



UDC636.09:614.31:637.5.072.62

Identification of meat of slaughtered animals by express methods

N. M. Bogatko

Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Kyiv region, Ukraine

Article info

Received 16.04.2020

Received in revised form
06.05.2020

Accepted
20.05.2020

Bila Tserkva National
Agrarian University,
Bila Tserkva, Kyiv region,
Ukraine

E-mail:
nadiyabogatko@ukr.net

Bogatko, N.M. (2020). Identification of meat of slaughtered animals by express methods. Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management, 5, 11-17. DOI: 10.31890/vttp.2020.05.02

Identification of meat of slaughtered animals (beef, pork, mutton, meat of goat) using express methods of colour intensity (probability of method 99,0–99,6%) by pigment content (probability of method 98,5–99,6%) by photometric methods and the elastin content (probability of method 98.9% probability) were determined.

The optical colour intensity of the beef obtained from animals aged 24–36 months was $2,468 \pm 0,012$ B by the express method of beef, and veal obtained from animals aged 6–8 months was $2,186 \pm 0,023$ B; pork obtained from animals aged 12–14 months – $2,123 \pm 0,015$ B, and pork obtained from animals aged 8–10 months – $1,871 \pm 0,019$ B. The optical colour intensity of mutton colour obtained from animals aged 10 months was $2,25 \pm 0,064$ B, 12 months old – $3,742 \pm 0,118$ B, 14 months old – $4,061 \pm 0,124$ B. The optical colour intensity of the meat of goat colour obtained from animals aged 8 months was 2.249 ± 0.034 B, 10 months old – 2.578 ± 0.019 B, 12 months old – 2.635 ± 0.021 B.

The total pigment content by the developed express method was: in beef obtained from animals aged 24–36 months – $1,893 \pm 0,043$ B, veal, from animals aged 6–8 months – $2,186 \pm 0,023$ B; pork obtained from animals aged 12–14 months – $1,275 \pm 0,025$ B, pork from animals aged 8–10 months – $0,872 \pm 0,019$ B; in lamb obtained from animals aged 10 months – $1,245 \pm 0,035$ B, from animals aged 12 months. – $1,432 \pm 0,041$ B, from animals aged 14 months – 1.625 ± 0.031 B; goat obtained from animals aged 8 – $0,968 \pm 0,015$ B, from animals aged 10 months – $1,076 \pm 0,038$ B, from animals 12 months of age – $1,143 \pm 0,034$ B. Optical density indicators for the total pigments content had a high probability of 1.97 times less ($p \leq 0.001$) compared to those of beef, and pork obtained from animals aged 8–10 months also had a high probability of 1.46 times less ($p \leq 0.001$) compared with the indices of pork obtained from animals 12–14 months. The optical density indicators for the total pigment content of mutton obtained from animals of 14 months and 12 months had a probability of 1.31 ($p \leq 0.01$) and 1.15 times ($p \leq 0.001$), respectively, higher than those of mutton obtained from animals aged 10 months. And the optical density indices for the total pigment content in meat of goat obtained from animals 12 months and 10 months were respectively 1.18 ($p \leq 0.001$) and 1.11 times ($p \leq 0.05$) higher than the values meat of goat obtained from animals aged 8 months. The highest content of elastin by the express method was found in beef – $2.12 \pm 0.04\%$ ($p \leq 0.001$), which is 1.33 times more likely than the normative index, in meat of goat – $1.92 \pm 0.03\%$ ($p \leq 0.001$), which is 1.20 times more likely than the normative index and meat of mutton – $1.92 \pm 0.03\%$ ($p \leq 0.001$), which is 1.09 times significantly higher than the normative index ($1.60 \pm 0.01\%$). And in pork this indicator was probably the lowest and was $0.82 \pm 0.05\%$ ($p \leq 0.001$), which is 1.95 times less than the normative index.

Therefore, the established indicators of colour intensity, total pigment content, elastin content of slaughtered animals by express methods can be used for veterinary-sanitary inspection of meat of slaughtered animals – beef, pork, mutton and meat of goat to confirm their quality and safety, also species and age affiliation throughout the food chain from production storage.

Keywords: beef, pork, mutton, meat of goat, quality, safety, identification, colour intensity, pigments, optical density, elastin

Идентификация мяса убойных животных экспрессными методиками

Н. М. Богатко

Белоцерковский национальный аграрный университет, г. Белая Церковь, Киевская обл., Украина

Установлено идентификацию мяса убойных животных (говядины, свинины, баранины, козлятины) при использовании экспрессных методик по интенсивности цвета (вероятность метода 99,0–99,6%) по содержанию пигментов (вероятность метода 98,5–99,6%) фотометрическими методами и по содержанию эластина (вероятность метода 98,9%).

Оптическая плотность интенсивности цвета при установлении экспрессным методом говядины, полученной от животных возрастом 24–36 мес. составила $2,468 \pm 0,012$ Б, телятины, полученной от животных возрастом 6–8 мес. – $2,186 \pm 0,023$ Б; свинины, полученной от животных возрастом 12–14 мес. – $2,123 \pm 0,015$ Б, а свинины, полученной от животных возрастом 8–10 мес. – $1,871 \pm 0,019$ Б. Оптическая плотность интенсивности цвета баранины, полученной от животных возрастом 10 мес. составила $2,257 \pm 0,064$ Б в возрасте 12 мес. – $3,742 \pm 0,118$ Б в возрасте 14 мес. – $4,061 \pm 0,124$ Б. Оптическая плотность интенсивности цвета козлятины, полученной от животных возрастом 8 мес. составила $2,249 \pm 0,034$ Б в возрасте 10 мес. – $2,578 \pm 0,019$ Б в возрасте 12 мес. – $2,635 \pm 0,021$ Б.

