

**АНАЛІЗ ЯКОСТІ ОХОЛОДЖЕНОЇ ТА ЗАМОРОЖЕНОЇ ЯЛОВИЧИНИ****Л. В. ПЕШУК<sup>1</sup>, І. І. СІМОНОВА<sup>2</sup>, Ю. В. ВДОВИЧЕНКО<sup>3</sup>, П. П. ДЖУС<sup>3</sup>, Л. О. ДЄДОВА<sup>3</sup>**<sup>1</sup>Дніпровський національний університет імені О. Гончара (Дніпро, Україна)<sup>2</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького (Львів, Україна)<sup>3</sup>Інститут розведення і генетики тварин імені М.В.Зубця НААН (Чубинське, Україна)<https://orcid.org/0000-0002-0967-8892> – Л. В. Пешук<https://orcid.org/0000-0002-7987-3853> – І. І. Сімонова<https://orcid.org/0000-0001-9272-9672> – Ю. В. Вдовиченко<https://orcid.org/0000-0002-4808-0260> – П. П. Джус<https://orcid.org/0000-0001-8246-8587> – Л. О. Дєдова

cvic\_ua@ukr.net

Для вивчення якісних показників охолодженої та замороженої яловичини і встановлення терміну придатності було взято шийний відруб, буженину та вирізку з грудної частини туші. Встановлено, що в охолоджених дослідних зразках рН знаходився в межах норми і становив в середньому 5,78. Після зберігання дослідних зразків впродовж 4 місяців після розморожування спостерігалось зниження рН та втрата маси. Колір м'яса дослідних зразків змінився з червоного на світло-червоний. При проведенні мікробіологічних досліджень встановлено, що після зберігання дослідних зразків впродовж 4 та 12 місяців не було виявлено патогенних мікроорганізмів таких як *Salmonella* і *L.monocytogenes*, а кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів знаходилася в межах норми і не перевищувала  $5 \cdot 10^5$ , лише після зберігання впродовж 16 місяців спостерігалось збільшення їх кількості до  $6,4 \cdot 10^5$  були виявлені патогенні мікроорганізми. Рекомендовано м'ясо від худоби породи абердин-ангус зберігати не більше 12 місяців за температури  $-18 \dots -25^{\circ}\text{C}$  у вакуумних пакетах.

**Ключові слова:** м'ясо, яловичина, халяль, зберігання, дослідження, якість, зміни, рН, органолептичні, мікробіологічні показники

**ANALYSIS OF QUALITY INDICATORS OF CHILLED AND FROZEN BEEF****L. V. Peshuk<sup>1</sup>, I. I. Simonova<sup>2</sup>, Yu. V. Vdovychenko<sup>3</sup>, P. P. Dzhus<sup>3</sup>, L. O. Dedova<sup>3</sup>**<sup>1</sup>Dnipro National University nd. a. O. Honchar (Dnipro, Ukraine)<sup>2</sup>Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology nd a. S. Z. Gzhitskyi (Lviv, Ukraine)<sup>3</sup>Institute of Animal Breeding and Genetics nd. a. M.V.Zubets of NAAS (Chubynske, Ukraine)

In order to study the quality indicators of chilled and frozen beef and establish the shelf life, the neck cut, gizzard and cut from the thoracic part of the carcass were taken. It was established that the pH in the cooled test samples was within the normal range and averaged 5.78. After storage of the experimental samples for 4 months after thawing, a decrease in pH and weight. The color of the meat of the experimental samples changed from red to light red. When conducting microbiological studies, it was established that no pathogenic microorganisms such as *Salmonella* and *L. monocytogenes* were detected after storage of the test samples for 4 and 12 months, and the number of mesophilic aerobic and facultatively anaerobic microorganisms was within the normal range it did not exceed  $5 \cdot 10^5$ , only after storage for 16 months, an increase in their number was observed up to  $6.4 \cdot 10^5$  and pathogenic microorganisms were detected. It is recommended to store

*meat from Aberdeen-Angus cattle for no more than 12 months at a temperature of -18...-250C in vacuum bags.*

