

## ВЕТЕРИНАРНА ГІГІЄНА, САНІТАРІЯ ТА ЕКСПЕРТИЗА

УДК 614.31:637.5:636.085/.087

**Мікробіологічна стабільність свинини  
під впливом органічної кормової суміші,  
виготовленої на основі гумінових кислот**Якубчак О.М.<sup>1</sup> , Тишківська Н.В.<sup>2</sup> , Тишківський М.Я.<sup>3</sup> <sup>1</sup> Національний університет біоресурсів і природокористування України<sup>2</sup> Білоцерківський національний аграрний університет<sup>3</sup> ДП “Київоблстандартметрологія” Тишківська Н.В. E-mail: natalya\_tyshkivska@ukr.net

Якубчак О.М., Тишківська Н.В., Тишківський М.Я. Мікробіологічна стабільність свинини під впливом органічної кормової суміші, виготовленої на основі гумінових кислот. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2025. № 2. С. 26–35.

Yakubchak O., Tyshkivska N., Tyshkivsky M. Microbiological stability of pork under the influence of organic feed mixture based on humic acids. *Nauk. visn. vet. med.*, 2025. № 2. PP. 26–35.

Рукопис отримано: 13.09.2025 р.

Прийнято: 26.09.2025 р.

Затверджено до друку: 27.11.2025 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2025-200-2-26-35

У статті наведено результати експериментального дослідження впливу згодовування поросяткам органічної кормової суміші, виготовленої на основі гумінових кислот, на мікробіологічні показники свинини під час зберігання в охолоджену вигляді. Метою роботи було визначити динаміку змін контамінації м'яса КМАФАНМ та умовно-патогенними мікроорганізмами впродовж 4 діб зберігання за температури 0 – -1 °С. Дослідження проводили на 600 поросятках контрольної та дослідної груп, утримуваних в однакових умовах. Тварини дослідної групи впродовж 60 діб отримували питну воду з додаванням органічної кормової суміші, виготовленої на основі гумінових кислот (Greenat) у дозі 2 л/т води. Після завершення відгодівлі та забою для мікробіологічного аналізу відбирали зразки м'язової тканини від 10 свиней дослідної та 10 свиней контрольної груп. Мікробіологічні дослідження зразків м'яса здійснювали відповідно до чинних стандартів, проводили підрахунок кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАНМ), інші види бактерій ідентифікували методом MALDI-TOF на мас-спектрометрі Bruker MALDI, цим методом ідентифікували патогенні бактерії *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* та дріжджі роду *Rhodotorula spp.*

На початку дослідження рівень контамінації м'язової тканини мезофільною аеробною та факультативно-анаеробною мікрофлорою (КМАФАНМ) був практично однаковим у контрольній та дослідній групах:  $1,9 \times 10^2 \pm 0,54$  КУО/г та  $1,7 \times 10^2 \pm 0,48$  КУО/г відповідно, що свідчить про однорідність вихідних умов.

У подальші дні зберігання (3–4 доба) спостерігається поступове зростання кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів у м'язовій тканині тварин обох груп, що свідчить про активізацію росту мікрофлори в умовах зберігання.

Абсолютні значення КМАФАНМ зростали в обох групах, темп наростання мікробного обсіменіння виявився вірогідно вищим у контролі ( $p < 0,05$ ), тимчасом у дослідній групі зафіксовано лише тенденцію до зростання ( $p < 0,1$ ). Ці результати узгоджуються з гіпотезою про антимікробну дію гумінових кислот, які можуть впливати як на склад кишкової мікрофлори, так і якість м'язової тканини як субстрату для мікроорганізмів після забою.

**Ключові слова:** гумінові кислоти, свинина, мікробіологічна безпека, зберігання, кормова добавка, КМАФАНМ, *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Одним із пріоритетних напрямів сучасного тваринництва та харчової промисловості є забезпечення стабільної якості та мікробіологічної безпечності м'яса без застосування хімічних консервантів, антибіотиків чи штучних стимуляторів. Особливого значення набувають дослідження, спрямовані на використання природних речовин у годівлі тварин, здатних позитивно впливати на фізіологічні процеси, стан імунної системи та мікрофлору, а також покращувати стабільність м'ясної продукції під час зберігання.

Серед таких речовин важливе місце займають гумінові кислоти – природні поліелектроліти з високою біологічною активністю, які демонструють антиоксидантні, сорбційні, антимікробні та імуномодуючі властивості. Їх використання у годівлі тварин, зокрема свиней, досліджується в контексті підвищення продуктивності, покращення конверсії корму та зменшення токсичного навантаження на організм.

Результати досліджень на інших видах тварин свідчать, що додавання органічних кормових сумішей, виготовлених на основі гумінових кислот до раціону може покращувати хімічний склад м'язової тканини, зокрема підвищувати вміст білка та знижувати частку жиру, а також підвищувати антиоксидантну стійкість і органолептичні властивості м'яса [2]. Це дає підстави припускати, що подібний ефект може проявитися і у свиней, впливаючи на мікробіологічну стабільність м'яса під час зберігання. Вони також сприяють покращенню органолептичних показників курятини, антиоксидантні властивості покращують окислювальну стабільність м'яса під час зберігання. Вплив гумінових кислот на жирнокислотний склад може бути однією з причин того, що м'ясо має більш сприятливий вплив на здоров'я споживачів.

У ряді досліджень [1–3] встановлено, що введення гумінових речовин до раціону свиней сприяє зниженню кількості патогенної мікрофлори в кишечнику, покращенню гематологічних та біохімічних показників, зниженню рівня оксидативного стресу. Однак, вплив гумінових кислот на мікробіологічні характеристики м'яса саме під час зберігання залишається недостатньо вивченим.

