

МАРМУРОВІСТЬ *M. LONGISSIMUS DORSI* ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК З ІНШИМИ ОЗНАКАМИ ЯЛОВИЧНИНИ

Крук Ольга Павлівна

кандидат сільськогосподарських наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-9975-8994

olgakruk2016@ukr.net

Угнівенко Анатолій Миколайович

доктор сільськогосподарських наук, професор

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-6278-8399

ugnivenko@nubip.edu.ua

Класифікація тварин різного напрямку продуктивності за мармуровістю *m. longissimus dorsi* та визначення її кореляції із забійними, фізико-технологічними та сенсорними властивостями яловичини є актуальними. У статті наведено результати оцінювання у 18-24 – місячних бугайців української чорно-рябої молочної породи зв'язку між мармуровістю *m. longissimus dorsi* та забійними, морфологічними, фізико-технологічними ознаками туш і сенсорними властивостями вареного м'яса та бульйону із нього. Визначали можливість застосування мармуровості продовгуватого м'яза як критерію оцінювання кількісних і якісних ознак яловичини.

Дослідження провели на 34 тушах у фермерському господарстві (ФГ) «Журавушка» Броварського району Київської області. Відразу після забою тварин згідно з методикою, наведеною у стандарті JMGA (2000) визначили мармуровість *m. longissimus dorsi* і покриття туш жиром відповідно до системи EUROP (2008), колір м'язової і жирової тканин, площу «м'язового вічка» згідно з стандартом JMGA (2000). У лабораторії кафедри технологій м'яса, риби та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування дослідили хімічний склад яловичини. Аромат, соковитість, ніжність, легкість жування вареної яловичини і колір, смак, міцність бульйону із неї дегустували у лабораторії «Якості м'яса» кафедри технологій виробництва молока та м'яса цього ж ВНЗ. Виявлено, що мармуровість *m. longissimus dorsi* зворотньо ($r=-0,351$; $P>0,95$) корелює з вмістом білку в м'ясі та пенетраційною напругою ($r=-0,410$; $P>0,95$) і позитивно ($r=0,617$; $P>0,95$) зі смаком і ароматом бульйону із вареного м'яса.

Проявляється тенденція до зворотної кореляції між мармуровістю і забійними ознаками, у тому числі з вмістом м'язової тканини вищого та першого сортів, жирової та сполучної тканин, розвитком підшкірного жиру, кольором м'язової і жирової тканин, рН (кислотністю), сухою речовиною, водозв'язуючою здатністю, соковитістю, ароматом та залишком вареного м'яса після розжовування. Проявляється тенденція до позитивної кореляції між мармуровістю яловичини та вмістом у ній м'язової тканини другого сорту, кісток, «площу м'язового вічка» *m. longissimus dorsi*, товщиною підшкірного жиру та конформацією туш, вмістом у м'ясі вологи, жиру та мінеральних речовин.

У подальшому отримані результати можливо використовувати для прогнозування кількісних і якісних ознак яловичини за мармуровістю *m. longissimus dorsi*.

Ключові слова: мармуровість яловичини, туша, внутрішньом'язовий жир.

DOI <https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2024.3.7>

Вступ. Мармуровість яловичини (прошарки жирової тканини у середині м'язів) використовують для оцінювання якості туш в Австралії та інших країнах із розвиненим скотарством, як основний фактор, що визначає харчову її якість і сприяє смаку, ніжності, соковитості та загальному сприйняттю м'яса (Otto et al., 2024). Наявність зв'язку між мармуровістю та якісними ознаками яловичини є актуальною для економіки скотарства. У іноземних дослідженнях вже визначають (Lee et al., 2019) вміст внутрішньом'язового жиру та розмір його вкраплень за допомогою комп'ютерного аналізу зображень та їх вплив на сенсорні характеристики яловичини. Доведено (Nguyen et al., 2021), що мармуровість є важливим фактором, який впливає на сенсорну якість яловичини, включаючи її ніжність, соковитість і смак. За більшої кількості грубих мармурових вкраплень ялови-

чину вище оцінювали за сенсорними ознаками – ніжністю та залишком після розжовування, але вона мала нижче загальне враження, порівняно з м'ясом за дрібних прошарків внутрішньом'язового жиру.

Мармуровість яловичини залежить від породи тварин, їх статі, віку, умов годівлі та утримання і багато інших факторів. Т. Ерена et al. (2024) на тваринах трьох порід у віці від 18 до 24 місяців підтвердили зв'язок між ознаками якості яловичини та її мармуровістю. Результати, отримані J. Cafferky et al. (2019) також вказують на те, що мармуровість яловичини вірогідно ($p > 0,95$) залежала від породи. Дослідження Р. Thirawong et al. (2025) показують, що отримані поміси від схрещування м'ясної худоби вагю з голштино-фризькою мали вищий вміст внутрішньом'язового жиру, забезпечували кращу якість м'яса серед тварин інших груп. Схрещування ж голштин-

ських бугаїв із коровами чорно-рябої молочної породи призводить до погіршення мрамуровості яловичини 21-місячних бугайців на 12,9% (Kruk & Uhnivenko, 2024 b). Ці дані дають глибше розуміння того, як порода чи їх поєднання впливають на якісні характеристики яловичини і допоможе виробляти її зі стабільними харчовими властивостями.