**Keywords: meat, beef, halal, storage, research, quality, changes, pH, organoleptic, microbiological indicators**

**Вступ.** У країнах Європи з наростаючим темпом запроваджуються механізми гуманного поводження з тваринами, яких утримують для виробництва харчових продуктів, вовни, шкіри, хутра або інших цілей сільського господарства. У 1998 р. була прийнята Директива 98/58/ЄС щодо захисту тварин, основні положення якої базуються на елементах Європейської конвенції про захист тварин, що утримуються на фермах. Гуманне поводження з сільськогосподарськими тваринами передбачає також мінімізацію болі і страждання тварин при забої. Для цього урядом ЄС у 2009 році прийнято відповідний Регламент № 1099/2009 про захист тварин під час забою [1]. Проте, підвищення уваги до кошерної продукції тваринного походження, яку одержують у мусульманських країнах, супроводжується інтенсифікацією запровадження у Європі сертифікації усіх етапів виробництва харчової продукції халяль, що передбачає високі стандарти безпеки та гігієни [2, 3].

За результатами досліджень встановлено, що стрес перед забоєм призводить до збільшення рівня катехоламінів і креатинкінази в організмі тварин, підвищення рівня яких викликає швидкий гліколіз, що призводить до накопичення молочної кислоти в м'ясі. Це знижує рівень глікогену, що в свою чергу спричиняє зміну рН м'яса та здатність утримувати воду, м'ясо набуває жорсткості та темнішого кольору [4]. Правильне знекровлення тварини покращує якість і подовжує термін зберігання м'яса [5], оскільки велика кількість затриманої крові в м'язах є ідеальним середовищем для розвитку мікроорганізмів [6]. Глюкоза в крові також служить субстратом, який підтримує ріст мікроорганізмів [7, 8, 9].

Халяльне свіже м'ясо продається у вигляді охолоджених нарізок і м'ясних напівфабрикатів, без упакування або розфасованим у пакуванні під вакуумом або в модифікованому газовому середовищі, а також у замороженому стані. У замороженому вигляді м'ясна продукція зазвичай імпортується в інші країни, з якими визначено ветеринарні погодження щодо продовольчої безпеки [10, 11]. Проте недостатньо вивченим залишається питання збереження якісних показників халяльного і дослідження терміну його придатності.

**Метою** даної роботи було вивчити якісні показники охолодженої та замороженої яловичини породи абердин-ангус та оцінити термін її придатності.

**Матеріали і методи досліджень** Об'єкт дослідження – м'ясо яловичини (охолоджене та заморожене), отримане від худоби породи абердин-ангус компанії «HALAL MEAT COMPANY» упаковане в вакуумні пакети для встановлення терміну придатності при зберіганні впродовж 16 місяців.

Для проведення досліджень було взято три зразка халяльної яловичини абердин-ангуської породи з лопатки: зразок № 1 – шийний відруб (Chuck Boneless, 115), зразок № 2 – мармурова яловичина для буженини (Angus beef for buzhenina), зразок № 3 – мармурова яловичина класична (вирізка з грудини) (Angus Beef classic). Підприємство «HALAL MEAT COMPANY» має сертифікат «Халяль», який підтверджує відповідність мусульманським традиціям методів забою і технологічного процесу.

Дослідні зразки помістили в чисті герметичні пакети та заморозили за температури  $-23^{\circ}\text{C}$ . Зберігання проводили у низькотемпературному холодильнику за температури  $-20^{\circ}\text{C}$ . Розморожування здійснювали при кімнатній температурі  $+24 \pm 1^{\circ}\text{C}$ .

рН м'яса визначали на рН-метрі Delta OHM HD2305.0 ("SIMVOLT", Італія) з електродом КР70, який адаптовано для проведення вимірювань у твердих продуктах харчування. Використання такого електроду не потребує проведення попередньої пробопідготовки. Робоча температура використання приладу становить  $-5 \dots 50^{\circ}\text{C}$ , робоча вологість:  $0 \dots 90\%$  відносної вологості без конденсації. Температура зберігання:  $-25 \dots 65^{\circ}\text{C}$ , діапазон вимірювання рН: 2,000 ... 19,999.

Втрати маси після розморожування (X, %) розраховували за формулою:

$$X = \frac{m_0 - m_1}{m_0} * 100\%$$

де  $m_0$  – маса зразка до розморожування, г;  $m_1$  – маса зразка після розморожування, г.

