МАРМУРОВІСТЬ *M. LONGISSIMUS DORSI* ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

А. М. УГНІВЕНКО, доктор сільськогосподарських наук, професор,
завідувач кафедри технологій виробництва молока та м'яса
<https://orcid.org/0000-0001-6278-8399>

E-mail: ugnivenko@nubip.edu.ua

Н. В. КОС, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри
технологій виробництва молока та м'яса
<https://orcid.org/0000-0001-6320-5140>

E-mail: lukyanchuk@nubip.edu.ua

Т. А. АНТОНЮК, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри
технологій виробництва молока та м'яса
<https://orcid.org/0000-0001-5045-5546>

E-mail: antoniuk_t@nubip.edu.ua

Національний університет біоресурсів і природокористування України

О. М. ЖУКОРСЬКИЙ, доктор сільськогосподарських наук,
член-кореспондент НААН України, професор, академік-секретар
відділення зоотехнії

<https://orcid.org/0000-0001-5381-8517>

E-mail: o_zhukorskiy@ukr.net

Національна академія аграрних наук України

О. П. КРУК, кандидат сільськогосподарських наук, заступник директора
з начальничо-виробничої роботи
<https://orcid.org/0000-0001-9975-8994>

E-mail: olgakruk2016@ukr.net

Гуцинське вище професійне училище

Анотація. Дослідження спрямоване на встановлення відмінностей у мармуровості яловичини залежно від віку молодняку та особливостей його росту. Його проводили на бугайцях української чорно-рябої молочної породи у ФГ "Журавушка", Броварського району, Київської області. Худобу вирощували і відгодовували за технологією виробництва яловичини у молочному скотарстві. Забій її провели у забійному цеху с. Калинівка. Оцінювання мармуровості *m. longissimus dorsi* здійснили за 12-бальною шкалою згідно з методикою JMGA (2000). Встановлено, що мармуровість найдовшого м'яза спини збільшується на 45,8 % за підвищення віку забою від 20 до 22 місяців. Кореляція між мармуровістю і товщиною підшкірного жиру у віці 22 місяці становить 0,68. У тварин за різної фактичної живої маси перед забоєм мармуровість *m. longissimus dorsi* коливається від 2,7 до 4,0 бала. Вона має тенденцію до збільшення на 42,9 %

за підвищення живої маси перед забоєм від 350-400 до 500 кг і більше. Найвищий її показник є за живої маси перед забоєм понад 500 кг. Мармуровість "м'язового вічка" за підвищення середньодобових приростів від народження до забою від 500 г до 651-700 г має тенденцію до зростання на 24,1%. Кращою мармуровістю характеризується м'яз бугайців за середньодобових приростів від 651 до 700 г. На підставі проведених досліджень можна констатувати, що мармуровість яловичини залежить від віку забою тварин та особливостей їх росту. В Україні слід дослідити вплив на її мармуровість статі, породи, генотипу та рівня годівлі з метою розроблення і адаптування вітчизняних стандартів до світових на реалізовану велику рогату худобу за якістю яловичини, у т.ч. її мармуровістю.

Ключові слова: яловичина, молочна худоба, внутрішньом'язовий жир, українська чорно-ряба молочна порода.

Актуальність.

Мармуровість яловичини – показник співвідношення внутрішньом'язового жиру до маси найдовшого м'яза за спини (*m. longissimus dorsi*). Вона визначає якість м'яса, характеризує його сенсорні властивості, сприяє ніжності та асоціюється зі смаком, соковитістю та ароматом. Мармурового кольору яловичині надає жир, що розташований між волокнами м'язової тканини. Високий вміст жиру, поліненасичених і кон'югованої лінолевої жирних кислот впливає на термін її зберігання. Мармуровість яловичини, як основну з ознак, включено в Індекс М'ясних Стандартів Австралії (MSA) (McGilchrist, et al., 2019). Також її використовують для прогнозування очікуваної різниці у потомків бугаїв у системі EPD (Detweiler et al., 2019).