Результати I. Muižniece & D. Kairiša (2020) вказують на те, що м'ясо від телиць є більш якісним із точки зору бажаного використання його у виробництві високоякісної продукції для забезпечення вищих прибутків. Вивчаючи (Blanco et al., 2020) вплив статті на якісні ознаки яловичини встановили, що телиці мали більший вміст внутрішньом'язового жиру, ніж волики та бугайці. За подібного загального вмісту насичених жирних кислот у м'ясі між групами тварин, частка мононенасичених у них була найбільшою, проміжною у воликів і найнижчою у бугайців. Вміст поліненасичених жирних кислот вищим був у бугайців, ніж у воликів та телиць. У телиць виявили більш бажані смакові властивості та вищу ніжність яловичини.

Е. Е. Knutson et al. (2020) встановили, що зниження рівня вітаміну А у раціонах для тварин ангуської породи у кінці відгодівлі підвищує вміст мрамуровості у яловичині і впливає негативно на їх приріст. У дослідженнях (Tefera, et al., 2021) доведено, що вік великої рогатої худоби значно впливає ($P > 0,95$) на мрамуровість яловичини, яка тісно корелювала з її смаком, соковитістю і ніжністю. М. Santinello et al. (2024) встановили, що туші самок, класифіковані класом 3 за жировим покривом відповідно до системи EUROP, мали кращу мрамуровість яловичини ніж за класу 2. Мрамуровість *m. longissimus dorsi* проявляла тенденцію до слабого позитивного зв'язку із площею «м'язового вічка» (Kruk & Uhnivenko, 2024 a) та конформацією (м'ясистістю) туш (Kruk & Uhnivenko, 2024). У дослідженнях (Im, et al., 2024) також

встановлено, що за кращої мрамуровості виробництво яловичини важливе для подальшого її перероблення оскільки волокна м'язів за більших у діаметрі жирових вкраплень зберігають технологічні властивості під час заморожування.

Наведені дані свідчать щодо корисності оцінювання зв'язку між мрамуровістю та іншими ознаками яловичини, який допоможе краще передбачити задоволеність і попит споживачів та підвищити конкурентноспроможність виробництва м'яса від великої рогатої худоби. В Україні значну частку яловичини виробляють від худоби української чорно-рябої молочної породи. Тому, метою дослідження було оцінити кореляційні зв'язки між мрамуровістю *m. longissimus dorsi* у 18 – 24 – місячних бугайців цієї худоби і кількісними (забійна маса, морфологічний склад) та якісними (конформація, розвиток жирового покриву та його товщина, площа «м'язового вічка», колір м'язової і жирової тканин) ознаками туш, сенсорними показниками вареного м'яса і бульйону із нього.

Матеріали і методи досліджень. Досліди провели у ФГ «Журавушка» Броварського району Київської області на 34 тушах, отриманих від 18-24 – місячних бугайців української чорно-рябої молочної породи. Їх передзабійну живу масу визначили зважуванням до і після 24-годинного голодування за вільного доступу до води. Забій бугайців провели в забійному цеху с. Калинівка. Протягом 60 хвилин після забою і зняття шкури туші зважували та візуально оцінювали їх конформацію відповідно до системи (EUROP, 2008) на п'ять класів E, U, R, O, P. Жировий покрив туш відносили за кількістю жиру на її зовнішній стороні та в грудній клітці відповідно до 5-ти класів згідно з системою EUROP (2008). За використання кольорової шкали від 1 до 7, відповідно до стандарту JMGA (2000), визначали колір м'язової та жирової тканин. Мрамуровість *m. longissimus dorsi*

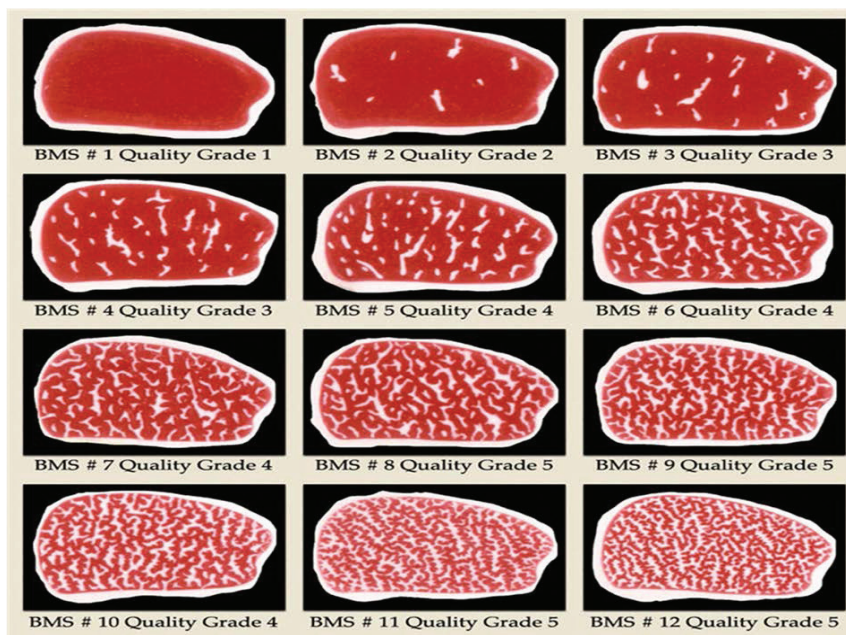


Рис. 1. Оцінювання мрамуровості *m. longissimus dorsi* (JMGA, 2000)

оцінювали між 12 та 13 ребром відразу після розділення напівтуш на четвертини за 12 - ма класами (рис. 1).

