МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І

ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

КРУК ОЛЬГА ПАВЛІВНА

УДК 005.336.3:636.2:637.513.18(100)

ДИСЕРТАЦІЯ

ОБҐРУНТУВАННЯ ЯКІСНИХ ОЗНАК ТУШ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЯЛОВИЧИНИ

06.02.04 – технологія виробництва продуктів тваринництва

Сільськогосподарські науки

Подається на здобуття наукового ступеня

доктора сільськогосподарських наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело _____ О.П. Крук

Науковий консультант:

доктор сільськогосподарських наук, професор

Угнівенко Анатолій Миколайович

Київ – 2026

АНОТАЦІЯ

Крук О. П. Обґрунтування якісних ознак туш для оцінювання яловичини. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.02.04 – технологія виробництва продуктів тваринництва. – Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, 2026.

Основною метою оцінювання та класифікації туш є стимулювання виробничників вирощувати тварин відповідно до запитів ринку згідно з описом комерційно важливих їх ознак. Найбільшим поштовхом для запровадження офіційних систем класифікації туш є прагнення підтримати ринкову звітність, сприяти більшій конкуренції та відкритості цін залежно від їх якості. Відповідно до регламентів ЄС та стандарту JMGA проведено оцінювання туш молочної і м'ясної великої рогатої худоби на м'ясо-переробному підприємстві за масою і конформацією, ступенем розвитку жирового покриву, його товщиною та кольором, площею «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi*, мармуровістю і кольором м'язової тканини.

Уперше теоретично та практично визначено у 18–24-місячних бугайців української чорно-рябої молочної та 20–22-місячних голштинської порід параметри, за яких яловичина має оптимальні технологічні, хімічні і дегустаційні властивості та обґрунтовано необхідність їх включення у нормативні документи України для класифікації туш великої рогатої худоби. Відповідно до світових стандартів цілеспрямовано оцінено їх туші на м'ясопереробному підприємстві. Проаналізовано отримані об'єктивні дані, для виявлення закономірних залежностей та прийняття рішень щодо виробництва яловичини за оптимальних показників якості туш та обґрунтування рекомендацій щодо подальшої їх переробки.

Встановлено, що бугайці української чорно-рябої молочної породи переважали голштинських за живою та забійною масою, за масою та виходом м'язової тканини вищого та першого сортів, вмістом внутрішнього жиру та

сухожилок і зв'язок. 21-місячні бугайці української чорно-рябої молочної породи мають вищу оцінку мармуровості яловичини, конформації туш, меншу – за оцінку товщини жирового покриву та нижчий бал за розвиток жирової тканини на них. Більшість 21-місячних бугайців української чорно-рябої молочної породи за шкалою EUROP мали клас конформації туш R. За її погіршення відмічалася тенденція до зменшення відсотка м'язової тканини, окрім вмісту другого сорту та кісток і збільшення жиру. Зі збільшенням класу конформації туш відмічали зменшення покриття їх жиром та його товщину, мармуровість яловичини, колір м'язової та жирової тканин, поліпшення площі «м'язового вічка». Оцінюванням вареної яловичини з туш за класу конформації від E до R доведено, що вона є кращою за соковитістю, смаком, ароматом, ніжністю та залишком після розжовування, ніж у тварин з її оцінкою від O до P. Сенсорні характеристики бульйону з вареної яловичини (смак і аромат та прозорість) були вищими за конформації туш класом від O до P, а за міцність – від E до R. Підвищення класу конформації туш сприяє тенденції до збільшення у *m. longissimus dorsi* вмісту вологи і білка та зниження кількості сухої речовини, жиру і мінеральних речовин. Клас конформації туш проявляє тенденцію до позитивного зв'язку із товщиною і розвитком покриву їх жиром, кольором м'язової тканини, здатністю утримувати вологу та негативного – із pH і пенетрацією яловичини, загальним оцінюванням її у вареному вигляді та бульйону із неї. Між конформацією туш і уварюванням м'яса кореляція була вірогідно, ($P \geq 0,95$) і негативною. У 20–22-місячних бугайців голштинської породи конформація туш позитивно корелювала з вмістом у них м'язової тканини другого сорту ($r=0,566$; $P \geq 0,99$), кісток ($r=0,608$; $P \geq 0,999$), розвитком жирового покриву ($r=0,565$; $P \geq 0,99$) і мармуровістю м'яса ($r=0,399$; $P \geq 0,95$).