Общее содержание пигментов за разработанным экспрессным методом составляло: в говядине, полученной от животных возрастом 24–36 мес. – $1,893 \pm 0,043$ Б, телятине, от животных возрастом 6–8 мес. – $2,186 \pm 0,023$ Б; свинине, полученной от животных возрастом 12–14 мес. – $1,275 \pm 0,025$ Б, свинине, от животных возрастом 8–10 мес. – $0,872 \pm 0,019$ Б; в баранине, полученной от животных возрастом 10 мес. – $1,245 \pm 0,035$ Б, от животных возрастом 12 мес. – $1,432 \pm 0,041$ Б, от животных возрастом 14 мес. – $1,625 \pm 0,031$ Б; козлятине, полученной от животных возрастом 8 мес. – $0,968 \pm 0,015$ Б, от животных возрастом 10 мес. – $1,076 \pm 0,038$ Б, от животных возрастом 12 мес. – $1,143 \pm 0,034$ Б. Показатели оптической плотности по общему содержанию пигментов в телятине имели высокую вероятность в 1,97 раза меньше ($p \leq 0,001$) по сравнению с показателями говядины, а свинины, полученной от животных возрастом 8–10 мес. также имели высокую вероятность в 1,46 раза меньше ($p \leq 0,001$) по сравнению с показателями свинины, полученной от животных 12–14 мес. Показатели оптической плотности по общему содержанию пигментов в баранине, полученной от животных 14 мес. и 12 мес. имели вероятность соответственно в 1,31 ($p \leq 0,01$) и 1,15 раза ($p \leq 0,001$) больше по сравнению с показателями баранины, полученной от животных возрастом 10 мес. А показатели оптической плотности по общему содержанию пигментов в козлятине, полученной от животных 12 мес. и 10 мес. были достоверными соответственно в 1,18 ($p \leq 0,001$) и 1,11 раза ($p \leq 0,05$) больше по сравнению с показателями козлятины, полученной от животных возрастом 8 мес. Наибольшее содержание эластина при использовании экспрессного метода было установлено в говядине – $2,12 \pm 0,04$ % ($p \leq 0,001$), что в 1,33 раза достоверно больше относительно нормативного показателя, в козлятине – $1,92 \pm 0,03$ % ($p \leq 0,001$), что в 1,20 раза достоверно больше относительно нормативного показателя и в баранине – $1,92 \pm 0,03$ % ($p \leq 0,001$), что в 1,09 раза достоверно больше к нормативному показателю ($1,60 \pm 0,01$ %).

Итак, установленные показатели интенсивности цвета, общего содержания пигментов, содержания эластина в мясе убойных животных при использовании экспрессных методик можно применять при ветеринарно-санитарном инспектировании мяса убойных животных – говядины, свинины, баранины и козлятины для подтверждения их качества и безопасности, а также видовой и возрастной принадлежности по всей пищевой цепи от производства, хранения к реализации.

Ключевые слова: говядина, свинина, баранина, козлятина, качество, безопасность, идентификация, интенсивность цвета, пигменты, оптическая плотность, эластин.

Идентифікація м'яса забійних тварин за експресними методиками

Н. М. Богатко

Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Київська обл., Україна

Встановлено ідентифікацію м'яса забійних тварин (яловичини, свинини, баранини, козлятини) при використанні експресних методик за інтенсивністю кольору (вірогідність методу 99,0–99,6 %), за вмістом пігментів (вірогідність методу 98,5–99,6 %) фотометричними методами та за вмістом еластину (вірогідність методу 98,9 %). Встановлені показники інтенсивності кольору, загального вмісту пігментів, вмісту еластину у м'ясі забійних тварин за експресними методиками можна застосовувати за ветеринарно-санітарного інспектування м'яса забійних тварин – яловичини, свинини, баранини і козлятини для підтвердження їх якості та безпечності, а також видової та вікової належності на усьому харчовому ланцюзі від виробництва, зберігання до реалізації.

Ключові слова: яловичина, свинина, баранина, козлятина, якість, безпечність, ідентифікація, інтенсивність кольору, пігменти, еластин.

Вступ

Актуальність теми. Розвиток агропромислового комплексу України, зокрема виробництво, зберігання та обіг м'яса забійних тварин – одна із перспективних галузей сільського господарства (Zasiekín, 2011). Засади ринкової економіки, орієнтація на входження України до Європейського Союзу та інтеграція агропромислового виробництва країни у відповідні Європейські структури вимагають

виробництва безпечної та якісної м'ясної сировини з дотриманням законодавства щодо їх контролю (Stibel', & Simonov, 2018; Milios, Drosionos, & Zoiopoulos, 2012; Egan, Eustace, & Shay, 1988).