Деякі автори (Marcinčák S. et al., 2023) стверджують, що гумінові речовини можуть опосередковано впливати на окислювальну стабільність м'яса, зменшуючи утворення продуктів перексидного окислення ліпідів, та, ймовірно, стримувати ріст мікроорганізмів завдяки залишковій дії [4–6]. Проте кількість

таких досліджень обмежена, що визначає необхідність подальшого вивчення цієї теми.

У зв'язку з цим постає актуальне завдання – дослідити вплив включення гумінових кислот до раціону поросят на мікробіологічну стабільність свинини під час зберігання, що має важливе значення як з позиції безпечності харчових продуктів, так і з погляду економіки виробництва.

**Метою дослідження** було визначити динаміку мікробіологічних показників свинини, отриманої від поросят, до раціону яких включали гумінові кислоти, у процесі зберігання м'яса в охолоджену вигляді за температури 0 – -1 °C впродовж 4 дб.

**Матеріал і методи дослідження.** Мікробіологічні дослідження проводили в Експертному центрі діагностики та лабораторного супроводу “Біолайтс” (Атестат акредитації № 201864). Зразки м'язової тканини відбирали від свиней, вирощених на базі свинокомплексу ТОВ “Агропрайм Холдинг” із використанням органічної кормової суміші на основі гумінових кислот.

Для дослідження відбирали зразки м'язової тканини від свиней дослідної та контрольної груп (по 10 голів у кожній) після завершення відгодівлі. Поросята дослідної групи у період з 28-добового віку до переведення у групу відгодівлі отримували питну воду з додаванням органічної кормової суміші на основі гумінових кислот (препарат Greenat) у дозі 2 л/т води. Отже, досліджуване м'ясо походило від тварин, які в ранній період вирощування споживали гумінову добавку.

Відбір зразків здійснювали відповідно до “Порядку відбору зразків продукції тваринного, рослинного і біотехнологічного походження для проведення досліджень” (затвердженого наказом Департаменту ветеринарної медицини № 83 від 14.06.2002 р.). Після забою туші свиней піддавали охолодженню у холодильній камері за температури 0 – -1 °C за відносної вологості повітря 85 %, з метою досягнення температури в товщі м'язів не вище +1 – -1 °C відповідно до ДСТУ 7158:2010 [7]. У таких умовах відбувався також процес дозрівання м'яса, що тривав до 48 годин відповідно до ветеринарно-санітарних вимог.

Від кожної туші відбирали по одній пробі м'яса (вагою 800 г) з найдовшого м'яза спини в ділянці 7–12 грудного хребців. Після цього кожен з проб розділяли на 4 рівних частини і поміщали для зберігання в холодильну камеру за температури 0 – -1 °C.

Досліджували охолоджену свинину відповідно до показників наведених у таблиці 1.

Таблиця 1 – Мікробіологічні показники свинини

Назва показника	Охолоджена	Метод контролю
КМАФАМ, КУО в 1 г, не більше	$1 \times 10^3$	Згідно з ДСТУ 8446:2015
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> в 25 г	Не дозволено	Згідно з ДСТУ EN 12824
БГКП (коліформи) в 0,01 г	–	Згідно з ГОСТ 21237
<i>L. monocytogenes</i> в 25 г	Не дозволено	Згідно з ДСТУ ISO 11290-1 ДСТУ ISO 11290-2

Визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ) у зразках м'яса проводили за допомогою підрахунку колоній, що виростили на твердому поживному середовищі після інкубації за температури 30 °C впродовж 72 годин [8].

Виявлення бактерій *Salmonella spp.* та *Listeria monocytogenes* здійснювали через висівання зразків на відповідні поживні середовища з подальшою ідентифікацією методом MALDI-TOF мас-спектрометрії [9–10].

Для підвищення достовірності результатів за остаточний показник мікробного обсіменіння приймали середнє арифметичне значення, розраховане за результатами аналізу проб, відібраних від п'яти туш тварин контрольної та дослідної груп під час забою.

Ідентифікацію мікроорганізмів методом MALDI-TOF на мас-спектрометрі Bruker MALDI здійснювали через відбирання зразків ізольованих колоній з чашки Петрі об'ємом 1–2 мкл за допомогою петлі і круговими рухами наносили рівномірно тонким шаром бактеріальну масу безпосередньо на поверхню луночки чіпа. Після висихання на зразок наносили розчин матриці для MALDI-TOF –  $\alpha$ -ціано-4-гідроксикоричної кислоти, розчиненої в 50 % ацетонітрилі з додаванням 2,5 % трихлороцтової кислоти в об'ємі 1 мкл на лунки металеві мішені (чіпа). Після висихання та кристалізації проб мішені поміщали в камеру мас-спектрометра.

Для отримання одиничного мас-спектра використовували 100 лазерних імпульсів із частотою 60 Гц. Реєстрацію проводили в діапазоні мас 1000–20000 m/z, фіксуючи лише позитивні іони. Загальний спектр формували як суму 100 пострілів, а з кожної лунки чіпа отримували фінальний спектр через сумування 6 одиничних спектрів (загалом 600 імпульсів).

Мас-спектри реєстрували у лінійному режимі без застосування рефлектрона [10].

**Результати дослідження.** Мікробіологічні показники м'яса є одним із ключових критеріїв його безпечності та придатності до споживання. Особливе значення має кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ), яка слугує загальним індикатором мікробного обсіменіння. Саме ці показники є базовими за встановлення строків зберігання м'яса в охолодженому вигляді та визначення ефективності застосування профілактичних чи функціональних кормових добавок.

Результати дослідження КМАФАнМ м'язової тканини свиней дослідної та контрольної груп впродовж 4 діб зберігання за температури від 0 до -1 °C за відносної вологості повітря 85 % наведено в таблиці 1.

