**Вербицький С.Б.**

К.Т.Н.

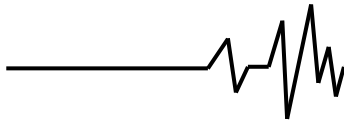
*Інститут продовольчих
ресурсів НААН України***Verbytskyi S.**

Ph.D. Engineering

*Institute of Food Resources
of National Academy of
Agrarian Sciences of
Ukraine***УДК 637.5.03****DOI: 10.37128/2306-8744-2025-3-14****ВИЗНАЧАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ПАРАМЕТРІВ ІН'ЄКТУВАННЯ
М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ, НЕОБХІДНИХ
ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ
БАГАТОГОЛКОВОГО ІН'ЄКТОРА
РОЗОСЛУ**

Процес соління м'ясної сировини застосовують для виробництва м'ясних продуктів і продовженню термінів їх зберігання. Інтенсифікувати процес соління дозволяють технології голкового ін'єктування, зокрема здійснюваного за допомогою багатоголкових ін'єкторів розсолу. Зазвичай їх використовують разом з масажерами м'яса. Об'єктом дослідження найдовші м'язи спини з охолоджених туш молодняка великої рогатої худоби. Сировину ін'єктували до залишкового вмісту розсолу біля 20% на багатоголковому ін'єкторі з 50 ін'єктувальними голками та тиском розпилення 2, 4 та 6 кГ/см². Альтернативно м'ясо ін'єктували на електромеханічному ін'єкторі під тиском 1,5 кГ/см². Кожний шматок зважували до та безпосередньо після ін'єктування, підраховували процентний вміст розсолу. Встановлено, що на точність ін'єктування (рівномірність ступеню ін'єктування) тиск розпилення впливає тільки до значення 6 кГ/см², доки не досягається достатній ефект розпилення. Зменшення часу стікання (починаючи з тиску 6 кГ/см² через 1 годину після ін'єктування стікання соку припиняється) дозволяє забезпечити прискорення безперервного виробничого потоку. Натомість зменшення кількості розсолу, що витікає (від 16,75 % для продуктів, які проін'єктовано за 2 кГ/см² до 4,5 % за 8 кГ/см²) дозволяє значно скоротити час обробки. Результати підтвердили гіпотезу про те, що розсіл, який втрачається від стікання, перебуває, в основному, в отворі, створеному при русі голки крізь м'ясо. Цей розсіл не фіксується м'язовою тканиною, отже швидко стікає. Високий тиск ін'єктування сприяє введенню розсолу глибоко в м'язи, фіксації його і, таким чином, зменшенню частки втраченого розсолу. Якісний посол м'ясної сировини можливо здійснювати за один цикл обробки на багатоголковому ін'єкторі з кроком подачі 15-35 мм, при цьому кількість розсолу, що подається одною голкою за цикл, не повинна бути меншою ніж 10 мл. Вихід готового продукту при голковому ін'єктуванні збільшується на 15-25%. Уведення більше ніж 30% розсолу до маси сирого м'яса не є раціональним, оскільки призводить до зростання втрат при термообробці і зменшує силу зв'язування вологи. Отримані в результаті проведених робіт, аналізування та вивчення напрямків конструювання дозволили регламентувати раціональні режими ін'єктування м'ясної сировини.

Ключові слова: м'ясна сировина, соління, посолу вальний розсіл, голкове соління, багатоголковий ін'єктор розсолу, тиск ін'єктування, стікання розсолу.



Вступ. Сучасне м'ясне виробництво відрізняється різноманітністю технологічних процесів і спеціалізованого обладнання, що застосовується з метою їх здійснення [1, 2], в тому числі обладнання для реалізації інноваційних фізичних і біотехнологічних методів [3-5], які обирають для застосування на підставі різних технічних і технологічних критеріїв, основним з яких є енергоефективність. Без залучення зазначених інноваційних технологій прогрес у м'ясній промисловості не є можливим [6, 7].

