



# Тваринництво, ветеринарна медицина

УДК 637.5:637.5.04/07  
© 2021

## ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАМОРОЖЕНОЇ ЯЛОВИЧИНИ ЗА БІОХІМІЧНИМИ І МІКРОБІОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

М.Д. Кухтин<sup>1</sup>, В.З. Салата<sup>2</sup>, Н.П. Болтик<sup>3</sup>, Т.М. Руцинська<sup>4</sup>,  
Я.Й. Крижанівський<sup>5</sup>, В.Т. Климик<sup>6</sup>, В.Л.Коваленко<sup>7</sup>, З.В. Малімон<sup>8</sup>

<sup>1, 2, 7</sup>доктори ветеринарних наук, професори  
<sup>3</sup>кандидат сільськогосподарських наук  
<sup>5, 8</sup>кандидати ветеринарних наук

<sup>1, 3–6</sup>Тернопільська дослідна станція Інституту ветеринарної медицини НААН  
вул. Тролейбусна, 12, м. Тернопіль, 46027, Україна

<sup>2</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини  
та біотехнологій імені С.З. Гжицького  
вул. Пекарська, 50, м. Львів, 79010, Україна

<sup>7</sup>Державний науково-контрольний інститут біотехнологій і штамів мікроорганізмів  
вул. Волинська, 14/30, м. Київ, 02000, Україна

<sup>8</sup>Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики  
та ветеринарно-санітарної експертизи  
вул. Донецька, 30, м. Київ, 02000, Україна

e-mail: <sup>1</sup>kuchtynnic@gmail.com, <sup>2</sup>salatavolod@ukr.net, <sup>3</sup>boltiknatalia@gmail.com,  
<sup>4, 5, 6</sup>terdosvet@meta.ua, <sup>7</sup>kovalenkodoktor@gmail.com, <sup>8</sup>Z\_malimon@ukr.net

ORCID: <sup>1</sup>0000-0002-0195-0767, <sup>2</sup>0000-0002-9713-0746, <sup>3</sup>0000-0002-7378-7735,  
<sup>4</sup>0000-0001-6835-0064, <sup>5</sup>0000-0002-2097-721X, <sup>6</sup>0000-0002-0197-4988,  
<sup>7</sup>0000-0002-2416-5219, <sup>8</sup>0000-0002-8616-3198

Надійшла 10.03.2021

**Мета.** Провести оцінку способів зберігання замороженої яловичини за мікробіологічними і хімічними показниками. **Методи.** Мікробіологічні та біохімічні дослідження свіжої та замороженої яловичини для визначення показників свіжості та мікробіологічної безпечності проводили згідно зі стандартними та загальноприйнятими методиками. **Результати.** Виявлено, що кількість мезофільних мікроорганізмів на свіжих (24 год) яловичих тушах була в 12,7 раза більшою, порівняно з кількістю психротрофних мікроорганізмів. Під час зберігання яловичини в замороженому стані за  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$  протягом 8 міс. кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів зменшувалася у 7,8 раза, Enterobacteriaceae — в 16,8, психротрофної мікрофлори — лише в 1,6 раза. Водночас грибкова мікрофлора за цих режимів зберігання зросла в 1,7 раза. При зберіганні яловичини за температури  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  ...  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  упродовж 14 та 18 міс. виявлено

**поступове відмирання мікрофлори на її поверхні. Водночас найбільше зменшувалася кількість мезофільної та колиформної мікрофлори — приблизно в 10 та 24 рази, відповідно. Чисельність психротрофної мікрофлори при цьому зменшилася лише в 1,8 раза проти початкової кількості, а грибкова залишалася без змін. Протягом 8 міс. зберігання яловичини за  $-12^{\circ}\text{C}$  виявлено погіршення показників його свіжості. Водночас за зберігання м'яса при  $-20... -25^{\circ}\text{C}$  протягом 14 та 18 міс. наявність летких жирних кислот свідчить про його сумнівну свіжість. Також встановлено зростання продуктів пероксидного окиснення ліпідів у яловичині при довготривалому зберіганні за  $-12^{\circ}\text{C}$ . Висновки. При зберіганні яловичини у замороженому стані за температури  $-12^{\circ}\text{C}$  протягом 8 міс. розвиток мезофільної і психротрофної мікрофлори припиняється. Найбільш згубно температура  $-12^{\circ}\text{C}$  впливає на мезофільні та колиформні бактерії. Водночас виявлено розмноження грибової мікрофлори на поверхні туш. При зберіганні яловичини при  $-20... -25^{\circ}\text{C}$  протягом 14–18 міс. мікрофлора на її поверхні не розмножувалася, а поступово гинула. Протягом 8 міс. зберігання яловичини за  $-12^{\circ}\text{C}$  виявлено погіршення біохімічних показників її свіжості. Водночас за зберігання при  $-20... -25^{\circ}\text{C}$  протягом 14 та 18 міс. тільки за вмістом летких жирних кислот яловичина належала до сумнівної свіжості.**

