника.

**Бібліографія**

1. Сичевський М. П. Харчова промисловість у системі продовольчої безпеки держави. К.: Аграрна наука, 2017. 56 с.
2. Вербицкий С. Б., Шевченко В. В. Интенсивный посол мясного сырья: теоретические основы процесса, оборудование для подготовки посолочных рассолов. Мясной бизнес. 2009. № 8(83). С. 74–80.
3. Прянишников В. В., Старовойт Т. Ф. Инновационные технологии инъектирования мясных продуктов. Пищевая Индустрия. 2012. № 2(12). С. 63, 64.
4. Вербицкий С. Б., Шевченко В. В. Нужно бы поинтенсивнее (Игольные инъекторы и массажеры мяса). Мясной бизнес. 2011. № 4(99). С. 49–52.
5. Xargayó Teixidor M. (2007). Proceso de fabricación de productos cárnicos cocidos de músculo entero II: Inyección y tenderización. Documentos Tecnológicos de Metalquimia. Girona: Metalquimia. P. 20–28.
6. Freixanet L. (2005). Inyección de la carne con efecto atomizador. Influencia de la presión de inyección en la calidad de los productos inyectados. Documentos Tecnológicos de Metalquimia. Girona: Metalquimia. P. 68–77.
7. Xargayó, M., Lagares, J., Fernández, E., Borrell, D., & Juncà, G. (2017). Marinado por efecto “spray”: una solución definitiva para mejorar la textura de la carne. Recuperado el. P. 24–07.
8. Рыжов С. А., Голик В. И. Особенности технологии спрей-шприцевания цельномышечных мясных продуктов. Мясная индустрия. 2002. №7. С. 48–49.
9. Lavado Wong M. D. Efecto del marinado, congelación y descongelación sobre las propiedades tecnológicas de la carne de alpaca (Vicugna pacos). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2018. P. 39,40.
10. 孟冉 [Ран М.]. (2005). 高压盐水喷雾注射对注射产品质量的影响 [Спрей-ін’єктування м’ясних продуктів під високим тиском]. <<肉类研究>> [Дослідження м’яса]. 11期 [№ 11] (Китайською).
11. Вербицкий С. Б. Оборудование для игольного инъектирования мясного сырья: конструкции. Мясной бизнес. 2015. № 1(140). С. 42–45.
12. EN 13534:2006+A1:2010. Food processing machinery – Curing injection machines – Safety and hygiene requirements. [In force from 2010-12-01]. Brussels: CEN – European Committee for Standardization, 2010. 44 p.
13. ДСТУ EN 13534:2016 Устаткування для харчової промисловості. Машина для посолу шприцюванням. Вимоги щодо безпеки та гігієни (EN 13534:2006+A1:2010, IDT) [Чинний від 2018-01-01]. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2018. 66 с.
14. Directive EC. Machinery. (2006). Directive 2006/42/EC of the European Parliament and the Council of 17 May 2006 on machinery, and amending Directive 95/16/EC (recast).
15. Вербицкий С. Б. Оборудование для игольного инъектирования мясного сырья: требования безопасности и гигиены согласно нормам ЕС. Мясной бизнес. 2015. № 2(141). С. 34–38.
16. Тимченко Е. Новая линия инъектирования “мясо-в-мясо” для производства деликатесов и ветчин. Мясной бизнес. 2006. № 4(44). С. 66–67.
17. Микляшевски П., Прянишников В., Гиро Т., Трач К. Усовершенствование технологии производства деликатесных изделий методом инъектирования «мясо в мясо». World Meat Technologies. 2011. № 4(25). С. 30–34.
18. Одинец-Завадская Л. МІМ-технологии в мясоперерабатывающей промышленности. World Meat Technologies. 2010. № 8-9(18-19). С. 53–55.
19. Иванов С. В., Кишенько И. И., Крыжова, Ю. П. Обоснование рецептурных компонентов многофункциональных рассольных коллоидных систем цельномышечных мясных продуктов. Техника и технология пищевых производств. 2014. № 1(32). С. 22–29.

20. Lagares J. (2007). Proceso de fabricación de productos cárnicos cocidos de músculo entero: inyección de “trimmings”. Documentos Tecnológicos de Metalquimia. Girona: Metalquimia. P. 82–89.

21. Якубчак О. М. Функціонально-технологічні властивості м'ясної сировини. Мясной бизнес. 2006. № 6(46). С. 100–102.

22. Технологии и системы контроля качества, применяемые при производстве продуктов детского питания. Под ред. Г. Ю. Сажина. М.: РИА “РАЙ-СТИЛЬ. 2002. С. 110–126.