На початку дослідження кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ) у м'язовій тканині була практично однаковою у контрольній та дослідній групах –  $1,9 \times 10^2 \pm 0,54$  КУО/г та  $1,7 \times 10^2 \pm 0,48$  КУО/г відповідно, що свідчить про однорідність вихідних умов.

Мікробіологічні показники свинини, зокрема КМАФАнМ обумовлюються комплексом чинників, до яких належать умови годівлі та утримання свиней [11], рівень стресу перед забоєм [6], особливості хімічного складу м'язової тканини, а також санітарно-гігієнічні умови на виробництві [12] та низка інших технологічних аспектів.

Зберігання свинини на 2 добу вказує на незначне зростання загального бактеріального обсіменіння (табл. 2) у зразках дослідної та контрольної груп, проте значення відповідають вимогам національного стандарту України [7].

Таблиця 2 – Вплив згодовування гумінових кислот на мікробіологічні показники м'яса свиней під час зберігання

Показник	Доба від забою	Дослідна група (n=10)	Контрольна група (n=10)
КМАФАнМ, КУО/г	1	$1,9 \times 10^2 \pm 0,54$	$1,7 \times 10^2 \pm 0,48$
	2	$2,10 \times 10^2 \pm 0,64$	$2,21 \times 10^2 \pm 0,71$
	3	$2,58 \times 10^2 \pm 0,72$	$2,66 \times 10^2 \pm 0,84$
	4	$2,87 \times 10^2 \pm 0,64$	$3,28 \times 10^2 \pm 0,56^*$
БГКП (коліформи) в 0,01 г	1–4	Не виявлено	Не виявлено
<i>Salmonella spp.</i> у 25 г	1–4	Не виявлено	Не виявлено
<i>Listeria monocytogenes</i> у 25 г	1–4	Не виявлено	Не виявлено

Примітка: \* $p < 0,05$ .

Підвищення рівня загального бактеріального обсіменіння на другу добу зберігання є очікуваним явищем і зумовлено низкою чинників. Після забою й охолодження м'ясо залишається біологічно активним середовищем, багатим на воду, білки та поживні речовини, що створює сприятливі умови для розмноження мікроорганізмів [13]. Крім того, у перші 24–48 годин зберігання відбувається поступове припинення анаеробних процесів у тканинах, стабілізація температурного режиму в товщі м'язів та перехід мікрофлори до фази активного росту. За умов дотримання температурного режиму (0 – -1 °C) зростання бактеріальної чисельності зазвичай відбувається повільно; проте, відповідно до відомих закономірностей розвитку мікрофлори м'яса, приблизно на другу добу після забою мікроорганізми переходять до активнішого розмноження, що проявляється у зростанні показників КМАФАнМ [14].

У подальші дні зберігання (3–4 доба) спостерігається поступове зростання кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів у м'язовій тканині тварин обох груп. Зокрема, у контрольній групі рівень КМАФАнМ на 3-ю добу досягав  $2,66 \times 10^2$  КУО/г, на 4-ту –  $3,28 \times 10^2$  КУО/г, що свідчить про активізацію росту мікрофлори в умовах зберігання. У дослідній групі ці показники були нижчими ( $2,58 \times 10^2$  та  $2,87 \times 10^2$  КУО/г відповідно), що підтверджує позитивну динаміку щодо стримування бактеріального обсіменіння.

Хоча абсолютні значення КМАФАнМ зростали в обох групах, темп наростання мікробного обсіменіння виявився вірогідно вищим у контролі ( $p < 0,05$ ), тимчасом у дослідній групі зафіксовано лише тенденцію до зростання ( $p < 0,1$ ). Ці результати узгоджуються з гіпотезою про антимікробну дію гумінових кислот, які можуть впливати як на

склад кишкової мікрофлори, так і якість м'язової тканини як субстрату для мікроорганізмів після забою.

Важливим критерієм мікробіологічної безпечності м'яса є відсутність патогенної та санітарно-індикаторної мікрофлори, зокрема *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes* та бактерій групи кишкової палички (БГКП). У межах дослідження здійснено мікробіологічний контроль на наявність зазначених збудників у м'язовій тканині тварин контрольної та дослідної груп у період зберігання (1–4 доба після забою).

За результатами дослідження, у всіх зразках м'яса, відібраних з туш свиней обох груп, патогенні мікроорганізми *Salmonella spp.* та *Listeria monocytogenes* не були виявлені у кількості 25 г, що відповідає вимогам [7]. Бактерії групи кишкової палички не виявлено у 0,01 г зразка, що свідчить про високий санітарний рівень отриманої продукції та належне дотримання ветеринарно-санітарних вимог під час вирощування, забою та обробки тварин.

Відсутність зазначених патогенів у дослідній групі додатково підтверджує безпечність застосування органічної кормової суміші на основі гумінових кислот у годівлі поросят, що узгоджується з даними інших авторів про здатність гумінових речовин модулювати мікробіоту кишечника та знижувати бактеріальне навантаження [13, 14].

Отже, результати свідчать про санітарну придатність м'яса для вживання та потенційне подовження його терміну зберігання, за умов належного дотримання температурного режиму.

З метою всебічної характеристики мікробіологічних змін у свинині залежно від тривалості зберігання, було проведено визначення родового складу психротрофної мікрофлори, яка потенційно може домінувати у процесі охолодженого зберігання м'яса.

В обох групах виявлено переважання психротрофної мікрофлори, характерної для м'яса, що зберігається в умовах холодильника.

*Acinetobacter spp.* була найпоширенішою у свинині дослідної групи (41,5 %), також суттєво представлена в контрольній групі (18,4 %, рис. 1–2).