Разом з тим, нині існує проблема встановлення ідентифікації яловичини, свинини, баранини та козлятини на потужностях з виробництва, обігу й реалізації. Тому актуальним за ветеринарного інспектування м'яса забійних тварин є розроблення експресних і удосконалених методів контролювання для підтвердження якості та безпечності м'яса забійних

тварин, а також видової та вікової належності на усьому харчовому ланцюзі від виробництва, зберігання до реалізації (Manning, & Soon, 2014).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Харчова цінність м'яса забійних тварин визначається його хімічним складом, енергетичною цінністю, смаковими властивостями і рівнем засвоюваності. Колір, соковитість м'яса залежить від породи, віку, статі, вгодованості тварини (Binkevych, Yatsenko, & Mykutyh, 2015; Realini et al., 2013). Яловичина і баранина темнішого кольору тому, що мають більше міоглобіну у своїх м'язах, ніж свинина, телятина, птиця. Тому при визначенні кольору м'яса, необхідно вивчати будову та склад м'язів, які впливають на якість м'яса та його зберігання (Listrat, Leuret, Louveau, Astruc & Bugeon, 2016; La Neve, Civera, Mucci, & Bottero, 2008; Faustman et al, 2010).

Для покращення ніжності та аромату м'яса великої рогатої худоби існує найпоширеніший в практиці метод мокрого старіння до 14 днів за зберігання в охолоджених умовах у волого- та повітронепроникному мішку–вакууму. Але при цьому треба враховувати колір м'яса і проводити випробування на придатність продукту в період його реалізації (Renyu, Zhang, Michelle, Yoo, & Farouk, 2019; Aksu, Kaya, & Ockerman, 2005; Muela et al., 2012).

Дослідниками визначена ідентифікація м'яса електричним методом, за встановлення провідності м'язовою тканиною електричного струму в 0,5 кВ/см площі, що також впливало позитивно на мікоструктуру м'язових волокон і покращувало якість м'яса (Alahakoon, Faridnia, Bremer, Silcock, & Oey, 2016; Ma et al., 2016; Montowska, & Pospiech, 2012).

Визначення колагену, еластину в м'ясі забійних тварин проводиться із застосуванням мікροструктурного методу (Dubost et al., 2013).

Mayada et al. (2020) встановили, що видова ідентифікація м'яса ефективно проводиться молекулярно-генетичним методом (PCR-RFLP) за застосування мітохондрального цитохрому b (MT-cyt b), що є одним із ефективних методів аналізу (Mayada et al. 2020; Koppel, Zimmerli, & Breitenmoser, 2009).

Проблема денатурації білка після впливу високої температури під час переробки харчових продуктів робить методи досліджень на основі білка не адекватними для ідентифікації видів м'яса, оскільки така денатурація білка може призвести до багатьох проблем. Було виявлено, що мітохондріальні маркери є більш цінними, ніж ядерні маркери в ідентифікації видів та аутентифікації. Але послідовність мітохондріальних генів витратна, витрата часу та праці, а також інтерпретація результатів ускладнена (Mayada, et al, 2015).

Для захисту споживачів від неправильно маркованих м'яса і м'ясних продуктів, шахрайських дій та поганої виробничої практики під час переробки м'яса, та для встановлення під час реалізації фальсифікованих харчових продуктів, що не відповідають чинному законодавству, –контролюючі органи, а також більшість дослідників змушені були розробляти різні методи та аналітичні методики ідентифікації видів м'яса забійних тварин, що ґрунтувалися на дослідженні ДНК (Matsunaga et al., 1998; Partis, Croan, Guo, Clark, Coldham, & Murby, 2000; Herman, 2001; Peter, Brunen-Nieweler, Cammann, & Borchers, 2004).

Ідентифікація видів м'яса є ключовою проблемою автентифікації харчових продуктів за застосування спектрометричного методу, оскільки вона дозволяє перевірити відповідність маркуванню, сприяє справедливій торгівлі і дає змогу інформувати

споживача (Amaral, Meira, Oliveira, & Mafrá, 2016). За контролювання харчового ланцюга постає необхідність визначення автентичності м'яса, що дасть можливість ідентифікувати різні види м'яса в м'ясних продуктах (Monohan, Schmidt, & Moloney, 2018).

Мета роботи – встановити ідентифікацію м'яса забійних тварин за якісними показниками – інтенсивністю кольору, загального вмісту пігментів, вмісту еластину.

Завдання дослідження: провести ідентифікацію м'яса забійних тварин видової та вікової належності за розробленими експресними методиками за встановлення інтенсивності кольору, вмісту пігментів за застосування фотометру фотоелектричного та вмісту еластину.

Матеріал та методи досліджень

Для дослідження використовували найдовший м'яз спини забійних тварин – яловичини, свинини, баранини, козлятини, що були досліджені на потужностях з виробництва м'яса, оптових базах, супермаркетах та агропродовольчих ринках Київської області.

Попередньо проби м'яса забійних тварин та птиці були досліджені органолептично (колір, запах, консистенція, проба варки) та в комплексі біохімічних досліджень щодо встановлення ступеня свіжості та визначення м'яса, отриманого від здорових тварин (Pravyla peredzabiinoho veterynarnoho ohliadu tvaryn i veterynarno-sanitarnoi ekspertyzy m'iasa ta m'iasoproduktiv, 2002). Також були проведені дослідження за розробленими експресними методами визначення ідентифікації м'яса забійних тварин за інтенсивністю кольору, вмістом пігментів фотометричними методами та вмістом еластину (Bohatko, 2019).

Статистичне опрацювання даних здійснювали за загальноприйнятими методиками з використанням програмного пакета *Statistica 8.0*. Результати наведені як середнє значення \pm стандартне відхилення. Достовірність різниці між вибірками даних встановлено із застосуванням однофакторного дисперсійного аналізу за рівня значимості $P \leq 0,05$.