23. Вербицкий С. Б., Копылова Е. В., Усатенко Н. Ф., Крыжская Т. А. Конструкция и технологические особенности использования эмульсатора мясного сырья. Вестник Государственного университета имени Шакарима города Семей. 2019. № 1(85). С. 18–22.

24. Коробкина Г. С., Левянт П. П. Определение дисперсности гомогенизированных пюре для детей. Консервная и овощесушильная промышленность. 1970. № 1. С. 27–29.

25. Иванова А. М., Терещенкова Л. Н. Совершенствование методики дисперсного анализа мясных пюреобразных консервов для детского питания. Труды ВНИИМП. Выпуск XLV. Исследование качества сырья продукции мясной промышленности. Под ред. А.Ф. Савченко. М.: ВНИИМП, 1979. С. 60–65.

26. Вербицкий С. Б., Шевченко В. В. Тонкое измельчение мясного сырья на эмульсаторах в одну и две стадии: энергозатраты и качество обработки. Современные технологии производства и переработки сельскохозяйственного сырья для создания конкурентоспособных пищевых продуктов: Материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград : Волгогр. государств. техн. ун-т. 2007. С. 283–288.

### References

1. Sychevskiy M. (2017). Kharchova promyslovist u systemi prodovolchoi bezpeky derzhavy [Food industry in the system of food security of state]. Kyiv. Ahrarna nauka [Agrarian Science]. 56 p. [in Ukrainian].

2. Verbytskyi S., Shevchenko V. (2009). Intensivnyy posol myasnogo syr'ya: teoreticheskie osnovy protsessa, oborudovanie dlya podgotovki posolochnykh rassolov [Intensive pickling of raw meats: theoretical grounds of the process, equipment for preparation of pickling solutions]. Myasnoy biznes [Meat Business]. 8(83). P. 74–80. [in Russian].

3. Pryanishnikov V., Starovoyt T. (2012). Innovatsionnye tekhnologii in'etsirovaniya myasnykh produktov [Innovative technologies of injecting meat products]. Pishchevaya Industriya [Food Industry]. 2(12). P. 63, 64. [in Russian].

4. Verbytskyi S., Shevchenko V. (2011). Nuzhno by pointensivnee (Igol'nye in'ektory i massazhery myasa [You should do it in more intensive way (Needle injector and meat tumblers)]. Myasnoy biznes [Meat Business]. 4(99). P. 49–52. [in Russian].

5. Xargayó Teixidor M. (2007). Proceso de fabricación de productos cárnicos cocidos de músculo entero II: Inyección y tenderización. Documentos Tecnológicos de Metalquimia. Girona: Metalquimia. P. 20–28.

6. Freixanet L. (2005). Inyección de la carne con efecto atomizador. Influencia de la presión de inyección en la calidad de los productos inyectados. Documentos Tecnológicos de Metalquimia. Girona: Metalquimia. P. 68–77.

7. Xargayó M., Lagares J., Fernández E., Borrell D., Juncà, G. (2017). Marinado por efecto “spray”: una solución definitiva para mejorar la textura de la carne. Recuperado el, 24-07.

8. Ryzhov S., Golik V. (2002). Osobennosti tekhnologii sprej-in'etsirovaniya tsel'nomyshechykh myasnykh produktov [Peculiarities of the spray-injecting of the whole muscle meat products]. Myasnaya indutria [Meat Industry]. 7. P. 48–49. [in Russian].

9. Lavado Wong M. Efecto del marinado, congelación y descongelación sobre las propiedades tecnológicas de la carne de alpaca (*Vicugna pacos*). Lima : Universidad Nacional Agraria La Molina, 2018. P. 39,40.