Процес соління м'ясної сировини впродовж багатьох століть був надійним способом виробництва різноманітних м'ясних продуктів, здатних зберігатися досить довго. Реалізований шляхом введення в м'ясо кухонної солі та інших посолільних речовин, цей процес дозволяє запобігти мікробному псуванню м'ясних продуктів, сприяє наданню їм характерних смаку, аромату, кольору, консистенції та інших органолептичних властивостей.

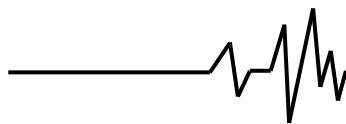
Аналіз останніх досліджень і публікацій. Традиційними техніками соління є втирання посолювальних речовин у м'ясну сировину або занурення м'яса до наповнених розсолу посудин. Інтенсифікувати процес соління дозволяють технології голкового ін'єктування, зокрема здійснюваного за допомогою багатоголкових ін'єкторів розсолу [8-10]. Для підвищення виходу готової продукції, скорочення тривалості виробничого циклу, рівномірного розподілу компонентів розсолів у м'язовій тканині типовим для практики м'ясопереробки є послідовне застосування ін'єкторів розсолу і масажерів м'яса [11-13]. Залежно від властивостей оброблюваної сировини та складу застосовуваного розсолу, одноразова обробка м'ясної сировини за допомогою багатоголкового ін'єктора розсолу забезпечує збільшення маси сировини на 15 – 20 % завдяки введенню посолювальних речовин у м'язові тканини м'яса. Подальше пом'якшення м'ясної сировини в масажері супроводжується додатковим насиченням тканин м'яса розсалом, завдяки чому шматки збільшуються в масі на 10% щодо маси вихідної сировини. Кількість розсолу, що вводиться в товщу м'язової тканини, може перевищувати 100 % маси. У цілому, голкове ін'єктування дозволяє інтенсифікувати розподілення розсолу та дозрівання м'яса, підвищує його ніжність і вологоутримувальну здатність, одночасно збільшуючи вихід продукції та здешевлюючи її [7].

Ін'єкційне соління сприяє мацерації м'яса, впливаючи на нього двома способами: (1) механічно, викликаючи руйнування м'язових волокон, та (2) хімічно, вводючи в м'ясо інгредієнти, які збільшують утримання води або

сприяють протеолізу м'язових волокон. Обробляючи яловичину, застосовують відносно простіший і дешевший розсіл, а також нижчі рівні ін'єктування порівняно з виробництвом шинки зі свинячого стегна, оскільки у першому випадку метою посолу є поліпшення консистенції, а не збільшення виходів. Найпростіший розсіл складається з води, солі (2-3%), фосфатів (1%) та інших необхідних інгредієнтів, насамперед як антиоксидантів. Для яловичини рівні ін'єктування, що рекомендуються, становлять від 8 % до 10 % [14].

Принцип дії голкового ін'єктора полягає в тому, що сировину вручну або механічно пронизують голками (від однієї до декількох десятків), і розсіл нагнітається через їх центральні канали до отворів малого діаметра в вістрі та/або в периферії кожної з них. У сучасних ін'єкторах впорскування розсолу зазвичай здійснюють під тиском від 2 до 4 кг/см² через безпосередньо введені в товщу м'яса голки, на бічній поверхні яких розташовані отвори діаметром 1 мм, завдяки чому розсіл рівномірно заповнює простір між волокнами м'яса і доносить посолювальні речовини до всіх внутрішніх зон оброблюваного шматка або відрубу м'яса. Відповідно, висока швидкість дифузії зазначених речовин у товщі м'ясної сировини забезпечує прийнятну інтенсифікацію процесу посолу. Незначне стікання розсолу після ін'єктування, рівномірний розподіл посолювальних інгредієнтів, відсутність непросолених або надто просолених шматків у кожній партії продукції, а також відсутність відмінностей їх органолептичних показників є практичними критеріями того, що ін'єктування м'ясної сировини проведено якісно [15].