Довжину і глибину «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* також вимірювали лінійкою між 12-м та 13-м ребром. Його площу обраховували за формулою 1 відповідно до наказу МСГ України за № 290 від 06 серпня 2004 року.

$$S = D \times G \times 0,8; \quad (1)$$

де S – площа «м'язового вічка», см²; D – довжина «м'язового вічка», см; G – глибина «м'язового вічка», см; 0,8 – коефіцієнт.

Пенетрацію сирого м'яса визначили згідно з методикою, наведеною у праці V. Guts & O. Koval (2007) за використання пенетрометра – автомата типу ПМДП. Вміст зв'язаної води досліджували відповідно до рекомендацій (Mankovskyi & Antoniuk, 2014) «прес-методом» за кількістю води, що виділилася із наважки (0,3 г) м'яса під час пресування і всмокталася у фільтрувальний папір, утворивши вологу пляму. Водоутримуючу здатність м'яса дослідили за відношенням вмісту зв'язаної води до маси наважки м'яса. Уварювання яловичини визначали за формулою (2), наведеною у праці G. Shkurin *et al.* (2002).

$$Sm = \frac{Cm \times 100}{Rm} \quad (2)$$

де Sm – уварювання м'яса, %; Cm – вага вивареного м'яса, г; Rm – вага сирого м'яса, г.

У лабораторії кафедри технології м'яса, риби та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП України) дослідили хімічний склад яловичини відповідно до: ДСТУ ISO 1443:2005 (2008) – загальний вміст жиру; ДСТУ ISO 936:2008 (2008) – загальну масу золи; ДСТУ ISO 1442:2005 (2005) – вміст води; ДСТУ ISO 2917:2001 (2002) – кислотність (рН). Вміст протеїну визначали згідно з методикою, наведеною у праці G. Shkurin *et al.* (2002). Аромат, соковитість, ніжність, легкість жування вареної яловичини і колір, смак, міцність бульйону із неї оцінювала комісія з дегустації у кількості 8 осіб у лабораторії «Якості м'яса» кафедри технологій виробництва молока та м'яса НУБіП України згідно з рекомендаціями,

наведеними у праці Т. Antoniuk (2020). Взаємозв'язки між досліджуваними ознаками оцінювали за методами визначення коефіцієнту кореляції (Osadcha, 2021).

Результати. Показники мармуровості *m. longissimus dorsi* 18-24-місячних бугайців знаходилися в межах від 1 до 12 балів. Встановлено, що проявляється тенденція до зворотної кореляції між мармуровістю яловичини та живою масою тварин після голодного витримування та забійною масою (туші) і позитивною із забійним виходом (табл. 1).

За кращого розвитку мармуровості проявляється тенденція до зменшення у туші вмісту м'язової тканини, у тому числі вищого та першого сортів, загального вмісту жиру та сухожилок і зв'язок, збільшення вмісту м'язової тканини другого сорту та кісток. Такий зв'язок мармуровості із м'язовою тканиною різних ґатунків можливо пояснити тим, що м'ясо другого сорту за ковбасною класифікацією включає жир між м'язами, який під час жилювання не відділяють, а вищого – є без жиру та сухожилок і зв'язок. Проявляється лише тенденція до позитивної кореляції між мармуровістю *m. longissimus dorsi* та «площею м'язового вічка», товщиною підшкірного жиру і конформацією, зворотня – із розвитком підшкірного жиру та кольором м'язової і жирової тканин (табл. 2).

Мармуровість *m. longissimus dorsi* зворотною ($r=-0,351$) вірогідно ($P>0,95$) корелює з вмістом протеїну в м'ясі, має тенденцію до зворотнього зв'язку з рН (кислотністю), водозв'язуючою здатністю та кількістю сухої речовини і позитивного з вмістом води, уварюванням та загальною масою золи (табл. 3). Із загальним вмістом жиру у яловичині мармуровість практичного зв'язку немає ($r=0,005$). Вірогідний ($P<0,05$) зворотній ($r=-0,21$) зв'язок між рН м'яса і вмістом у ньому жиру отримали I. Muižniece & D. Kairiša (2020).

За збільшення мармуровості погіршується пенетраційна напруга яловичини оскільки вона зворотною ($r=-0,410$) вірогідно ($P>0,95$) корелює з цією ознакою. Мармуровість яловичини проявляє тенденцію до зворотної кореляції з соковитістю, ароматом, ніжністю, залишком після розжовування та середніми значеннями за 5-ма ознаками дегустації вареного м'яса та міцністю бульйону із нього (табл. 4).