У 18–24-місячних бугайців української чорно-рябої молочної породи за розвитку жирового покриву на тушах від 3 до 4 балів, порівняно з його оцінкою у 1 та 2 бали статистично значуще поліпшувалися їх конформація на 37,9 % ($P \geq 0,99$), товщина жиру на туші у 1,5 раза ($P \geq 0,95$), вміст м'язової тканини другого сорту на 13,9 % ($P \geq 0,95$), погіршувалися кількість м'язової тканини

вищого сорту на 2,7 пункти (P≥0,95), площа «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* на 23,2 % (P≥0,95). Проявлялася тенденція до зменшення забійного виходу (на 0,9 пункти), жирової тканини у туші (на 1,3), погіршення вмісту м'язової тканини першого сорту (на 0,5), утримання води в м'ясі (на 5,3), придатності його до зберігання (на 0,5), загального вмісту вологи у яловичині (на 2,1), загальної маси золи (на 0,3 пункти), погіршення ніжності (на 6,2 %) та соковитості (на 2,9) вареної яловичини, поліпшення на 8,7% міцності бульйону із неї.

Розвиток покриву жирової тканини на туші мав найбільший негативний (r=-0,455) взаємозв'язок із площею «м'язового вічка», який свідчить щодо зменшення їстівних частин м'язової тканини у туші. Він не корелював з оцінюванням бульйону із вареного м'яса, вмістом жиру у м'язовій тканині та її уварюванням, вологозв'язуючою здатністю, пенетрацією та мармуровістю яловичини. Зі збільшенням товщини жиру на туші у бугайців української чорно-рябої молочної породи покращувалися конформація туш на 55,2 % (P≥0,95), розвиток жиру-поливу – на 43,5 (P≥0,99), пенетрація м'яса – на 45,8 % (P≥0,95), проявлялася тенденція до підвищення забійного виходу, м'язової тканини вищого та першого сортів, вмісту жирової тканини, сухожилок і зв'язок, кісток, оцінювання в балах соковитості та ніжності вареного м'яса. За цього погіршувалися площа «м'язового вічка», мармуровість, вологозв'язуюча здатність та уварювання м'яса, pH яловичини, кількість у ній сухої речовини, загального вмісту жиру та мінеральних речовин і протеїну, смаку, аромату, залишку після розжовування вареного м'яса і смаку та аромату, міцності і прозорості бульйону із нього. Оптимальною товщина жирової тканини на туші має бути у межах від 8 до 10 мм.

За площею «м'язового вічка» у тушах бугайців української чорно-рябої молочної породи у віці від 18 до 24 місяців можливо прогнозувати у яловичині вміст лише кількісних її ознак – забійну масу, частку відрубів вищого і першого сортів, вміст у туші жирової тканини та сухожилок і зв'язок, а не якісних, у тому числі смакових і фізичних характеристик, хімічного складу м'яса.

Позитивна кореляція існує між площею «м'язового вічка» і передзабійною живою масою тварин (r=0,409; P≥0,95), забійною масою (r=0,404; P≥0,95), кількістю м'язової тканини (r=0,355; P≥0,95), у тому числі вищого (r=0,680; P≥0,999) та першого (r=0,501; P≥0,99) сортів, вмістом жирової тканини у туші (r=0,477; P≥0,99). Зворотний (r=-0,607; P≥0,95) зв'язок існує з уварюванням яловичини, кількістю м'язової тканини другого сорту (r=-0,377; P≥0,95), розвитком жирового покриву (r=-0,395; P≥0,95), загальною масою золи (r=-0,560; P≥0,95), соковитістю вареного м'яса (r=-0,522; P≥0,95), смаком і ароматом бульйону із нього (r=-0,587; P≥0,95). Проявлялася тенденція до зворотної кореляції між площею «м'язового вічка» та загальним вмістом жиру у яловичині (r=-0,119), протеїну (r=-0,401), сухої речовини (r=-0,403), pH (r=-0,458), кольором м'язової тканини (r=-0,126), конформацією туш (r=-0,127), пенетрацією (r=-0,477), смаком вареного м'яса (r=-0,214), його ароматом (r=-0,363), ніжністю (r=-0,256), залишком після розжовування (r=-0,442), міцністю бульйону (r=-0,207), та до прямолінійного зв'язку – із кількістю сухожилок і зв'язок (r=0,331), мармуровістю (r=0,162), кольором жирової тканини на туші (r=0,276), прозорістю бульйону (r=0,180).