Для невеликих підприємств призначено ін'єктори з однією або декількома порожніми голками, які вводять у товщу м'яса вручну, а подачу розсолу розсолу здійснюють за допомогою насоса. Також пристрої зазначеної конструкції безальтернативні при голковому ін'єктуванні окістів та інших великих відрубів м'яса. На середніх і великих підприємствах доцільно використовувати багатоголкові ін'єктори розсолу з безперервним подаванням сировини в робочу зону ін'єкції за допомогою штовхальних або пластинчастих конвеєрів, приводи яких синхронізовано з приводами голкових блоків. Таким чином, при введенні в товщу м'яса ін'єкційних голок та нагнітання розсолу конвеєр подачі в режимі вистій, здійснюється ін'єкція шматків сировини, що знаходяться безпосередньо під голковим блоком. Залежно від типу розсолів, що застосовуються, насос виконує безперервну або дозовану подачу розсолу в голки. Ін'єктори, призначені для оброблення безкісткової сировини, оснащують опускними блоками



нерухомо зафіксованими голками, натомість в ін'єкторах для м'яса на кістці голки обладнують пружинними або пневматичними демпферами, що запобігають деформації або поломки кожної з голок у випадку їхнього контакту з кістковою тканиною.

Типовими у світовій практиці інтенсивного соління м'ясної сировини є багатоголкові ін'єктори з електромеханічним приводом, проте це технічне рішення не є безальтернативним. В Інституті продовольчих ресурсів НААН розроблено лінійку багатоголкових ін'єкторів розсолу з ручним та/або пневматичним приводом – у тому числі й використаний у цій роботі багатоголковий пневматичний ін'єктор Я5-ФШ1Л, опис якого наведено у розділі «Матеріали та методи».

Мета та завдання дослідження. Дослідження проведено з метою визначення технологічних параметрів ін'єкування м'ясної сировини, необхідних для проєктування багатоголкового ін'єктора розсолу. Завданням дослідження було виконання низки дослідів щодо вивчення впливу тиску ін'єкування на рівномірність ступеню ін'єкування шматків м'яса.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження було обрано найдовший м'яз спини (*longissimus dorsi*) завдовжки приблизно 15 см, взятий з охолодженої туші молодняка великої рогатої худоби. Сировину ін'єкували до залишкового вмісту розсолу біля 20% на багатоголковому ін'єкторі Я5-ФШ1Л з тиском розпилення 2, 4 та 6 кг/см². Багатоголковий пневматичний ін'єктор Я5-ФШ1Л (рис. 1) оснащено 50 голками, він призначений для ін'єкування безкісткової м'ясної сировини в автоматичному режимі. Один пневмопривід цієї машини приводить в дію голковий блок і здійснює подавання розсолу до отворів ін'єкційних голок, а інший забезпечує подавання сировини за допомогою штовхального конвеєра [7, 15]. Такий самий шматок м'яса ін'єкували на ін'єкторі NK-27 (рис. 2) польської фірми "Karpowicz" з застосуванням технології низького тиску [16]. Тиск ін'єкування на цьому ін'єкторі дорівнював 1,5 кг/см², розсіл подається насосом безперервної дії. Дослідні виробки повторювалися тричі, кількість шматків сировини дорівнювала 5 у кожній серії. Кожний шматок зважували до та безпосередньо після ін'єкування, підраховували процентний вміст розсолу. Кожну серію дослідів оцінювали статистичними методами та вираховували стандартні відхилення.

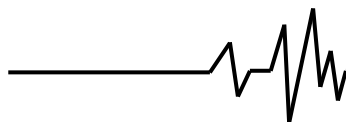


Рис. 1 Ін'єктор-автомат Я5-ФШ1Л з двома пневмоприводами



Рис. 2 Багатоголковий електромеханічний ін'єктор розсолу NK-27 виробництва «Karpowicz» (Польща) [16]