У дослідній групі *Acinetobacter spp.* виявляли найчастіше (41,5 %), що може свідчити про конкурентне пригнічення більш агресивної мікрофлори або про особливості формування постзабійної мікробіоти за наявності гумінових кислот. У контрольній групі їх частка була нижчою (18,4 %), але

супроводжувалася наявністю інших потенційно небезпечних родів (*Yersinia spp.*, *Carnobacterium spp.*; рис. 2). Саме тому, подальші дослідження доцільно спрямувати на видову ідентифікацію *Acinetobacter* та оцінку її значення у збереженні мікробіологічної стабільності м'яса.

*Pseudomonas spp.*, яка зазвичай є головним агентом, що здатна зумовлювати псування, виявлена у свинині у невеликій кількості (1,2 % – дослідна; 2,8 % – контрольна).

У контрольній групі спостерігається більша різноманітність умовно-патогенної мікрофлори, включаючи *Klebsiella spp.*, *Streptococcus spp.*, *Yersinia spp.*, *Proteus spp.*

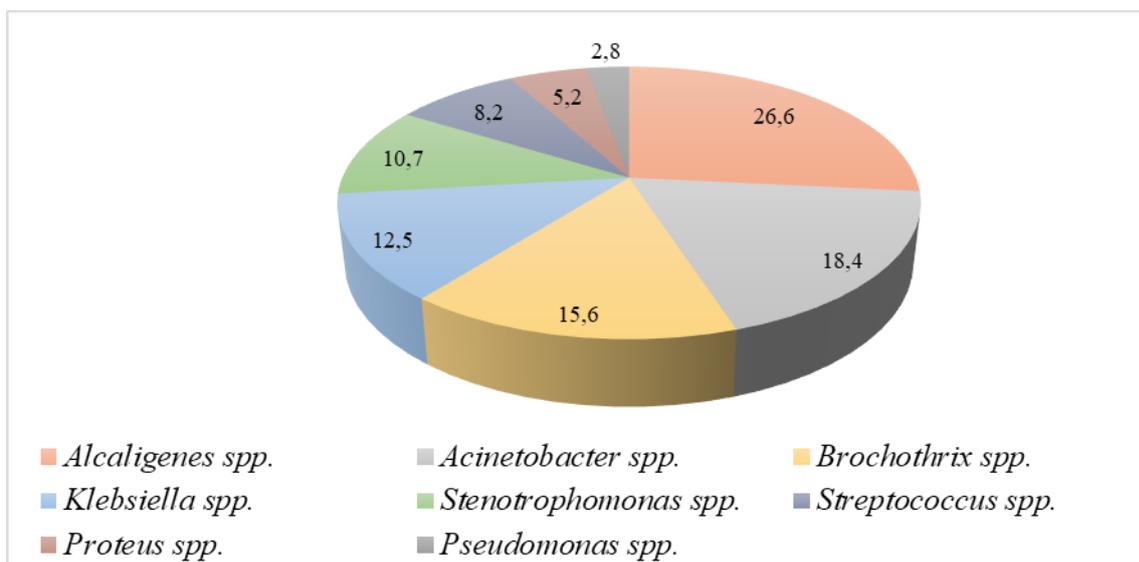


Рис. 1. Мікробіологічні показники свинини контрольної групи на першу добу зберігання.

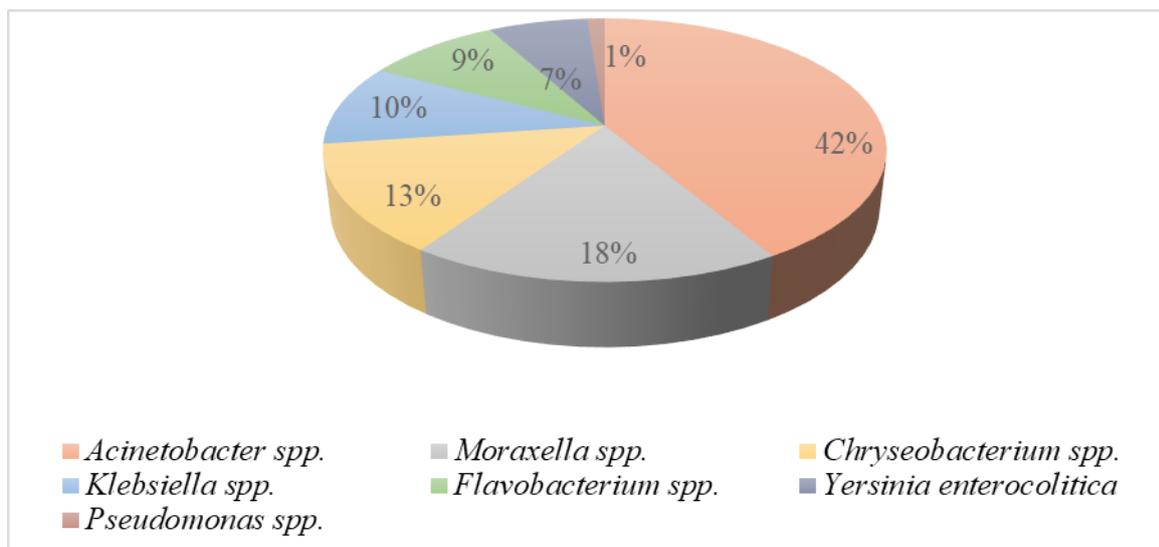


Рис. 2. Мікробіологічні показники свинини дослідної групи на першу добу зберігання.

Свинина дослідної групи характеризується вищою концентрацією бактерій екологічного походження (наприклад, *Acinetobacter*, *Alcaligenes*), що може свідчити про менший рівень фекального або патогенного обсіменіння.

У контрольній групі спостерігається більша наявність умовно-патогенних мікроорганізмів, що потенційно вказує на вищу ймовірність мікробіологічного псування.