У бугайців голштинської породи у віці від 20 до 22 місяців прямолінійна кореляція існує між площею «м'язового вічка» і передзабійною живою масою (r=0,612; P≥0,999), масою туші (r=0,598; P≥0,999), кількістю м'язової тканини (r=0,498; P≥0,99), у тому числі вищого (r=0,745; P≥0,999) та першого сортів (r=0,662; P≥0,99), вмістом жирової тканини у туші (r=0,491; P≥0,99), кількістю сухожилок і зв'язок (r=0,435; P≥0,95), зворотна – з розвитком жиру-поливу (r=-0,389; P≥0,95). Проявлялася тенденція до зворотної кореляції між площею «м'язового вічка» та кількістю м'язової тканини другого сорту (r=-0,303), товщиною жиру-поливу (r=-0,125), мармуровістю (r=-0,340), кольором м'язової тканини (r=-0,309).

За середнього та доброго (від 3 до 5 балів) класів мармуровості *m. longissimus dorsi* вірогідно (P≥0,95) меншими у тушах від 20–22-місячних бугайців голштинської породи були відносний вміст м'язової тканини вищого

(на 3,9 пункти) і першого (на 2,6) сортів, сухожилок та зв'язок (на 0,6 пункти). Вірогідно підвищувалися на 33,3 % (P≥0,99) конформація туш, вміст у них кісток – на 2,5 пункти (P≥0,99), розвиток жирового покриву на 31,8 % (P≥0,95) та колір м'язової тканини (на 10,2; P≥0,95), проявлялася тенденція (на 22,5 %) щодо погіршення площі «м'язового вічка», зростання товщини жиру поливу на 28,6, та його кольору на 4,5 %. За кращого класу мармуровості *m. longissimus dorsi* у бугайців української чорно-рябої молочної породи у віці від 18 до 24 місяців у їх тушах були більшими лише вміст м'язової тканини відповідно на 3,0 пункти (P≥0,99), та кісток – на 2,0 пункти (P≥0,95). Проявлялася тенденція до збільшення кількості м'якуша другого сорту (на 1,4 пункти), жирової тканини (на 1,5), сухожилок і зв'язок (на 0,1 пункти), та поліпшення конформації туш на (6,1 %), кольору м'язової (на 1,9) і жирової тканин (на 2,1 %). Зменшувався вміст м'язової тканини вищого (на 0,9 пункти) і першого сортів (на 0,2), водозв'язуючої здатності (на 0,7), уварювання м'яса (на 1,1), кількість у ній сухої речовини (на 2,1), протеїну (на 1,8) та загального вмісту жиру (на 0,6 пункти), пенетрації (на 19,8 %), ніжності м'яса (на 3,1), залишку після розжовування (на 6,7), його смаку (на 6,9 %), та pH (на 2,1 %).

У бугайців української чорно-рябої молочної породи за поліпшення кольору м'язової тканини достовірно (P≥0,999) збільшувалися на 0,5 пункти відсоток сухожилок та зв'язок, конформація туш на 43,3 %, покриття їх жиром (на 25,0), та товщина (на 42,9) і колір (на 17,8 %) жирової тканини. Проявлялася тенденція до зменшення забійного виходу (на 0,3 пункти), відсотку м'язової тканини (на 0,3), у тому числі вищого (на 0,9) та першого сортів (на 1,3), жирової тканини (на 0,1) та кісток (на 0,1), мармуровості яловичини на 3,8 % та площі «м'язового вічка» на 17,0 % і збільшення м'якуша другого ґатунку (на 2,2 пункти). Колір м'язової тканини у бугайців української чорно-рябої молочної породи зворотно (r=-0,737) вірогідно (P≥0,99) корелював з її уварюванням, проявляв тенденцію до підвищення водозв'язуючої здатності (r=0,326) яловичини, його пенетрації (r=0,295), мармуровості (r=0,258), і pH

(r=0,231), площі «м'язового вічка» (r=0,341), та погіршення загальної оцінки дегустації вареного м'яса (r=-0,487) і бульйону із нього (r=-0,047).

