

Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.

Серія: Ветеринарні науки

Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet9911
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 577.1,612.014,636.4

Content of lipid peroxidation products in pig meat at industrial and domestic slaughter

I. Yu. Stronskyi, M. R. Simonov, Yu. S. Stronskyi

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Lviv, Ukraine

Article info

Received 07.09.2020
Received in revised form
06.10.2020
Accepted 07.10.2020

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-067-969-60-30
E-mail: ivan1996str@gmail.com

Stronskyi, I. Yu., Simonov, M. R., & Stronskyi, Yu. S. (2020). Content of lipid peroxidation products in pig meat at industrial and domestic slaughter. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 22(99), 69–74. doi: 10.32718/nvlvet9911

The nutritional value of meat, its organoleptic characteristics and therefore the shelf life depend on the content of lipid peroxidation products in it. Intermediates of peroxidation can have a toxic effect on the human body and are one of the main factors of non-microbial degradation of meat and various products. Based on this, the aim of this work was to study the content of lipid peroxidation products in pig meat of different origins. Furthermore, the aim was to establish the level of primary and secondary products of lipid peroxidation in meat, selected from different parts of the carcass. Meat samples were taken immediately after the pigs were slaughtered. A total of 3 meat samples were taken from 10 pig carcasses. One sample of meat was taken from each of the carcasses from the cervical, dorsal and femoral parts. The first 5 pigs were kept in industrial conditions and were slaughtered within the industrial slaughterhouse, and the second 5 were kept and slaughtered in personal farms. The results of the research showed that the highest level of primary and secondary products of lipid peroxidation is registered in the meat obtained from the dorsal part of pork carcass, which is primarily due to its fat-acid composition. In meat selected from the cervical and femoral parts, the level of the studied indicators is probably lower. During storage, lipid peroxidation activity increases from the first to the fourth day and decreases slightly until the seventh. The increase in the level of all studied indicators on the fourth day of meat storage is due to the fact that natural components contained in muscle tissue, such as ferrum, myoglobin, hydrogen peroxide and ascorbic acid can cause lipid oxidation, acting as catalysts or promoting the formation of reactive oxygen species. In the case of domestic keeping and slaughter, pig meat was found to have significantly higher concentrations of diene conjugates, lipid hydroperoxides and TBA-active products compared to industrial. The main prerequisite for this is an unbalanced diet, especially in terms of the content of substances that have antioxidant properties.

Key words: food safety, pork, quality, dietary consumption, lipid hydroperox, TBC-active products.

Вміст продуктів перекисного окиснення ліпідів у м'ясі свиней за промислового та домашнього забою

І. Ю. Стронський, М. Р. Сімонов, Ю. С. Стронський

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Харчова цінність м'яса, його органолептичні показники, а отже і термін зберігання залежать від вмісту в ньому продуктів перекисного окиснення ліпідів. Проміжні продукти перекисидатії можуть мати токсичну дію на організм людини і є одними із основних факторів немікробної деградації м'яса та м'ясних продуктів. Виходячи з цього метою даної роботи було вивчити вміст продуктів перекисного окиснення ліпідів у м'ясі свиней різного походження. Крім цього, за мету ставилося встановити рівень первинних та вторинних продуктів перекисного окиснення ліпідів у м'ясі, відібраному з різних відділів туші. Проби м'яса відбирали