Таблиця 1

Кореляція між мармуровістю *m. longissimus dorsi* та забійними ознаками і морфологічним складом туш (n=34)

Ознака	r
Жива маса після голодного витримування	-0,154
Забійна маса (туші)	-0,146
Забійний вихід (туші)	0,139
М'язова тканина	-0,125
у т. ч. вищого сорту	-0,252
-//- першого сорту	-0,134
-//- другого сорту	0,118
Загальний вміст жиру	-0,323
Сухожилки і зв'язки	-0,140
Кістки	0,128

Кореляція між мarmorовістю *m. longissimus dorsi* та якісними ознаками туш (n=34)

Якісні ознаки, туш					
розвиток підшкірного жиру	товщина підшкірного жиру	конформація	колір м'язової тканини	копір жирової тканини	площа «м'язового вічка»
-0,116	0,041	0,032	-0,072	-0,013	0,117

Кореляція між мarmorовістю *m. longissimus dorsi* та хімічним складом і технологічними ознаками яловичини (n=15)

Ознаки яловичини	r
pH (кислотність)	-0,272
Вміст вологи	0,158
Суша речовина	-0,160
Протеїн	-0,351*
Загальний вміст жиру	0,005
Загальна маса золи	0,100
Водозв'язуюча здатність	-0,313
Уварювання	0,074
Пенетрація	-0,410*

Примітка: *P>0,95.

Кореляція між мarmorовістю *m. longissimus dorsi* та сенсорними властивостями вареної яловичини і бульйону із неї (n=15)

Ознаки					
Варене м'ясо					
соковитість	смак	аромат	ніжність	залишок після розжовування	середні значення за 5-ма ознаками дегустації
-0,004	0,188	-0,235	-0,213	-0,266	-0,130
Бульйон					
смак і аромат		міцність		прозорість	середні значення
0,617*		-0,051		0,306	0,102

У дослідженнях V. Vulgaru et al. (2022) встановлено, що на ніжність яловичини значно впливає вміст у ній розчинних білків, жирів та колагену. Існує позитивна ($r=0,617$) вірогідна ($P>0,95$) кореляція між мarmorовістю *m. longissimus dorsi* та смаком і ароматом бульйону із вареної яловичини. Проявляється тенденція до позитивної кореляції між мarmorовістю *m. longissimus dorsi* і смаком вареної яловичини, прозорістю бульйону із неї та середнім значенням за трьома його ознаками.

Обговорення. Таким чином, нами встановлено прояв тенденції до негативної кореляції між мarmorовістю і забійною масою та вмістом у ній м'якуша вищого та першого сортів, що свідчить про погіршення морфологічного складу туш у бугайців за вищих рівнів шарків жирової тканини у м'язах. Подібні особливості доведено у праці S. Liu et al. (2024). За збільшення мarmorовості значно ($P>0,95$) зменшується ($r=-0,410$) пенетрація (яка характеризує структурно-механічні властивості яловичини). Негативну вірогідну ($P<0,05$) кореляцію між мarmorовістю та технологічними ознаками встановили раніше у дослідженнях A. J. Garmyn et al. (2011).

За збільшення мarmorовості проявляється тенденція до зниження її водозв'язуючої здатності ($r=-0,313$) та загального вмісту жиру ($r=-0,323$) і погіршення кольору жирової і м'язової тканин, які мають важливе значення для прийняття споживачами рішення щодо закупівлі яловичини, оскільки їх першими використовують як індикатор свіжості і корисності м'яса. Зниження рівня pH, до якого призводить кращий розвиток мarmorовості, сприяє утворенню метміоглобіну, за якого м'ясо набуває коричневого кольору.

Кореляція між візуально оціненим розвитком мarmorовості *m. longissimus dorsi* з одного боку, та хімічним складом яловичини з іншого є низькою. За кращого розвитку мarmorовості практично не змінювався ($r=0,158$) у *m. longissimus dorsi* вміст вологи та спостерігалось вірогідне ($P>0,95$) зменшення ($r=-0,351$) вмісту білка, який відіграє ключову роль у виробленні АТФ, обміні енергії та окиснювально-відновлювальних процесах у клітинах (Santiago et al., 2023). За гірших кондицій бугайців у них підвищується вміст білків, пов'язаних з катаболічними процесами (гліколіз), оксидативним стресом, структурою і скороченням м'язів, що впливають на ступінь мarmorовості.

Відповідно до наших даних у бугайців за кращої м'якості *m. longissimus dorsi* проявляється тенденція до зменшення ($r = -0,323$) загального вмісту жиру в м'ясі, що не підтверджує прямої лінійної зв'язку між досліджуваними ознаками. Зменшення загального вмісту жиру у м'язах є основною причиною негативного впливу кращої м'якості на сенсорні властивості м'яса. За низького загального вмісту жиру в м'язах яловичина є твердіша і сухіша (Nogalski et al., 2013). Позитивним і незначним є коефіцієнт кореляції між м'якістю *m. longissimus dorsi*, з одного боку, та з іншого, кількістю у ньому загальної маси золи.