**Ключові слова:** психротрофні і мезофільні мікроорганізми, грибкова мікрофлора, ТБК-активні продукти, свіжість м'яса.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202104-05>

**Актуальність теми.** М'ясо і м'ясні продукти належать до основних продуктів харчування, оскільки є джерелом потрібних білків. Висока калорійність і поживність м'яса зумовлює швидке його псування внаслідок розвитку мікроорганізмів [1, 2]. Проте, незважаючи на застосування режимів холодильного зберігання м'яса, далеко не завжди на кінцевому етапі м'ясо відповідає вимогам нормативних документів [3–5]. Основний чинник, який впливає на його стійкість під час зберігання, є мікробіологічний [6]. Тому дослідження, спрямовані на встановлення взаємозв'язку між кількісними змінами мікрофлори в процесі зберігання м'яса залежно від застосованих температур охолодження, вважаються актуальними.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** М'ясо туш і півтуш яловичини зберігають охолодженим за температури  $0... -1^{\circ}\text{C}$  за відносної вологості повітря 85 % протягом 16 діб. Приморожування передбачає зберігання м'яса яловичини за температури  $-2... -3^{\circ}\text{C}$  та відносної вологості повітря 90 % протягом 20-ти діб, а заморожування — за

температури  $-12, -18, -20, -25^{\circ}\text{C}$  та відносної вологості повітря 95 % протягом 8 міс., 12, 14 та 18 міс., відповідно до ДСТУ 6030:2008) [7]. Однак, навіть за зберігання м'яса у межах температур, визначених стандартом, відбувається різна зміна його мікрофлори [8–10]. Виявлено, що якщо перед початком приморожування чи заморожування яловичини мікробіологічні показники відповідають вимогам стандарту, то на закінчення терміну зберігання вони можуть значно перевищувати ці нормативи [6]. У нормі після забою тварин мікроорганізми мають виявлятися тільки на поверхні туш, це пов'язано з екзогенним обсіменінням і відповідає санітарним та технологічним вимогам [5, 11, 12]. Згідно з Регламентом Комісії (ЄС) № 2073/2005 кількість колоній аеробних мезофільних мікроорганізмів на тушах великої рогатої худоби перед охолодженням має становити від  $\log 3,5$  КУО/см<sup>2</sup> до  $\log 5,0$  КУО/см<sup>2</sup> площі, а вміст бактерій *Enterobacteriaceae* — від  $\log 1,5$  КУО/см<sup>2</sup> до  $\log 2,5$  КУО/см<sup>2</sup>. У нормативних документах і наукових публікаціях більшою мірою звертають увагу на обсіменіння яловичих

туш мезофільними мікроорганізмами та бактеріями родини *Enterobacteriaceae*, які вважаються показниками дотримання вимог санітарії під час забою тварин [13, 14]. Проте дослідники виявили, що при зберіганні яловичини в примороженому або замороженому стані мікробіологічний процес у м'ясі відбувається через активність психротрофної мікрофлори [15–18]. Враховуючи це, останніми роками інтенсивно впроваджуються способи зберігання м'яса, які мають на меті подовжити його строки без істотних змін фізико-хімічних і мікробіологічних показників [19–21]. Однак строки холодильного зберігання харчового продукту не можна впроваджувати без всебічного наукового обґрунтування усіх чинників, які впливають на його безпечність та якість. Отже, правильно підібраний режим зберігання має забезпечити максимальний термін придатності яловичини без порушення її органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних показників. З урахуванням цього актуальним є вивчення вмісту психротрофної мікрофлори під час холодильного зберігання яловичини.

**Мета роботи** — провести оцінку способів зберігання замороженої яловичини за мікробіологічними і хімічними показниками.

**Матеріали та методи досліджень.** Відбирання проб яловичини та змивів з туш здійснювали на м'ясопереробних підприємствах Львівської і Тернопільської областей, підготовку до дослідження проводили згідно з ISO 6887-1:2017 [22].

Мікробіологічні дослідження проводили в лабораторії Тернопільської дослідної станції Інституту ветеринарної медицини НААН. Для визначення кількості психротрофних мікроорганізмів (ПСХМ) здійснювали посів 1 см<sup>3</sup> змиву або його 10-разових розведень у чашки Петрі, заливали 15 см<sup>3</sup> розплавленого й остиглого до 45 ± 5 °С МПА, інкубацію посівів проводили за температури +7,0 ± 0,5 °С протягом 10-ти діб, а для визначення кількості мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ) посіви інкубували за температури 30 ± 1 °С протягом 72 ± 1 год. Виділення стафілококів проводили на середовищі *Baird-Parker Agar*, бактерій родини *Enterobacteriaceae* — на *Endo Agar*, титр бактерій групи кишкових

паличок — на середовищі Кеслер, грибів і дріжджів — на середовищі Сабуро, ентерококів — ентерококагар, сальмонел — на 3М *Petrifilm Salmonella Express System* (3М *Petrifilm SALX*), а лістерій — на 3М *Petrifilm Environmental Listeria (EL) Plate*. Ідентифікацію чистих культур проводили за морфологічними, тинкторіальними, культуральними і біохімічними властивостями, наведеними у визначнику бактерій Берджі [23].