відразу після забою свиней. Всього відбирали по 3 проби м'яса від 10 туш свиней. Від кожної з туш відбирали по одній пробі м'яса з шийного відділу, спинного та зі стегнової частини. Перші 5 свиней утримувалися у промислових умовах та були забитими в межах промислового забійного цеху, а інші 5 утримувалися та були забиті в особистих підсобних господарствах населення. Результати проведених досліджень показали, що найвищий рівень первинних та вторинних продуктів перекисного окиснення ліпідів реєструється у м'ясі, отриманому зі спинного відділу свинної туші, що обумовлено насамперед його жирнокислотним складом. У м'ясі, відібраному з шийного відділу та стегнової частини, рівень досліджуваних показників є вірогідно нижчим. Протягом зберігання активність пероксидації ліпідів зростає з першої до четвертої доби та децю знижується до сьомої. Зростання рівня всіх досліджуваних показників на четверту добу зберігання м'яса пов'язано з тим, що природні компоненти, які містяться в м'язовій тканині, такі як Ферум, міоглобін, перекис гідрогену і аскорбінова кислота, можуть викликати окиснення ліпідів, діючи як каталізатори або сприяючи утворенню активних форм кисню. У м'ясі свиней, за їх домашнього утримання та забою, порівняно з промисловим, встановлено вірогідно вищі показники концентрації дієвих кон'югатів, гідроперекисів ліпідів та ТБК-активних продуктів. Основною передумовою цього є незбалансований раціон передусім щодо вмісту речовин, які володіють антиоксидантними властивостями.

Ключові слова: безпека продуктів харчування, свинина, якість, дієві кон'югати, гідроперекиси ліпідів, ТБК-активні продукти.

Вступ

Перекисне окиснення ліпідів є одним із основних факторів немікробної деградації м'яса та м'ясних продуктів. На сьогодні встановлено, що харчова цінність м'яса, його органолептичні показники, а отже і термін зберігання залежать від вмісту в ньому продуктів перекисного окиснення ліпідів (Voloshyn, 2009; Lima et al., 2013; Shah et al., 2014). Окиснення ліпідів у м'ясі – це процес, за якого поліненасичена жирна кислота реагує з активними формами кисню, що призводить до ряду вторинних реакцій, що своєю чергою призводить до деградації ліпідів та розвитку окиснювальної згіркості. Цей процес є одним з основних факторів, який зумовлює поступове зниження сенсорної та харчової якості м'яса, що впливає на сприйняття споживачами (Papuc et al., 2017; Amaral et al., 2018). Розвиток окиснювальної згіркості в м'ясі починається вже під час забою тварин, коли кровообіг припиняється і обмінні процеси блокуються (Lima et al., 2013). Характер та відносні пропорції утворених шляхом окиснення ліпідів сполук залежать від характерного ліпідного складу м'яса забитої тварини, а також від багатьох інших факторів, зокрема таких, як методи обробки, умови зберігання, типи інгредієнтів, а також наявності та концентрації антиоксидантів. Важливо згадати, що ліпідний профіль м'яса тварини також змінюється залежно від ряду факторів, у тому числі раціону і способу утримання (Min & Ahn, 2005; Yin et al., 2016).

За окиснення ліпідів утворюється значна кількість різноманітних продуктів окиснення, котрі можуть мати токсичну дію на організм людини. Зокрема, вони абсорбуючись в травному каналі та кумулюючись в тканинах і клітинах, впливають на швидкість окислення субстратів в мітохондріях клітин. Окремі з них можуть мати канцерогенний ефект (Smoljar, 2008; Broncano et al., 2009; Alfaia et al., 2010; Pereira & Abreu, 2018).

Світова наукова спільнота активно працює над вирішенням проблеми підвищення безпечності та протидії погіршенню якісних характеристик м'яса тварин і птиці у результаті окиснення ліпідів. Зокрема пропонується згодувувати спеціальні раціони тваринам, які дозволять наситити м'язові волокна антиоксидантами (Cardenia et al., 2011; Arowolo et al., 2020). Успі-

шно вивчається активність перекисного окиснення ліпідів залежно від способу приготування м'яса та м'ясних продуктів (Kor & Icier, 2016). Однак даних щодо вмісту продуктів перекисного окиснення ліпідів у м'ясі свиней залежно від їхнього походження є обмаль.

Метою даної роботи було вивчити вміст продуктів перекисного окиснення ліпідів у м'ясі свиней, отриманому в результаті промислового вирощування і промислового забою та домашнього походження і домашнього забою. Крім цього, за мету ставилося встановити рівень первинних та вторинних продуктів перекисного окиснення ліпідів у м'ясі, відібраному з різних відділів туші.