Результати та їх обговорення

М'ясо забійних тварин за органолептичними, біохімічними показниками відповідало свіжому ступеню та було отримане від здорових тварин та птиці. За органолептичною оцінкою яловичина, отримана від тварин віком 24–36 міс, була темно-червоного кольору з малиновим відтінком, телятина, отримана від тварин віком 6–8 міс, – рожево-молочного кольору; свинина, отримана від тварин віком 12–14 міс, – рожево-червоного кольору, свинина, отримана від тварин віком 8–10 міс, – світло-рожевого кольору; баранина, отримана від тварин віком 14 міс, – коричнево-червоного кольору, віком 12 міс – червоного, віком 10 міс – рожево-червоного кольору; козлятина, отримана від тварин віком 12 міс, – світло-червоного кольору, віком 10 міс – рожево-червоного, віком 8 міс – світло-рожевого. Запах м'яса забійних тварин був приємним, властивим даному виду тварин, без стороннього запаху, без ослизнення, консистенція пружна. За якістю бульйону (запах приємний, специфічний для даного виду тварин, сторонніх запахів не встановлено; бульйон прозорий, без помутніння та осаду) м'ясо забійних тварин всіх видів відповідало свіжому ступеню.

Були проведені дослідження щодо ідентифікації м'яса забійних тварин за інтенсивністю забарвлення

кольору яловичини, свинини, баранини, козлятини, отриманих від різних вікових груп, шляхом вимірювання оптичної густини на фотометрі фотоелектричному в пробі м'язової тканини, що забезпечило достовірність результатів за встановлення ідентифікації м'яса забійних тварин. Для проведення досліджень використовували нарізану м'язову тканину з найдовшого м'яза спини розміром: шириною 1,5–1,8 см, висотою 3,1–3,3 см, товщиною 0,2–0,4 см, яку поміщали у кювет з товщиною поглинаючого світла 1,0 см. Потім вимірювали інтенсивність забарвлення м'язової тканини на фотометрі фотоелектричному за довжини хвилі 520–525 нм (зелений світлофільтр). У якості контрольної проби використовували дистильовану воду.

Нашими дослідженнями було встановлено інтенсивність кольору яловичини та свинини, що отримані від різних вікових груп тварин фотометричним методом (табл. 1).

Таблиця 1

Показники оптичної густини за інтенсивністю кольору яловичини та свинини у Белах, $M \pm m$, n=48

М'ясо забійних тварин	Показники оптичної густини інтенсивності кольору, Б
Яловичина, отримана від тварин віком 24–36 міс, n=14	2,468 ± 0,012
Телятина, отримана від тварин віком 6–8 міс, n=12	2,186 ± 0,023***
Свинина, отримана від тварин віком 12–14 міс, n=10	2,123 ± 0,015***
Свинина, отримана від тварин віком 8–10 міс, n=12	1,871 ± 0,019

Примітки. *** – $p < 0,001$

Дані таблиці 1 свідчать про те, що показники оптичної густини за інтенсивністю кольору телятини, що отримана від тварин віком 6–8 міс, мали високу вірогідність у 1,13 рази менше ($p < 0,001$) у порівнянні з оптичними показниками яловичини, що отримана від тварин віком 24–36 міс; а свинини, що отримана від тварин віком 12–14 міс також мали високу вірогідність у 1,14 рази більше ($p < 0,001$) у порівнянні з оптичними показниками свинини, що отримана від тварин 8–10 міс. Вірогідність показників оптичної густини за вимірювання інтенсивності кольору м'язової тканини яловичини та свинини за розробленим експресним методом становила 99,0 %. На даний експресний метод отримано Патенти України на корисну модель 24795, 2007 р., 41853, 2009 р.

Нашими дослідженнями було встановлено інтенсивність кольору баранини, що отримана від різних вікових груп тварин, фотометричним методом. Результати наведені у таблиці 2.

Таблиця 2

Показники оптичної густини за інтенсивністю кольору баранини, у Белах, $M \pm m$, n=34

М'ясо забійних тварин	Показники оптичної густини інтенсивності кольору, Б
Баранина, отримана від тварин віком 10 міс, n=12	2,257 ± 0,064
Баранина, отримана від тварин	3,742 ± 0,118***

віком 12 міс, n=14	
Баранина, отримана від тварин віком 14 міс, n=8	4,061 ± 0,124***

Примітки. *** – $p < 0,001$

Дані методики використовуються для встановлення якості та безпечності, а також видової та вікової належності м'яса забійних тварин на усьому харчовому ланцюзі від виробництва, зберігання до реалізації.

Дані таблиці 2 свідчать про те, що показники оптичної густини за інтенсивністю кольору баранини, що отримана від тварин віком 14 міс та 12 міс мали високу вірогідність відповідно у 1,80 ($p < 0,001$) та 1,66 рази більше ($p < 0,001$) у порівнянні з показниками баранини, що отримана від тварин віком 10 міс.

Достовірність показників оптичної густини інтенсивності кольору баранини, що отримана від різних вікових груп тварин становила 99,4 %. На даний метод отримано Патент України на корисну модель 68083, 2012 р.

Нашими дослідженнями було встановлено інтенсивність кольору козлятини, що отримана від різних вікових груп тварин, фотометричним методом. Результати наведені у таблиці 3.