Наявність *Yersinia enterocolitica* в контрольній групі потребує особливої уваги,

адже цей психротрофний патоген здатен виживати за холодильного зберігання.

У результаті дослідження мікробіологічного складу свинини дослідної та контрольної груп на третю добу охолодженого зберігання за температури 0 – -1 °C встановлено виражене домінування бактерій роду *Pseudomonas spp.* у обох групах. Зі збільшенням терміну зберігання простежено тенденцію до зростання відносної чисельності *Pseudomonas spp.*, *Serratia spp.* та *Photobacterium spp.*, тимчасом вміст *Acinetobacter spp.* та *Psychrobacter spp.* поступово знижувався (рис. 3–4).

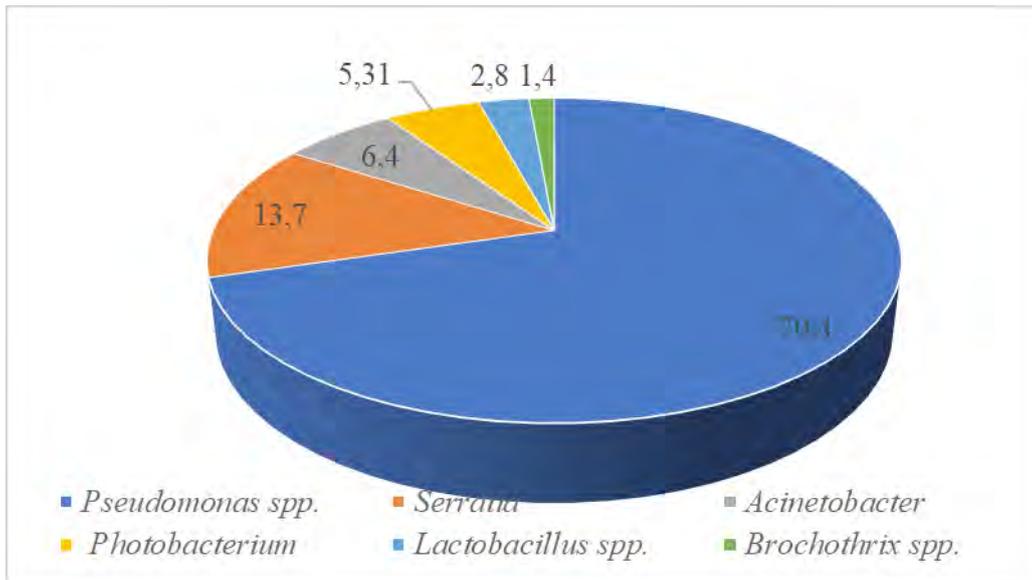


Рис. 3. Мікробіологічні показники свинини дослідної групи на третю добу зберігання за температури +4 °C.

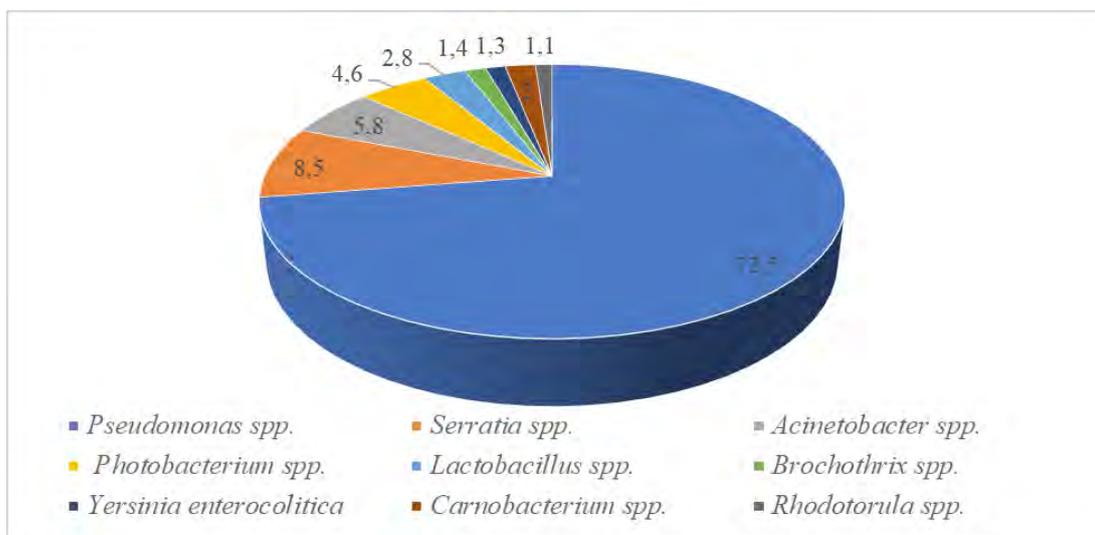


Рис. 4. Мікробіологічні показники свинини контрольної групи на третю добу зберігання за температури +4 °C.

На третю добу зберігання у м'ясі дослідної групи переважали п'ять основних родів бактерій: *Pseudomonas spp.* – 70,4 %, *Serratia spp.* – 13,74 %, *Acinetobacter spp.* – 6,4 %, *Photobacterium spp.* – 5,31 %, *Lactobacillus spp.* – 2,8 %, *Brochothrix spp.* – 1,4 %.

Ці мікроорганізми типові для охолодженого м'яса й здебільшого належать до психротрофної мікрофлори, відповідальної за поступове погіршення органолептичних властивостей м'яса.