Матеріал і методи досліджень

Матеріалом для досліджень було м'ясо свиней різного походження. Проби відбирали відразу після забою свиней. Всього відбирали по 3 проби м'яса від 10 туш свиней. Від кожної з туш відбирали по одній пробі м'яса (вагою близько 1 кг) з шийного відділу, спинного та зі стегнової частини. Перші 5 свиней утримувалися у промислових умовах та були забитими в умовах промислового забійного цеху, а інші 5 утримувалися та були забиті в дрібних присадибних господарствах населення. До забою всі тварини були аналогами за породою (українська степова біла), живою масою (84–95 кг) та клінічно здоровими.

Кожну відібрану пробу розділяли на три частини. Перша частина була використана для біохімічних досліджень відразу, а друга та третя були охолоджені до температури +2 °C в товщі м'яса. На четверту добу друга частина проб була використана для повторного дослідження, а третя частина – на сьому добу.

Для підготовки проб було використано професійний гомогенізатор типу "Microtron" (Швейцарія). Гомогенізували окремо кожен пробу із додаванням фізіологічного розчину (1:10). Суспензію набирали через фільтр автоматичною піпеткою та переносили у пробірку для подальших маніпуляцій.

У підготовлених пробах досліджували вміст дієвих кон'югатів, ТБК-активних продуктів та гідроперекисів ліпідів (Vlizlo, 2012).

Одержані дані опрацьовували в програмі Excel, визначаючи середню арифметичну величину (M),

статистичну помилку середньої арифметичної величини (m), вірогідність різниці між середніми арифметичними двох варіаційних рядів ($P <$).

Результати досліджень

Як видно з наведених на рисунку 1 даних, вищий вміст дієнових кон'югатів реєструвався у м'ясі свиней, яких утримували в дрібних особистих присадибних господарствах населення, порівняно з тваринами після промислового утримання. Так, на першу добу після забою свиней, різниця становила від 9,2 до 22,4 % ($P < 0,5-0,05$), на четверту – 32 – 67,6 %

($P < 0,05-0,01$), а на сьому – 22,8 – 45,7 % ($P < 0,05-0,01$). Серед досліджених видів м'яса найвищу концентрацію дієнових кон'югатів встановлено у пробах, відібраних зі спинного відділу туші. Зокрема, порівняно з пробами, відібраними з шийного та стегового відділів на четверту добу зберігання, різниця становила 21,3 та 57,4 % ($P < 0,001$), а на сьому – 49,5 та 75,6 % ($P < 0,001$) відповідно. Подібна тенденція реєструвалася і в пробах, відібраних від свиней за “подвірного” забою. На четверту добу різниця склала 54 та 63 % ($P < 0,01-0,001$) відповідно, а на сьому 77,4 та 84,9 % ($P < 0,01$).