Викладення основного матеріалу. Результати дослідів наведено у табл. 1. З неї та з рис. 3 видно, що для зразків, проін'єкованих на ін'єкторі Я5-ФШ1Л, на тиск розпилення впливає лише робочий тиск, який не перевищує 6 кг/см², натомість для тиску, що перевищує 6 кг/см² значних відмінностей не спостерігається, при цьому значення стандартного відхилення знаходяться біля позначки 0,6. Це пояснюється незначним ефектом розпилення за тиску в діапазоні 2 – 4 кг/см², коли утворюються великі краплі, для яких характерною є низька швидкість. За таких умов, певні опори, причиною для яких є природні відмінності в м'язовій структурі, впливають на потоки з ін'єкційних отворів, спричиняючи локальні відмінності тиску та, відповідно, збільшення відхилень для даних



серій дослідів. Таким чином встановлено, що на точність ін'єктування (рівномірність ступеню ін'єктування) тиск розсолу впливає тільки до

значення 6 кг/см², доки не досягається достатній ефект розпилення. Результати дослідів зазначено у табл. 4 та зображено на рис. 3.

Таблиця 1

Залежність параметрів ін'єктування від типу ін'єктора та робочого тиску розсолу

Тип машини	Тиск розсолу	Середня ступінь ін'єктування, %	Стандартне відхилення
Я5-ФШ1Л	2	20,21	1,21
	4	20,40	0,93
	6	20,18	0,61
Karpowicz NK-27	1,5	20,37	1,63

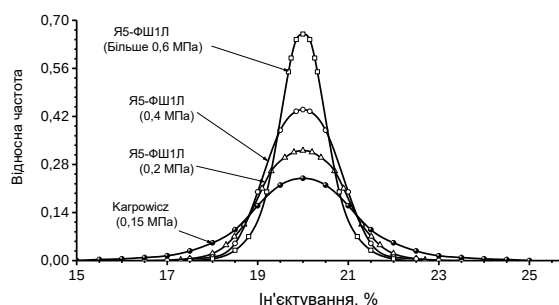


Рис. 3 Значення стандартного відхилення для зразків, проін'єктованих на ін'єкторі Я5-ФШ1Л

Значення тиску є суттєвим чином відмінними для випадків подавання розсолу об'ємними поршневыми насосом та насосами безперервної дії, для яких значення стандартного відхилення значно вищі (1,63).

Виходячи з цього, можна зробити висновок про те, що точність ін'єктування у разі об'ємного дозування розсолу набагато перевищує точність дозування, яку забезпечують насосні системи безперервної дії. Завдяки цьому забезпечується отримання продукту зі значно стабільнішими органолептичними характеристиками, без дефектів посолу.

У ході виконання цієї роботи також визначали вплив тиску ін'єктування на втрати розсолу від стікання. Для ін'єктування зразків longissimus dorsi використовували ін'єктор Я5-

ФШ1Л, для кожного зразка домагалися ступеню ін'єктування біля 20% шляхом регулювання об'єму розсолу, що подається до голкової головки. Тиск в контурі розсолу змінювався в межах 2 – 8 кг/см². Після ін'єктування кожний шматок клали до окремого контейнера та зважували безпосередньо після ін'єктування – впродовж 10 хв., після стікання на протязі 1 год., 2 год. та 24 годин, при цьому вільний розсіл кожного разу відкидали. Результати дослідів наведено в таблицях 2 та 3 та зображено на рис. 4 та 5.

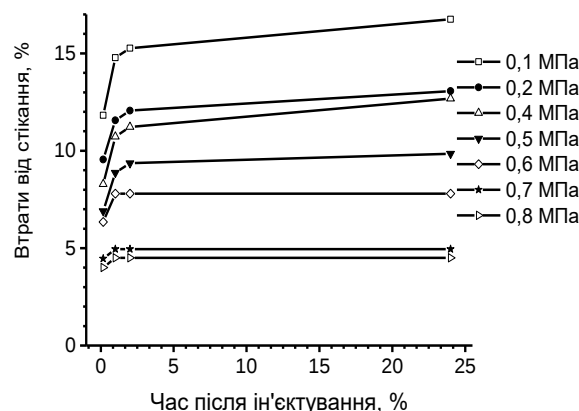
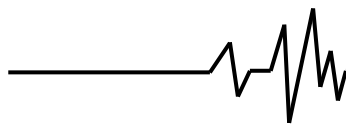