У 20–22-місячних бугайців голштинської породи за оцінки кольору жирової тканини на тушах у 5 та 6 балів порівняно з класами у 3 та 4 бали вірогідно (P≥0,95) більшими були на 50,0 % товщина жирової тканини на них, та колір м'язів (на 12,5 %), проявлялася тенденція до поліпшення мармуровості м'яса на 3,6 %, відносного вмісту у туші м'язової тканини вищого сорту (на 0,5 пункти), сухожилок і зв'язок (на 0,1 пункти), площі «м'язового вічка» (на 6,6 %), кісток – на 0,2 пункти, розвитку жирового покриву на 3,8 %. Колір жиру на тушах вірогідно (P≥0,999) прямолінійно корелював (r=0,602) лише з забарвленням м'язової тканини, проявляв тенденцію до позитивної кореляції з товщиною жиру на туші (r=0,240) та площею «м'язового вічка» (r=0,126), відсотком сухожилок і зв'язок (r=0,111), і до зворотної із забійним виходом (r=-0,142), вмістом м'язової тканини (r=-0,206), у т. ч. першого сорту (r=-0,156).

У 18–24-місячних бугайців української чорно-рябої молочної породи за оцінки кольору жирової тканини на тушах у 5 та 6 балів, порівняно з класами у 3 і 4 бали вірогідно (P≥0,95) більшим був на 41,7 % абсолютний вміст у них сухожилок і зв'язок. Колір яловичини став вірогідно (P≥0,95) темнішим на 10,2 %. За цього відмічено тенденцію до збільшення кількості жирової тканини у туші на 40,0 %, площі «м'язового вічка» на 20,6 %, вмісту вологи, смаку та аромату бульйону, зниження забійного виходу на 0,4 пункти, абсолютного і відносного вмісту м'язової тканини другого сорту відповідно на 6,9 % та на 2,9 пункти, pH, вмісту сухої речовини, протеїну, загальних вмісту жиру та маси золи, водозв'язуючої здатності, уварювання та пенетрації яловичини, розвитку жирового покриву на туші, оцінювання вареного м'яса за соковитістю, міцністю бульйону.

Реалізуючи тварин за масою туші старшого віку рентабельність виробленої яловичини зменшується якщо оплату за неї проводити відповідно до конформації та товщини жиру на ній. За продажу їх відповідно до системи

JMGA відмічається від’ємна рентабельність, що можливо пояснити низькими цінами на тварин молочних порід, встановлених за даною системою.

Ключові слова: бугайці, жирова тканина на туші, конформація, мармуровість, м’ясна продуктивність, площа «м’язового вічка», туша, яловичина.

SUMMARY

Kruk O. P. Justification of quality characteristics of carcasses for beef evaluation. – Qualified scientific work on the rights of the manuscript. Dissertation for the degree of Doctor of Agricultural Sciences in the specialty 06.02.04 – technology of production of livestock products.

The primary aim of carcass grading and classification is to encourage producers to rear animals in line with market demand, based on a description of their commercially important characteristics. The main driving force behind the introduction of official carcass classification systems is the desire to support market transparency, promote greater competition and ensure that prices reflect quality. In accordance with EU regulations and the JMGA standard, the carcasses of dairy and beef bull calves were assessed at a meat-processing plant for weight and conformation, the degree of fat marbling, its thickness and colour, and the area of the «muscle eye» *m. longissimus dorsi*, marbling and the colour of muscle tissue.

For the first time, the parameters under which beef exhibited optimal technological, chemical and sensory properties were theoretically and practically determined in 18–24-month-old Ukrainian Black-and-White dairy bull calves and 20–22 -month-old Holstein bull calves, under which the beef possessed optimal technological, chemical and sensory properties, and the necessity of their inclusion in Ukraine's regulatory documents for the classification of cattle carcasses was substantiated. Their carcasses were systematically assessed according to international standards at a meat processing plant. Objective data were obtained and analysed to identify regular patterns and make decisions regarding beef production with optimal carcass quality indicators, as well as to substantiate recommendations for their further processing.