10. 孟冉 [Ran M.] (2005). 高压盐水喷雾注射对注射产品质量的影响 [Spray-injecting of meat products amid high pressure]. 肉类研究 [Meat Research]. 11. [in Chinese].
11. Verbytskyi S. (2015). Oborudovanie dlya igol'nogo in'etsirovaniya myasnogo syr'ya: konstruktsii [Equipment for needle injecting of raw meats: designs]. Myasnoy biznes [Meat Business]. 1(140). P. 42–45. [in Russian].
12. EN 13534:2006+A1:2010. Food processing machinery – Curing injection machines – Safety and hygiene requirements. [In force from 2010-12-01]. Brussels: CEN – European Committee for Standardization, 2010. 44 p.
13. DSTU EN 13534:2016 Ustatkovannia dlia kharchovoi promyslovsti. Mashyny dlia posolu shprytsiuvanniam. Vymohy shchodo bezpeky ta hihiieny [Food processing machinery – Curing injection machines – Safety and hygiene requirements (EN 13534:2006+A1:2010, IDT)] [In force from 2018-01-01]. Kyiv : DP «UkrNDNTs», 2018. 66 p. [in Ukrainian].
14. Directive EU. Machinery. (2006). Directive 2006/42/EU of the European Parliament and the Council of 17 May 2006 on machinery, and amending Directive 95/16/EC (recast).
15. Verbytskyi S. (2015). Oborudovanie dlya igol'nogo in'etsirovaniya myasnogo syr'ya: trebovaniia bezopanosti i gigieny sogleasno normam ES [Equipment for needle injecting of raw meats: safety and hygiene requirements according to EU norms]. Myasnoy biznes [Meat Business]. 2(141). P. 34–38. [in Russian].
16. Timchenko E. (2006). Novaya liniya in'etsirovaniya “myaso v myaso” dlya proizvodstva delikatesov i vetchin [New production line of “meat-in-meat” injecting to manufacture fancy foods and ham]. Myasnoy biznes [Meat Business]. 4(44). P. 66–67. [in Russian].
17. Miklaszewski P., Pryanishnikov V., Giro T., Tracz K. (2011). Uovershentvovanie tekhnologii proizvodsta delikatesykh izdeliy metodom in'etsirovaniya “myaso-v-myaso” [Upgrading production technology of fancy foods by means of “meat-in-meat” injecting]. [World Meat Technologies]. 4(25). P. 30–34. [in Russian].
18. Odinets-Zavadskaya L. (2010). MIM-tekhnologii v myasopererabatyvayushchei pomyshlenoti [MIM-technologies in meat processing industry]. World Meat Technologies. 2010. № 8–9(18–19). 53–55. [in Russian].
19. Ivanov S., Kishen'ko S., Kryzhova Yu. (2014). Obosnovanie retsepturnykh komponentov mnogofunktional'nykh rassol'nykh kolloidnykh system tsel'nomyshechnykh myasnykh produktov [Substantiation of formulation components of multifunctional pickle colloid systems of whole muscle meat products]. Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv [Technics and technology of food production]. 1(32), 22–29. [in Russian].
20. Lagares J. (2007). Proceso de fabricación de productos cárnicos cocidos de músculo entero: inyección de “trimmings”. Documentos Tecnológicos de Metalquímica. Girona: Metalquímica. P. 82–89.
21. Yakubchak O. (2006). Funktsionalno-tekhnolohichni vlastyvoli myasnoi syr'vyny [Functional and technological properties of raw meats]. Myasnoy biznes [Meat Business]. 6(46). 100–102. [in Ukrainian].
22. Sazhinov G. (Ed.). (2002). Tekhnologii i sistemy kontrolya kachestva, primenyaemye pri proizvodstve produktov detskogo pitaniya [Technologies and quality control systems applied when manufacturing foods for children] Moscow: RIA “RAY-STIL”. P. 110-126. [in Russian].
23. Verbytskyi S., Kopylova Ye., Usatenko N., Kryzhskaya T. (2019). Konstruktsiya i tekhnologichskie osobennosti ispol'zovaniya emlsitatora myasnogo syr'ya [Design and technological peculiarities of the use of a flow cutter for raw meats]. Vestnik Gosudarstvennogo universiteta imeni Shakarima goroda Semey [Herald of Shakarim State University of Semey city]. 1(85). P. 18–22. [in Russian].
24. Korobkina G., Levyant P. (1970). Opredeleniye disersnosti gomogenizirovannykh pyure dlya detey [Dispersion determination of homogenized puree for children]. Konservnaya i

ovoshchesushil'naya promyshlennost' [Canning and Vegetable Drying Industry]. 1. P. 27–29. [in Russian].

25. Ivanova A., Tereshchenkova L., Savchenko A. (Ed). (1979). Sovershenstvovaniye metodiki dispersnogo analiza myasnykh pyureobraznykh konservov dlya detskogo pitaniya [Upgrading of dispersion analysis method for meat puree-like canned foods for children]. Trudy VNIIMMP. Vypusk XLV. Issledovaniye kachestva syr'ya produktsii myasnoy promyshlennosti [Works of the All-Union Scientific and Research Institute of Meat Industry]. Issue XLV. Research of the raw materials quality for meat industry products. Moscow: VNIIMP. P. 60–65. [in Russian].

26. Verbytskyi S., Shevchenko V. (2007). Tonkoye izmel'cheniye myasnogo syr'ya na emulsitorakh v odnu i dve stadii: energozatraty i kachestvo obrabotki [Raw meats comminution in one or two stages: energy consumption and working quality]. Sovremennyye tekhnologii proizvodstva i pererabotki sel'skokhozyaystvennogo syr'ya dlya sozdaniya konkurentosposobnykh pishchevykh produktov: Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Modern technologies of production and processing agricultural raw materials for developing competitive foods: Proceedings of the International scientific and practical conference]. Volgograd: Volgograd State Technical University. P. 283–288. [in Russian].