Original researches

Slaughter animals' meat identification according to suitability for consumption using developed methods

N. M. Bogatko, T. G. Mazur, A. F. Bogatko

Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

Received: 10 January 2021

Revised: 30 January 2021

Accepted: 22 February 2021

Bila Tserkva National Agrarian University,
Cathedral Square, 8/1, Bila Tserkva, 09117,
Ukraine

Tel.: +38-067-395-21-50

E-mail: nadiyabogatko@ukr.net

Cite this article: Bogatko, N. M., Mazur, T. G., & Bogatko, A. F. (2021). Slaughter animals' meat identification according to suitability for consumption using developed methods. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 9(1), 10–17. doi: 10.32819/2021.91002

Abstract. It is recommended for state veterinary inspectors simple, improved and new methods for identifying meat of slaughter animals according to suitability for consumption and compliance with its shelf life due to the detection of the peroxidase enzyme in the filtered meat-water extract; the use of an improved formol reaction at the facilities for meat production and turnover as a result of the substitution of suitable meat for human consumption with meat from sick animals, having reliability in tests of 99.8% and 96.4%, respectively. And also a new method of bacterioscopic assessment of the degree of bacterial contamination of the meat from slaughter animals by staining smears-prints according to Gram in Hooker's modification was developed and recommended to establish the degree of freshness, which has a reliability of 99.5%. It was found that the largest percentage of meat was obtained from healthy animals with an improved method for detecting the peroxidase enzyme at meat production facilities – from 60.00 to 89.58%, at wholesale depots – from 61.54 to 81.82%; when sold in supermarkets – from 56.52 to 90.48%; in agriood markets – from 69.70 to 78.26%. However, the percentage of meat obtained from suspiciously sick animals at its production facilities ranged from 9.52 to 30.00%, at wholesale depots – from 13.63 to 26.92%; when sold in supermarkets – from 9.52 to 27.27%, in agriood markets – from 8.70 to 21.21%; and meat obtained from sick animals, respectively, at production facilities and wholesale depots – from 4.76 to 10.00% and from 4.55 to 11.54%; in supermarkets and agriood markets, respectively – from 4.76 to 17.39% and from 9.09 to 13.04%. It was found that the largest percentage of meat was obtained from healthy animals with an improved formol reaction method at meat production facilities – from 72.73 to 93.18%, at wholesale depots for storage – from 69.56 to 77.78%, when sold in supermarkets – from 67.39 to 78.26%, and in agriood markets – from 75.00 to 78.57%. Although, the percentage of meat obtained from suspiciously sick animals at the facilities for its production ranged from 6.82 to 18.18%, at wholesale depots – from 16.67 to 26.09%; when sold in supermarkets ranged from 13.04 to 23.91%; in agriood markets – from 15.28 to 20.00%; and meat obtained from seriously ill animals at meat production facilities and wholesale depots, respectively, from 3.23 to 9.09% and from 4.35 to 8.33%; in supermarkets and agriood markets, respectively – from 6.98 to 8.70% and from 4.76 to 7.69%.

Keywords: beef; pork; lamb; goat meat; peroxidase; formol reaction; degree of freshness.

Ідентифікація м'яса забійних тварин щодо придатності до споживання за розробленими методиками

Н. М. Богатко, Т. Г. Мазур, А. Ф. Богатко

Білоцерківський національний аграрний університет, Біла Церква, Україна

Анотація. Рекомендовано державним інспекторам ветеринарної медицини прості удосконалені та нові методики ідентифікації м'яса забійних тварин щодо придатності для споживання та дотримання термінів його зберігання внаслідок виявлення ферменту пероксидази у профільтованій м'ясо-водній витязці; використання удосконаленої формольної реакції на потужностях з їх виробництва та обігу внаслідок підміни придатного м'яса до споживання людьми м'ясом від хворих тварин, які мають достовірність у випробуваннях відповідно у 99,8 та 96,4%. А також розроблено та рекомендовано новий метод бактеріоскопічного оцінювання ступеня обсіменіння м'яса забійних тварин мікроорганізмами шляхом фарбування мазків-відбитків за Грамом у модифікації Хукера для встановлення ступеня свіжості, який має достовірність у 99,5%. Встановлено, що найбільший відсоток м'яса отримано від здорових тварин за удосконаленим методом виявлення ферменту пероксидази на потужностях з його виробництва – від 60,00 до 89,58%, за зберігання на оптових базах – від 61,54 до 81,82%; під час реалізації в супермаркетах – від 56,52 до 90,48%; на агропродовольчих ринках – від 69,70 до 78,26%. Проте відсоток м'яса, отриманого від підозріло хворих тварин, на потужностях із його виробництва складав від 9,52 до 30,00%, на оптових базах – від 13,63 до 26,92%; за реалізації у супермаркетах – від 9,52 до 27,27%, на агропродовольчих ринках – від 8,70 до 21,21%; а м'яса, отриманого від хворих тварин, відповідно на потужностях та оптових базах – від 4,76 до 10,00% та від 4,55 до 11,54%; у супермаркетах і агропродовольчих ринках відповідно – від 4,76 до 17,39% та від 9,09 до 13,04%. Дослідженнями встановлено, що найбільший відсоток м'яса отримано від здорових тварин за удосконаленим методом формольної реакції на потужностях з його виробництва – від 72,73 до 93,18%, на оптових базах за зберігання – від 69,56 до 77,78%, під час реалізації у супермаркетах – від 67,39 до 78,26%, та на агропродовольчих ринках – від 75,00 до 78,57%. Проте відсоток м'яса, отриманого від підозріло хворих тварин, на потужностях з його виробництва складав від 6,82 до 18,18%, на оптових базах – від 16,67 до 26,09%; під час реалізації в супермаркетах

складав від 13,04 до 23,91%; на агропродовольчих ринках – від 15,28 до 20,00%; а м'яса, отриманого від тяжко хворих тварин, відповідно на потужностях і оптових базах – від 3,23 до 9,09% та від 4,35 до 8,33%; у супермаркетах і агропродовольчих ринках відповідно – від 6,98 до 8,70% та від 4,76 до 7,69%.