Таблиця 3

Показники оптичної густини за інтенсивністю кольору козлятини, у Белах, $M \pm m$, n=23

М'ясо забійних тварин	Показники оптичної густини інтенсивності кольору, Б
Козлятина, отримана від тварин віком 8 міс, n=10	2,249 ± 0,034
Козлятина, отримана від тварин віком 10 міс, n=6	2,578 ± 0,019***
Козлятина, отримана від тварин віком 12 міс, n=7	2,635 ± 0,021***

Примітки. *** – $p < 0,001$

Дані таблиці 3 свідчать про те, що показники оптичної густини за інтенсивністю кольору козлятини, що отримана від тварин віком 12 міс та 10 міс, мали високу вірогідність відповідно у 1,17 ($p < 0,001$) та 1,15 рази більше ($p < 0,001$) у порівнянні з показниками козлятини, що отримана від тварин віком 8 міс.

Достовірність показників оптичної густини інтенсивності кольору козлятини становила 99,6 %. На даний метод отримано Патент України на корисну модель 68084, 2012 р.

Розроблені експресні методики мають перевагу перед методами визначення ідентифікації м'яса забійних тварин, що існують у тому, що результати мають конкретне, достовірне кількісне значення, корелюють з органолептичними показниками м'яса забійних тварин. Експозиція проведення розроблених експресних методик складала 10–15 хв.

Були проведені випробування щодо ідентифікації м'яса забійних тварин за вмістом пігментів фотометричним методом, в основу якого було покладено завдання – удосконалити визначення загального вмісту пігментів у м'ясі забійних тварин шляхом вимірювання оптичної густини за інтенсивності забарвлення профільтрованої суміші, що отримана внаслідок гомогенізації проб м'язів ацетоном та концентрованою хлорводневою кислотою, на фотометрі фотоелектричному, що забезпечувало достовірність результатів при встановленні ідентифікації м'яса різних видів тварин.

Для проведення досліджень використовували зразок м'яса забійних тварин у кількості 5,0–5,1 г, що подрібнювали в електром'ясорубці, потім поміщали у колбу ємністю 50 см³, заливали ацетоном в кількості 10,0–10,1 см³ і гомогенізували протягом 2,0–2,1 хвилин. Потім в колбу добавляли 1,0–1,1 см³ концентрованої хлорводневої кислоти, колбу струшували 2–3 рази, закривали щільно гумовим корком і витримували у темному місці протягом 30–40 хвилин, періодично перемішували суміш 3–4 рази. Після цього суміш фільтрували через паперовий фільтр в мірну колбу ємністю 25 см³, а осад промивали розчином хлорацетону (CH₃COCH₂Cl) з масовою часткою 80 % (до 80 см³ ацетону добавляють 18 см³ дистильованої води і 2 см³ концентрованої хлорводневої кислоти), доводячи об'єм в мірній колбі до мітки дистильованою водою. Потім швидко вимірювали інтенсивність забарвлення на фотометрі фотоелектричному за довжини хвилі 540–545 нм (зелений світлофільтр) в кюветі з товщиною поглинаючого світла 2,0 см. У якості контрольної проби використовували хлорацетон. Результати досліджень представлені у таблиці 4.

Таблиця 4

Показники оптичної густини за загальним вмістом пігментів у м'ясі забійних тварин, у Белах, М±m, n=110

М'ясо забійних тварин	Показники оптичної густини загального вмісту пігментів, Б
Яловичина, отримана від тварин віком 24–36 міс, n=14	1,893 ± 0,043
Телятина, отримана від тварин віком 6–8 міс, n=12	0,961 ± 0,022***
Свинина, отримана від тварин віком 12–14 міс, n=10	1,275 ± 0,025
Свинина, отримана від тварин віком 8–10 міс, n=12	0,872 ± 0,019***
Баранина, отримана від тварин віком 10 міс, n=12	1,245 ± 0,035
Баранина, отримана від тварин віком 12 міс, n=14	1,432 ± 0,041**
Баранина, отримана від тварин віком 14 міс, n=8	1,625 ± 0,031***
Козлятина, отримана від тварин віком 8 міс, n=10	0,968 ± 0,015
Козлятина, отримана від тварин віком 10 міс, n=6	1,076 ± 0,038*
Козлятина, отримана від тварин віком 12 міс, n=7	1,143 ± 0,034***

Примітки. * – p<0,05; ** – p<0,01; *** – p<0,001

Дані таблиці 4 свідчать про те, що показники оптичної густини за загальним вмістом пігментів у телятині мали високу вірогідність у 1,97 рази менше (p<0,001) у порівнянні з показниками яловичини; а у свинини, що отримана від тварин віком 8–10 міс показники оптичної густини також мали високу вірогідність у 1,46 рази менше (p<0,001) у порівнянні з показниками свинини, що отримали від тварин 12–14 міс. Показники оптичної густини за загальним вмістом пігментів у баранині, що отримана від тварин віком 14 міс та 12 міс мали вірогідність відповідно у 1,31 (p<0,01) та 1,15 рази (p<0,001) більше у порівнянні з показниками баранини, що отримали від тварин віком 10 міс. А показники оптичної густини за загальним вмістом пігментів у козлятині, що отримали від тварин віком 12 міс та 10 міс були вірогідними відповідно у 1,18 (p<0,001) та 1,11 рази (p<0,05) більше у порівнянні з

показниками козлятини, що отримали від тварин віком 8 міс.