Органолептичну оцінку продукту проводили відповідно до ДСТУ 4589:2006 [12]. Визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ) проведено згідно ГОСТ 10444.15-94 [13]. За даним показником оцінюють чисельність групи санітарно-показових мікроорганізмів. Виявлення бактерій групи кишкової палички (БГКП) здійснювали відповідно до ГОСТ 21237 [14], наявність яких в 0,001 г дослідного продукту не дозволено. Дослідження проведено у такій послідовності: зважування у стерильних пакетах 20 г дослідного матеріалу, додавання 80 мл фізрозчину, гомогенізація у бак-міксері. Культивування в середовищі Кода за температури +37°C впродовж 24 годин.

Дослідження на наявність бактерій *L. monocytogenes* здійснювали за ДСТУ ISO 11290-1 [15] та бактерій роду *Salmonella* здійснювали відповідно до ГОСТ 21237 [16].

Обробку результатів досліджень проведено методом статистичного аналізу. Результати обробляли методами варіаційної статистики із застосуванням стандартного пакету програм Microsoft Excel.

**Результати досліджень.** Вимірювання рівня рН проводили у відібраних охолоджених та заморожених зразках впродовж зберігання (рис. 1).

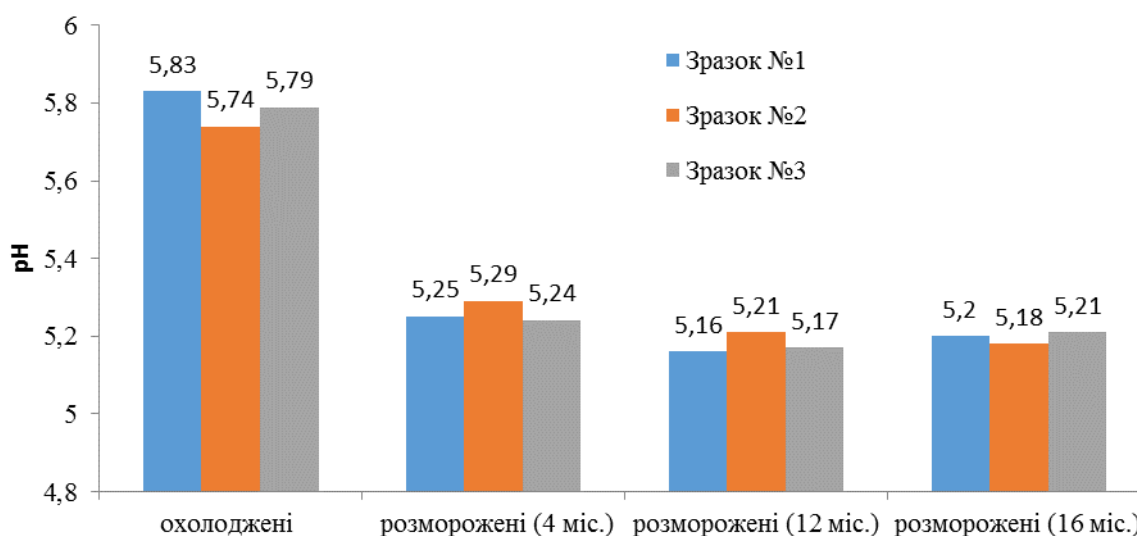


Рис. 1. Зміни рН дослідних зразків м'яса

Значення рН в охолоджених дослідних зразках знаходиться в межах норми і становить: зразок № 1 – 5,83, зразок № 2 – 5,74, зразок № 3 – 5,79.

Hwang і Thompson стверджували, що посмертні відмінності рН м'язів і зниження температури можуть пояснити зміни м'ясних продуктів в технологічному та органолептичному відношенні [17, 18]. Guignot F. та ін. зазначають, що важливими фізичними якісними ознаками є колір, ніжність і здатність до утримання води, на які впливають температура та рН [19]. Заморожування є найпоширенішим способом зберігання продуктів для транспортування їх на великі відстані, в тканинах м'яса відбуваються мікроструктурні пошкодження, спричинені утворенням кристалів льоду під час заморожування та явищами рекристалізації під час розморожування, це призводить до погіршення його якості [20].

Після розморожування зразків, які зберігалися впродовж 4-х місяців, спостерігається зниження рН, колір м'яса дослідних зразків змінюється, втрачається волога. Маса після роз-

морожування при зберіганні 4 місяці так само змінюється – відбувається втрата вологи (рис. 2).