Покращення розвитку м'якості *m. longissimus dorsi* призводить до зниження водозв'язуючої здатності, яка також характеризує соковитість та ніжність м'ясних продуктів. За цього яловичина втрачає воду під час варіння і, продукт із неї був грубішим. Ніжність м'яса тварин великої рогатої худоби залежить від кількості сполучної тканини, діаметра м'язових волокон, накопичення та розподілу у них жиру. За більшого вмісту сполучної тканини, воно є менш ніжне та має більші втрати під час варіння (Raza et al., 2019). Підвищений рівень м'якості позитивно впливає на ніжність, соковитість, аромат і загальне оцінювання смаку яловичини коли немає сторонніх присмаків (Corbin et al., 2015), та за величини вмісту жиру у середині м'язів 15 – 17 % (Thompson, 2004). У наших дослідженнях його вміст складає 6,6 %.

На вміст м'якості жиру у середині яловичини впливають порода худоби, стать, вік на момент забою, система утримання та рівень годівлі. У великої рогатої худоби ваги чорної породи Японії вміст внутрішньом'язового жиру становить близько 30 % (Gotoh, et al., 2018). Серед європейських порід концентрація внутрішньом'язового жиру є найвищою в абердин-ангуських телиць (Bureš & Bartoň, 2018). Вона краща у волків (Park et al., 2018) та у старої худоби (Kul et al., 2019), коли їх інтенсивно годують концентрованими кормами (Terevinto et al., 2020).

Кращий розвиток м'якості зворотньо незначно корелює із розвитком жирової тканини під шкірою. Потоншення шару жиру на тушах є причиною швидкого охолодження та підвищення жорсткості яловичини через її висихання. Це свідчить, що необхідно обґрунтувати достатню товщину підшкірної жирової тканини для збереження туш, щоб забезпечити адекватний вихід їстівної яловичини у тушах за високого вмісту білка і низької

концентрації жиру. Значно розвинений жир під шкірою не бажаний, тому, що не покращуються якісні ознаки яловичини, збільшується кількість обрізків із туш, підвищуються витрати корму на відгодівлю тварин. Позитивну ($r=0,617$) вірогідну кореляцію ($P>0,95$) між м'якістю та смаком і ароматом бульйону із неї можна пояснити впливом годівлі досліджуваних бугайців значною кількістю зелених, грубих і соковитих кормів. Жир менше дифундує із клітин ендомізію і перемізію у кип'ячену воду, а у бульйон переходить менше білків, екстрактивних речовин і мінеральних солей.

Таким чином, за розвитком м'якості неможливо точно прогнозувати якісний склад яловичини. Збільшення її класу зменшує вміст жиру у м'язах, погіршує дегустаційні властивості яловичини і бульйону із неї.

У зв'язку з цим в Україні постає питання щодо визначення генотипів порід, віку і статі тварин, розроблення для них технологій виробництва яловичини за яких її м'якість можливо було б поєднувати з якістю м'яса.

Висновки. М'якість яловичини 18-24-місячних бугайців української чорно-рябої молочної породи вірогідно зворотньо корелює з її пенетрацією ($r=-0,410$; $P>0,95$) і вмістом білку ($r=-0,351$; $P>0,95$) та позитивно зі смаком і ароматом бульйону ($r=0,617$; $P>0,95$). Існує тенденція до негативної кореляції між м'якістю і забійними ознаками, у тому числі з вмістом м'язової тканини вищого та першого сортів, жирової та сполучної тканин, розвитком підшкірного жиру, кольором м'язової і жирової тканин, рН (кислотністю), сухою речовиною, водозв'язуючою здатністю, соковитістю, ароматом та залишком вареного м'яса після розжовування. Проявляється тенденція до позитивної кореляції між м'якістю яловичини та вмістом у ній м'язової тканини другого сорту, кісток, «площу м'язового вічка» *m. longissimus dorsi*, товщиною підшкірного жиру та конформацією туш, вмістом у м'ясі вологи, жиру та мінеральних речовин. М'якість *m. longissimus dorsi* не є основним фактором, що визначає ніжність, соковитість та загальне харчове сприйняття м'яса у цієї худоби. За нашої технології її вирощування у подальшому необхідно дослідити взаємозв'язок між м'якістю *m. longissimus dorsi* та якісними ознаками яловичини у тварин за різних статевих і вікових груп інших порід, яких розводять в Україні та обґрунтування технологій їх вирощування для отримання компромісу між кількістю вкраплень жиру у м'ясі та його сенсорними властивостями.