Ключові слова: яловичина; свинина; баранина; козлятина; пероксидаза; формольна реакція; ступінь свіжості.

Вступ

М'ясопереробна галузь України виробляє для споживачів широкий асортимент харчових продуктів. Проте впродовж останніх десятиліть надзвичайно гостро постає проблема гарантування безпечності харчових продуктів (Davidson et al., 2016; Monohan et al., 2018) під час ветеринарно-санітарного інспектування (Spink et al., 2019). Нині державні ветеринарні інспектори здійснюють ризик-орієнтований контроль на потужностях із виробництва та обігу м'яса забійних тварин за впровадження системи простежуваності та системи НАССР (Muela, 2012; Milios et al., 2012), а оператори ринку повинні забезпечити організацію санітарно-гігієнічних заходів щодо порушення умов зберігання продукції (Mayada et al., 2015; Paliy et al., 2018) та попередження розповсюдження заразних хвороб тварин через продукцію тваринного походження під час її виробництва, переробки, зберігання, транспортування й реалізації шляхом проведення повного комплексу випробувань, передбачених законодавством (Moore, 2012; Savelli & Mateus, 2019; Mayada et al., 2020).

Згідно з нормативно-правовими документами до забою допускаються лише клінічно здорові тварини, а забій хворих та підозрілих щодо захворювання тварин проводиться з дозволу Компетентного органу лише у випадках, передбачених законодавством.

Перевірка підозри, що продукти забою, одержані від хворих тварин, забитих в агональному стані або від загиблених тварин, з'ясується шляхом проведення комплексу досліджень: органолептичних (Matsuishi et al., 2004), біохімічних (Mansoor Bhat, 2016), фізичних (Listrat et al., 2016), бактеріоскопічних і бактеріологічних (Nauta, 2002; Odewade, 2018).

Спалахи харчових зоонозів у людини можуть виникати внаслідок споживання харчових продуктів, отриманих від хворих тварин, від вторинної контамінації мікроорганізмами продукції тваринного походження в процесі заготівлі, забою, розбирання туш, зберігання у холодильниках тощо (Macias-Rodriguez et al., 2013; Goodwin & Shoulders, 2013).

Найважливіший критерій для оцінювання санітарно-гігієнічного стану виробленої м'ясної продукції – це мікробіологічні показники, особливо наявність патогенної мікрофлори, зокрема, сальмонел, що можуть спричинити тяжкі отруєння у разі споживання такої сировини (Givens, 2005; Dwinger Ron et al., 2008; Bansal et al., 2017).

Методи, які застосовують нині для виявлення м'яса, отриманого від хворих тварин, або встановлення його ступеня свіжості, недосконалі, трудомісткі, взаємосуперечливі, тривалі в часі та недостатньо інформативні (Luybchuk et al., 2015). Отже, розроблення удосконалених і нових методів оперативного контролю безпечності м'яса забійних тварин, стало важливим і актуальним питанням.

Тому мета роботи – з'ясувати доцільність застосування розроблених удосконалених методик ідентифікації м'яса забійних тварин за виявлення ферменту пероксидази та проведення формольної реакції внаслідок підміни придатного м'яса до споживання людьми м'ясом від хворих тварин, а також охарактеризувати розробленим методом виявлення обсіменіння м'яса забійних тварин мікроорганізмами для встановлення ступеня свіжості на потужностях із виробництва та обігу.

Матеріал і методи досліджень

Зразки найдовшого м'яза спини – яловичини, свинини, баранини, козлятини у кількості 200 г відбирали з потужностей виробництва та обігу м'яса забійних тварин – ТОВ МПЗ «Баварія», на оптових базах, супермаркетах «Сільпо», «АТБ», агропродовольчих ринках Київської області.

Відбирали зразки м'яса від напівтуш із холодильних камер: м'ясопереробної потужності, оптової бази за температури $-2...-3^{\circ}\text{C}$ на 20-ту добу; у супермаркетах за реалізації у вакуумному пакуванні м'яса з полиць холодильної відкритої вітрини за температури $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ на 2-гу добу; на агропродовольчому ринку під час реалізації м'яса за температури $0...6^{\circ}\text{C}$ на 2-гу добу. Проводили експериментальні дослідження щодо встановлення псування м'яса за отримання сумнівного і несвіжого ступеня свіжості м'яса забійних тварин на 21–22-гу і 24–25-ту добу та на 3 і 4–5-ту добу.

Методика визначення ферменту пероксидази у м'ясі забійних тварин відрізнялася тим, що використовували профільтовану витяжку з м'яса забійних тварин у кількості 2,0–2,1 см³, приготувану у співвідношенні 1 : 2 і настояну упродовж 10–11 хвилин, до якої додавали 5–6 крапель спиртового розчину бензидину з масовою концентрацією 0,2% та 4–5 крапель розчину пероксиду гідрогену з масовою концентрацією 1,5% і через 20–30 секунд установлювали наявність або відсутність синьо-зеленого забарвлення у м'ясо-водній витяжці. На цей експресний метод отримано Патент України на корисну модель 127923 (Bogatko et al., 2018).