Достовірність показників оптичної густини за загальним вмістом пігментів у яловичині, що отримана від різних вікових груп тварин, становили 98,5 %, свинині – 98,8 %, баранині – 99,0 % і козлятині – 99,6 %.

Крім того, слід зазначити, що розроблений експресний метод є простим у виконанні, а його результати дають конкретні кількісні показники за оптичною густиною загального вмісту пігментів у м'ясі забійних тварин, отриманого від різних вікових груп. На даний метод отримано Патенти України на корисну модель 24794, 2007 р., 41852, 2009 р., 68085, 2012 р., 68086, 2012 р.

Дослідженнями була проведена ідентифікація м'яса забійних тварин за вмістом еластину шляхом виділення хімічно резистентного еластину від інших компонентів м'яса в результаті подрібнення й гомогенізації дистильованою водою наважки м'яса та поступовою обробкою етиловим спиртом, ацетоном, хлорводневою кислотою за використання водяної бані та сушильної шафи. Для проведення досліджень використовували подрібнений зразок м'яса у кількості 20,0–20,2 г, який гомогенізували у 100,0–120,0 см³ дистильованої води упродовж 10–11 хв у гомогенізаторі за 8–14 тис. об/хв., потім отриманий гомогенізатор кількісно переносили у центрифужну склянку об'ємом 250 см³ і центрифугували упродовж 10–15 хв. зі швидкістю 2500 об/хв., потім промивали осад двічі у дистильованій воді та двічі промивали і центрифугували зі 150,0–150,5 см³ етилового спирту з масовою концентрацією 100 % і двічі обробляли ацетоном у кількості 150,0–150,5 см³; потім підігрівали осад у центрифужній склянці на водяній бані упродовж 5–8 хв та підсушували у сушильній шафі за температури 60 °С упродовж 15–17 хв, додаючи до осаду 130,0–130,5 см³ розчину гідроксиду натрію з масовою концентрацією 0,1 моль/дм³ і знову занурювали у водяну баню за температури 80 °С на 10–20 хв, потім охолоджували та центрифугували упродовж 15–20 хв зі швидкістю 2500 об/хв., потім осад обробляли розчином хлорводневої кислоти з масовою концентрацією 0,01 моль/дм³, потім двічі промивали дистильованою водою і етиловим спиртом з масовою концентрацією 100 %, переносячи осад у бюкс і висушували його у сушильній шафі за температури 100 °С упродовж 15–17 хв і зважували осад з послідовним вирахуванням еластину за формулою у відсотках (%):

$$X = \frac{(a - b) \cdot 100}{v}$$

де а – вага бюкси з висušеним осадом, г; б – вага пустої бюкси, г;

в – наважка м'яса, г; 100 – переведення у %.

Результати досліджень за вмістом еластину в м'ясі забійних тварин наведені у таблиці 5

Таблиця 5

Вміст еластину в м'ясі забійних тварин, М±m, n=29

М'ясо забійних тварин	Показники вмісту еластину за розробленим методом, %	Нормативи згідно чинних стандартів, %
Яловичина, n=8	2,12 ± 0,04***	0,2–3,0 (середнє значення 1,60±0,01)
Свинина, n=8	0,82 ± 0,05***	
Баранина, n=6	1,75 ± 0,04***	
Козлятина, n=7	1,92 ± 0,03***	

Примітки. *** – p<0,001

Проведеними дослідженнями визначено, що вміст еластину у м'ясі забійних тварин був в межах норми середнього значення – $1,60 \pm 0,01\%$. Найбільший вміст еластину був у яловичині – $2,12 \pm 0,04$ ($p < 0,001$), що у 1,33 рази вірогідно більше відносно нормативного показника, у козлятині – $1,92 \pm 0,03$ ($p < 0,001$), що у 1,20 рази вірогідно більше відносно нормативного показника та у баранині – $1,92 \pm 0,03$ ($p < 0,001$), що у 1,09 рази достовірно більше до нормативного показника ($1,60 \pm 0,01$). А у свинині цей показник був вірогідно найнижчим і становив $0,82 \pm 0,05\%$ ($p < 0,001$), що у 1,95 рази менше відносно нормативного показника.

Достовірність показників за вмісту еластину в м'ясі забійних тварин за розробленим методом становила 98,9 %. На даний експресний метод отримано Патент України на корисну модель 68834, 2012 р.

Запропоновані розроблені експресні методи достовірні, ефективні, економні щодо приготування реактивів, зручні в проведенні і можуть використовуватися в комплексі поряд з іншими методами для встановлення ідентифікації м'яса забійних тварин – яловичини, свинини, баранини і козлятини. Отже необхідно розробляти альтернативні методи визначення якості без затрат часу та реактивів (Aida, Che Man, Wong, Raha, & Son, 2005). Автентичності м'яса наразі приділяється значна увага в багатоетапному харвовому ланцюзі від виробництва тварин на фермі до споживання кінцевого харчового продукту споживачами. Набір методів повинен мати аналіз елементарних та молекулярних складових м'яса, зокрема і хімічний склад (Carr, Scheffer, & Johnson, 2017).

Споживач значно вибагливий до якісних показників м'яса. Окрім того, за проведення дослідження враховували органолептичні показники – колір, запах, консистенцію, якість бульйону, які корелювали із вищезазначеними якісними показниками. Отже, розроблені експресні методи визначення, інтенсивності кольору м'яса, загального вмісту пігментів, вмісту еластину можна застосовувати за ветеринарно-санітарного інспектування м'яса забійних тварин – яловичини, свинини, баранини і козлятини для підтвердження їх якості та безпечності, а також видової та вікової належності.