Уміст продуктів перексидного окиснення ліпідів (ПОЛ) у м'ясі яловичини визначали за загальноприйнятими методиками, концентрацію ТБК-активних продуктів у гомогенатах тканин — за методом Е.Н. Коробейникової, дієнові кон'югати (ДК) у м'ясі — спектрофотометрично за методикою В.Б. Гаврилова та співавторів (1988) [24].

Біохімічні дослідження проб яловичини (реакція з міді сульфатом, кількість летких жирних кислот і мікроскопію мазків відбитків) проводили згідно з ГОСТ 23392-2016 [25]. Реакцію на пероксидазу визначали згідно з «Правилами передзабійного ветеринарного огляду тварин і ветеринарно-санітарної експертизи м'яса та м'ясних продуктів» (Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства № 28 від 07.06.2002 р.), величину рН, аміно-аміачний азот і аміак — відповідно до загальноприйнятих методик.

Отримані результати досліджень обробляли статистично з використанням програм Statistika 6. Різницю вважали вірогідною при  $P < 0,05$ .

**Результати досліджень.** У дослідженнях визначено кількість мікрофлори яловичини, замороженої за різних температур і часу зберігання (табл. 1).

Під час зберігання яловичини, замороженої за температури –12 °С, протягом 8 міс. відбувається зменшення майже усієї мікрофлори на поверхні, крім грибів і дріжджів. Так, кількість МАФАНМ у змивах з півтуш яловичини зменшувалася у 7,8 раза ( $P < 0,05$ ), психротрофних бактерій і золотистого стафілококу — приблизно в 1,6 раза ( $P < 0,05$ ), ентерококів — у 8 разів ( $P < 0,05$ ). Найзгубніше температура –12 °С впливала на бактерії родини *Enterobacteriaceae* — вміст їх зменшився у 16,8 раза і становив  $1,9 \pm 0,1 \cdot 10^1$  КУО/см<sup>3</sup> змиву з поверхні. Водночас кількість грибів і дріжджів

**1. Мікробіологічні показники замороженої яловичини за умов холодильного зберігання, КУО/см<sup>3</sup> змиву з поверхні,  $M \pm m$ ,  $n=18$**

Показник	Вміст бактерій у змивах з поверхні через			
	одну добу	8 міс. за $-12^{\circ}\text{C}$	14 міс. за $-20^{\circ}\text{C}$	18 міс. за $-25^{\circ}\text{C}$
Вміст:				
МАФАНМ	$7,5 \pm 0,4 \cdot 10^4$	$9,5 \pm 0,4 \cdot 10^{3*}$	$7,4 \pm 0,3 \cdot 10^{3*}$	$5,5 \pm 0,1 \cdot 10^{3*}$
<i>Enterobacteriaceae</i>	$3,2 \pm 0,2 \cdot 10^2$	$1,9 \pm 0,1 \cdot 10^1$	$1,3 \pm 0,2 \cdot 10^1$	$1,0 \pm 0,2 \cdot 10^1$
ПСxМ	$5,9 \pm 0,2 \cdot 10^3$	$3,7 \pm 0,2 \cdot 10^{3*}$	$3,3 \pm 0,2 \cdot 10^{3*}$	$1,1 \pm 0,1 \cdot 10^{3*}$
грибів, дріжджів	$1,0 \pm 0,1 \cdot 10^3$	$1,7 \pm 0,1 \cdot 10^{3*}$	$1,0 \pm 0,2 \cdot 10^3$	$8,5 \pm 0,2 \cdot 10^2$
<i>Staphylococcus aureus</i>	$1,1 \pm 0,1 \cdot 10^2$	$7,0 \pm 0,3 \cdot 10^{1*}$	$4,1 \pm 0,2 \cdot 10^1$	$2,8 \pm 0,2 \cdot 10^1$
ентерококів	$1,4 \pm 0,1 \cdot 10^3$	$1,5 \pm 0,1 \cdot 10^{2*}$	$1,3 \pm 0,1 \cdot 10^{2*}$	$1,0 \pm 0,1 \cdot 10^{2*}$

\*  $P < 0,05$  — порівняно до першої доби (до табл. 1–3).