Методика вдосконалення формольної реакції для визначення м'яса, отриманого від хворих тварин, відрізнялася тим, що використовували суміш, яку готували таким чином: до подрібнених 5,0–5,1 г м'яса у фарфорову ступку додавали 8,0–8,1 см³ розчину натрію хлориду з масовою часткою 0,85 % та 7–8 крапель розчину натрію гідроксиду з масовою часткою 0,1 моль/дм³, потім уміст фарфорової ступки розтирали пестиком протягом 2–3 хвилин, у подальшому отриману суміш кількісно переносили в колбу ємністю 50 см³ і нагрівали до кипіння для осадження білків, охолоджували, вміст колби нейтралізували 4–5 краплями розчину щавлевої кислоти з масовою часткою 6,0%, потім фільтрували через фільтрувальний папір, і до 2,0–2,2 см³ отриманого фільтрату додавали 1,5–1,6 см³ розчину нейтрального формальдегіду з масовою часткою 12% та проводили оцінювання реакції. На цей метод отримано Патент України на корисну модель 30500 (Bogatko et al., 2008).

Методика бактеріоскопічного оцінювання ступеня обсіменіння мікроорганізмами м'яса забійних тварин відрізнялася тим, що використовували два мазки-відбитки із глибоких шарів м'язової тканини, які фарбували за Грамом у модифікації Хукера, підраховували кількість мікроорганізмів у 15–20 полях зору і виводили середнє арифметичне значення мікроорганізмів на одне поле зору, а також визначали форму клітин (коки, мікрококи, паличкоподібні бактерії), споруутворення та відношення до фарбування за Грамом (Гр+ мікроорганізми та Гр-). На цей метод отримано Патент на корисну модель 60712 (Bogatko et al., 2011).

Для встановлення ступеня свіжості м'яса забійних тварин застосовували загальноприйняті методики – визначення величини рН у м'ясо-водній витяжці, вмісту летких жирних кислот

та аміноаміачного азоту відповідно до чинних нормативних документів.

Достовірність результатів проведених досліджень підтверджується використанням сертифікованого обладнання, сучасних методів випробувань, із застосуванням статистичної обробки даних.

Результати

Розроблений нами метод ідентифікації зразків – яловичини, свинини, баранини, козлятини, взятих із м'яса хворих тварин, полягає у виявленні ферменту пероксидази. Запропонована методика може використовуватися для визначення безпечності та якості м'яса забійних тварин у виробничих лабораторіях на потужностях з переробки м'яса і м'ясних продуктів, оптових баз під час зберігання, у супермаркетах, у державних лабораторіях ветеринарної медицини та в лабораторіях ветеринарно-санітарної експертизи на агропродовольчих ринках, а також під час судової експертизи харчових продуктів.

Розроблена експресна методика мала достовірність у визначенні якісних показників щодо ідентифікації м'яса забійних тварин, отриманого від хворих тварин, у 99,8%. Також більш достовірні дані – у 98,7–99,4% отримані порівняно до методу визначення вмісту аміноаміачного азоту в м'ясі забійних тварин та у 98,5–99,5% до методу визначення величини pH у м'ясо-водній витяжці.

Із застосуванням експресного методу здійснено моніторинг щодо безпечності та якості м'яса забійних тварин на потужностях із виробництва та обігу за використання розробленого удосконаленого методу за виявлення ферменту пероксидази (табл. 1, 2). Оцінювання результатів проводили за наявності синьо-зеленого забарвлення (позитивна реакція) у м'ясо-водній витяжці – м'ясо, отримане від здорових тварин; блакитно-зеленого кольору із запізненням (слабо-позитивна реакція) – м'ясо, отримане від підозріло хворих тварин; відсутності синьо-зеленого кольору (негативна реакція) – м'ясо, отримане від хворих тварин.

За даними таблиці 1 встановлено, що найбільший відсоток м'яса отримано від здорових тварин удосконаленим методом виявлення ферменту пероксидази на потужностях з його виробни-

цтва – від 60,00 до 89,58%, та за зберігання на оптових баз – від 61,54 до 81,82%. Проте відсоток м'яса, отриманого від підозріло хворих тварин, на потужностях з його виробництва складав від 9,52 до 30,00%, на оптових баз – від 13,63 до 26,92 %, а м'яса, отриманого від хворих тварин, відповідно, на потужностях – від 4,76 до 10,00% та від 4,55 до 11,54%.

За даними таблиці 2 встановлено, що найбільший відсоток м'яса було отримано від здорових тварин за розробленим удосконаленим методом виявлення ферменту пероксидази під час реалізації в супермаркетах – від 56,52 до 90,48%, та на агропродовольчих ринках – від 69,70 до 78,26%. Проте відсоток м'яса, отриманого від підозріло хворих тварин, за реалізації в супермаркетах складав від 9,52 до 27,27%, на агропродовольчих ринках – від 8,70 до 21,21%, а м'яса, отриманого від хворих тварин, відповідно на потужностях – від 4,76 до 17,39% та від 9,09 до 13,04%.

Отримані дані за наявністю або відсутністю синьо-зеленого забарвлення були стабільними та достовірними, а, отже, ці показники можна використовувати для визначення безпечності та якості м'яса забійних тварин, отриманого від хворих тварин, на потужностях із виробництва та обігу.

Розроблений нами спосіб експресний, простий у виконанні, а його результати дають надійні якісні показники для виявлення м'яса забійних тварин, отриманого від хворих тварин, за наявністю або відсутністю синьо-зеленого забарвлення під час виявлення ферменту пероксидази.

Цей удосконалений експресний метод ми пропонуємо для виявлення ферменту пероксидази у м'ясі забійних тварин поряд з іншими методами лабораторного дослідження м'яса (за вмістом аміноаміачного азоту, сірководню, аміаку, величиною pH, органолептичними показниками тощо).

Дослідженнями проведено моніторинг щодо встановлення м'яса забійних тварин, отриманих від хворих чи здорових тварин, удосконаленим методом формольної реакції на потужностях з їх виробництва та обігу внаслідок підміни придатного м'яса до споживання людьми м'ясом від хворих тварин (табл. 3, 4). Тому цей метод може широко застосовуватися під час ідентифікації такого м'яса забійних тварин у процесі виробництва, зберігання та реалізації.