The study found that Ukrainian Black-and-White dairy bull calves outperformed Holsteins in terms of live weight and carcass weight, as well as the weight and yield of higher and first-grade muscle tissue, and the content of internal fat, tendons and ligaments. 21-month-old Ukrainian Black-and-White Dairy bull

calves have a higher score and marbling of beef, better carcass conformation, less fat cover thickness and a lower score for fat development. Most 21-month-old bull calves of the Ukrainian Black-and-White Dairy breed had a carcass conformation class of R on the EUROP scale. As the class deteriorated, there was a tendency towards a decrease in the percentage of muscle tissue, excluding second-grade muscle and bone content, and an increase in fat. With an increase in carcass conformation class, a reduction in fat cover and its thickness, marbling of the beef, and the colour of muscle and fat tissues was observed, along with an improvement in the 'muscle eye' area. An evaluation of boiled beef from carcasses in conformation classes from E to R demonstrated that it is superior in terms of juiciness, taste, aroma, tenderness and residue after chewing compared to that from animals rated from O to P.

The sensory characteristics of boiled beef broth (flavour, aroma and clarity) were higher for carcass conformation classes from O to P, and for firmness – from E to R. An increase in carcass conformation score is associated with a tendency towards higher moisture and protein content in the *m. longissimus dorsi* and lower levels of dry matter, fat and minerals. Carcass conformation class tends to have a positive correlation with the thickness and development of the fat cover, the colour of the muscle tissue, and the ability to retain moisture, and a negative correlation with the pH and penetration of the beef, as well as the overall assessment of the cooked meat and the broth prepared from it. The correlation between carcass conformation and meat tenderness was significant ($P \geq 0,95$) and negative. In 20–22-month-old Holstein bull calves, carcass conformation correlated positively with the content of second-grade muscle tissue ($r = 0,566$; $P \geq 0,99$), bone content ($r = 0,608$; $P \geq 0,999$), fat marbling ($r = 0,565$; $P \geq 0,99$) and meat marbling ($r = 0,399$; $P \geq 0,95$).

In 18–24-month-old Ukrainian Black-and-White dairy bull calves, when the fat cover on the carcasses was rated at 3 to 4 points, compared with ratings of 1 and 2 points, there was a statistically significant improvement in conformation of 37,9% ($P \geq 0,99$), subcutaneous fat thickness by 1,5 times ($P \geq 0,95$), and second-grade muscle tissue content by 13,9 % ($P \geq 0,95$), whilst the amount of higher muscle tissue

decreased by 2,7 points (P ≥ 0,95), and the area of the «muscle eye» of the *m. longissimus dorsi* by 23,2 % (P ≥ 0,95). There was a tendency towards a decrease in slaughter yield (by 0.9 points), fat content in the carcass (by 1,3), a deterioration in the content of first-grade muscle tissue (by 0,5), water retention in the meat (by 5,3), its suitability for storage (by 0,5), total moisture content in beef (by 2,1), total ash content (by 0.3 points), a decrease in tenderness (by 6,2 %) and juiciness (by 2,9 %) of cooked beef, and an 8,7 % improvement in the consistency of the broth.

The development of the fat cover on the carcass showed the strongest negative correlation (r = -0,455) with the 'muscle eye' area, indicating a reduction in the edible portions of muscle tissue in the carcass. It did not correlate with the evaluation of broth from boiled meat, fat content in muscle tissue and its cooking loss, water-binding capacity, penetration and marbling of beef. With an increase in the thickness of subcutaneous fat in bull calves of the Ukrainian Black-and-White Dairy breed, carcass conformation improved by 55,2 % (P ≥ 0,95), fat marbling by 43,5 % (P ≥ 0,99), meat penetration by 45,8 % (P ≥ 0,95), and a trend towards an increase in slaughter yield, muscle tissue of the higher and first grades, fat content, tendons and ligaments, bones, and the score for juiciness and tenderness of cooked meat. At the same time, there was a deterioration in the area of the «muscle eye», marbling, water-binding capacity and meat tenderness, the pH of the beef, its dry matter content, total fat, mineral and protein content, taste, aroma, residue after chewing the boiled meat, and the taste, aroma, consistency and clarity of the broth . The optimal thickness of subcutaneous fat should be between 8 and 10 mm.