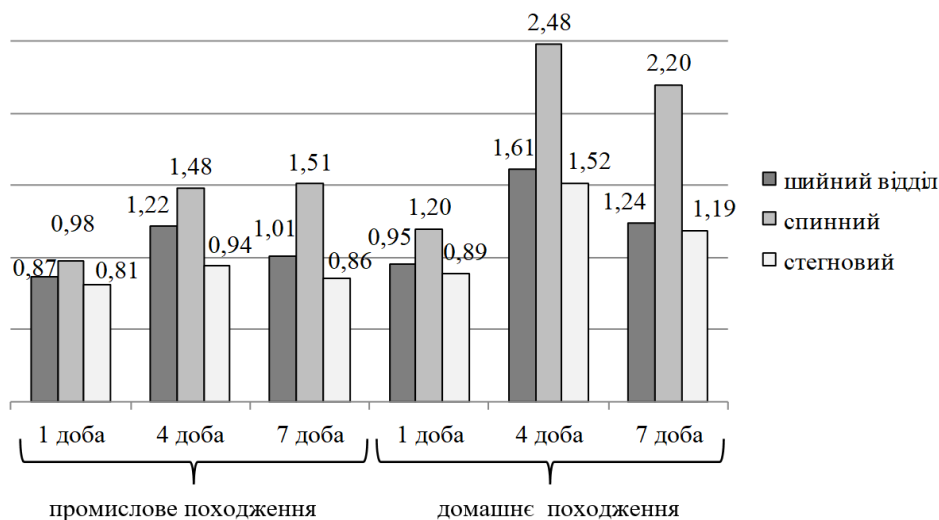


Рис. 1. Вміст дієнових кон'югатів у м'ясі свиней, мкмоль/мг; $n = 5$

Аналізуючи вплив терміну зберігання на рівень дієнових кон'югатів у свинині, можна говорити про його зростання до четвертої доби. Особливо звертають на себе увагу проби м'яса, відібрані зі спинної частини за домашнього походження (рис. 1). Порівняно з першою добою – на четверту рівень був вищим удвічі ($P < 0,001$), а на сьому – на 77,4 % ($P < 0,01$).

Аналізуючи результати дослідження концентрації гідроперекисів ліпідів у досліджених пробах м'яса (рис. 2), можна стверджувати, що найвищий її рівень встановлено в пробах, відібраних зі спинного відділу свиней домашнього походження та забою. Особливу увагу привертає результат на четверту добу зберігання. У даний період показник був вищим на 49,3 % ($P < 0,01$) порівняно з пробами від свиней промислового походження. Протягом усього терміну зберігання, незалежно від місця відбору проб, рівень гідроперекисів ліпідів був нижчим у м'ясі свиней, вирощених та забитих у промислових умовах, порівняно зі домашніми. На першу добу різниця становила від 23,9 до 63,3 % ($P < 0,05-0,001$), на четверту – від 1,5 до 2,8 разів ($P < 0,01$), а на сьому – від 31,4 до 51,3 % ($P < 0,05-0,01$).

Аналогічно, як і вміст дієнових кон'югатів, рівень гідроперекисів ліпідів переважно найвищим був у пробах, відібраних зі спинного відділу, порівняно зі шийним чи стеговим. Зокрема, за промислового утримання та забою, на четверту добу різниця становила відповідно 2 ($P < 0,01$) та 2,5 рази ($P < 0,001$), а за домашнього – 2 ($P < 0,001$) та 1,8 ($P < 0,001$) рази на першу добу.

Результати лабораторних досліджень вмісту ТБК-активних продуктів (рис. 3) показали зростання рівня показника у м'ясі свиней до четвертої доби та деяке зниження до сьомої. Так, за промислового забою концентрація зростала від 13,7 до 41,8 % ($P < 0,05$), а за домашнього утримання та забою – від 19,5 до 39 % ($P < 0,01$), залежно від місця відбору проб. Однак на сьому добу рівень ТБК-активних продуктів перевищував показники, отримані на першу добу.

Знову привертає увагу вірогідно вищий рівень вторинних продуктів пероксидації ліпідів у пробах, відібраних зі спинної частини, порівняно з шийною та стеговою (рис. 3). Зокрема, за промислового походження м'яса різниця склала від 19,6 до 39,3 % ($P < 0,05-0,001$), а за домашнього – від 17,1 до 42,8 % ($P < 0,05-0,001$).