Таблиця 1 – Моніторинг безпечності та якості м'яса забійних тварин на потужностях з виробництва та зберігання із застосуванням удосконаленого методу за виявлення ферменту пероксидази, %, n = 244

Вид м'яса забійних тварин	Всього проб	Якість м'яса забійних тварин					
		м'ясо, отримане від здорових тварин*		м'ясо, отримане від підозріло хворих тварин**		м'ясо, отримане від хворих тварин***	
		кількість проб	%	кількість проб	%	кількість проб	%
Потужності з виробництва м'яса забійних тварин							
Яловичина	42	36	85,72	4	9,52	2	4,76
Свинина	48	43	89,58	5	10,42	—	—
Баранина	24	16	66,67	6	25,00	2	8,33
Козлятина	10	6	60,00	3	30,00	1	10,00
Оптові бази							
Яловичина	34	26	76,47	6	17,65	2	5,88
Свинина	38	25	65,79	9	23,68	4	10,53
Баранина	26	16	61,54	7	26,92	3	11,54
Козлятина	22	18	81,82	3	13,63	1	4,55

Примітка: * – позитивна реакція – наявність синьо-зеленого кольору; ** – слабопозитивна реакція – утворення блакитно-зеленого кольору із запізненням; *** – негативна реакція – відсутність синьо-зеленого кольору.

Таблиця 2 – Моніторинг безпечності та якості м'яса забійних тварин на потужностях із реалізації із застосування удосконаленого методу за виявлення ферменту пероксидази, %, n = 249

Вид м'яса забійних тварин	Всього проб	Якість м'яса забійних тварин					
		м'ясо, отримане від здорових тварин*		м'ясо, отримане від підозріло хворих тварин**		м'ясо, отримане від хворих тварин***	
		кількість проб	%	кількість проб	%	кількість проб	%
Супермаркети							
Яловичина	42	31	73,81	9	21,43	2	4,76
Свинина	44	29	65,91	12	27,27	3	6,82
Баранина	23	13	56,52	6	26,09	4	17,39
Козлятина	21	19	90,48	2	9,52	—	—
Агропродовольчі ринки							
Яловичина	33	23	69,70	7	21,21	3	9,09
Свинина	44	31	70,46	8	18,18	5	11,36
Баранина	23	18	78,26	2	8,70	3	13,04
Козлятина	19	14	73,68	3	15,79	2	10,53

Примітка: * – позитивна реакція – наявність синьо-зеленого кольору; ** – слабопозитивна реакція – утворення блакитно-зеленого кольору із запізненням; *** – негативна реакція – відсутність синьо-зеленого кольору.

В основу цієї методики покладено завдання розробити спосіб удосконалення формольної реакції під час визначення м'яса забійних тварин, отриманих від хворих особин, шляхом взаємодії розчину нейтрального формальдегіду з масовою часткою 12% з профільованою сумішшю проби м'яса, натрію хлориду з масовою часткою 0,85%, розчину натрію гідроксиду з масовою часткою 0,1 моль/дм³ та шавлевої кислоти з масовою часткою 6,0% при осадженні продуктів білкового розпаду, що забезпечило достовірність результатів під час установа м'яса, отриманого від хворих тварин.

Оцінювання результатів проводили за зміною стану консистенції фільтрату протягом 5–6 хвилин. М'ясо, отримане від здорових тварин, мало такі характеристики: фільтрат без змін або наявність легкого помутніння; м'ясо, отримане від підозріло хворих тварин: наявність пластівців, незначне помутніння – у

свинині, в інших видах м'яса – наявність великої кількості пластівців, значне помутніння; м'ясо, отримане від тяжко хворих тварин або забитих в агональному стані: утворення значного желеподібного згустка, значне помутніння фільтрату.

За даними таблиці 3 встановлено, що найбільший відсоток м'яса було отримано від здорових тварин удосконаленим методом формольної реакції на потужностях з його виробництва – від 72,73 до 93,18%, за зберігання на оптових базах – від 69,56 до 77,78%.

Проте відсоток м'яса, отриманого від підозріло хворих тварин, на потужностях з його виробництва складав від 6,82 до 18,18%, на оптових базах – від 16,67 до 26,09%, а м'яса, отриманого від тяжко хворих тварин відповідно на потужностях – від 3,23 до 9,09% та від 4,35 до 8,33%.

Таблиця 3 – Моніторинг безпечності та якості м'яса забійних тварин на потужностях з виробництва та зберігання із застосуванням удосконаленого методу формольної реакції, %, n = 251

Вид м'яса забійних тварин	Всього проб	Якість м'яса забійних тварин					
		м'ясо, отримане від здорових тварин*		м'ясо, отримане від підозріло хворих тварин**		м'ясо, отримане від хворих тварин***	
		кількість проб	%	кількість проб	%	кількість проб	%
Потужності з виробництва м'яса забійних тварин							
Яловичина	44	41	93,18	3	6,82	—	—
Свинина	54	46	85,19	6	11,11	2	3,70
Баранина	31	26	83,87	4	12,90	1	3,23
Козлятина	11	8	72,73	2	18,18	1	9,09
Оптові бази							
Яловичина	34	25	73,53	7	20,59	2	5,88
Свинина	36	27	75,00	6	16,67	3	8,33
Баранина	23	16	69,56	6	26,09	1	4,35
Козлятина	18	14	77,78	4	22,22	—	—

Таблиця 4 – Моніторинг безпечності та якості м'яса забійних тварин на потужностях з реалізації із застосуванням удосконаленого методу формольної реакції, %, n = 267