Based on the area of the «muscle eye» (*m. longissimus dorsi*) in the carcasses of Ukrainian Black-and-White dairy bull calves aged between 18 and 24 months, it is possible to predict only the quantitative characteristics of the beef – carcass weight, the proportion of higher and first grade cuts, and the content of fat, tendons and ligaments in the carcass – rather than qualitative characteristics, including taste and physical properties, or the chemical composition of the meat.

There is a positive correlation between the area of the «muscle eye» and the pre-slaughter live weight of the animals (r=0,409; P≥0,95), the slaughter weight

(r=0,404; P≥0,95), and the amount of muscle tissue (r=0,355; P≥0,95), including higher (r=0,680; P≥0.999) and first (r=0,501; P≥0,99) grades, and the fat content in the carcass (r=0,477; P≥0,99), reciprocal (r=-0,607; P≥0,95) to the degree of beef shrinkage, the amount of second-grade muscle tissue (r=-0,377; P≥0,95), the development of marbling (r=-0,395; P ≥ 0,95), total ash content (r = -0,560; P ≥ 0,95), juiciness of the cooked meat (r = -0,522; P ≥ 0,95), and the taste and aroma of the broth (r = -0,587; P ≥ 0,95). There was a tendency towards a negative correlation between the area of the «muscle eye» and the total fat content in beef (r=-0,119), protein (r=-0,401), dry matter (r=-0,403), pH (r=-0,458), muscle colour (r=-0,126), carcass conformation (r=-0,127), penetration (r=-0,477), the taste of boiled meat (r=-0,214), its aroma (r=-0,363), tenderness (r=-0,256), residue after chewing (r=-0,442), and the consistency of the broth (r=-0,207), and a linear relationship with the number of tendons and ligaments (r=0,331), marbling (r=0,162), the colour of fat tissue on the carcass (r=0,276), and the clarity of the broth (r=0,180).

In the carcasses of Holstein bull calves aged between 20 and 22 months, there is a positive correlation between the area of the «muscle eye» and pre-slaughter live weight (r=0,612; P≥0,999), carcass weight (r=0,598; P ≥ 0,999), muscle tissue content (r = 0,498; P ≥ 0,99), including higher grade (r = 0,745; P ≥ 0,999) and first grade (r = 0,662; P ≥ 0,99), the fat content in the carcass (r = 0,491; P ≥ 0,99), the amount of tendons and ligaments (r = 0,435; P ≥ 0,95), and a negative correlation with the development of fat marbling (r = -0,389; P ≥ 0,95). There was a tendency towards a negative correlation between the area of the «muscle eye» and the amount of second-grade muscle tissue (r = -0,303), the thickness of intramuscular fat (r = -0,125), marbling (r = -0,340) and muscle colour (r = -0,309).

For medium and good (3 to 5 points) marbling classes, the relative content of first-grade muscle tissue in the *m. longissimus dorsi* was reliable (P ≥ 0,95) the relative content of muscle tissue of the highest (by 3,9 points) and first (by 2,6 points) grades, as well as tendons and ligaments (by 0,6 points), was lower in the carcasses of 20–22-month-old Holstein bull calves. There was a statistically significant increase of 33,3 % (P ≥ 0,99) in carcass conformation, bone content by 2,5 points (P ≥ 0,99),

fat cover development by 31,8 % (P ≥ 0,95) and muscle colour (by 10,2; P ≥ 0,95). There was a tendency (22,5 %) towards a reduction in the area of the «muscle eye», an increase in the thickness of the fat marbling by 28,6 %, and its colour by 4,5 %.