В Україні застосовують визначення категорій великої рогатої худоби для забою, які передбачають оцінювання м'ясної продуктивності за живою і забійною масою. Але класифікація яловичини на основі маси туш не показує її реальної цінності (Gajaweera, et al., 2020). Останніми роками в Україні зростає попит на

мармурову яловичину. Оскільки система оцінювання яловичини в Україні цю ознаку не враховує то встановлення рівнів мармуровості у м'ясі тварин розповсюдженої української чорно-рябої молочної породи, є актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Ступінь мармуровості у яловичині значно варіює і залежить від статі, годівлі, віку та маси тварин перед забоєм і технології процесу її виробництва. Експресію генів, що впливають на мармуровість яловичини і профіль жирних кислот (насичених і поліненасичених) зумовлюють поживні речовини корму, в основному жирні кислоти (Ladeira, et al., 2018). Вони починають впливати на відкладення жиру у м'язах вже на завершальній фазі пренатального періоду розвитку тварини і продовжують за високого рівня живлення в подальшому онтогенезі. Найкращі концентрації внутрішньом'язового жиру і сенсорні властивості має яловичина від абердин-ангуської худоби (Bureš, Bartoň, 2018). Швидше відкладення жирової тканини спостерігається в тушах тварин

компактного типу будови тіла (Gorlov et al., 2019). Телиці та корови відкладають у тілі більше жирової тканини, ніж волики і бугайці. Мармурова яловичина від телиць має кращий профіль жирних кислот, ніж курятина, м'ясо корів і бугайців. Незначне співвідношення жирних кислот $n-6$ до $n-3$, високий рівень мононенасичених та олійної свідчать, що споживання м'яса від телиць сприятливе для людини. Яловичина від бугайців має гіршу якість і нижче цініться споживачами (Mueller, et al., 2019).

Мармуровість яловичини визначають візуально за використання приладів та хімічного аналізу. Системи класифікації мармуровості яловичини, засновані на візуальному її оцінюванні людьми, використовують у м'ясній промисловості усього світу десятиліття. У США її проводять висококваліфіковані фахівці від Департаменту сільського господарства (USDA) у *m. Longissimus dorsi* у ділянці 12-го і 13-го ребра. USDA ґрунтують на зафотографованій шестибальній шкалі (від 0 до 6) за збільшенням вмісту мармуровості (%): легка (сліди 2,76); невелика (3,83); помірна (6,04); середня (6,72); злегка надлишкова (7,25); помірно надлишкова (10,13). Мармуровість та відношення внутрішньом'язового жиру під час оцінювання туш у Північній Америці реєструють відповідно до стандартів BIF (ICAR, 2009). У стандарті ЄЕК ООН для визначення мармуровості яловичини використовують системи USDA та AUS-MEAT, які базують на порівнянні з фотошкалою. Згідно з вимогами Японської асоціації по класифікації м'яса (JMGA, 2000) мармуровість яловичини поділяють на 12 категорій за ступенем вмісту жиру в *m. longissimus dorsi* на основі стандартних зображень. У Кореї її аналізують (Lee et al., 2019) за восьми класами і це

оцінювання є основним визначальним фактором її якості.

Структура мармуровості складна. У ній немає чітких меж між кожним класом. Спостереження, які проводить людина, є виснажливими. Через суб'єктивність візуального оцінювання між результатами, отриманими різними інспекторами, зустрічаються невідповідності. Вміст жиру визначений хімічним методом не збігається з оцінюванням мармуровості візуально. Але невидимі відкладення жиру, яких не помітно під час проведення візуальної експертизи, можливо визначити хімічним аналізом. Тому іноді ступінь мармуровості яловичини оцінюють за вмістом у ній жиру. Для м'ясної промисловості візуальне оцінювання мармуровості має недоліки, оскільки суб'єктивне і трудомістке. Тому визначають вміст жиру всередині м'язів за допомогою комп'ютерного томографа, результати якого тісно корелюють з хімічним методом.

На фермі, у живих тварин, для прогнозування характеристик туші рекомендують (Holló, et al., 2018) сканування *m. longissimus dorsi* за допомогою комп'ютерного томографа. Комп'ютерна томографія прогнозування вмісту внутрішньом'язового жиру у яловичині більш точна, ніж візуальне оцінювання мармуровості (Anderson et al., 2018). Рентген методи комп'ютерної томографії аналізують ступінь мармуровості м'язів на живих тваринах, тому що об'єднують переваги спектроскопічних і візуальних оцінювань. За допомогою комп'ютерного аналізу зображень оцінюють (Giaretta et al., 2018) кількість мармурових частинок, у т.ч. у відсотках, та середній їх розмір. Мармурові частинки тісно корелюють з оцінюваннями мармуровості за USDA і вмістом внутрішньом'язового жиру.