на поверхні замороженої протягом 8 міс. яловичини зростала у 1,7 раза ( $P < 0,05$ ). Це, ймовірно, пов'язано зі здатністю плісневих грибів виявляти фізіологічну активність за низьких температур.

Також встановлено, що під час зберігання яловичини, замороженої за температури  $-20^{\circ}\text{C}$ , протягом 14 міс. уся мікробіота на її поверхні поступово відмирає. Зокрема, ця температура заморожування глибоко впливала на мезофільну мікрофлору та бактерії родини *Enterobacteriaceae*, щільність яких зменшувалася приблизно в 10 та 24 рази, відповідно, порівнюючи з початковою кількістю в остиглому м'ясі. Вміст ПСxМ не так стрімко знижувався порівняно з мезофільною мікрофлорою, лише в 1,8 раза менше проти початкового вмісту. Стафілококи й ентерококи також істотно зазнавали впливу цієї температури, їхня кількість зменшилася в 2,7 і 9,3 раза, відповідно. Проте температура  $-20^{\circ}\text{C}$  практично не впливала глибоко на грибову мікрофлору, її вміст залишався без достовірних змін, порівняно з кількістю на першу добу. Аналогічні зміни мікробіоти на поверхні яловичини спостерігали і при зберіганні за температури заморожування  $-25^{\circ}\text{C}$ .

Отже, за температури зберігання  $-12^{\circ}\text{C}$  найповільніше відмирають психротрофні мікроорганізми, а кількість грибів і дріжджів навіть зростає. Це свідчить про те, що при зберіганні за такої температури потрібно звертати увагу на початкову кількість грибової та психротрофної мікрофлори. Водночас процес заморожування і зберігання

яловичини за  $-20... -25^{\circ}\text{C}$  протягом 14–18 міс. глибоко впливає на основні групи поверхневої мікробіоти, винятком залишається грибова мікрофлора, яка перебуває в анабіотичному стані.

Визначено зміни біохімічних показників у замороженій яловичині в процесі холодильного зберігання за різних температур (табл. 2).

У яловичині, яка зберігалася у замороженому стані за температури  $-12^{\circ}\text{C}$  упродовж 8 міс., виявлено погіршення показників свіжості. Так, за показниками реакція з міді сульфатом, реакція на пероксидазу та на аміак яловичина належала до сумнівної свіжості. Також кількість аміно-аміачного азоту зросла в 1,3 раза ( $P < 0,05$ ), порівняно з його вмістом в остиглому м'ясі і становила  $1,50 \pm 0,03$  мг, що свідчить про процес розпаду білків, і м'ясо яловичини з таким вмістом аміно-аміачного азоту зараховують до сумнівної свіжості. Кількість летких жирних кислот від початку дослідження зросла в 4,9 раза ( $P < 0,05$ ) — до  $12,4 \pm 0,1$  мг КОН, що також характеризує процес гідролізу жиру і свіжість замороженої яловичини за такої величини вважають сумнівною.

Крім того, виявлено, що біохімічні показники, які характеризують свіжість м'яса, не змінювалися практично протягом 14 міс. зберігання за температури  $-20^{\circ}\text{C}$ . Тільки за показником реакція на пероксидазу і за кількістю летких жирних кислот яловичина належала до сумнівної свіжості, а за всіма іншими показниками — до свіжої. За температури зберігання  $-25^{\circ}\text{C}$  протягом 18 міс.

**2. Біохімічні показники замороженої яловичини за умов холодильного зберігання,  $M \pm m$ ,  $n=20$** 

Показник	Біохімічні показники через			
	одну добу	8 міс. за $-12^{\circ}\text{C}$	14 міс. за $-20^{\circ}\text{C}$	18 міс. за $-25^{\circ}\text{C}$
Реакція з міді сульфатом	–	±	–	–
Реакція на пероксидазу	+	±	±	±
Реакція на аміак	–	±	–	–
Вміст аміно-аміачного азоту, мг	$1,10 \pm 0,02$	$1,50 \pm 0,03^*$	$1,27 \pm 0,02^*$	$1,25 \pm 0,02^*$
Кількість летких жирних кислот, мг	$2,5 \pm 0,05$	$12,4 \pm 0,1^*$	$6,0 \pm 0,06^*$	$5,9 \pm 0,07^*$
pH	$5,81 \pm 0,02$	$6,08 \pm 0,03$	$5,95 \pm 0,02$	$5,95 \pm 0,02$
Примітки: (+) — позитивна реакція; (–) — негативна; (±) — сумнівна реакція.				

також за вмістом летких жирних кислот і реакцією на пероксидазу яловичину зараховували до сумнівної свіжості.

Визначено зміни продуктів ПОЛ у яловичині під час зберігання в замороженому стані за різних температур (табл. 3).