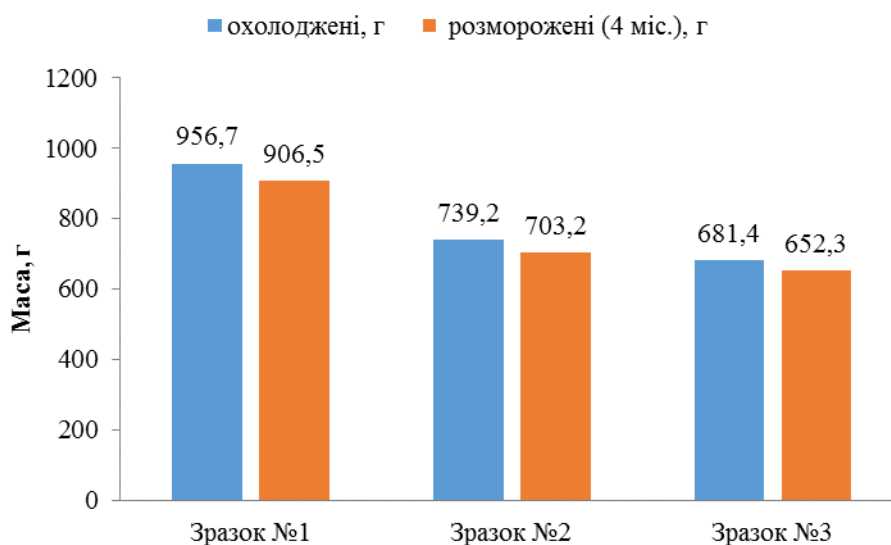


Рис. 2. Втрати маси після розморожування

Втрата вологи в м'ясі після розморожування для зразка № 1 становила 5,2%, зразка № 2 – 4,9%, зразка № 3 – 4,3 %. Результати органолептичних показників халяльної яловичини наведено в таблиці 1.

**1. Органолептичні показники халяльної яловичини**

Назва зразка	Період зберігання	Назва показника		
		зовнішній вигляд	колір	запах
Зразок № 1	охлаждені	М'якуш отриманий від лопаткової частини туші, зачищених від сухожилок і грубих поверхневих плівок, без бахромок. Глибина надрізів м'язової тканини не більше 10 мм	Червоний	Доброякісного м'яса, без сторонніх запахів
	розморожені (4 міс.)		Світло червоний	Доброякісного м'яса, без сторонніх запахів
	розморожені (12 міс.)			Доброякісного м'яса
	розморожені (16 міс.)			Відчутний запах псування
Зразок № 2	охлаждені	М'якуш отриманий від лопаткової частини туші, зачищених від сухожилок і грубих поверхневих плівок, без бахромок. Глибина надрізів м'язової тканини не більше 10 мм	Червоний	Доброякісного м'яса, без сторонніх запахів
	розморожені (4 міс.)		Світло червоний	Доброякісного м'яса, без сторонніх запахів
	розморожені (12 міс.)			Доброякісного м'яса
	розморожені (16 міс.)			Відчутний запах псування
Зразок № 3	охлаждені	М'якуш отриманий від грудної частини туші, зачищених від сухожилок і грубих поверхневих плівок, без бахромок. Глибина надрізів м'язової тканини не більше 10 мм	Червоний	Доброякісного м'яса, без сторонніх запахів
	розморожені (4 міс.)		Світло червоний	Доброякісного м'яса, без сторонніх запахів
	розморожені (12 міс.)			Доброякісного м'яса
	розморожені (16 міс.)			Відчутний запах псування

При проведенні органолептичних досліджень встановлено, що в усіх розморожених дослідних зразках виявлено ознаки зміни кольору після 4 місяців зберігання і ознаки псування після зберігання 16 місяців. Жодна з упаковок вакуумного пакету не була пошкоджена під час зберігання. Мікробіологічні показники досліджень наведено у таблиці 2.