У контрольній групі мікробіологічний профіль був подібним, з невеликим переважанням *Pseudomonas spp.* (72,5 %) та *Acinetobacter spp.* (5,8 %), однак додатково було виявлено низку небажаних контамінантів, зокрема: *Yersinia enterocolitica* – 1,3 %, це потенційно патогенний психротроф, що є небезпечним для здоров'я споживача; *Carnobacterium spp.* – 2,0 %, молочнокислі бактерії, здатні модифікувати органолептичні властивості, а дріжджі роду *Rhodotorula spp.* – 1,1 %, утворюють червоні пігментні плями, що погіршує зовнішній вигляд м'яса (рис. 4).

Розвиток непігментованих дріжджів цього роду призводить до появи біло-сірого нальоту, що також вважається дефектом.

М'ясо дослідної групи демонструє стабільніший мікробіологічний профіль, без ознак контамінації патогенними чи пігментованими дріжджами, що може бути свідченням захисного ефекту органічної кормової суміші на основі гумінових кислот.

У контрольній групі виявлення *Yersinia enterocolitica* та *Rhodotorula spp.* свідчить про вищий ризик мікробіологічної нестабільності, що може обмежувати термін зберігання м'яса та впливати на його безпечність і якість.

**Обговорення.** Застосуванню гумінових кислот у тваринництві присвячено низку наукових праць, у яких основну увагу приділено покращенню приростів, підвищенню імунного статусу тварин, засвоюваності корму та загальної продуктивності [1, 4–6, 13, 14–17]. Натомість у нашому дослідженні акцент було зроблено на аналізі мікробіологічної стабільності свинини, отриманої від тварин, до раціону яких включали органічну кормову суміш на основі гумінових кислот.

У результаті проведеного дослідження встановлено, що включення до раціону поросят органічної кормової суміші на основі гумінових кислот позитивно вплинуло на мікробіологічні показники свинини, зокрема на загальну бактеріальну контамінацію у проце-

сі зберігання в охолодженому вигляді. Впродовж чотиридобового періоду зберігання за температури від 0 до -1 °C у м'ясі дослідної групи спостерігалася тенденція до зростання ( $p < 0,1$ ) кількості мезофільної аеробної та факультативно-анаеробної мікрофлори (КМАФАнМ), водночас у контрольній групі наростання мікробного обсіменіння виявилось вірогідно вищим ( $p < 0,05$ ), що може свідчити про покращену мікробіологічну стабільність м'яса.

Виявлені роди мікроорганізмів у м'ясі дослідної групи були типовими для охолодженого м'яса: *Pseudomonas spp.*, *Serratia spp.*, *Photobacterium spp.*, *Acinetobacter spp.*, *Lactobacillus spp.* та *Brochothrix spp.* Проте у контрольній групі додатково виявлено *Yersinia enterocolitica*, *Carnobacterium spp.* та дріжджі роду *Rhodotorula*, що свідчить про вищий рівень мікробіологічної нестабільності й потенційної небезпеки.

Результати вказують, що згодовування органічної кормової суміші на основі гумінових кислот, ймовірно, сприяє зниженню бактеріального навантаження на рівні кишкового тракту, що, зокрема, може зменшувати контамінацію м'яса під час забою. Ці висновки узгоджуються з даними інших авторів щодо модулюючого ефекту гумінових речовин на мікробіоту та їх антимікробної дії (Disetlthe et al., 2018; Dönmez et al., 2020).

Крім того, відсутність патогенних мікроорганізмів у дослідній групі підтверджує безпечність використання досліджуваної кормової суміші. Враховуючи значення мікробіологічних показників у визначенні якості та терміну зберігання м'яса, результати дослідження є перспективними для подальшого впровадження гумінових речовин у системи годівлі свиней з метою підвищення безпечності харчової продукції.

У подальших дослідженнях доцільно розширити спектр визначуваних мікроорганізмів, а також провести комплексну оцінку органолептичних і фізико-хімічних показників м'яса за умов довшого зберігання, з метою повного розуміння впливу гумінових речовин на стабільність та якість свинини.

**Висновки.** 1. Включення органічної кормової суміші на основі гумінових кислот до раціону поросят сприяло зниженню загального бактеріального навантаження у свинині після забою, що проявлялося у достовірно нижчих показниках КМАФАнМ під час зберігання ( $p < 0,05$ ).

2. Початкова кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мі-

короорганізмів у м'язовій тканині дослідної та контрольної груп була практично однаковою, що підтверджує однорідність вихідного матеріалу, однак у подальші дні зберігання у дослідній групі спостерігалось стримування росту мікрофлори.

3. Мікробіологічний профіль свинини дослідної групи характеризувався переважанням сапрофітної психротрофної мікрофлори (*Pseudomonas spp.*, *Serratia spp.*, *Photobacterium spp.*), тимчасом у контрольній виявляли також умовно-патогенні мікроорганізми (*Yersinia enterocolitica*, *Rhodotorula spp.*), що свідчить про підвищену мікробіологічну стабільність продукції за використання гумінових речовин у годівлі свиней.