Чим вища температура зберігання м'яса у замороженому стані, тим активніше відбуваються процеси ПОЛ. Так, за температури зберігання яловичини при  $-12^{\circ}\text{C}$  кількість ТБК-активних продуктів збільшувалася з  $3,95 \pm 0,12$  до  $4,35 \pm 0,016$  мкмоль/г. Водночас при зберіганні яловичини за температури  $-20$  і  $-25^{\circ}\text{C}$  кількість ТБК-активних продуктів практично не збільшувалася і становила  $3,99 \pm 0,11$  та  $4,07 \pm 0,11$  мкмоль/г відповідно. Аналогічну закономірність виявлено і щодо вмісту ДК, кількість яких у яловичині при зберіганні за температури  $-12^{\circ}\text{C}$  упродовж 8 міс. зростає в 1,3 рази ( $P < 0,05$ ), а за  $-20$  і  $-25^{\circ}\text{C}$  вірогідного збільшення їх не відбувалося. Зростання продуктів ПОЛ у яловичині при довготривалому зберіганні за температури

$-12^{\circ}\text{C}$ , ймовірно, пов'язане із ліполітичною активністю психротрофних видів грибової мікрофлори, які за цієї температури, ще розвивалися.

Визначення свіжості м'яса та збільшення строків його зберігання є актуальними питаннями для спеціалістів м'ясної промисловості. М'ясо має обмежений термін зберігання, а це створює труднощі як для виробників, так і для споживачів, для яких зіпсований продукт є потенційно небезпечним [13]. Найбільший чинник, який спричиняє псування м'яса в процесі його зберігання – це мікробіологічний [5, 6]. Тому насамперед потрібно мінімізувати контамінацію мікроорганізмами від моменту забою до перероблення та гальмувати розвиток наявної мікрофлори за допомогою заморожування [5, 12]. Проте навіть за цих умов відбувається псування м'яса внаслідок розмноження й активності психротрофної мікрофлори [6, 11]. Наявні нормативно-правові документи контролюють гігієну технологічного процесу яловичини лише за вмістом мезофілічних

**3. Вміст продуктів ПОЛ у замороженій яловичині при зберіганні за різних температур,  $M \pm m$ ,  $n=20$** 

Показник	Зберігання яловичини через			
	одну добу	8 міс. за $-12^{\circ}\text{C}$	14 міс. за $-20^{\circ}\text{C}$	18 міс. за $-25^{\circ}\text{C}$
ТБК-активні продукти, мкмоль/г	$3,95 \pm 0,12$	$4,35 \pm 0,16$	$3,99 \pm 0,11$	$4,07 \pm 0,11$
Дієнові кон'югати, мкмоль/г	$16,49 \pm 1,45$	$20,91 \pm 1,69^*$	$18,69 \pm 1,58$	$18,92 \pm 1,55$

аеробних мікроорганізмів і бактерій родини *Enterobacteriaceae* [7].

Наші дослідження виявили, що кількість мезофільних мікроорганізмів на свіжих (24 год) яловичих тушах була в 12,7 раза більшою, порівняно з кількістю психротрофних мікроорганізмів. Під час зберігання яловичини в замороженому стані за  $-12^{\circ}\text{C}$  протягом 8 міс. кількість МАФАНМ зменшувалася у 7,8 раза, *Enterobacteriaceae* — в 16,8, психротрофна мікрофлора — лише в 1,6 раза. Водночас грибкова мікрофлора за цих режимів зберігання зростала у 1,7 раза. У дослідженнях [16] було виявлено більший вміст психротрофних мікроорганізмів у заморожених харчових продуктах, порівняно з кількістю мезофільних аеробних бактерій. Дослідники вважають, що використання показників наявності мезофільних аеробних мікроорганізмів як параметра оцінки терміну зберігання заморожених харчових продуктів є досить сумнівним [3, 9, 20].

Дослідженнями динаміки зміни мікробіоти при зберіганні яловичини за температури  $-20 \dots -25^{\circ}\text{C}$  упродовж 14 та 18 міс. виявлено поступове відмирання мікрофлори на її поверхні. Водночас найбільше зменшувалася мезофільна та коліформна мікрофлора, приблизно в 10 та 24 рази, відповідно. Психротрофна мікрофлора при цьому зменшилася лише в 1,8 раза проти початкової кількості, а грибкова залишалася без змін. Це свідчить про те, що зберігання м'яса у замороженому стані повністю припиняє розвиток мезофільних мікроорганізмів. Тому ми підтримуємо думку вчених [1, 7], які зазначають, що температура замороженого м'яса істотно впливає на термін його зберігання.

Отже, незважаючи на те, що м'ясо відповідає нормативам за вмістом мезофільних бактерій, наявність і можливий розвиток грибової і психротрофної мікробіоти у замороженому за температури  $-12^{\circ}\text{C}$  м'яси

є невід'ємною частиною контролю за його безпечністю та якістю.