## 2. Мікробіологічні показники халяльної яловичини

Зразок	Назва показника	Норма відповідно до ДСТУ 4489:2006	Охолоджене	Розморожене		
				4 місяці зберігання	12 місяців зберігання	16 місяців зберігання
Зразок № 1	КМА-ФамН	$5 \cdot 10^5$	$6,8 \cdot 10^3$	$9,3 \cdot 10^3$	$4,6 \cdot 10^4$	$6,4 \cdot 10^5$
	БГКП	Не дозволено в 0,001 г продукту	Не виявлено			Виявлено
	Salmonella	Не дозволено в 25 г продукту	Не виявлено			Виявлено
	L.monocytogenes	Не дозволено в 25 г продукту	Не виявлено			Виявлено
Зразок № 2	КМА-ФамН	$5 \cdot 10^5$	$6,1 \cdot 10^3$	$8,5 \cdot 10^3$	$3,9 \cdot 10^4$	$5,7 \cdot 10^5$
	БГКП	Не дозволено в 0,001 г продукту	Не виявлено			Виявлено
	Salmonella	Не дозволено в 25 г продукту	Не виявлено			Виявлено
	L.monocytogenes	Не дозволено в 25 г продукту	Не виявлено			Виявлено
Зразок № 3	КМА-ФамН	$5 \cdot 10^5$	$5,7 \cdot 10^3$	$8,8 \cdot 10^3$	$4,0 \cdot 10^4$	$5,9 \cdot 10^5$
	БГКП	Не дозволено в 0,001 г продукту	Не виявлено			Виявлено
	Salmonella	Не дозволено в 25 г продукту	Не виявлено			Виявлено
	L.monocytogenes	Не дозволено в 25 г продукту	Не виявлено			Виявлено

Після проведення мікробіологічних досліджень встановлено, що патогенні мікроорганізми такі як Salmonella і L.monocytogenes виявлено в зразках розмороженого м'яса, що зберігалось 16 місяців. Попередніми дослідженнями І. І. Маркович теж виявлено ознаки псування м'ясних продуктів при тривалому зберіганні [21]. Показник КМАФамН так само змінювався у процесі зберігання, що показує накопичення мікроорганізмів та розвиток мікрофлори. Так в охолодженому м'ясі зразка № 1, зразка № 2 та зразка № 3 цей показник становив  $6,8 \cdot 10^3$ ;  $6,1 \cdot 10^3$  та  $5,7 \cdot 10^3$ , що не перевищувало вимог стандарту. Для розморожених дослідних зразків після 12 місяців зберігання цей показник зростає: зразок № 1 –  $4,6 \cdot 10^4$ , зразок № 2 –  $3,9 \cdot 10^4$ , зразок № 3 –  $4,0 \cdot 10^4$ . Перевищення вимог стандарту розморожених зразків м'яса відмічено після 16 місяців зберігання, що призводить до їх псування.

Після розморожування у процесі зберігання дослідні зразки набули ознак PSE (світле, м'яке, водянисте), що пояснюється надлишком глікогену і зниженням рН [22, 23, 24]. Втрати вологи під час розморожування знаходились у межах 4,3% (зразок № 3) – 5,2% (зразок № 1). При проведенні органолептичних досліджень виявлено зміни кольору від червоного до світло червоного. Зокрема, колір м'яса є найбільш значущим під час купівлі, оскільки це пов'язане з його свіжістю, а також з смаком (соковитістю, ніжністю).

Зміни мікробіологічних показників підтверджують псування дослідних зразків після 16 місяців зберігання. Тобто заморожені і упаковані в вакуумні пакети зразки халяльної яловичини слід зберігати не більше 1 року за температури  $-18 \dots -25^\circ\text{C}$ .

**Висновки.** В результаті проведених досліджень встановлено, що під час релігійного забою великої рогатої худоби не погіршуються якісні характеристики м'яса. Зокрема рН охолоджене м'яса дослідних зразків знаходився у межах норми і становив в середньому 5,78. При зберіганні у замороженому стані рН змінюється у зразку № 1 до 5,16, зразку № 2 – 5,21, зразку № 3 – 5,17, а отже пошкодження волокон м'яса, спричинені утворенням кристалів льоду під час заморожування та розморожування, впливають як на зміну рН так і на органолептичні показники.

Кількість втраченої вологи під час розморожування становить 4,3% (зразок № 3) – 5,2% (зразок № 1), що впливає на зміну органолептичних показників. Змінюється зовнішній вигляд, колір продукту, м'ясо втрачає соковитість.

Використання вакуумних пакетів під час зберігання халяльної яловичини подовжує термін його придатності. Під час проведення мікробіологічних досліджень встановлено, що кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів зростає після 16 місяців зберігання і становить  $5 \cdot 10^5$ , що перевищує встановлені нормативи згідно ГОСТ 10444.15. Рекомендований термін зберігання халяльного м'яса яловичини породи абердин-ангус 12 місяців за температури  $-18 \dots -25^\circ\text{C}$  у вакуумних пакетах.