**Відомості про конфлікт інтересів.** Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Ji F., McGlone J.J., Kim S.W. Effects of dietary humic substances on pig growth performance, carcass characteristics, and ammonia emission. *J Anim Sci.* 2006. 84 (9). P. 2482–2490. DOI:10.2527/jas.2005-206.
- Humic Substances as a Feed Supplement and the Benefits of Produced Chicken Meat / S. Marcinčák et al. *Life (Basel).* 2023. 13 (4). 927 p. DOI:10.3390/life13040927.
- Bai H.X., Chang Q.F., Shi B.M., Shan A.S. Effects of fulvic acid on growth performance and meat quality in growing-finishing pigs. *Livestock Science.* 2013. Vol. 158. Issue 1–3. P. 118–123. ISSN 1871-1413. DOI:10.1016/j.livsci.2013.10.013.
- Effects of supplemental humic substances on growth performance, blood characteristics and meat quality in finishing pigs / Q. Wang et al. *Livestock Science.* 2008. Vol. 117. Issue 2–3. P. 270–274. DOI:10.1016/j.livsci.2007.12.024.
- Якубчак О.М., Тишківська Н.В., Тишківський М.Я. Продуктивність та показники крові телят різних вікових груп у разі застосування кормової суміші на основі гумінових кислот. *Науковий вісник ветеринарної медицини.* 2024. № 2. С. 102–112. DOI:10.33245/2310-4902-2024-192-2-102-112
- Isbrandt R., Wiegard M., Meemken D., Langkabel N. Impact of procedures and human-animal interactions during transport and slaughter on animal welfare of pigs: a systematic literature review. *Animals (Basel).* 2022. 12 (23). 3391 p. DOI:10.3390/ani12233391.
- ДСТУ 7158:2010. М'ясо. Свинина в тушах і півтушах. Технічні умови. [Чинний від 2011-07-01]. Київ: Держспоживстандарт. 2011. 10 с.
- ДСТУ 8446:2015. Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів. [Чинний від 2017-07-01]. Київ: Держспоживстандарт. 2015. 18 с.
- Biswas S., Rolain J.-M. Use of MALDI-TOF mass spectrometry for identification of bacteria that are difficult to culture. *Journal of Microbiological Methods.* 2013. Vol. 92. Issue 1. P. 14–24. DOI: 10.1016/j.mimet.2012.10.014.
- Тишківська Н.В., Тишківська А.М. Використання MALDI-TOF маспектрометрії у ветеринарній мікології. *Науковий вісник ветеринарної медицини.* 2019. № 2. С. 20–28. DOI: 10.33245/2310-4902-152-2-20-28.
- Microbiological Quality of Pig Carcasses in a Slaughterhouse under Risk-Based Inspection System / L.G. Cavalheiro et al. *Foods.* 2022. 11 (24). 3986 p. DOI:10.3390/foods11243986.
- Betic N., Lazic I.B., Nastasijevic I. Biological hazards in the pork Chain Continuum: Risk Mitigation Strategy. *Meat Technology.* 2019. Vol. 60. Issue 2. P. 106–120. DOI:10.18485/meattech.2019.60.2.5
- Disetlthe A.R., Marume U., Mlambo V., Hugo A. Effects of dietary humic acid and enzymes on meat quality and fatty acid profiles of broiler chickens fed canola-based diets. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences.* 2018. Vol. 31 (10). P. 1627–1634. DOI:10.5713/ajas.17.0806.
- Dönmez N., Ayril P.A., Kahraman N.S. Effects of dietary humic substances on performance, carcass traits, meat quality, and some blood parameters in broiler chickens. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences.* 2020. Vol. 44 (4). P. 770–779. DOI: 10.3906/vet-2001-86
- Effect of Broilers Chicken Diet Supplementation with Natural and Acidified Humic Substances on Quality of Produced Breast Meat / M. Hudák et al. *Animals.* 2021. 11. 1087 p. DOI: 10.3390/ani11041087
- Stronskyi I.Y., Simonov M.R., Stronskyi Y.S. The shelf life of pork depends on its quality and microbial and non-microbial meat destructors *Scientific Messenger LNUVMB. Veterinary sciences.* 2024. Vol. 26. No. 114. P. 3–9. DOI: 10.32718/nvlvet11401
- Performance and ileal histomorphology of rats treated with humic acid preparations / S. Yasar et al. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl).* 2002. 86 (7–8). P. 257–264. DOI:10.1046/j.1439-0396.2002.00383.x.

#### REFERENCES

- Ji, F., McGlone, J.J., Kim, S.W. (2006). Effects of dietary humic substances on pig growth performance, carcass characteristics, and ammonia emission. *J Anim Sci.*, 84 (9), pp. 2482–2490. DOI: 10.2527/jas.2005-206.
- Marcinčák, S., Semjon, B., Marcinčáková, D. (2023). Humic Substances as a Feed Supplement and the Benefits of Produced Chicken Meat. *Life (Basel)*. 13 (4), 927 p. DOI:10.3390/life 13040927.
- Bai, H.X., Chang, Q.F., Shi, B.M., Shan, A.S. (2013). Effects of fulvic acid on growth performance and meat quality in growing-finishing pigs. *Livestock Science*, Vol. 158, Issue 1–3, pp. 118–123. ISSN 1871-1413. DOI:10.1016/j.livsci.2013.10.013.