Бібліографічні посилання:

1. Antoniuk, T. (2020). Tekhnolohiia produktiv zaboiu tvaryn. Metodychni vkazivky ta zavdannia dlia samostiinoi roboty dlia studentiv osvithnoho stupenia bakalavr spetsialnosti. 204 – «Tekhnolohiia vyrobnytstva ta pererobky produktiv tvarynnystva». [Technology of animal slaughter products. Methodical instruction and tasks for independent work for Bachelor Degree student of the specialty. 204 – «Animal products Manufacturing and processing technology»].
2. Blanco M, Ripoll G, Delavaud C, Casasús I. (2020). Performance, carcass and meat quality of young bulls, steers and heifers slaughtered at a common body weight. *Livestock Science*, 240. 1 – 9. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104156>
3. Bulgaru V., Popescu L., Netreba N., Ghendov-Mosanu A. & Sturza R. (2022). Assessment of quality indices and their influence on the texture profile in the dry-aging process of beef. *Foods*, 11(10). 1526–1543. <https://doi.org/10.3390/foods11101526>
4. Bureš, D., & Bartoň, L. (2018). Performance, carcass traits and meat quality of Aberdeen Angus, Gascon, Holstein and Fleckvieh finishing bulls. *Livestock Science*, 214. 214 – 237. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.06.017>

5. Cafferky J, Hamill RM, Allen P, O'Doherty JV, Cromie A, Sweeney T. (2019). Effect of breed and gender on meat quality of *M. longissimus thoracis et lumborum* muscle from crossbred beef bulls and steers. *Foods* 8(173). 1–10. <https://doi.org/10.3390/foods8050173>
6. Commission Regulation (EC). 2008. Commission Regulation (EC) No 1249/2008 of 10 December 2008 laying down detailed rules on the implementation of the Community scales for the classification of beef, pig and sheep carcasses and the reporting of prices thereof <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9716803a-8887-4956-9877-629031ec7723/language-en> 23.11.2018
7. Corbin, C. H., O'Quinn, T. G., Garmyn, A. J., Legako, J. F., Hunt, M. R., Dinh, T. T. N., Rathmann, R. J., Brooks, J. C & Miller, M. F. (2015). Sensory evaluation of tender beef strip loin steaks of varying marbling levels and quality treatments. *Meat Science*, 100. 24–31.
8. DSTU ISO 1442:2005. (2005). Miaso ta miasni produkty. Vyznachennia volohosti (etalonnyi metod). [Meat and meat products. Determination of moisture content (reference method)]. Kyiv: state consumer standard of Ukraine. (in Ukrainian).
9. DSTU ISO 1443:2005. (2007). Miaso ta miasni produkty. Zahalni kharakterystyky. Systemy upravlinnia yakistiu. [Meat and meat products. General specifications. Quality management systems]. Kyiv: state consumer standard of Ukraine. (in Ukrainian).
10. DSTU ISO 2917 – 2001. (2002). Miaso ta miasni produkty. Vyznachennia pH (kontrolnyi metod). [Meat and Meat products measurement of pH (control method)]. Kyiv: state committee of Ukraine on technical regulation and consume policy, 5. (national standard of ukraine). (in Ukrainian).
11. DSTU ISO 936. (2008). Miaso ta miasni produkty. Metod vyznachennia masovoi chastky zahalnoi zoly. [Meat and Meat products. Method of determination of mass total ash]. Kyiv: state consumer standard of Ukraine. (in Ukrainian).
12. Erena, T., Belay, A., Hailu, D., Asefa, B. G., Geleta, M., & Deme, T. (2024). Modeling of Ethiopian Beef Meat Marbling Score Using Image Processing for Rapid Meat Grading. *Journal of Imaging*, 10(6). 130 – 146. <https://doi.org/10.3390/jimaging10060130>
13. Garmyn, A. J., Hilton, G. G., Mateescu, R. G., Morgan, J. B., Reecy, J. M., Tait Jr, R. G., Beitz, D. C. Q., Duan, J. P., Schoonmaker, M. S., Mayes, M. E., Drewnoski, Liu, Q., & VanOverbeke, D. L. (2011). Estimation of relationships between mineral concentration and fatty acid composition of longissimus muscle and beef palatability traits. *Journal of Animal Science*, 89(9). 2849 – 2858. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3497>
14. Gotoh, T., Nishimura, T., Kuchida, K., & Mannen, H. (2018). The Japanese Wagyu beef industry: current situation and prospects — A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31(7). 933–950. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0333>
15. Huts, V. S., & Koval, O. A. (2007). Metodyka doslidzhennia konsystentsii kharchovykh dyspersnykh system metodom penetratsii. [Methods for studying the consistency of food dispersed systems by the method of penetration]. *Food industry*, 5. 16 – 23. (in Ukrainian).
16. Im, C., Song, S., Cheng, H., Park, J., & Kim, G. D. (2024). Changes in meat quality and muscle fiber characteristics of beef striploin (*M. longissimus lumborum*) with different intramuscular fat contents following freeze-thawing. *LWT*, 198. 116081. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116081>
17. JMGA. Beef carcass grading standart. Japan meat grading association. – (2000). Tokyo, Japan. https://twinwood-cattle.com/sites/default/files/publications/2017-06/TWRA120_Japan_Beef_Carcass_Grading_Standard.pdf.
18. Knutson, E. E., Menezes, A. C. B., Sun, X., Fontoura, A. B. P., Liu, J. H., Bauer, M. L., Maddock-Carlin, K. R., Swanson, K. C., & Ward, A. K. (2020). Effect of feeding a low-vitamin A diet on carcass and production characteristics of steers with a high or low propensity for marbling. *Animal*, 14(11). 2308 – 2314. <https://doi.org/10.1017/S1751731120001135>
19. Kruk, O. P., & Uhnivenko, A. M. (2024). Konformatsiia tush pomisnykh buhaisiv ta yii zviazok z yakishnymy oznakamy yalovychny. [Conformation of carcasses of crossbred bulls and its relation to beef quality traits]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarynoho universytetu. Serii: Tvarynytstvo*, (2). 76 – 82. <https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2024.2.11>. (in Ukrainian).
20. Kruk O. P., & Uhnivenko A. M. (2024 a). Ploshcha «miazovoho vichka» *m. longissimus dorsi* buhaisiv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody ta yii zviazok z yakishnymy oznakamy yalovychny. [The area of the "muscle eye" *m. longissimus dorsi* of bulls ukrainian black-and-white dairy breed and its relationship with the quality characteristics of beef]. *Tavriskyi naukovi visnyk*. № 135. Chastyna 2. 151 – 158. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.135.2.19>. (in Ukrainian).
21. Kruk O. P., & Uhnivenko A. M. (2024 b). Zabiini i miasni yakosti chystoporodnykh i pomisnykh buhaisiv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody. [Slaughter and meat qualities of purebred and crossbred bulls of the Ukrainian Black-and-White dairy breed]. *Zbirnyk naukovykh prats «Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynytstva»*, № 1. 18–25. <https://doi.org/10.33245/2310-9289-2024-186-1-18-25> (in Ukrainian).
22. Kul, E., Şahin, A., Aksoy, Y., & Uğurlutepe, E. (2019). The effects of slaughter weight on chemical composition, physical properties, and fatty acid profile of musculus longissimus dorsi in Holstein bulls. *Tropical Animal Health and Production*, 52(1). 159–165. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01996-x>
23. Lee, B., Yoon, S., & Choi, Y. M. (2019). Comparison of marbling fleck characteristics between beef marbling grades and its effect on sensory quality characteristics in high-marbled Hanwoo steer. *Meat science*, 152. 109 – 115.
24. Liu, S., Yang, Y., Luo, H., Pang, W., & Martin, G. B. (2024). Fat deposition and partitioning for meat production in cattle and sheep. *Animal Nutrition*, 17. 376–386. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2024.03.003>
25. Mankovskyi, A. Ya., & Antoniuk T. A. (2014). *Tekhnolohiia produktiv zaboju tvaryn*. [Animal slaughter product technology: a textbook]. "Ahroosvita", Kyiv. (in Ukrainian)
26. Muižniece, I., & Kairiša, D. (2020). Effect of sex and age on beef cattle meat pH. *Agric. Sci. Pract.* 7(2). 55–60. <https://doi.org/10.15407/agrisp7.02.055>