In bull calves of the Ukrainian Black-and-White Dairy breed aged between 18 and 24 months, carcasses with a higher marbling score in the *m. longissimus dorsi* had a higher muscle content by 3,0 points (P ≥ 0,99) and bone content – by 2,0 points (P≥0,95). There was a tendency towards an increase in the amount of second-grade lean meat (by 1,4 points), fat tissue (by 1,5), tendons and ligaments (by 0,1 points), and an improvement in carcass conformation (by 6,1 %), muscle colour (by 1,9 %) and fat colour (by 2,1 %). There was a decrease in the content of muscle tissue of the higher (by 0,9 points) and first grades (by 0,2), water-binding capacity (by 0,7), meat yield (by 1,1), dry matter content (by 2,1), protein (by 1,8) and total fat content (by 0,6 points), penetration (by 19,8 %), tenderness (by 3,1), meat residue after chewing (by 6,7), its flavour (by 6,9 %), and pH (by 2,1 %).

In bull calves of the Ukrainian Black-and-White Dairy breed, improvements in muscle colour were associated with a statistically significant (p ≥ 0,999) increase of 0,5 points in the percentage of tendons and ligaments, a 43,3 % improvement in carcass conformation, a 25,0 % increase in fat cover, and the thickness (by 42,9 %) and colour (by 17,8 %) of the fat tissue. There was a tendency towards a decrease in carcass yield (by 0,3 points), the percentage of muscle tissue (by 0,3), including higher grade (by 0,9) and first grade (by 1,3), fat tissue (by 0,1) and bones (by 0,1), beef marbling by 3,8 % and the area of the «muscle eye» by 17,0 %, and an increase in second-grade tenderloin (by 2,2 points). The colour of muscle tissue in bull calves of the Ukrainian Black-and-White Dairy breed was inversely (r=-0,737) and reliably (P≥0,99) correlated with its tenderness, showing a tendency towards increased water-binding capacity (r=0,326), penetration (r=0,295), marbling (r=0,258), pH (r=0,231), «muscle eye» area (r=0,341), and a deterioration in the overall tasting assessment of boiled meat (r=-0,487) and the broth (r=-0,047).

In 20–22-month-old Holstein bull calves, when assessing the colour of adipose tissue in carcasses, those rated 5 and 6 points showed a statistically significant

(P≥0.95) 50,0 % increase in subcutaneous fat thickness and muscle colour (by 12,5 %); there was a tendency towards a 3,6 % increase in meat marbling, the relative content of higher grade muscle tissue in the carcass (by 0,5 points), tendons and ligaments (by 0,1 points), the area of the «muscle eye» (by 6,6 %), bones – by 0,2 points, and the development of adipose tissue by 3,8 %. The colour of the adipose tissue on the carcasses showed a significant (P≥0,999) linear correlation (r = 0,602) only with the colour of the muscle tissue, exhibited a tendency towards a positive correlation with the thickness of subcutaneous fat (r = 0,240) and the area of the «muscle eye» (r=0,126), the percentage of tendons and ligaments (r=0,111), and an inverse correlation with slaughter yield (r=-0,142), muscle tissue content (r=-0,206), including first-grade muscle tissue (r=-0,156).

In 18–24-month-old bull calves of the Ukrainian Black-and-White Dairy breed, when the fat tissue colour was rated at 5 and 6 points, the absolute content of tendons and ligaments was 41,7 % higher (P ≥ 0,95) compared to the 3- and 4-point classes. The colour of the beef was significantly (P≥0,95) 10,2 % darker. A trend was observed towards an increase in the amount of fat in the carcass by 40,0 %, the area of the «muscle eye» of the *m. longissimus dorsi* by 20,6 %, moisture content, and the flavour and aroma of the broth; a decrease in the slaughter yield by 0,4 points; and a decrease in the absolute and relative content of second-grade muscle tissue by 6,9 % and 2,9 points, respectively; as well as in pH, dry matter content, protein, total fat content and ash content, water-binding capacity, cooking loss and penetration of beef, development of fat cover on the carcass, assessment of boiled meat for juiciness, and broth capacity.

When selling older animals by carcass weight, the profitability of the beef produced decreases if payment is made according to conformation and subcutaneous fat thickness. When selling them according to the JMGA system, negative profitability is observed, which may be explained by the low prices for dairy breeds set under this system.