Вид м'яса забійних тварин	Всього проб	Якість м'яса забійних тварин					
		м'ясо, отримане від здорових тварин*		м'ясо, отримане від підозріло хворих тварин**		м'ясо, отримане від хворих тварин***	
		кількість проб	%	кількість проб	%	кількість проб	%
Супермаркети							
Яловичина	43	32	74,42	8	18,60	3	6,98
Свинина	46	31	67,39	11	23,91	4	8,70
Баранина	28	21	75,00	5	17,86	2	7,14
Козлятина	23	18	78,26	3	13,04	2	8,70
Агропродовольчі ринки							
Яловичина	39	30	76,93	6	15,38	3	7,69
Свинина	42	33	78,57	7	16,67	2	4,76
Баранина	26	20	76,93	4	15,38	2	7,69
Козлятина	20	15	75,00	4	20,00	1	5,00

За даними таблиці 4 встановлено, що найбільший відсоток м'яса отримано від здорових тварин удосконаленим методом формольної реакції при реалізації у супермаркетах – від 67,39 до 78,26%, та на агропродовольчих ринках – від 75,00 до 78,57%. Проте відсоток м'яса, отриманого від підозріло хворих тварин, за реалізації у супермаркетах складав від 13,04 до 23,91%, на агропродовольчих ринках – від 15,28 до 20,00%, а м'яса, отриманого від тяжко хворих тварин, відповідно на потужностях – від 6,98 до 8,70% та від 4,76 до 7,69%.

Достовірність розробленого удосконаленого методу визначення якості м'яса забійних тварин або хворих тварин, становила 96,4%. Також більш достовірні дані – у 97,5–98,1% отримані порівняно до методу визначення пероксидази у м'ясі забійних тварин та у 97,2–98,2% до методу визначення величини pH у м'ясо-водній витяжці.

Тому цей метод пропонуємо ми для інформативності визначення якості м'яса забійних тварин на потужностях з виробництва та обігу. Отже, цей розроблений нами метод можна використовувати для встановлення м'яса забійних тварин, отриманого від хворих чи здорових тварин під час якісного оцінювання.

Також за результатами наших досліджень розроблено методику бактеріоскопічного оцінювання ступеня обсіменіння м'яса забійних тварин мікроорганізмами шляхом зміни кількості мазків-відбитків м'яса, фарбування їх за Грамом у модифікації Хукера, а також зміни кількості полів зору під час підрахування мікроорганізмів, з урахуванням їх форми, споруутворення та фарбування (Bogatko et al., 2011).

Для дослідження використовували проби м'яса забійних тварин – яловичини, свинини, баранини і козлятини. Припікали їх поверхню розжареним над полум'ям спиртівки шпателем, стерильними ножицями зрізали припечену поверхню і на глибині від 1,0–1,5 см стерильними ножицями вирізали шматочок м'яса площею 2,0–2,5 см². Вирізаний шматочок брали стерильним пінцетом і різними поверхнями зрізів прикладали до поверхні стерильного предметного скельця для отримання двох мазків-відбитків. Предметне скельце з мазками-відбитками висушували на повітрі за температури навколишнього середовища, потім фіксували над полум'ям спиртівки шляхом триразового проведення крізь полум'я упродовж не більше 2–3 секунд та в подальшому фарбували мазки-відбитки за Грамом у модифікації Хукера:

– накладали смужку фільтрувального паперу, потім наносили на папір декілька крапель основного фарбувального розчину за Хукером на 0,5–1,0 хвилину, щоб фільтрувальний папір був повністю змоченим;

– предметне скельце з пофарбованими мазками-відбитками промивали струменем дистильованої води;

– на мазки-відбитки наносили піпеткою йодний розчин за Бурке на 0,5–1,0 хвилину;

– промивали мазки-відбитки етиловим спиртом із масовою часткою 96%, потім занурювали предметні скельця у хімічну склянку ємністю 100 см³ з етиловим спиртом із масовою часткою 96% на 0,5–1 хвилину;

– промивали мазки-відбитки дистильованою водою;

– на промиті мазки-відбитки наносили спиртовий розчин фуксину з масовою часткою 0,5% на 2–3 хвилини і потім промивали дистильованою водою та просушували фільтрувальним папером.

Пофарбовані препарати розглядали за допомогою імерсійного масла зі збільшенням 90× і окуляра – зі збільшенням 10×. Під час дослідження двох препаратів під мікроскопом переглядали мікроорганізми не менше ніж у 15–20 полях зору. У кожному полі зору на двох мазках-відбитках підраховували кількість мікроорганізмів і виводили середнє значення мікроорганізмів на одне поле зору, а також визначали форму клітин (коки, мікрококи, паличкоподібні бактерії), споруутворення та відношення до фарбування за Грамом (Гр+ мікроорганізми – набувають фіолетового забарвлення; Гр– – червоного). І в подальшому проводили бактеріоскопічне оцінювання ступеня обсіменіння м'яса мікроорганізмами. Для встановлення ступеня свіжості м'яса забійних тварин застосовували загальноприйняті методики – визначення величини pH у м'ясо-водній витяжці, вмісту летких жирних кислот, вмісту аміноаміачного азоту відповідно до чинних нормативних документів та розроблений нами метод бактеріоскопічного оцінювання м'яса за кількістю мікроорганізмів (табл. 5–8).

За встановлення несвіжої яловичини величина pH, біохімічні показники та вміст мікроорганізмів мали високу ступінь достовірності ($P \leq 0,001$) порівняно з показниками свіжої яловичини, а за встановлення сумнівного ступеня свіжості яловичини показник величини pH був недостовірним, а вміст мікроорганізмів середнього ступеня достовірності ($P \leq 0,01$), інші показники мали високу ступінь достовірності ($P \leq 0,001$).

За встановлення неспіжої свинини величина рН, біохімічні показники та вміст мікроорганізмів мали високу ступінь достовірності ($P \leq 0,001$) порівняно з показниками свіжої свинини, а за встановлення сумнівної ступеня свіжості свинини показник величини рН був низького ступеня достовірності ($P \leq 0,05$), інші показники мали високий ступінь достовірності ($P \leq 0,001$).