Недоліком проведених досліджень є відсутність порівняльного аналізу зразків яловичини, що отримана від тварин з ритуальним забоєм, із зразками яловичини від тварин при звичайному забої. Тому матеріал потребує подальших досліджень.

Перспективним буде для забезпечення якості охолодженого та замороженого м'яса у процесі зберігання використання вакуумного упакування з індикаторами свіжості, які нанесені на паперову етикетку всередині упаковки.

### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Зубченко Н. І. Міжнародно-правове співробітництво держав у сфері забезпечення добробуту тварин та їх захисту від жорстокого поводження : монографія. Одеса : Фенікс, 2016. 284 с.
2. Lada S., Harvey Tanakinjal G., Amin H. Predicting intention to choose halal products using theory of reasoned action. *International Journal of Islamic and Middle Eastern Finance and Management*. 2009. Vol. 2. № 1. P. 66–76. DOI: <https://doi.org/10.1108/17538390910946276>
3. Sabow A. B., Sazili A. Q., Zulkifli I., Goh Y. M., Ab Kadir M. Z. A., Abdulla N. R., Nakyinsige K., Kaka U., Adeyemi K. D. A comparison of bleeding efficiency, microbiological quality and lipid oxidation in goats subjected to conscious halal slaughter and slaughter following minimal anesthesia. *Meat Science*. 2015. Vol. 104. P. 78–84. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.02.004>
4. Authority E. F. S. Welfare Aspects of Animal Stunning and Killing Methods : Scientific Report Of The Scientific Panel For Animal Health. EFSAQ-2003-093. Italy : Efsa Report, 2014. P. 495–507.
5. Helmut P. Review of stunning and halal slaughter / Meat & Livestock Australia. Australia : North Sydney, 2010. 26 p.
6. Red Meat Abattoir Association (RMAA). Animal Handling Practical Guidelines for Abattoirs. Available online: <http://www.rmaa.co.za/2011/conference/AnimalHandlingSPCAforCongress201105.05.2011> (accessed on 18 May 2015).
7. Warriss P. D. Meat Science : An Introductory Text. Wallingford, UK : CAB International. 2001. 2nd ed. 324 p.
8. Aghwan Z. A., Bello A. U., Abubakar A. A., Imlan J. C., Sazili A. Q. Efficient halal bleeding, animal handling, and welfare: a holistic approach for meat quality. *Meat Science*. 2016. Vol. 121. P. 420–428. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.06.028>
9. Ali S. A. M., Abdalla H. O., Mahgoub I. M. Effect of slaughtering method on the keeping quality of broiler chickens' meat. *Egypt Poultry Science*. 2011. Vol. 31 (4). P. 727–736.
10. Jiang J., Zhang L., Yao J., Cheng Y., Chen Z., Zhao G. Effect of a static magnetic field assisted thawing on the physicochemical quality and microstructure of frozen beef tenderloin. *Frontiers in Nutrition*. 2022. Vol. 9. P. 1–12. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.914373>
11. Dalvi M., Hamdami N., Le-Bail A. Effect of freezing under electrostatic field on the quality of lamb meat. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2016. Vol. 37. P. 68–73. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.07.028>

12. ДСТУ 4589:2006. Напівфабрикати м'ясні натуральні від комплексного ділення яловичини за кулінарним призначенням. Технічні умови. [Чинний від 2007-03-26]. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 12 с.

13. ГОСТ 10444.15-94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. [Взамен ГОСТ 10444.15-75; действует от 1996-01-01]. Москва : Стандартинформ, 2010. 7 с.

14. ГОСТ 21237-75. Мясо. Методы бактериологического анализа. [Взамен ГОСТ 7269-54 в части разд. II; действует от 1977-01-01]. Москва : Стандартинформ, 2006. 27 с.

15. DIN EN ISO 11290-1:2017. Микробиология пищевой цепи. Горизонтальный метод выявления и подсчета бактерий *Listeria monocytogenes* и *Listeria spp.* Часть 1. Метод выявления. [Взамен ГОСТ ISO 11290-1:1996; действует от 2017-09-01]. Москва, 2017. 49 с.

16. Колісник О. І. Хімічний склад м'яса абердин-ангуських бичків різних генотипів. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2009. Вип. 1. С. 153–155.