Розроблені експресні методи визначення інтенсивності кольору, загального вмісту пігментів фотометричними методами, вмісту еластину в яловичині, свинині, баранині і козлятині, що отримані від різних видів і вікових груп тварин пропонуються нами ветеринарним інспекторам для ідентифікації даних видів м'яса поряд з іншими методами визначення його якості та безпечності на потужностях з виробництва та обігу.

Висновки

Ідентифікацію м'яса забійних тварин (яловичину, свинину, баранину, козлятину) різних вікових груп при виробництві, обігу та реалізації за ветеринарного інспектування необхідно визначати фотометричними методами за інтенсивністю кольору, загальним вмістом пігментів, а також за вмістом еластину, які мали вірогідність від 98,5 до 99,6 %.

Перспективи подальших досліджень.

Дослідження на встановлення навмисного оброблення м'яса забійних тварин мийно-дезінфікуючими засобами за розробленими експресними біохімічними методиками.

- Aida, A. A., Che Man, Y. B., Wong, CMVL, Raha, A. R., & Son, R. (2005). Analysis of raw meats and fats of pigs using polymerase chain reaction for Halal authentication. *Meat Science*, 69, 47–52. DOI : [10.1016/j.meatsci.2004.06.020](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.06.020)
- Aksu, M. I., Kaya, M., & Ockerman, H. W. (2005). Effect of modified atmosphere packaging and temperature on the shelf life of sliced pastirma produced from frozen/thawed meat. *Journal of Muscle Foods*, 16 (3), 192–206. DOI: [10.1111/j.1745-4573.2005.08404.x](https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.2005.08404.x)
- Alahakoon, A. U., Faridnia, F., Bremer, P. J., Silcock, P., & Oey, I. (2016). Pulsed electric fields on meat tissue quality and functionality. *Handbook of Electroporation*. 21 p. DOI: [10.1007/978-3-319-26779-1_179-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-26779-1_179-1).
- Amaral, J., Meira, L., Oliveira, M., & Mafrá, I. (2016). Advances in authenticity testing for meat speciation. *Advances in Food Authenticity Testing*, 369–403. Retrieved from <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/111141/2/257827.pdf>.
- Bohatko, N. M. (2019). Ідентифікація м'яса забійних тварин за розробленими експресними методами: науково-методичні рекомендації. Біла Тсерква. 26. [in Ukrainian].
- Carr, C. C., Scheffer, J. M., & Johnson, D. D. (2017). Categorical processing via the meat science lexicon. *Animal Frontiers*, 7 (4), 19–24. DOI: [10.2527/af.2017.0438](https://doi.org/10.2527/af.2017.0438)
- Dubost, A., Micol, D., Meunier, B., Lethias, C., & Listrat, A. (2013). Relationships between structural characteristics of bovine intramuscular connective tissue assessed by image analysis and collagen and proteoglycan content. *Meat Science*, 93 (3), 378–386. DOI: [10.1016/j.meatsci.2012.09.020](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.09.020).
- Egan, A. F., Eustace, I. J., & Shay, B. J. (1988). Meat packaging-maintaining the quality and prolonging the storage life of chilled beef, pork and lamb. In *Proceedings of Industry Day: 34th International Congress of the Meat Science and Technology*, 68–75, Brisbane, Australia, August 1988. Retrieved from <http://hdl.handle.net/102.100.100/264777?index=1>
- Faustman, C., Sun, Q. R., Mancini, R., & Suman, S. P. (2010). Myoglobin and lipid oxidation interactions: mechanistic bases and control. *Meat Science*, 86 (1), 86–94. DOI: [10.1016/j.meatsci.2010.04.025](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.025)
- Herman, B. L. (2001). Determination of the animal origin of raw food by-species-specific PCR. *J. Dairy Res*, 68, 429–436. DOI: [10.1017/S0022029901004940](https://doi.org/10.1017/S0022029901004940)
- Koppel, R., Zimmerli, F., & Breitenmoser, A. (2009). Heptaplex real-time PCR for the identification and quantification of DNA from beef, pork, chicken, turkey, horsemeat, sheep and goat. *European Food Res. Technol*, 230, 125–133. DOI: [10.1007/s00217-009-1154-5](https://doi.org/10.1007/s00217-009-1154-5)
- La Neve, F., Civera, T., Mucci, N., & Bottero, M. T. (2008). Authentication of meat from game and domestic species by Sna P shot mini sequencing analysis. *Meat Science*, 80, 216–224. DOI: [10.1016/j.meatsci.2007.11.027](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.11.027)
- Listrat, A., Leuret, B., Louveau, I., Astruc, T. & Bugeon, J. (2016). How muscle structure and composition influence meat and flesh quality. *The Scientific World Journal*, 39. 14 p. DOI: [10/1155/2016/3182746](https://doi.org/10.1155/2016/3182746)
- Ma, Q., Hamid, N., Oey, I., Kantono, K., Faridnia, F., Yoo, M., & Farouk, M. (2016). Effect of chilled and freezing pre-treatments prior to pulsed electric field processing on volatile profile and sensory attributes of cooked lamb meats. *Innovative Food Sci Emerg Technol*. DOI: [10.1016/j.ifset.2016.04.009](https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.04.009)