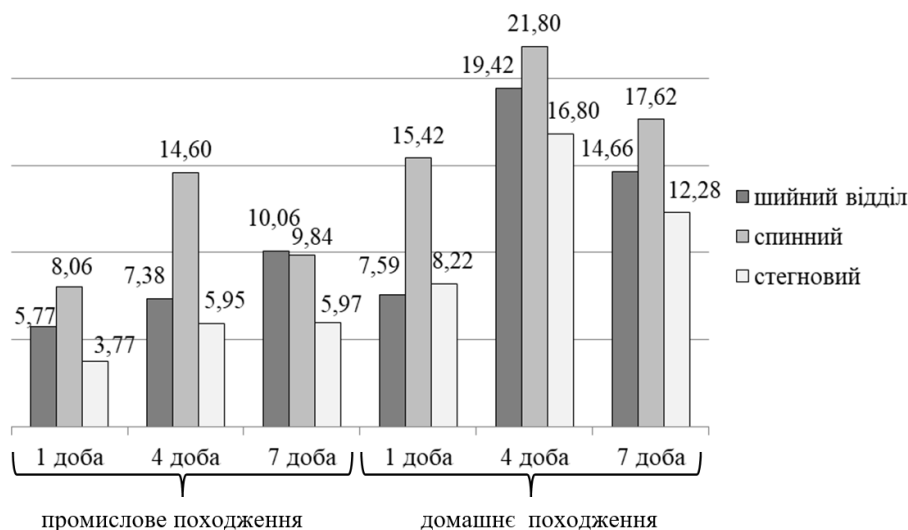


Рис. 2. Вміст гідроперекисів ліпідів у м'ясі свиней, OE₄₈₀/г; n = 5

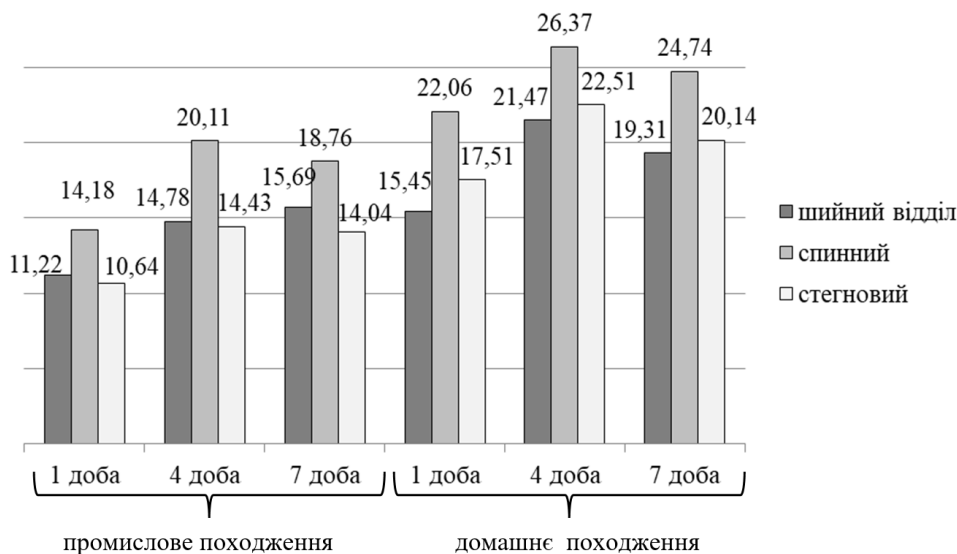


Рис. 3. Вміст ТБК-активних продуктів у м'ясі свиней, нмоль/г; n = 5

Окрім цього, на всіх етапах зберігання м'яса вищою концентрацією ТБК-активних продуктів характеризувалися проби, відібрані від свиней домашнього походження та забою. Так, порівняно з пробами від свиней промислового походження, показник відрізнявся від 37,7 до 55,6 % ($P < 0,05-0,001$) на першу добу зберігання, від 31,1 до 56 % ($P < 0,01$) – на четверту та від 23,1 до 43,4 % ($P < 0,05-0,01$) – на сьому.

Обговорення

Ліпіди є важливими компонентами всіх видів м'яса і відповідають за багато бажаних характеристик м'яса. Вони важливі для смаку та аромату м'яса і сприяють ніжності й соковитості. В основі окиснення ліпідів, що містяться в м'ясі, лежить їхня взаємодія з киснем повітря. Відповідно стійкість ліпідів до окиснення визначається перш за все їх жирнокислотним складом. Окиснення ліпідів починається в субклітинних мембранах у фракції високоненасичених фосfolіпідів (Bal-Prylupko, 2010). На нашу думку, вірогідно вищі показники рівня первинних та вторин-

них продуктів перекисного окиснення ліпідів у пробах, відібраних у спинному відділі свиней, спричинені передусім вищим рівнем ліпідів, порівняно з пробами із шийної та стегнової частин туші.