17. Namoen J. R., Vollebregt H. M., van der Sman R. G. M. Prediction of the time evolution of pH in meat. *Food Chemistry*. 2013. Vol. 141 (3). P. 2363–2372. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.04.127>

18. Hwang I. H., Thompson J. M. The interaction between pH and temperature decline early postmortem on the calpain system and objective tenderness in electrically stimulated beef longissimus dorsi muscle. *Meat Science*. 2001. Vol. 58 (2). P. 167–174. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00147-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00147-9)

19. Guignot F., Touraille C., Ouali A., Renerre M., Monin G. Relationships between post-mortem pH changes and some traits of sensory quality in veal. *Meat Science*. 1994. Vol. 37 (3). P. 315–325. DOI: [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(94\)90049-3](https://doi.org/10.1016/0309-1740(94)90049-3)

20. Cheng L., Sun D.-W., Zhu Z., Zhang Z. Emerging techniques for assisting and accelerating food freezing processes: a review of recent research progresses. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2015. Vol. 57 (4). P. 769–781. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1004569>

21. Маркович І. І. Зміни мікробіологічних показників напівкопчених ковбас у процесі зберігання. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2015. 3 (52). С. 18–24.

22. You Y., Kang T., Jun S. Control of ice nucleation for subzero food preservation. *Food Engineering Reviews*. 2020. Vol. 13. P. 15–35. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12393-020-09211-6>.

23. Okuda K., Kawauchi A., Yomogida K. Quality improvements to mackerel (*Scomber japonicus*) muscle tissue frozen using a rapid freezer with the weak oscillating magnetic fields. *Cryobiology*. 2020. Vol. 95 (10). P. 130–137. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2020.05.005>

24. Dell'Orto V., Savoini G., Sgoifo Rossi C. A., Vandoni S., Compiani R, Agazzi A., Ferroni M. Valutazione oggettiva strumentale del colore delle carcasse di vitello al macello: Quaderni della Ricerca. Regione Lombardia: Università degli studi di Milano, 2010. 51 p.

## REFERENCES

1. Zubchenko, N. I. 2016. *Mizhnarodno-pravove spivrobitnytstvo derzhav u sferi zabezpechennya dobrobutu tvaryn ta yikh zakhystu vid zhorstokoho povodzhennya : monohrafiya – International-legal cooperation of states in the sphere of ensuring the welfare of animals and their protection from cruel handling : a monograph*. Odesa : Feniks, 284 (in Ukrainian).

2. Lada, S., G. Harvey Tanakinjal, and H. Amin. 2009. Predicting intention to choose halal products using theory of reasoned action. *International Journal of Islamic and Middle Eastern Finance and Management*. 2(1):66–76. DOI: <https://doi.org/10.1108/17538390910946276> (in English).

3. Sabow, A. B., A. Q. Sazili, I. Zulkifli, Y. M. Goh, M. Z. A. Ab Kadir, N. R. Abdulla, K. Nakyinsige, U. Kaka, and K. D. Adeyemi. 2015. A comparison of bleeding efficiency, microbiological quality and lipid oxidation in goats subjected to conscious halal slaughter and slaughter fol-