4. Wang, Q., Chen, Y.J., Yoo, J.S. (2008). Effects of supplemental humic substances on growth performance, blood characteristics and meat quality in finishing pigs. *Livestock Science*, Vol. 117, Issue 2–3, pp. 270–274. DOI:10.1016/j.livsci.2007.12.024.
5. Yakubchak, O.M., Tyshkivska, N.V., Tyshkivskiy, M.Ya. (2024). Produktivnist ta pokaznyky krovi teliat riznykh vikovykh hrup u razi zastosuvannya kormovoi sumishi na osnovi huminovykh kyslot [Productivity and blood parameters of calves of different age groups when using a feed mixture based on humic acids]. *Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny [Scientific Bulletin of Veterinary Medicine]*. no. 2, pp. 102–112. DOI:10.33245/2310-4902-2024-192-2-102-112 (In Ukrainian).
6. Isbrandt, R., Wiegard, M., Meemken, D., Langkabel, N. (2022). Impact of procedures and human-animal interactions during transport and slaughter on animal welfare of pigs: a systematic literature review. *Animals (Basel)*. 12 (23), 3391 p. DOI:10.3390/ani12233391.
7. DSTU 7158:2010. Miaso. Svyynyna v tushakh i pivtushakh. Tekhnichni umovy. [Chynnyi vid 2011-07-01] [DSTU 7158:2010. Meat. Pork in carcasses and half-carcasses. Technical conditions. [Valid from 2011-07-01]]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart, 2011, 10 p. (In Ukrainian).
8. DSTU 8446:2015. Produkty kharchovi. Metody vyznachennia kilkosti mezofilnykh aerobnykh ta fakultatyvno-anaerobnykh mikroorhanizmiv. [Chynnyi vid 2017-07-01] [DSTU 8446:2015. Food products. Methods for determining the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms. [Valid from 2017-07-01]]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart, 2015, 18 p. (In Ukrainian).
9. Biswas, S., Rolain, J.-M. (2013). Use of MALDI-TOF mass spectrometry for identification of bacteria that are difficult to culture, *Journal of Microbiological Methods*, Vol. 92, Issue 1, pp. 14–24. DOI: 10.1016/j.mimet.2012.10.014.
10. Tyshkivska N.V., Tyshkivska A.M. (2019). Vykorystannia MALDI-TOF masspektrometrii u veterynarnii mikolohii [The use of MALDI-TOF mass spectrometry in veterinary mycology]. *Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny [Scientific Bulletin of Veterinary Medicine]*. no. 2, pp. 20–28. DOI: 10.33245/2310-4902-152-2-20-28. (In Ukrainian).
11. Cavalheiro, L.G., Gené, L.A., Coldebella, A. (2022). Microbiological Quality of Pig Carcasses in a Slaughterhouse under Risk-Based Inspection System. *Foods*. 11 (24), 3986 p. DOI: 10.3390/foods11243986.
12. Betic, N., Lazic, I. B., Nastasijevic, I. (2019). Biological hazards in the pork Chain Continuum: Risk Mitigation Strategy. *Meat Technology*. Vol. 60, Issue 2, pp. 106–120. DOI: 10.18485/meattech.2019.60.2.5
13. Disetlhe, A.R., Marume, U., Mlambo, V., Hugo, A. (2018). Effects of dietary humic acid and enzymes on meat quality and fatty acid profiles of broiler chickens fed canola-based diets. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, Vol. 31 (10), pp. 1627–1634. DOI:10.5713/ajas.17.0806.
14. Dönmez, N., Ayril, P.A., Kahraman, N.S. (2020). Effects of dietary humic substances on performance, carcass traits, meat quality, and some blood parameters in broiler chickens. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, Vol. 44 (4), pp. 770–779. DOI:10.3906/vet-2001-86.
15. Hudák, M., Semjon, B., Marcinčáková, D. (2021). Effect of Broilers Chicken Diet Supplementation with Natural and Acidified Humic Substances on Quality of Produced Breast Meat. *Animals*. 11, 1087 p. DOI:10.3390/ani11041087.
16. Stronskyi, I.Y., Simonov, M.R., Stronskyi, Y.S. (2024). The shelf life of pork depends on its quality and microbial and non-microbial meat destructors. *Scientific Messenger LNUVMB. Veterinary sciences*. Vol. 26, no. 114, pp. 3–9. DOI:10.32718/nvvet11401.
17. Yasar, S., Gokcimen, A., Altuntas, I. (2002). Performance and ileal histomorphology of rats treated with humic acid preparations. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*, 86 (7-8), pp. 257–264. DOI: 10.1046/j.1439-0396.2002.00383.x.

#### Microbiological stability of pork under the influence of organic feed mixture based on humic acids

**Yakubchak O., Tyshkivska N., Tyshkivsky M.**

The article presents the results of an experimental study on the feeding piglets effect with an organic feed mixture based on humic acids on the microbiological parameters of pork during chilled storage. The aim of the study was to determine the dynamics of changes in meat contamination by total viable count (TVC) and opportunistic microorganisms during 4 days of storage at 0 – -1 °C.

The experiment was conducted on 600 piglets of control and experimental groups kept under identical housing and feeding conditions. For 60 days, animals of the experimental group received drinking water supplemented with an organic feed mixture based on humic acids (Greenat) at a dose of 2 L/t of water. After fattening and slaughter, muscle tissue samples were collected from 10 pigs of the experimental group and 10 pigs of the control group for microbiological analysis.

Microbiological studies of meat samples were carried out according to current standards. The total viable count (TVC) of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms was determined, while other bacterial species were identified using the MALDI-TOF mass spectrometry method (Bruker MALDI). This method allowed the identification of pathogenic bacteria *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, and yeasts of the genus *Rhodotorula spp.*

At the beginning of the study, the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms (TVC) in muscle tissue was almost the same in both groups:  $1.9 \times 10^2 \pm 0.54$  CFU/g in the control and  $1.7 \times 10^2 \pm 0.48$  CFU/g in the experimental group, indicating the uniformity of the initial conditions.

During subsequent storage days (3–4 days), a gradual increase in the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms was observed in both groups, indicating activation of microbial growth under storage conditions.

Absolute TVC values increased in both groups; however, the rate of microbial growth was significantly higher in the control group ( $p < 0.05$ ), whereas only a tendency toward increase was noted in the ex-

perimental group ( $p < 0.1$ ). These results support the hypothesis regarding the antimicrobial effect of humic acids, which may influence both the composition of intestinal microflora and the quality of muscle tissue as a substrate for microorganisms after slaughter.

**Keywords:** humic acids, pork, microbiological safety, storage, feed additive, KMAFAnM, *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*.



Copyright: Якубчак О.М., Тишківська Н.В., Тишківський М.Я.  
© This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Якубчак О.М.

<https://orcid.org/0000-0002-9390-6578>

Тишківська Н.В.

<https://orcid.org/0000-0003-4937-1390>

Тишківський М.Я.

<https://orcid.org/0000-0003-0826-5276>