Зростання рівня всіх досліджуваних показників на четверту добу зберігання м'яса пов'язано з тим, що природні компоненти, які містяться в м'язовій тканині, такі як Ферум, міоглобін, перекис гідрогену і аскорбінова кислота можуть викликати окиснення ліпідів, діючи як каталізатори або сприяючи утворенню активних форм кисню. Подібну думку озвучували й інші автори (Min & Ahn, 2005). Окиснювальні реакції, окрім цього, можуть бути ініційовані фізичними факторами, такими як дія сонячного світла. Згідно з літературними даними (Wójciak & Dolatowski, 2012), в біологічних системах ліпіди піддаються окисненню за допомогою трьох основних реакцій: фотоокиснення, ферментативне окиснення та автоокиснення. Механізми ферментативного окиснення та фотоокиснення відрізняються від механізмів автоокиснення лише в утворення гідропероксидів на початкових стадіях (Chaijan & Panpipat, 2017). Тенденція до зниження

вмісту продуктів перекисного окиснення ліпідів на сьому добу може бути пов'язана з утворенням похідних сполук нижчої метаболічної активності. Оцінка ступеня перекисного окиснення ліпідів є складною, оскільки процес складається з трьох фаз: фази ініціювання, що включає утворення вільних ліпідних радикалів та гідропероксидів як первинних продуктів реакції, фази розповсюдження, де утворені гідропероксиди розкладаються на вторинні продукти перекисного окиснення та фазу припинення, котра включає утворення третинних продуктів перекисного окиснення (Kerr, 2012).

Причину вищих показників перекисного окиснення ліпідів у м'ясі свиней за домашнього утримання та забою, порівняно з промисловими умовами, однозначно пояснити важко. Однак основною передумовою цього, на нашу думку, є незбалансований раціон насамперед щодо вмісту речовин, які володіють антиоксидантними властивостями. Також причиною може бути різний жирнокислотний склад м'яса. Виходячи з цього доцільно посилити вивчення ефективності згодовування свиням перед забоем природних антиоксидантів у дозах, котрі можуть спричинити кумулятивний ефект не лише у печінці та нирках, а передусім у м'язових волокнах. До найперспективніших антиоксидантів, виходячи з економічної точки зору та їхньої безпечності для кінцевого споживача продукції, є ретинол, токоферол та Селен.

Висновки

Результати проведених досліджень показали, що найвищий рівень первинних та вторинних продуктів перекисного окиснення ліпідів реєструється у м'ясі, отриманому зі спинного відділу туш свиней. Протягом зберігання активність пероксидації ліпідів зростає з першої до четвертої доби та дещо знижується до сьомої. У м'ясі свиней, за їх домашнього утримання та забою, порівняно з промисловим, встановлено вірогідно вищі показники концентрації дієвих кон'югатів, гідроперексидів ліпідів та ТБК-активних продуктів. Перспектива подальших досліджень полягає у дослідженні мікробної деградації м'яса свиней різного походження. Також науковий інтерес становлять дослідження кореляційних зв'язків між вмістом речовин з антиоксидантними властивостями у раціоні свиней та рівнем перекисного окиснення ліпідів у м'ясі.