У разі встановлення сумнівної свіжості та неспіжої баранини біохімічні показники та вміст мікроорганізмів мали високий

ступінь достовірності ($P \leq 0,001$) порівняно з показниками свіжої баранини, показник величини рН м'яса сумнівної свіжості був недостовірним, а неспіжого – низького ступеня достовірності ($P \leq 0,05$).

За встановлення сумнівної свіжості та неспіжої козлятини вміст летких жирних кислот та вміст мікроорганізмів мали високий ступінь вірогідності ($P \leq 0,001$) порівняно з показниками свіжої козлятини. Показник величини рН м'яса сумнівної сві-

Таблиця 5 – Показники загальноприйнятих методів та бактеріоскопічного оцінювання ступеня обсіменіння яловичини мікроорганізмами за розробленим авторами методом, $M \pm m$, $n = 36$

Показники	Ступінь свіжості яловичини		
	свіжа, $n = 14$	сумнівної свіжості, $n = 12$	несвіжа, $n = 10$
Величина рН м'яса	$5,90 \pm 0,10$	$5,61 \pm 0,11$	$5,26 \pm 0,12^{***}$
Вміст ЛЖК, мг КОН	$3,81 \pm 0,12$	$6,24 \pm 0,28^{***}$	$10,12 \pm 0,32^{***}$
Вміст аміноаміачного азоту, мг	$0,84 \pm 0,04$	$1,34 \pm 0,06^{***}$	$1,98 \pm 0,08^{***}$
Бактеріоскопічне оцінювання м'яса, (кількість мікроорганізмів)	6 ± 2	$14 \pm 2^{**}$	$64 \pm 6^{***}$

Примітка: ** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$ порівняно зі свіжим м'ясом.

Таблиця 6 – Показники загальноприйнятих методів та бактеріоскопічного оцінювання ступеня обсіменіння свинини мікроорганізмами за розробленим методом, $M \pm m$, $n = 34$

Показники	Ступінь свіжості свинини		
	свіжа, $n = 14$	сумнівної свіжості, $n = 10$	несвіжа, $n = 10$
Величина рН м'яса	$5,72 \pm 0,1$	$5,43 \pm 0,13^*$	$5,08 \pm 0,09^{***}$
Вміст ЛЖК, мг КОН	$4,08 \pm 0,10$	$7,44 \pm 0,22^{***}$	$12,06 \pm 0,46^{***}$
Вміст аміноаміачного азоту, мг	$0,98 \pm 0,04$	$1,43 \pm 0,09^{***}$	$2,18 \pm 0,12^{***}$
Бактеріоскопічне оцінювання м'яса, (кількість мікроорганізмів)	5 ± 2	$16 \pm 2^{***}$	$72 \pm 8^{***}$

Примітка: ** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$ порівняно зі свіжим м'ясом.

Таблиця 7 – Показники загальноприйнятих методів та бактеріоскопічного оцінювання ступеня обсіменіння баранини мікроорганізмами за розробленим методом, $M \pm m$, $n = 32$

Показники	Ступінь свіжості баранини		
	свіжа, $n = 12$	сумнівної свіжості, $n = 11$	несвіжа, $n = 9$
Величина рН м'яса	$5,84 \pm 0,14$	$5,58 \pm 0,12$	$5,31 \pm 0,13^*$
Вміст ЛЖК, мг КОН	$3,12 \pm 0,15$	$5,47 \pm 0,24^{***}$	$9,89 \pm 0,25^{***}$
Вміст аміноаміачного азоту, мг	$0,76 \pm 0,07$	$1,49 \pm 0,13^{***}$	$1,79 \pm 0,12^{***}$
Бактеріоскопічне оцінювання м'яса, (кількість мікроорганізмів)	7 ± 2	$19 \pm 2^{***}$	$46 \pm 4^{***}$

Примітка: ** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$ порівняно зі свіжим м'ясом.

Таблиця 8 – Показники загальноприйнятих методів та бактеріоскопічного оцінювання ступеня обсіменіння козлятини мікроорганізмами за розробленим авторами методом, $M \pm m$, $n = 30$

Показники	Ступінь свіжості козлятини		
	свіжа, $n = 11$	сумнівної свіжості, $n = 10$	несвіжа, $n = 9$
Величина рН м'яса	$5,79 \pm 0,12$	$5,51 \pm 0,11$	$5,39 \pm 0,10^*$
Вміст ЛЖК, мг КОН	$2,46 \pm 0,10$	$6,17 \pm 0,28^{***}$	$11,13 \pm 0,31^{***}$
Вміст аміноаміачного азоту, мг	$1,06 \pm 0,05$	$1,37 \pm 0,11^{**}$	$2,02 \pm 0,14^{***}$
Бактеріоскопічне оцінювання м'яса, (кількість мікроорганізмів)	8 ± 2	$23 \pm 2^{***}$	$59 \pm 4^{***}$

Примітка: ** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$ порівняно зі свіжим м'ясом.

жості був недостовірним, а несвіжого – низького ступеня достовірності ($P \leq 0,05$), вміст аміноаміачного азоту у козлятині сумнівної свіжості – середнього ступеня достовірності ($P \leq 0,01$).

Проведеними дослідженнями встановлено, що під час підрахування мікроорганізмів у свіжому м'ясі забійних тварин виявляли переважно коки, як Гр+ та Гр- (до 10); у м'ясі сумнівної свіжості – коки, мікрококи та паличкоподібні мікроорганізми Гр+ та Гр- (від 11 до 30); у несвіжому м'ясі – переважали паличкоподібні мікроорганізми Гр+ та Гр- (понад 30).