27. Nakaz za № 290 vid 06 serpnia 2004 r. «Pro zatverdzhennia instruksii z otsinky knuriv i svynomatok za yakistiu potomstva v umovakh spetsializovanykh kontrolno-vyprobuvalnykh stantsii». [«On approval of the instruction for evaluation of boars and sows for the quality of offspring in the conditions of specialized testing stations»]. (in Ukrainian). https://zakononline.com.ua/documents/show/250143_250208
28. Nguyen, D. V., Nguyen, O. C., & Malau-Aduli, A. E. (2021). Main regulatory factors of marbling level in beef cattle. *Veterinary and Animal Science*, 14. 100219. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2021.100219>
29. Nogalski, Z., Wronski, M., Wielgosz-Groth, Z., Purwin, C., Sobczuk-Szul, M., Mochol, M., & Pogorzelska, P. (2013). The Effect of Carcass Conformation Class (Europ System) on the Slaughter Quality of Young Crossbred Beef Bulls and Holstein-Friesians. *Annals of Animal Science*, 13(1). 121 – 131. <https://doi.org/10.2478/v10220-012-0064-9>
30. Osadcha Yu.V. (2021). *Matematychni metody v biolohii*. [Mathematical methods in biology]. Kyiv: TsP «Kompyrnt» (in Ukrainian).
31. Otto, J. R., Mwangi, F. W., Pewan, S. B., Adegboye, O. A., & Malau-Aduli, A. E. O. (2024). Muscle biopsy long-chain omega-3 polyunsaturated fatty acid compositions, IMF and FMP in Australian pasture-based Bowen Genetics Forest Pastoral Angus, Hereford, and Wagyu Beef Cattle. *BMC Veterinary Research*, 20(1). 95 – 110. <https://doi.org/10.1186/s12917-024-03906-2>
32. Park, S. J., Beak, S.-H., Jung, D. J. S., Kim, S. Y., Jeong, I. H., Piao, M. Y., Kang, H. J., Fassah, D. M., Na, S. W., Yoo, S. P., & Baik, M. (2018). Genetic, management, and nutritional factors affecting intramuscular fat deposition in beef cattle – A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31(7). 1043–1061. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0310>
33. Raza, S. H. A., Khan, R., Abdelnour, S. A., Abd El-Hack, M. E., Khafaga, A. F., Taha, A., Ohran, H., Mei, C., Schreurs, N. M., & Zan, L. (2019). Advances of Molecular Markers and Their Application for Body Variables and Carcass Traits in Qinchuan Cattle. *Genes*, 10(9) 717. <https://doi.org/10.3390/genes10090717>
34. Santiago, B., Baldassini, W., Neto, O. M., Chardulo, L. A., Torres, R., Pereira, G., Curi, R., Chiaratti, M.R., Padilha, P., Alessandroni, L. & Gagaoua, M. (2023). Post-mortem muscle proteome of crossbred bulls and steers: Relationships with carcass and meat quality. *Journal of Proteomics*, 278. 104871. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2023.104871>
35. Santinello, M., Penasa, M., Goi, A., Rampado, N., Hocquette, J. F., & De Marchi, M. (2024). Relationships between European carcass evaluation and meat standards Australia grading scheme applied to young beef cattle. *Meat Science*, 109575. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2024.109575>
36. Shkurin, H. T., Tymchenko, O. H., & Vdovychenko, Yu. V. (2002). Zabiini yakosti velykoi rohatoi khudoby. [Slaughter qualities of cattle] – K: «Agrarian Science», 50. (in Ukrainian).
37. Tefera, T. D., Mammed, Y. Y., Kurtu, M. Y., Leta, M. U., O'Quinn, T. G., & Vipham, J. L. (2021). Eating Quality of Beef from Arsi, Borana, and Harar Cattle Breed, Oromia National Regional State, Ethiopia. *Journal of Animal Sciences*, 11(2). 255 – 268. <https://doi.org/10.4236/ojas.2021.112020>
38. Terevinto, A., Saadoun, A., & Cabrera, M. C. (2020). From the fatty acid content perspective, is it healthier to eat a hindquarter or a forequarter cut? Angus steers in pasture or concentrate systems. *CyTA – Journal of Food*, 18(1). 698–703. <https://doi.org/10.1080/19476337.2020.1843543>
39. Thirawong, P., Oluodo, L. A., Hnokaew, P., Buaphan, S., & Yammuen-Art, S. (2025). Growth performance, carcass traits, and meat quality of Wagyu crossbred with Kamphaengsaen, Brahman, and Thai Holstein Friesian cattle. *Veterinary Integrative Sciences*, 23(1). 1 – 11. <https://doi.org/10.12982/VIS.2025.027>
40. Thompson, J. M. (2004). The effects of marbling on flavour and juiciness scores of cooked beef, after adjusting to a constant tenderness. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 44(7). 645–652.