Рис. 4. Динаміка стікання розсолу залежно від тиску ін'єктування

Вплив робочого тиску ін'єктування на втрати від стікання

Тиск ін'єктування (кг/см ²)	Ступінь стікання, %, через			
	10 хв.	1 год.	2 год.	24 год.
2	11,82	14,78	15,27	16,75
3	9,55	11,56	12,06	13,07
4	8,29	10,73	11,22	12,68
5	6,90	8,87	9,36	9,85
6	6,34	7,80	7,80	7,80
7	4,46	4,95	4,95	4,95
8	4,00	4,50	4,50	4,50

Таблиця 2



Один з шматків м'яса, проін'єктований за визначеного тиску, упаковували під вакуумом в пластикову багатошарову термозбіжну плівку через годину після ін'єктування. Рис. 4 та 5 наочно зображують відношення між втратою розсолу від стікання та тиском ін'єктування: з одного боку, більші значення тиску ін'єктування значно зменшують втрати розсолу від стікання, з іншого боку, спостерігається значне зменшення часу стікання у разі роботи з підвищеним тиском.

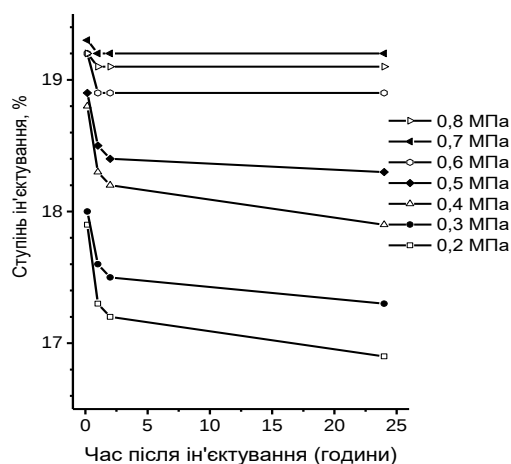


Рис. 5. Залежність ступеню ін'єктування від тиску ін'єктування

Таблиця 3

Вплив робочого тиску на ступінь ін'єктування

Тиск ін'єктування (кг/см ²)	Ступінь ін'єктування, %, через			
	10 хв.	1 год.	2 год.	24 год.
2	17,9	17,3	17,2	16,9
3	18,0	17,6	17,5	17,3
4	18,8	18,3	18,2	17,9
5	18,9	18,5	18,4	18,3
6	19,2	18,9	18,9	18,9
7	19,3	19,2	19,2	19,2
8	19,2	19,1	19,1	19,1

Шматки, упаковані під вакуумом, розкривали та перевіряли на стікання через 24 години після ін'єктування. Як і для результатів, отриманих за атмосферних умов, ексудація соків в упаковку спостерігалася тільки для тиску до 6 кг/см², крім того чим меншим був тиск, тим більше виділялось вільного соку.

Обидва явища дуже важливі для організації виробництва м'ясних продуктів. Зменшення часу стікання (починаючи з тиску 6 кг/см² через 1 годину після ін'єктування стікання соку припиняється) дозволяє забезпечити прискорення безперервного виробничого потоку. Натомість зменшення кількості розсолу, що витікає (від 16,75 % для продуктів, які проін'єктовано за 2 кг/см² до 4,5 % за 8 кг/см²) дозволяє значно скоротити час масування шматків м'яса, знизити собівартість цільном'язових м'ясних продуктів тощо.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Отримані результати повністю підтверджують гіпотезу про те, що розсіл, який втрачається від стікання, перебуває, в основному, в отворі, створеному при русі голки крізь м'ясо. Цей розсіл не фіксується м'язовою тканиною, отже швидко стікає. Високий тиск ін'єктування сприяє введенню

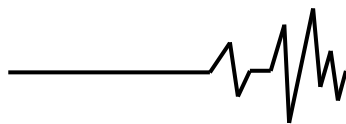
розсолу глибоко в м'язи, фіксації його і, таким чином, зменшенню частки втраченого розсолу.