Застосування ультразвуку для оцінювання мармуровості вимагає складного устаткування, періодичного калібрування і дотримання стандартних протоколів сканування та інтерпретації зображення. Цей спосіб застосовують лише для худоби, яка знаходилася за оптимального рівня вгодованості. Найточніші дані отримують від молодих тварин, віком від 320 до 500 днів. Оптимальний для діагностики вік залежить від статі і породи (Knight, 2020). Для високої точності порівняння результатів мармуровості м'яса група повинна складатися з тварин однієї статі, яких вирощують разом. Різниця у віці між ними не повинна перевищувати 60 днів. Результати тварин, забитих у різні дні та на різних бійнях не порівнюють. Для апаратів УЗД потрібні спеціальні датчики SSD 210 DX II, SSD 500V (Aloka®), Pie 200 Vet (Pie®), Scanner 200 SLC (Tequesta®). Ті, які використовують для медичних цілей, мають обмежену функціональність і потребують додаткове програмне забезпечення.

Рис. 1. С – місце оцінювання внутрішньом'язового жиру (IFM, %) у туші ультразвуком (ICAR, 2009)

Ефективне сканування ультразвуком вимагає наявності розколу і станку, щоб утримувати тварин у бажаному положенні та безпечно відпускати. Найкращим є станок із відкидними боковими панелями. Потрібно уникати роботи на прямому сонячному світлі, оскільки воно ускладнює перегляд зображень на екрані. Електричний прилад потребує заземлення. Ультразвукове устаткування працює точно за температури повітря понад 8°C. Довжина шерсті тварин повинна бути не більше ніж 1,5 см. Місце сканування змащують олією (за температури вище 20°C). Для визначення внутрішньом'язового жиру використовують поздовжнє зображення в ділянці 11-го, 12-го і 13-го ребер приблизно на 2/3 відстані від середнього і дорсального (верхнього) кінця *m. longissimus dorsi* (рис. 1, 2).

Для підвищення точності результатів вимірювань ультразвуком найкраще визначати середню величину п'яти зображень. Живу масу під час сканування кожної тварини вимірюють із відхиленням не більше 7 днів від дати сканування.

Рис. 2. Поздовжнє ультразвукове зображення, прийняте між 11-м, 12-м і 13-м ребрами (ICAR, 2009)

Мета роботи – встановити вплив особливостей вагового росту і віку забою молодняку української чорно-рябої молочної породи на мармуровість *m. longissimus dorsi*.

Матеріали і методи дослідження.

Дослідження провели у ФГ Журавушка”, Броварського району, Київської області на бугайцях української чорно-рябої молочної породи. Від народження до 4-місячного віку тварин утримували у групах по 25 голів. За молочний період їм випоєно по 547,2 кг незбираного молока та 182,4 кг збираного. Надалі годівлю тварин здійснювали за раціонами, прийнятими у господарстві, на відгодівельному майданчику. За період від народження до 22-місячного

віку тваринам згодували 36120 МДж, у т.ч. на зелені корми припадало 28,4 %, концентровані – 18,4, соковиті – 14,3 і грубі 12,3 %. Забій бугайців провели у забійному цеху (с. Калинівка). Тварин у групи для забою формували методом збалансованих груп-аналогів. Різниця між тваринами у групах за віком і живою масою під час забою та швидкістю росту від народження становила до 5 %. Після забою оцінювання мармуровості *m. longissimus dorsi* здійснили (рис. 3) між 12-м та 13-м ребром за методикою ICAR (2009).

Результати дослідження та їх обговорення.

Мармуровість найдовшого м’язу за спини вірогідно збільшується на 45,8 % за підвищення віку забою

Рис. 3. Шкала оцінювання мармуровості м’язової тканини (JMGA, 2000)

1. Мармуровість *m. longissimus dorsi* у бугайців за різних факторів, $M \pm m$

Досліджуваний фактор	Мармуровість м'яза, балів
Вік забою тварин, міс.	20 ($n = 11$) 22 ($n = 16$) $2,4 \pm 0,23$ $3,5 \pm 0,29^*$
Середньодобовий приріст від народження до забою, г	до 550 ($n = 9$) від 551 до 600 ($n = 10$) від 651 до 700 ($n = 8$) понад 700 ($n = 4$) $2,9 \pm 0,31$ $3,2 \pm 0,47$ $3,6 \pm 0,38$ $2,3 \pm 0,25$
Жива маса перед забоєм, кг	від 350 до 400 ($n = 12$) від 401 до 450 ($n = 15$) від 451 до 500 ($n = 5$) понад 500 ($n = 4$) $2,8 \pm 0,33$ $2,9 \pm 0,31$ $2,7 \pm 0,2$ $4,0 \pm 0,41$

Примітка. * $p \leq 0,05$ у порівнянні з тваринами у віці 20 місяців.