Протягом 8 міс. зберігання яловичини за  $-12^{\circ}\text{C}$  виявлено погіршення показників, які характеризують його свіжість. Зокрема, за показниками реакція з міді сульфатом, реакція на пероксидазу та на аміак яловичина належить до сумнівної свіжості, що свідчить про процес розпаду білків. Водночас за зберігання при  $-20 \dots -25^{\circ}\text{C}$  протягом 14 та 18 міс. тільки за вмістом летких жирних кислот яловичину зараховують до сумнівної свіжості. Отже, результати досліджень виявили, що у яловичині під час зберігання за температури  $-12^{\circ}\text{C}$  через 8 міс. значно погіршуються біохімічні показники, які характеризують її свіжість, в основному таке м'ясо має сумнівну свіжість. Літературні дані [16] також свідчать, що в процесі зберігання м'яса і розвитку мікрофлори відбувається виділення різних ароматичних сполук, які спричиняють органолептичні вади м'яса. Тому ми підтримуємо думку вчених про те, що кількість летких жирних кислот зростає внаслідок мікробного метаболізму мікрофлори, в даному випадку грибової і психротрофної [11]. Також наші дослідження виявили зростання продуктів ПОЛ у яловичині при довготривалому зберіганні за температури  $-12^{\circ}\text{C}$ , ймовірно, це пов'язано із ліполітичною активністю грибової мікрофлори, які за цієї температури, ще розвивалися.

Отже, дослідження свідчать, що зберігання яловичини в замороженому стані за температури  $-12^{\circ}\text{C}$  понад 8 міс. є проблематичним, оскільки її біохімічні показники погіршуються і з'являються ознаки псування. Також для запобігання виникнення органолептичних і біохімічних вад замороженої яловичини під час холодильного зберігання потрібно зупинити розвиток грибової протеолітичної і ліполітичної мікрофлори, яке можливе за зниження температури до  $-20 \dots -25^{\circ}\text{C}$ .

## Висновки

При зберіганні яловичини у замороженому стані за температури  $-12^{\circ}\text{C}$  протягом 8 міс. розвиток мезофільної і психротрофної мікрофлори припиняється. Найбільш згубно температура  $-12^{\circ}\text{C}$

впливає на мезофільні та коліформні бактерії. Водночас виявлено розмноження грибової мікрофлори на поверхні туш. За температури зберігання яловичини  $-20 \dots -25^{\circ}\text{C}$  протягом 14–18 міс. мікрофлора

на поверхні туш не розмножувалася, а поступово винула. Протягом 8 міс. зберігання яловичини за  $-12^{\circ}\text{C}$  виявлено погіршення біохімічних показників, які характеризують

її свіжість. Водночас за зберігання при  $-20\dots-25^{\circ}\text{C}$  протягом 14 та 18 міс. тільки за вмістом летких жирних кислот яловичину зараховували до сумнівної свіжості.

**Kukhtyn M.<sup>1</sup>, Salata V.<sup>2</sup>, Boltyk N.<sup>3</sup>, Rushchynska T.<sup>4</sup>, Kryzhanivskiy Ya.<sup>5</sup>, Klymyk V.<sup>6</sup>, Kovalenko V.<sup>7</sup>, Malimon Z.<sup>8</sup>**

<sup>1,3-6</sup>Ternopil research station of the Institute of veterinary medicine of NAAS, 12, Troleibusna, Str., Ternopil, 46027, Ukraine, <sup>2</sup>S.Z. Hzhyskyi Lviv National University of veterinary medicine and biotechnology, 50, Pekarska Str., Lviv, 79010, Ukraine, <sup>7</sup>State research-control institute of biotechnology and strains of microorganisms, 14/30, Volynska Str., Kyiv, 02000, Ukraine, <sup>8</sup>State research institute of laboratory diagnostics and veterinary-sanitary expertise, 30, Donetska Str., Kyiv, 02000, Ukraine; e-mail: <sup>1</sup>kuchtynnic@gmail.com, <sup>2</sup>salatavolod@ukr.net, <sup>3</sup>boltiknatalia@gmail.com, <sup>4,5,6</sup>terdosvet@meta.ua, <sup>7</sup>kovalenkodoktor@gmail.com, <sup>8</sup>Z\_malimon@ukr.net; ORCID: <sup>1</sup>0000-0002-0195-0767, <sup>2</sup>0000-0002-9713-0746, <sup>3</sup>0000-0002-7378-7735, <sup>4</sup>0000-0001-6835-0064, <sup>5</sup>0000-0002-2097-721X, <sup>6</sup>0000-0002-0197-4988, <sup>7</sup>0000-0002-2416-5219, <sup>8</sup>0000-0002-8616-3198