References

- Alfaia, C. M. M., Alves, S. P., Lopes, A. F., Fernandes, M. J. E., Costa, A. S. H., Fontes, C. M. G. A., Castro, M. L. F., Bessa, R. J. B., & Prates, J. A. M. (2010). Effect of cooking methods on fatty acids, conjugated isomers of linoleic acid and nutritional quality of beef intramuscular fat. *Meat Sci.*, 84(4), 769–777. doi: 10.1016/j.meatsci.2009.11.014.
- Amaral, A. B., Silva, M. V., & Lannes, S. C. (2018) Lipid oxidation in meat: mechanisms and protective factors – a review. *Food Sci. Technol.*, 38(1), 1–15. doi: 10.1590/fst.32518.
- Arowolo, F. K., Yang, X., Blaser, M., Nicholson, A., Hosokawa, E., Booth, J., Jobsis, C., Russell, R., Meudt, J., Reichert, J., Crenshaw, T., Richards, M., & Shanmuganayagam, D. (2020). Presence of lipid oxidation products in swine diet lowers pork quality and stability during storage. *Meat Sci.*, 160, 107946. doi: 10.1016/j.meatsci.2019.107946.
- Bal-Prylypko, L. V. (2010). *Tehnologia zberigannya, konservuvannya ta pererobky myasa*. Kyiv (in Ukrainian).
- Broncano, J. M., Petrón, M. J., Parra, V. & Timón, M. L. (2009). Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of free cholesterol oxidation products (COPs) in Latissimus dorsi muscle of Iberian pigs. *Meat Sci.*, 83(3), 431–437. doi: 10.1016/j.meatsci.2009.06.021.
- Cardenia, V., Rodriguez-Estrada, M., Cumella, F., Sardi, L., Della Casa, G., & Lercker G. (2011). Oxidative stability of pork meat lipids as related to high-oleic sunflower oil and vitamin E diet supplementation and storage conditions. *Meat Sci.*, 88(2), 271–279. doi: 10.1016/j.meatsci.2010.12.034.
- Chaijan, M., & Panpipat, W. (2017). Mechanism of oxidation in foods of animal origin. Florida, USA.
- Kerr, B. J. (2012). Evaluation of lipid source and peroxidation level on digestible and metabolizable energy concentration, and the impact of lipid peroxidation on intestinal barrier function. *Animal Science – Nutritional efficiency consortium USA*.
- Kor, G., & Icier, F. (2016). Thermal imaging during infrared final cooking of semi-processed cylindrical meat product. *Infrared Physics & Technology*, 79, 242–251. doi: 10.1016/j.infrared.2016.11.002.
- Lima, D. M., Rangel, A., Urbano, S., Mitzi, G., & Moreno, G. M. (2013). Oxidação lipídica da carne ovina. *Acta Veterinaria Brasilica*, 7(1), 14–28. doi: 10.21708/avb.2013.7.1.3119.
- Min, B., & Ahn, D. U. (2005). Mechanism of lipid peroxidation in meat and meat products-A review. *Food Science and Biotechnology*, 14(1), 152–163.
- Papuc, C., Goran, G., Predescu, C., & Nicorescu, V. (2017) Mechanisms of Oxidative Processes in Meat and Toxicity Induced by Postprandial Degradation Products: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(1), 96–123. doi: 10.1111/1541-4337.12241.
- Pereira, A. L. F., & Abreu, V. K. G. (2018). Lipid peroxidation in meat and meat products. In *Lipid Peroxidation [Working Title]*; Mansour, M.A., Ed.; IntechOpen: London, UK, 11, 1–14. doi: 10.5772/intechopen.81533.
- Shah, M. A., Bosco, S. J., & Mir, S. A. (2014). Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. *Meat Science*, 98(1), 21–33. doi: 10.1016/j.meatsci.2014.03.020.
- Smoljar, V. I. (2008). Suchasni problemy yakosti harchovyh zhyriv. *Problemy harchuvannya*, 3–4, 5–12 (in Ukrainian).

- Vlizlo, V. V. (2012). Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnytstvi ta veterynarii medytsyni. Lviv, Spolom (in Ukrainian).
- Voloshyn, R. V. (2009). Vmist produktiv perekysnogo okysnennia lipidiv ta vitaminiv A i E u myasi I pechinci kurchat-broyleriv pry realizacii v oholodzenomu i zamorozenomomu stani. Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzyckogo, 11(2), 52–55 (in Ukrainian).
- Wójciak, K. M., & Dolatowski, Z. J. (2012). Oxidative stability of fermented meat products. *Acta Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria*, 11(2), 99–109. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22493153>.
- Yin, Y., Xing, L., Zhou, G., & Zhang, W. (2016). Antioxidative and Antibacterial Activities of Rosemary Extract in Raw Ground Pork Patties. *Journal of Food and Nutrition Research*, 4(12), 806–813. doi: 10.12691/jfnr-4-12-7.