- Manning, L. & Soon, J. (2014). Developing systems to control food adulteration. *Food Policy*, 49 (1), 23–32. DOI: [10.1016/j.foodpol.2014.06.005](https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2014.06.005)
- Matsunaga, T., Chikuni, K., Tanabe, R., Muroya, S., Nakai, H., Shibata, K., Yamada, J., & Shimura, Y. (1998). Determination of mitochondrial cytochrome b gene sequence for red deer (*Cervus elephas*) and differentiation of closely related deer meats. *J. Meat Sci*, 49 (4), 379–385. DOI: [10.1016/S0309-1740\(97\)00145-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(97)00145-9).
- Mayada, R. Farag, Khlood, M. El Bohi, Samah, R. Khalil, Mahmoud, Alagawany & Kuldeep, Dhama (2020). Forensic applications of mitochondrial cytochrome B in the identification of domestic and wild animal species. *J. of Experimental Biology and Agricultural Sciences*. 8 (1), 1–8. DOI: [10.18006/2019.8\(1\).1.8](https://doi.org/10.18006/2019.8(1).1.8)
- Mayada, Ragab Fakag, Mahmoud, Alagawany, Mohamed, Ezzat Abd El-Hack, Ruchi, Tiwari, & Kuldeep, Dhama (2015). Identification of different animal species in meat and meat products: trends and advances. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 3 (6), 334–346. DOI: [10.14737/journal.aavs/2015/3.6.334.346](https://doi.org/10.14737/journal.aavs/2015/3.6.334.346)
- Miliotis, K., Drosionos, E., & Zoiopoulos, P. (2012). Factors influencing HACCP implementation in the food industry. *Journal of Hellenic Veterinary Medical Society*, 63, 283–290. DOI: [10.12681/jhvms.15442](https://doi.org/10.12681/jhvms.15442)
- Monohan, F. J., Schmidt, O., & Moloney, A. P. (2018). Meat provenance: Authentication of geographical origin and dietary background of meat. *Meat science*, 144, 2–14. DOI: [10.1016/j.meatsci.2018/05/008](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018/05/008)
- Montowska, M., & Pospiech, E. (2012). Myosin light chain isoforms retain the species-specific electrophoretic mobility after processing, which enabled differentiation between six species: 2-DE analysis of minced meat and meat products made from beef, pork and poultry. *Proteomics*, 12, 2879–2889. DOI: [10.1002/pmic.201200043](https://doi.org/10.1002/pmic.201200043)
- Muela, E. I., Sañudo, C., Campo M. M., Medel, I., & Beltrán, J. A. (2012). Effect of freezing method and frozen storage duration on lamb sensory quality. *Meat Science*, 90 (1), 209–215. DOI: [10.1016/j.meatsci.2011.07.003](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.07.003)
- Partis, L., Croan, D., Guo, Z., Clark, R., Coldham, T., & Murby, J. (2000). Evaluation of a DNA fingerprinting method for determining the species origin of meats. *Meat Science*, 54, 369–376. DOI: [10.1016/S0309-1740\(99\)00112-6](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(99)00112-6)
- Peter, C., Brunen-Nieweler, C., Cammann, K., & Borchers, T. (2004). Differentiation of animal species in food by oligonucleotide microarray hybridization. *Euro. Food Res. Technol.* 21, 286–293. DOI: [10.1007/s00217-004-0958-6](https://doi.org/10.1007/s00217-004-0958-6).
- Pravyla peredzabiinoho veterynarnoho ohliadu tvaryn i veterynarno-sanitarnoi ekspertyzy m'iasa ta m'iasoproduktiv, zatverdzeni nakazom Holovy Derzhdepartamentu veterynarnoi medytsyny za №28 vid 7.06. 2002 r. Ta zareiestrovani v Miniusti Ukrainy 21.06. 2002 r. za №524/6812. zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0524-02. [in Ukrainian].
- Realini, C.E., Vénien, A., Gou, P. et al. (2013). Characterization of Longissimus thoracis, Semitendinosus and Masseter muscles and relationships with technological quality in pigs. *Meat Science*, 94 (3), 408–416.
- Renyu, Zhang, Michelle, J.Y. Yoo, & Farouk, Mustafa M. (2019). Quality and acceptability of fresh and long-term frozen in-bag dry-aged lean bull beef. *Journal of Food Quality*, Vol. 2019, Article ID 1975264, 15 p. DOI: [10.1155/2019/1975264](https://doi.org/10.1155/2019/1975264)
- Stibel', V., & Simonov, M. (2018). Upravlinnja bezpechnistju produktiv harchuvannja: praktichnij posibnik. L'viv, Tzov: Galic'ka vidavnicna spilka, 230. [in Ukrainian].
- Yatsenko, I. V., Binkevych, V. Ya., & Mykytyn, L. Ye. (2015). Kharchova tsinnist baranyny, yak perspektyvnoho ta neobkhidnoho produktu kharchuvannja. *Problemy zoonzhenerii ta veterynarnoi medytsyny*, 30 (2), 276–280. Retrieved from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/pzvm_2015_30\(2\)_71](http://nbuv.gov.ua/UJRN/pzvm_2015_30(2)_71). [in Ukrainian]
- Zasiekin, D. A. (2011). Fyzyko-khimichni ta biokhimichni osnovy prerobky m'iasa: navchalnyi posibnyk. Kyiv: TOV «NVP INTERSRVIS», 164. [in Ukrainian].