Таким чином, визначено, що якісний посол м'ясної сировини можливо здійснювати за один цикл обробки на багатоголковому ін'єкторі з кроком подачі 15-35 мм, при цьому кількість розсолу, що подається одною голкою за цикл, не повинна бути меншою ніж 10 мл.

Отримані дані свідчать про інтенсифікацію процесу вологого посолу м'ясної сировини при ін'єктуванні його розсолом через порожнисті голки, що дозволяє збільшити швидкість посолу в 3-4 рази при наступній обробці сировини у вакуумному масажері. Вихід готового продукту при голковому ін'єктуванні збільшується на 15-25%. Уведення більше ніж 30% розсолу до маси сирого м'яса не є раціональним, оскільки призводить до зростання втрат при термообробці і зменшує силу зв'язування вологи.

Отримані в результаті проведених робіт, аналізування та вивчення напрямків конструювання ін'єкторів провідних фірм і досвіду ІПР НААН за останні роки дозволили регламентувати вихідні дані і режими ін'єктування м'ясної сировини розсолом:

- сітка пенетрації, мм х мм 30 х 25;
- крок подавання сировини, мм 15-35;



- кількість розсолу, що подається 1 голкою, не менш ніж, мл 10;
- діаметр голки, мм 5;
- кількість отворів у голці діаметром 0,8 мм, не менш ніж, шт 4;
- відстань між отворами не менш ніж, мм 5.

На підставі викладених вище даних буде розроблено конструкцію багатоголкового ін'єктора розсолу з електромеханічним приводом, призначеного для вологого посолу м'ясокісткової сировини, продуктивністю 500 кг/год.

Список використаних джерел

1. Barbut S. Meat Processing Equipment. In: Poultry Products Processing, CRC Press. 2016. P. 239-264 <https://doi.org/10.1201/9781420031744>.
2. Cummins E., Lyng J. Emerging technologies in meat processing. 2016. P. 1-5.
3. Bekhit A. Advances in Meat Processing Technology. CRC Press. 2017.
4. Ojha K., Kerry J., Tiwari B. Emerging technologies for the meat processing industry. In: Advanced technologies for meat processing. CRC Press. 2017. P. 297-318.
5. Smetana S., Terjung N., Aganovic K., Alahakoon A., Oey I., Heinz V. Emerging Technologies of Meat Processing. In: Sustainable Meat Production and Processing. Academic Press. 2019. P. 181-205. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814874-7.00010-9>.
6. Kovalenko O., Verbytskyi S., Yashchenko L., Lysenko H. Peculiarities of technical means of meat processing industry in Ukraine. *The Scientific Journal of Cahul State University "Bogdan Petriceicu Hasdeu" Economic and Engineering Studies*. 2020. 7(1). P. 66-72.
7. Verbytskyi S. Effect of technological parameters of the needle injecting upon the quality of the processing of raw meats. *Food Resources*. 2022. 18(10). P. 7-18. <https://doi.org/10.31073/foodresources2022-18-01>.
8. Jůzl M., Nedomová Š. Quality of animal products. *Mendel University in Brno*. 2015.
9. Planas i Solivera, S. Caracterització de salmorres i avaluació en un model de producte carni cuit. *Universitat de Girona, Escola Politècnica Superior*. 2018.
10. Krzywdzińska-Bartkowiak M., Gajewska-Szczerbal H., Dolata W. Wpływ nastrzykiwania na solanką pelującą i masowania na zmiany mikrostruktury dwóch części mięśnia najdłuższego grzbietu świni. *Nauka Przyroda Technologie, Nauki o Żywności i Żywieniu*. 2010. Tom 4. Zeszyt 2. S. 1–9.
11. Cáceres J. C., Sanabria C. J. Evaluación de salmueras para mejoramiento de las características fisicoquímicas en el lomo (M. Longissimus dorsi) de vacas de descarte de la unidad de Ganado Lechero de Zamorano. 2021. Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana. 38 p.
12. Verbytskyi S. Hydro-mechanical processing of raw beef by massaging: theoretical basics and practical. *Scientific Works*. 2024. 88(1). P. 90-98. <https://doi.org/10.15673/swonaft.v88i1.2966>.