#### Characteristics of frozen beef according to biochemical and microbiological parameters

**Goal.** To assess methods of storing frozen beef according to microbiological and chemical indicators. **Methods.** Microbiological and biochemical studies of fresh and frozen beef aiming at the determination of the indicators of freshness and microbiological safety were carried out by standard and generally accepted techniques. Results. It was found that the number of mesophilic microorganisms on fresh beef carcasses (24 h) was 12.7 times higher as compared to the number of psychrotrophic microorganisms. During 8-months' storage of beef in a frozen state ( $-12^{\circ}\text{C}$ ) the number of mesophilic aerobic and optional anaerobic microorganisms decreased 7.8 times, Enterobacteriaceae — in 16.8,

psychrotrophic microflora — only in 1.6 times. At the same time, fungal microflora for these storage modes increased 1.7 times. When storing beef at a temperature of  $-20\dots-25^{\circ}\text{C}$  for 14 and 18 months, the gradual dying of microflora on its surface was revealed. At the same time, the amount of mesophilic and coliform microflora decreased on a larger scale — about 10 and 24 times, respectively. The number of psychrotrophic microflora thus decreased only 1.8 times against the initial amount, and the fungal one remained unchanged. Within 8-months' storage of beef at  $-12^{\circ}\text{C}$  deterioration was revealed of indicators and its freshness. At the same time, for storage of meat at  $-20\dots-25^{\circ}\text{C}$  for 14 and 18 months, the presence of volatile fatty acids indicates its doubtful freshness. Also, the growth of products of peroxide oxidation of lipids is fixed in beef with long-term storage at  $-12^{\circ}\text{C}$ . **Conclusions.** When storing beef in a frozen state at a temperature of  $-12^{\circ}\text{C}$  for 8 months the development of mesophilic and psychrotrophic microflora is stopped. The most detrimental temperature of  $-12^{\circ}\text{C}$  influences mesophilic and coliform bacteria. At the same time, the propagation of fungal microflora on the surface of the carcass is fixed. When storing beef at  $-20\dots-25^{\circ}\text{C}$  for 14–18 months the microflora on its surface did not multiply, but gradually died. Within 8-months' storage of beef at  $-12^{\circ}\text{C}$  the deterioration was revealed of biochemical indicators of its freshness. At the same time, for storage at  $-20\dots-25^{\circ}\text{C}$  for 14 and 18 months, beef had questionable freshness only by the content of volatile fatty acid.

**Key words:** psychrotrophic and mesophilic microorganisms, fungal microflora, clamp products, freshness of meat.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202104-05>

## Бібліографія

1. Alonso-Hernando A., Alonso-Calleja C., Capita R. Growth kinetic parameters of gram-positive and gram-negative bacteria on poultry treated with various chemical decontaminants. *Food Control*. 2013. V. 33. № 2. P. 429–432. doi: 10.1016/j.foodcont.2013.03.009

2. Lerma L. L., Benomar N., del Carmen Casado Muñoz M. et al. Correlation between antibiotic and biocide resistance in mesophilic and psychrotrophic *Pseudomonas* spp. isolated from slaughterhouse surfaces throughout meat chain production. *Food*

*Microbiology*. 2015. V.51. P. 33–44. doi: 10.1016/j.fm.2015.04.010

3. Салата В.З., Кухтин М.Д. Мікрофлора охолодженої і примороженої яловичини за холодильного зберігання. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини*: 36. наук. пр. Харківської державної зооветеринарної академії. *Ветеринарні науки*. 2017. Вип. 34 (2). С. 332–336.

4. Pothakos V., Taminiou B., Huys G. et al. Psychrotrophic lactic acid bacteria associated with production batch recalls and sporadic cases of early