бугайців від 20 до 22 місяців (табл. 1). Коефіцієнт кореляція між мармуровістю з одного боку і товщиною підшкірного жиру з другого у віці 22 місяці становить 0,68.

За різної фактичної живої маси тварин перед забоєм мармуровість найдовшого м'яза спини коливається від 2,7 до 4,0 бала. Вона має тенденцію до збільшення на 42,9 % за підвищення живої маси перед забоєм від 350-400 до 500 кг і більше. Найвища її величина є за живої маси перед забоєм понад 500 кг. Мармуровість "м'язового вічка" *m. longissimus dorsi* за зростання середньодобових приростів від народження до забою від 500 г до 651-700 г має тенденцію до зростання на 24,1 %. Кращою мармуровістю характеризується м'яз бугайців за швидкості росту від 651 до 700 г.

Отримані результати підтверджують закономірність онтогенезу великої рогатої худоби щодо збільшення з її віком вмісту жиру у м'язовій тканині. Мармуровість *m. longissimus dorsi* має тенденцію щодо поліпшення за збільшення живої маси тварин, із якою вона має високі (0,91) коефіцієнти кореляції. Вищий вміст жиру у м'язах важковагових (від 521 до 580 кг) бугайців у порівнянні з легкими

(від 450 до 520 кг) встановлено також у праці (Kul, et al., 2020). У легковагових тварин співвідношення жирних кислот Омега n-6 до Омега n-3 значно нижче ($P < 0,05$) у порівнянні з важковаговими.

Мармуровість яловичини має тенденцію до поліпшення за збільшення швидкості росту худоби від народження до забою. Понад 700 г вона спонукає виробників до зменшення віку реалізації тварин для забою, що одночасно негативно позначається на мармуровості м'язової тканини. Бугайці симентальської породи за вищої швидкості росту також мають нижчу ($r = -0,4 \dots -0,5$) мармуровість найдовшого м'яза спини (Holló, et al., 2018). Отже, для формування яловичини відмінної якості кращі результати можливо отримати від легковагових бугайців.

Висновки та перспективи.

Мармуровість яловичини поліпшується за збільшення віку забою тварин та швидкості їх росту. Для формування яловичини відмінної якості необхідно визначити оптимальні вік забою і параметри росту тварин різних порід України. Слід дослідити вплив на її мармуровість

статі, породи, генотипу та рівня годівлі тварин із метою використання її поряд із іншими якісними ознаками для класифікації туш великої рогатої худоби, що мотивуватиме фермерів виробляти із яловичини прогнозовано якісну продукцію для харчування.