Достовірність розробленого методу бактеріоскопічного оцінювання ступеня обсіменіння м'яса забійних тварин мікроорганізмами становила 99,5%. Також більш достовірні дані – у 98,8–99,4% – отримані порівняно до визначення вмісту аміноаміачного азоту в м'ясі забійних тварин та у 99,2–99,7% до методу визначення вмісту летких жирних кислот у м'ясо-водній витяжці.

Отже, цей метод можна використовувати для встановлення ступеня свіжості м'яса забійних тварин за бактеріоскопічного оцінювання під час виробництва та обігу.

Розроблені методики визначення придатності до споживання людьми м'яса забійних тварин апробовані та впроваджені на потужностях з його виробництва та обігу і рекомендовані державним інспекторам ветеринарної медицини для здійснення належного державного ризик-орієнтованого контролю за безпечністю та якістю яловичини, свинини, баранини, козлятини.

Обговорення

Розроблені та запатентовані нами методи експресні, прості у виконанні, а їх результати дають надійні якісні показники щодо виявлення м'яса забійних тварин, отриманого від хворих тварин за наявності або відсутності ферменту пероксидази удосконаленою формольною реакцією. А також загальноприйнятні методи встановлення ступеня свіжості м'яса забійних тварин відповідають кількісним показникам установлення обсіменіння мікроорганізмами розробленим методом шляхом фарбування мазків-відбитків із глибоких шарів м'язової тканини за Грамом у модифікації Хукера.

Необхідно зазначити, що науковці розробили достовірний метод установлення обсіменіння мікроорганізмами м'яса птиці за різного ступеня свіжості, який також має високу достовірність у показниках за кількістю мікроорганізмів у 99,8% (Bukalova et al., 2015).

Одне із завдань державного ветеринарного інспектора під час здійснення державного ризик-орієнтованого контролю свіжого м'яса забійних тварин та отриманого від здорових тварин у межах аудиту постійно діючих процедур, заснованих на принципах НАССР, – це перевіряння також ефективності процедур, розроблених оператором ринку для дотримання санітарно-гігієнічних вимог щодо забезпечення відсутності у свіжому м'ясі будь-якого забруднення та ознак патофізіологічних аномалій або змін (Vojir et al., 2012; Barlow et al., 2015; Weinrotg et al., 2018).

Як указують науковці (Haidei, 2018), необхідно розробляти експресні нові та удосконалювати чинні методики контролювання безпечності харчових продуктів для належної інформативності за діючих систем простежуваності та НАССР із виробництва та обігу м'яса забійних тварин (Ballin, 2010; Sentandreu & Sentandreu, 2014; Shekhar Chandra, 2016).

Висновки

Розроблено та застосовано методики щодо ідентифікації м'яса, отриманого від хворих тварин за виявлення ферменту пероксидази та використання удосконаленої формольної реакції, а також установлення бактеріоскопічного оцінювання ступеня

обсіменіння мікроорганізмами м'яса забійних тварин та встановлення його придатності до споживання людьми на потужностях із виробництва та обігу яловичини, свинини, баранини і козлятини. Достовірність показників ідентифікації м'яса забійних тварин становила 99,8%, 96,4 та 99,5%, що забезпечувало інформативність щодо встановлення якості м'яса, отриманого від хворих тварин, та ступінь його обсіменіння у разі порушення термінів зберігання. Шляхом моніторингу безпечності м'яса забійних тварин найбільший відсоток м'яса, отриманого від здорових тварин, за розробленими методиками було встановлено на потужностях із виробництва м'яса, оптових базах, супермаркетах та агропродовольчих ринках у межах від 56,52 до 93,18%, а підозріло хворих – від 8,70 до 30,0%; найменший відсоток м'яса, отриманого від хворих та тяжко хворих тварин, – від 3,23 до 17,39%.

References

- Ballin, N. Z. (2010). Authentication of meat and meat products. *Meat Science*, 86(3), 577–587.
- Bansal, S., Singh, A., Mangal, M., Mangal, A. K., & Kumar, S. (2015). Food adulteration: Sources, health risks, and detection methods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(6), 1174–1189.
- Barlow, S. M., Boobis, A. R., Bridges, J., Cockburn, A., Dekant, W., Hepburn, P., & Bánáti, D. (2015). The role of hazard- and risk-based approaches in ensuring food safety. *Trends in Food Science & Technology*, 46(2), 176–188.
- Bohatko, N. M., Yatsenko, I. V., & Riutina, L. R. Sposib vyznachennia fermentu peroxydazy u m'iasnykh farshakh: patent 127923 Ukrainy, MPK G01N 33/12. No. u 2018 02752; zaiavl. 19.03.2018; opubl. 27.08.2018, Biul. No.16, 4 (in Ukrainian).
- Bohatko, N. M., Konstantinov, P. D., Bohatko, D. L., Riabchuk, N. O., & Vlasenko, V. V. Sposib vdoskonalennia formolnoi reaktsii pry vyznachenni yalovychny ta svynyny, otrymanykh vid khvorykh tvaryn: patent 30500 Ukrainy, MPK A 22S 5/00. No. u 2007 12959; zaiavl. 23.11.07; opubl. 25.02.08, Biul. No. 4, 3 (in Ukrainian).
- Bohatko, N. M., Bukalova, N. V., Paziuk O. V., Holub, O. Yu., Vlasenko, V. V., & Bohatko, L. M. Sposib bakterioskopichnoho otsiniuvannia stupenia obsimeninnia yalovychny ta svynyny mikroorhanizmy: patent 60712 Ukrainy, MPK G01N 33/12. No. u 2010 14857; zaiavl.13.12.2010; opubl. 25.06.2011, Biul. No.12, 8 (in Ukrainian).
- Bukalova, N. V., Bohatko, N. M., Prylipko, T. M., Hrubá, H. M., & Bohatko, D. L. Sposib bakterioskopichnoho otsiniuvannia stupenia obsimeninnia m'iasa ptytsi mikroorhanizmy: patent 97931 Ukrainy, MPK G01N 33/12. No. u 2014 11787; zaiavl. 31.10.2014; opubl. 10.04.2015, Biul. No.7, 4 (in Ukrainian).
- Davidson, R. K., Antunes, W., Madslie, E. H., Belanger, J., Gerevini, M., Torroba Perez, T., & Prugger, R. (2017). From food defence to food supply chain integrity. *British Food Journal*, 119(1), 52–66.
- Dwinger, R. H., Golden, T. E., Hatakka, M., & Chalus, T. (n.d.). (2008). Meat safety and regulatory aspects in the European Union. *Meat Biotechnology*, 453–465.
- Haidei, O. S., Balanchuk, I. S., & Tyshkivska, N. V. (2018). Problema falsyfikatsii m'iasnykh produktiv v Ukraini. *Naukovyi Visnyk Vetrynarnoi Medytsyny*, 1, 5–9 (in Ukrainian).
- Goodwin, J. N., & Shoulders, C. W. (2013). The future of meat: A qualitative analysis of cultured meat media coverage. *Meat Science*, 95(3), 445–450.
- Givens, D. I. (2005). The role of animal nutrition in improving the nutritive value of animal-derived foods in relation to chronic disease. *Proceedings of the Nutrition Society*, 64(3), 395–402.