13. Verbytskyi S. B. Determination of technological parameters of the operation of a multi-needle injector for raw meats. *Bulletin of the M. Kozybayev NKU*. 2022. 1(53). P. 129-133. <http://doi.org/10.54596/2309-6977-2022-1-129-133>.

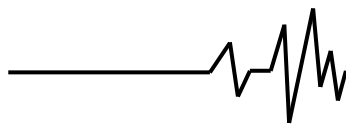
14. Rocha McGuire A. E. Mejorando la suavidad de la carne de bovino con tecnología de inyección. 2022. Carnetec: <https://www.carnetec.com/Industry/TechnicalArticles/Detai/104982> (Visitado 31 octubre 2025).

15. Вербицький С., Старчевой С., Усатенко Н., Кияська Т. Ін'єкування м'ясної сировини розсолами з колагеновмісними компонентами. *Продовольчі ресурси*. 2019. 7(12). С. 35–49. <https://doi.org/10.31073/foodresources2019-12-04>

16. Nastrzykiwarka z serii SAS produkcji NOWICKI z innowacyjnym systemem ważenia i kontroli poziomu nastrzyku. *Mięsne technologie*. 2020. 3. P. 66-67.

References

1. Barbut, S. (2016). Meat Processing Equipment. In: Poultry Products Processing, CRC Press, p. 239-264. <https://doi.org/10.1201/9781420031744>.
2. Cummins, E., Lyng, J. (2016). Emerging technologies in meat processing, p. 1-5.
3. Bekhit, A. (2017). Advances in Meat Processing Technology. CRC Press.
4. Ojha, K., Kerry, J., Tiwari, B. (2017). Emerging technologies for the meat processing industry. In: Advanced technologies for meat processing. CRC Press, p. 297-318.
5. Smetana, S., Terjung, N., Aganovic, K., Alahakoon, A., Oey, I., Heinz, V. (2019). Emerging Technologies of Meat Processing. In: Sustainable Meat Production and Processing. Academic Press, p. 181-205 <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814874-7.00010-9>.
6. Kovalenko, O., Verbytskyi, S., Yashchenko, L., Lysenko, H. (2020). Peculiarities of technical means of meat processing industry in Ukraine. *The Scientific Journal of Cahul State University "Bogdan Petriceicu Hasdeu" Economic and Engineering Studies*, 7(1), p. 66-72.
7. Verbytskyi, S. (2022). Effect of technological parameters of the needle injecting upon the quality of the processing of raw meats. *Food Resources*, 18(10), hp. 7-18. <https://doi.org/10.31073/foodresources2022-18-01>.
8. Jůzl, M., Nedomová, Š. (2015). Quality of animal products. *Mendel University in Brno*.
9. Planas i Solivera, S. (2018). Caracterització de salmorres i avaluació en un model de producte carni cuit. *Universitat de Girona, Escola Politècnica Superior*.
10. Krzywdzińska-Bartkowiak, M., Gajewska-Szczerbal, H., Dolata, W. (2010). Wpływ nastrzykiwania na solanką pelującą i masowania na zmiany mikrostruktury dwóch części mięśnia najdłuższego grzbietu świni. *Nauka Przyroda Technologie, Nauki o Żywności i Żywieniu*. Tom 4, Zeszyt 2. S. 1–9.



11. Cáceres, J. C., Sanabria, C. J. (2021). Evaluación de salmueras para mejoramiento de las características fisicoquímicas en el lomo (M. Longissimus dorsi) de vacas de descarte de la unidad de Ganado Lechero de Zamorano. Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana. 38 p.

12. Verbytskyi, S. (2024). Hydro-mechanical processing of raw beef by massaging: theoretical basics and practical. Scientific Works, 88(1), p. 90-98. <http://doi.org/10.15673/swonft.v88i1.2966>.