- spoilage in Belgium between 2010 and 2014. *International J. of Food Microbiology*. 2014. V. 191. P. 157–163. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2014.09.013
5. Bruckner S., Albrecht A., Petersen B., Kreyenschmidt J. Characterization and comparison of spoilage processes in fresh pork and poultry. *J. of Food Quality*. 2012. V. 35. № 5. P. 372–382. doi: 10.1111/j.1745-4557.2012.00456.x
6. Kukhtyn M., Salata V., Berhilevych O. et al. Evaluation of storage methods of beef by microbiological and chemical indicators. *Potravinarstvo Slovak J. of Food Sciences*. 2020. V. 14. P. 602–611. doi: 10.5219/1381
7. М'ясо. Яловичина та телятина в тушах, півтушах і чвертинах. Технічні умови. ДСТУ 6030: 2008. [Чинний від 2009-04-01]. Київ: Держспоживстандарт. 2009. 10 с.
8. Casaburi A., De Filippis F., Villani F., Ercolini D. Activities of strains of *Brochothrix thermosphacta* in vitro and in meat. *Food Research International*. 2014. V. 62. P. 366–374. doi: 10.1016/j.foodres.2014.03.019
9. Zhang Y., Wei J., Yuan Y., Yue T. Diversity and characterization of spoilage-associated psychrotrophs in food in cold chain. *International J. of Food Microbiology*. 2019. V. 290. P. 86–95. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2018.09.026
10. Salata V., Kuhtyn M., Semanjuk V., Perkij Y. Dynamics of microflora of chilled and frosted beef during storage. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. 2017. V. 19. № 73. P. 178–182. doi: 10.15421/nlvvet7337
11. Popelka P., Jevinová P., Marcinčák S. Microbiological and chemical quality of fresh and frozen whole trout and trout filets. *Potravinarstvo*. 2016. V. 10. № 1. P. 431–436. doi: 10.5219/599
12. Serraino A., Bardasi L., Riu R. et al. Visual evaluation of cattle cleanliness and correlation to carcass microbial contamination during slaughtering. *Meat Science*. 2012. V. 90. № 2. P. 502–506. doi: 10.1016/j.meatsci.2011.08.001
13. Leroy F., Vasilopoulos C., Van Hemelryck S. et al. Volatile analysis of spoiled, artisan-type, modified-atmosphere-packaged cooked ham stored under different temperatures. *Food Microbiology*. 2009. V. 26. № 1. P. 94–102. doi: 10.1016/j.fm.2008.08.005
14. Nyamakwere F., Muchenje V., Mushonga B. et al. Assessment of Salmonella, Escherichia coli, Enterobacteriaceae and Aerobic Colony Counts Contamination Levels During the Beef Slaughter Process. *J. of Food Safety*. 2016. V. 36. № 4. P. 548–556. doi: 10.1111/jfs.12275
15. Nieminen T. T., Vihavainen E., Paloranta A. et al. Characterization of psychrotrophic bacterial communities in modified atmosphere-packed meat with terminal restriction fragment length polymorphism. *International J. of Food Microbiology*. 2011. V. 144. № 3. P. 360–366. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2010.10.018
16. Ercolini D., Russo F., Nasi A. et al. Mesophilic and Psychrotrophic Bacteria from Meat and Their Spoilage Potential In Vitro and in Beef. *Applied and Environmental Microbiology*. 2009. V. 75. № 7. P. 1990–2001. doi: 10.1128/AEM.02762-08
17. Салата В.З., Гутій Б.В., Кухтин М.Д., Перкії Ю.Б. Ліполітичні і протеолітичні властивості психротрофних мікроорганізмів, виділених з остиглої, охолодженої, примороженої та замороженої яловичини. *Ветеринарна медицина: міжвід. темат. наук. зб.* (2018). Вип. 104. С. 290–294.
18. Stellato G., Utter D. R., Voorhis A. et al. A Few *Pseudomonas* Oligotypes Dominate in the Meat and Dairy Processing Environment. *Frontiers in Microbiology*. 2017. V. 8. 9 p. doi: 10.3389/fmicb.2017.00264
19. Kukhtyn M., Salata V., Peleny R. et al. Investigation of zeranin in beef of Ukrainian production and its reduction with various technological processing. *Potravinarstvo Slovak J. of Food Sciences*. 2020. V. 14. P. 95–100. doi: 10.5219/1224
20. Moschonas G., Bolton D. J., McDowell D. A., Sheridan J. J. Diversity of Culturable Psychrophilic and Psychrotrophic Anaerobic Bacteria Isolated from Beef Abattoirs and Their Environments. *Applied and Environmental Microbiology*. 2011. V. 77. № 13. P. 4280–4284. doi: 10.1128/AEM.01778-10
21. Hilgarth M., Behr J., Vogel R. F. Monitoring of spoilage-associated microbiota on modified atmosphere packaged beef and differentiation of psychrophilic and psychrotrophic strains. *J. of Applied Microbiology*. 2018. V. 124. № 3. P. 740–753. doi: 10.1111/jam.13669
22. ISO. 2017a. ISO 6887-1:2017. Microbiology of the food chain — Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination — Part 1: General rules for the preparation of the initial suspension and decimal dilutions. International Standard Organisation. 2017. 26 p.
23. Vos P., Garrity G., Jones D. et al. Bergey's manual of systematic bacteriology. 2011. V. 3: The Firmicutes (V. 3). NEW YORK, USA : Springer Science & Business Media. 1450 p.
24. Влізла В. В., Федорук Р. С., Ратич І. Б. та ін. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині: довідник; за ред. В. В. Влізла. Львів: СПОЛОМ, 2012. 764 с.
25. М'ясо. Методи химического и микроскопического анализа свежести. ГОСТ 23392-78. [Дата введення 1980-01-01]. Изменение 18.10.2016. Москва: Стандартинформ, 2009. 18 с.