Kruk O. P., PhD in Agricultural Sciences, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Ugnivenko A. M., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Marbling of *M. longissimus dorsi* and its relationship with other beef traits

The classification of animals of different productivity directions by marbling of m. longissimus dorsi and determination of its correlation with slaughter, physical, technological and sensory properties of beef are relevant. The article presents the results of the evaluation of the relationship between marbling of m. longissimus dorsi and slaughter, morphological, physical and technological characteristics of carcasses and sensory properties of cooked meat and broth from it in 18-24-month-old bulls of the Ukrainian Black-and-White dairy breed. The possibility of using the marbling of the longissimus dorsi as a criterion for evaluating the quantitative and qualitative characteristics of beef was determined.

The study was carried out on 34 carcasses in the farm 'Zhuravushka', Brovary district, Kyiv region. Immediately after slaughtering the animals, according to the methodology given in the JMGA (2000) standard, the marbling of m. longissimus dorsi and fat coverage of carcasses in accordance with the EUROP (2008) system, the colour of muscle and adipose tissue, and the area of the 'muscle eye' according to the JMGA (2000) standard were determined. The chemical composition of the beef was analysed in the laboratory of the Department of Meat, Fish and Seafood Technology of the National University of Life and Environmental Sciences. The aroma, juiciness, tenderness, ease of chewing of cooked beef and the colour, taste, and strength of the broth made from it were tasted in the Meat Quality Laboratory of the Department of Milk and Meat Production Technologies of the same university. It was found that the marbling of m. longissimus dorsi correlates inversely ($r=-0.351$; $P>0.95$) with the protein content of meat and penetration stress ($r=-0.410$; $P>0.95$) and positively ($r=0.617$; $P>0.95$) with the taste and aroma of boiled meat broth.

There is a tendency for an inverse correlation between marbling and slaughter traits, including the content of muscle tissue of the highest and first grades, adipose and connective tissue, the development of subcutaneous fat, the colour

of muscle and adipose tissue, pH (acidity), dry matter, water-binding capacity, juiciness, aroma and the residue of boiled meat after chewing. There is a tendency for a positive correlation between the marbling of beef and the content of second-grade muscle tissue, bones, 'muscle eye area' m. longissimus dorsi, subcutaneous fat thickness and carcass conformation, and the content of moisture, fat and minerals in meat.

In the future, the results obtained can be used to predict the quantitative and qualitative traits of beef by the marbling of m. longissimus dorsi.

Key words: *marbling of beef, carcass, intramuscular fat.*