13. Verbytskyi, S. B. (2022). Determination of technological parameters of the operation of a multi-needle injector for raw meats. Bulletin of the M. Kozybayev NKU, 1(53), p. 129-133. <http://doi.org/10.54596/2309-6977-2022-1-129-133>.

14. Rocha McGuire, A. E. (2022). Mejorando la suavidad de la carne de bovino con tecnología de inyección. Carnetec: <https://www.carnetec.com/Industry/TechnicalArticles/Details/104982> (Visitado 31 octubre 2025).

15. Verbytskyi, S., Starchevoi, S., Usatenko, N., Kryzhaska, T. (2019). Inyektuvannia miasnoi syrovyny rozsolamy z kolagenvmisnymi komponentamy [Injection of raw meats with brines containing collagen components]. Prodovolchi resursy [Food Resources]. 7(12), P. 35-49 <http://doi.org/10.31073/foodresources2019-12-04> [in Ukrainian].

16. Nastrykiwarka z serii SAS produkcji NOWICKI z innowacyjnym systemem ważenia i kontroli poziomu nastryku. (2020). Mięśne technologie, 3, p. 66-67.

DETERMINING THE TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF RAW MEATS INJECTION REQUIRED FOR THE DEVELOPMENT OF A MULTI-NEEDLE INJECTOR

The process of salting meat raw materials is used to produce meat products and extend their shelf life. Needle injection technologies, particularly those

carried out using multi-needle brine injectors, allow for intensification of the salting process. These are typically used in conjunction with meat massagers. The study subjects were the longissimus dorsi muscles from chilled young cattle carcasses. The raw materials were injected into a residual brine content of approximately 20% using a multi-needle injector with 50 injection needles and a spray pressure of 2, 4, and 6 kg/cm². Alternatively, the meat was injected using an electromechanical injector at a pressure of 1.5 kg/cm². Each piece was weighed before and after injection, and the percentage of brine was calculated. It was found that spray pressure only affects injection accuracy (uniformity of injection degree) at 6 kg/cm², until a sufficient spray effect is achieved. Reducing the drip time (starting with a pressure of 6 kg/cm², juice dripping ceases 1 hour after injection) allows for faster continuous production flow. Reducing the amount of brine leakage (from 16.75% for products injected at 2 kg/cm² to 4.5% at 8 kg/cm²) significantly reduces processing time. The results confirmed the hypothesis that the brine lost by dripping is primarily located in the hole created by the needle's movement through the meat. This brine is not held by muscle tissue, so it drains quickly. High injection pressure helps inject the brine deep into the muscle, locking it in place and thus reducing the amount of brine lost. High-quality curing of meat can be achieved in a single processing cycle using a multi-needle injector with a feed rate of 15-35 mm, with the amount of brine injected per needle being no less than 10 ml per cycle. The yield of the finished product increases by 15-25% with needle injection. Introducing more than 30% brine into raw meat is not practical, as it increases heat-treatment losses and reduces moisture binding capacity. The resulting research, analysis, and study of design trends allowed establishing rational injection regimes for meat raw materials.

Keywords: meat raw materials, curing, curing brine, needle curing, multi-needle brine injector, injection pressure, brine flow.

Відомості про автора

Вербицький Сергій Борисович – кандидат технічних наук, завідувач відділу інформаційного забезпечення, інноваційного провайдингу, стандартизації та метрології, Інститут продовольчих ресурсів Національної академії аграрних наук України, 02002, вул. Євгена Сверстюка, 4а, м. Київ, Україна, e-mail: tk140@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4211-3789>

Verbytskyi Sergii – PhD Engineering, Head of the Department of Informational Support, Innovative Providing, Standardization and Metrology, Institute of Food Resources of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 02002, Yevhena Serstiuka St., 4a, Kyiv, Ukraine, e-mail: tk140@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4211-3789>.

Стаття надійшла 03.11.2025

Стаття прийнята 16.11.2025

Опубліковано 25.12.2025.