- Listrat, A., Lebrete, B., Louveau, I., Astruc, T., Bonnet, M., Lefaucheur, L., & Bugeon, J. (2016). How muscle structure and composition influence meat and flesh quality. *The Scientific World Journal*, 2016, 1–14.
- Luybchuk, O., Mykyjchuk, M., & Vorobets, M. (2015). Development of operational quality control method for meat products. *Food & Environment Safety*, 14(2), 212–217.
- Macias-Rodriguez, M. E., Navarro-Hidalgo, V., Linares-Morales, J. R., Olea-Rodriguez, M. A., & Villarruel-Lopez, A. (2013). Microbiological safety of domestic refrigerators and the dishcloths used to clean them in Guadalajara, Jalisco, Mexico. *Journal of Food Protection*, 76(6), 984–990.
- Farag, M. R. (2015). Identification of different animal species in meat and meat products: trends and advances. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 3(6), 334–346.
- Farag, M. R., Bohi, K. M. E., Khalil, S. R., Alagawany, M., & Arain, M. A. (2020). Forensic applications of mitochondrial cytochrome B gene in the identification of domestic and wild animal species. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 8(1), 1–8.
- Matsuishi, M., Igeta, M., Takeda, S., & Okitani, A. (2006). Sensory factors contributing to the identification of the animal species of meat. *Journal of Food Science*, 69(6), 218–220.
- Bhat, M. M., Salahuddin, M., Mantoo, I. A., Adil, S., Jalal, H., & Pal, M. A. (2016). Species-specific identification of adulteration in cooked mutton Rista (a Kashmiri Wazwan cuisine product) with beef and buffalo meat through multiplex polymerase chain reaction. *Veterinary World*, 9(2), 226–230.
- Milios, K., Drosinos, E. H., & Zoiopoulos, P. E. (2017). Factors influencing HACCP implementation in the food industry. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 63(4), 283.
- Monahan, F. J., Schmidt, O., & Moloney, A. P. (2018). Meat provenance: Authentication of geographical origin and dietary background of meat. *Meat Science*, 144, 2–14.
- Moore, J. C., Spink, J., & Lipp, M. (2012). Development and application of a database of food ingredient fraud and economically motivated adulteration from 1980 to 2010. *Journal of Food Science*, 77(4), 118–126.
- Muela, E., Sañudo, C., Campo, M. M., Medel, I., & Beltrán, J. A. (2012). Effect of freezing method and frozen storage duration on lamb sensory quality. *Meat Science*, 90(1), 209–215.
- Nauta, M. J. (2002). Modelling bacterial growth in quantitative microbiological risk assessment: is it possible? *International Journal of Food Microbiology*, 73(2-3), 297–304.
- Odewade, J. O., Oyelami, L. O., & Fasogbon, A. O. (2018). Microbial analysis of processed foods stored in domestic refrigerators of selected in Ile-Ife, Osun State, Nigeria. *American Journal of Bioscience and Bioengineering*, 6 (3), 21–26.
- Paliy, A. P., Rodionova, K. O., Braginec, M. V., Paliy, A. P., & Nalivayko, L. I. (2018). Sanitary-hygienic evaluation of meat processing enterprises productions and their sanitation. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (2), 81–88 (in Ukrainian).
- Savelli, C. J., & Mateus, C. (2019). A mixed-method exploration into the experience of members of the FAO/WHO International Food Safety Authorities Network (INFOSAN): study protocol. *BMJ Open*, 9(5), e027091.
- Sentandreu, M. Á., & Sentandreu, E. (2014). Authenticity of meat products: Tools against fraud. *Food Research International*, 60, 19–29.
- Shekhar, C. (2016). The role of veterinarians in quality meat production. *Veterinary Science Research Journal*, 7(2), 122–128.
- Spink, J., Embarek, P. B., Savelli, C. J., & Bradshaw, A. (2019). Global perspectives on food fraud: results from a WHO survey of members of the International Food Safety Authorities Network (INFOSAN). *Npj Science of Food*, 3(1).
- Vojir, F., Schübl, E., & Elmadfa, I. (2012). The origins of a global standard for food quality and safety: Codex Alimentarius Austriacus and FAO/WHO Codex Alimentarius. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 82(3), 223–227.
- Weinroth, M. D., Britton, B. C., & Belk, K. E. (2018). Genetics and microbiology of meat. *Meat Science*, 144, 15–21.