- lowing minimal anesthesia. *Meat Science*. 104:78–84. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.02.004> (in English).
4. Authority, E. F. S. 2014. Welfare Aspects of Animal Stunning and Killing Methods. *Scientific Report Of The Scientific Panel For Animal Health*. EFSAQ-2003-093. 495–507. Italy : Efsa Report. (in English).
  5. Helmut, P. 2010. Review of stunning and halal slaughter. *Meat & Livestock Australia*. Australia: North Sydney. Locked Bag 991. 26 (in English).
  6. 2011. *Red Meat Abattoir Association (RMAA). Animal Handling Practical Guidelines for Abattoirs*. Available online: <http://www.rmaa.co.za/2011/conference/AnimalHandlingSPCAfor> Congress 201105.05.2011 (accessed on 18 May 2015). (in English).
  7. 2001. Warriss, P. D. 2001. *Meat Science: An Introductory Text*. 2nd ed. Wallingford, UK: CAB International. 324 (in English).
  8. Aghwan, Z. A., A. U. Bello, A. A. Abubakar, J. C. Imlan, and A. Q. Sazili. 2016. Efficient halal bleeding, animal handling, and welfare: a holistic approach for meat quality. *Meat Science*, 121, 420–428 (in English). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.06.028>.
  9. Ali, S. A. M., H. O. Abdalla, and I. M. Mahgoub. 2011. Effect of slaughtering method on the keeping quality of broiler chickens' meat. *Egypt Poultry Science*, 31(4):727–736 (in English).
  10. Jiang, J., L. Zhang, J. Yao, Y. Cheng, Z. Chen, and G. Zhao. 2022. Effect of a static magnetic field assisted thawing on the physicochemical quality and microstructure of frozen beef tenderloin. *Frontiers in Nutrition*, 9:1–12. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.914373> (in English).
  11. Dalvi, M., N. Hamdami, and A. Le-Bail. 2016. Effect of freezing under electrostatic field on the quality of lamb meat. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 37:68–73. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.07.028> (in English).
  12. 2007. *DSTU 4589:2006 Napivfabrykaty miasni naturalni vid kompleksnoho dilennia yalovychny za kulynarnym pryznachenniam. Tekhnichni umovy*. 12 (in Ukrainian).
  13. 2010. *GOST 10444.15-94. Produkty pishevye. Metody opredeleniya kolichestva mezofilnyh aerobnyh i fakulta-tivno-anaerobnyh mikroorganizmov*. 7 (in Russian).
  14. 2006. *GOST 21237-75. Myaso. Metody bakteriologicheskogo analiza*. 27 (in Russian).
  15. 2017. *DIN EN ISO 11290-1:2017 (ISO 11290-1:1996) Mikrobiolohiia kharchovykh produktiv ta kormiv dlia tvaryn. Horyzontalnyi metod vyjavlennia ta pidrakhunku Listeria monocytogenes*. Chastyna 1. Metod vyjavlennia. 49 (in Ukrainian).
  16. Kolisnyk, O. I. 2009. Khimichni sklad miasa aberdyn-anguskykh bychkiv riznykh henotypiv. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 153–155 (in Ukrainian).
  17. Hamoen, J. R., H. M. Vollebregt, and R. G. M. Van der Sman. 2013. Prediction of the time evolution of pH in meat. *Food Chemistry*. 141(3):2363–2372 (in English). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.04.127>. Hwang I. H., Thompson J. M. The interaction between pH and temperature decline early postmortem on the calpain system and objective tenderness in electrically stimulated beef longissimus dorsi muscle. *Meat Science*. 2001. V. 58 (2). P. 167–174. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00147-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00147-9) (in English).
  18. Hwang, I. H., and J. M. Thompson. 2001. The interaction between pH and temperature decline early postmortem on the calpain system and objective tenderness in electrically stimulated beef longissimus dorsi muscle. *Meat Science*. 58 (2):167–174. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00147-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00147-9) (in English).
  19. Guignot, F., C. Touraille, A. Ouali, M. Renerre, and G. Monin. 1994. Relationships between post-mortem pH changes and some traits of sensory quality in veal. *Meat Science*. 37(3):315–325. DOI: [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(94\)90049-3](https://doi.org/10.1016/0309-1740(94)90049-3) (in English).
  20. Cheng, L., D.-W. Sun, Z. Zhu, and Z. Zhang. 2015. Emerging techniques for assisting and accelerating food freezing processes: a review of recent research progresses. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(4):769–781. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1004569> (in English).



21. Markovych, I. I. 2015. Zminy mikrobiolohichnykh pokaznykiv napivkopchenykh kovbas u protsesi zberihannia. *Naukovi dopovidi Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*, 3(52):18–24 (in Ukrainian).

22. You, Y., T. Kang, and S. Jun. 2020. Control of ice nucleation for subzero food preservation. *Food Engineering Reviews*, 13:15–35. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12393-020-09211-6> (in English).

23. Okuda, K., A. Kawauchi, and K. Yomogida. 2020. Quality improvements to mackerel (*Scomber japonicus*) muscle tissue frozen using a rapid freezer with the weak oscillating magnetic fields. *Cryobiology*, 95(10):130–137. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2020.05.005> (in English).

24. Dell'Orto, V., G. Savoini, C. A. Sgoifo Rossi, S. Vandoni, R. Compiani, A. Agazzi, and M. Ferroni. 2010. Valutazione oggettiva strumentale del colore delle carcasse di vitello al macello: Quaderni della Ricerca. Regione Lombardia: Università degli studi di Milano. 51 (in English).

---

*Одержано редколегією 10.11.2022 р.*

*Прийнято до друку 25.11.2022 р.*