References

1. McGilchrist, P., Polkinghorne, R. J., Ball, A. J., Thompson, J. M. (2019). The Meat Standards Australia Index indicates beef carcass quality. *Animal*. 13(8). 1750-1757. <https://doi.org/10.1017/S1751731118003713>
2. Detweiler, R. A., Pringle, T. D., Rekaya, R., Wells, J. B., Segers, J.R. (2019). The impact of selection using residual average daily gain and marbling EPDs on growth, performance, and carcass traits in Angus steers. *J. Anim. Sc.* 97(6). 2450-2459. <https://doi.org/10.1093/jas/skz124>
3. Gajaweera, C., Chung, K. Y., Lee, S. H., Wijayananda, H. I., Kwon, E. G., Kim, H. J., Cho, S. H., Lee, S. H. (2020). Assessment of carcass and meat quality of longissimus thoracis and semimembranosus muscles of Hanwoo with Korean beef grading standards. *Meat Science*. 160. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107944>
4. Ladeira, M., Schoonmaker, J., Swanson, K., Duckett, S., Gionbelli, M., Rodrigues, L., Teixeira, P. (2018). Nutrigenomics of marbling and fatty acid profile in ruminant meat. *Animal*. 12(S2):S282-S294. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001933>
5. Bureš, D., Bartoň, L. (2018). Performance, carcass traits and meat quality of Aberdeen Angus, Gascon, Holstein and Fleckvieh finishing bulls. *Livestock Science*. 214. 231-237. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.06.017>
6. Gorlov I. F., Slozhenkina M. I., Randelin A. V., Mosolov A. A., Bolaev B. K., Belyaev A. I., Zlobina E. Y., Mosolova D. A. (2019). The Relationship between Different Body Types of Kalmyk Steers and Their Raw Meat Production and Quality. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 9(2). 217-223.
7. Mueller, L. F., Balieiro, J. C. C., Ferrinho, A. M., Martins T. D., Corte R. R. P. D., de Amorim, T. R., Furlan, J. D. M., Baldi, F., Pereira, A. S. C. (2019). Gender status effect on carcass and meat quality traits of feedlot Angus x Nellore cattle. *Animal Science Journal*. 90(8). 1078-1089. <https://doi.org/10.1111/asj.13250>
8. International Committee for Animal Recording (ICAR), 2009. INTERNATIONAL AGREEMENT OF RECORDING PRACTICES / Approved by the General Assembly held in Niagara Falls, USA, on 18 June 2008. – Section 3. – P. 91-189.
9. JMGA. Beef carcass grading standart. Japan meat grading association. – 2000. Tokyo, Japan.
10. 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. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.02.019>
11. Holló, G., Húth, B., Holló, I., Anton, I. (2018). X-ray computed tomography evaluation of intramuscular fat content in Hungarian Simmental. *Acta Alimentaria*. 47(2). 1-9. <https://doi.org/10.1556/066.2018.0002>
12. Anderson, F., Cook, J., Williams, A., Gardner, G. (2018). Computed tomography has improved precision for prediction of intramuscular fat percent in the M. longissimus thoracis et lumborum in cattle compared to manual grading. *Meat Science*. 145. 425-430. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.07.025>
13. Giaretta E., Mordenti A.L., Canestrari G., Brogna N., Palmonari A., Formigoni A. (2018). Assessment of muscle Longissimus thoracis et lumborum marbling by image analysis and relationships between meat quality parameters. *PLoS ONE*. 13(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202535>

14. Knight, C. H. Using Live Animal Carcass Ultrasound in Beef Cattle. Extension Animal Scientist – Beef Cattle. University of Georgia Extension. Bulletin 1337. Accessed 08 March 2020. https://secure.caes.uga.edu/extension/publications/files/pdf/B%201337_4.PDF
15. Kul, E., Şahin, A., Aksoy, Y., Uğurlutepe, E. (2020). The effects of slaughter weight on chemical composition, physical properties, and fatty acid profile of musculus longissimus dorsi in Holstein bulls. *Tropical Animal Health Production*. 52(1). 159-165. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01996-x>

A. M. Ugnivenko, N. V. Kos, T. A. Antoniuk, O. M. Zhukorskiy, O.P. Kruk (2020). MARBLING OF CATTLE M. LONGISSIMUS DORSI. ANIMAL SCIENCE AND FOOD TECHNOLOGY, 11(3): 77-84. <https://doi.org/10.31548/animal2020.03.092>.

Abstract. The aim of the study is to find the differences in the marbling of beef depending on the age of young cattle and the characteristics of its growth. It was carried out on bulls of the Ukrainian Black and White dairy breed in "Zhuravushka", FG of the Kyiv region. Cattle were raised and fattened according to the technology of beef production in dairy farming. Their slaughter was carried out in a slaughterhouse of Kalinovka town. The marbling of m. longissimus dorsi assessment was performed by a 12-point scale according to the JMGA (2000) method. It is established that the marbling of the m. longissimus dorsi of the back increases by 45.8% with increasing age of slaughter from 20 to 22 months. The correlation between marbling and thickness of subcutaneous fat at 22 months of age is 0.68. In animals with different actual live weight before slaughter, the marbling m. longissimus dorsi ranges from 2.7 to 4.0 points. It tends to increase by 42.9 % with an increase in live weight before slaughter from 350-400 to 500 kg or more. Its highest rate is at a live weight before slaughter of more than 500 kg. The marbling of the "rib eye" with an increase in the average daily gain from birth to slaughter from 500 g to 651-700 g tends to increase by 24.1 %. The muscle of bulls is characterized by the best marbling at average daily increments from 651 to 700 g. On the basis of the conducted researches it is possible to state that marbling of beef depends on age of slaughter of animals and features of their growth. In Ukraine, the impact of sex, breed, genotype and level of feeding on beef marbling should be studied in order to develop and adapt domestic standards to world standards for sold beef in the quality of beef, including its marbling.

Keywords: beef, dairy cattle, intramuscular fat, Ukrainian Black-and-White beef breed.