Key words: beef, bull calves, carcass, conformation, marbling, meat yield, subcutaneous adipose tissue, «muscle eye» area.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографії

1. Носевич Д. К., **Крук О. П.**, Угнівенко А. М., Колісник О. І. Наукові та практичні основи використання інбридингу у м'ясному скотарстві: колективна монографія. К.: ЦП «Компринт», 2023. 172 с. *(Доведено вплив розвитку жирової тканини на тушах бугайців на технологічні, органолептичні та сенсорні властивості яловичини).*

Статті у фахових виданнях України

2. Bondarenko G., Nosevych D., **Kruk O.**, Chumachenko I. Technological solutions for effective production on beef cattle breeding farms in the conditions of Ukraine. *Animal Science and Food Technology*. 2023. Vol. 14. №4. P. 40–57. https://doi.org/10.31548/animal.4.2023.40 *(Обгрунтовано вплив віку, живої маси та швидкості росту бугайців на площу «м'язового вічка»).*

3. **Крук О. П.,** Угнівенко А. М. Площа «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* бугайців української чорно-рябої молочної породи та її зв'язок з якісними ознаками яловичини. *Таврійський науковий вісник.* 2024. № 135. Частина 2. С. 151–158. https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.135.2.19. *(Встановлено, що площа «м'язового вічка» корелює зворотно з уварюванням яловичини та прямолінійно із кольором жирової тканини).*

4. **Крук О. П.,** Угнівенко А. М. Забійні і м'ясні якості чистопородних і помісних бугайців української чорно-рябої молочної породи. *Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»*. 2024. №1. С. 18–25. https://doi.org/10.33245/2310-9289-2024-186-1-18-25. *(Встановлено, що бугайці української чорно-рябої молочної породи мали тенденцію до переваги над голштинськими за живою і забійною масою, кількістю м'язової тканини, у тому числі вищого та першого сортів, за конформацію туш і мармуровість яловичини).*

5. **Крук О. П.,** Угнівенко А. М. Конформація туш помісних бугайців та її зв'язок з якісними ознаками яловичини. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво*. 2024. №2. С. 76–82.

https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2024.2.11. *(Встановлено, що з конформацією туш вірогідно корелює розвиток жиру-поливу під шкірою, клас мармуровості м'язової тканини, кількість її другого сорту, кісток та сухожилок і зв'язок).*

6. Крук О. П. Конформація туш та якісні ознаки яловичини бугайців української чорно-рябої молочної породи. *Таврійський науковий вісник.* 2024. № 138. Частина 2. С. 334–340. https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.40. (*Отримано результати, що за збільшення конформації туш у 18–24-місячних бугайців української чорно-рябої молочної породи вірогідно погіршуються покриття туш жиром та його товщина).*

7. **Kruk O.,** Ugnivenko A. Morphological composition and quality characteristics of carcasses of Ukrainian Black-and-White dairy breed bulls depending on muscle tissue colour. Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. 2024. Vol. 20. №5. P. 79–89. https://doi.org/10.31548/dopovidi/5.2024.79. *(Встановлено, що за інтенсивнішого кольору м'язової тканини достовірно збільшуються у туші відсоток сухожилок та зв'язок, конформація туш, покриття їх жировим покривом та товщина підшкірного жиру і його колір).*

8. **Крук О. П.,** Угнівенко А. М. Мармуровість *m. longissimus dorsi* та її зв'язок з іншими ознаками яловичини. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво. 2024. №3. С. 61–68. https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2024.3.7. *(Отримано результати, що мармуровість m. longissimus dorsi зворотно корелює з вмістом білку в яловичині та її пенетраційною напругою і позитивно зі смаком і ароматом бульйону із вареного м'яса).*

9. **Крук О. П.,** Угнівенко А. М. Характеристика яловичини, отриманої від бугайців української чорно-рябої молочної породи за різного покриву туш жировою тканиною. *Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва».* 2024. № 2. С. 17–24. https://doi.org/10.33245/2310-9289-2024-190-2-17-24. *(Встановлено, що за покращення розвитку жирового покриву на туші статистично значуще*

покращуються їх м'ясистість, товщина підшкірного жиру, вміст м'язової тканини другого сорту та погіршуються кількість м'язової тканини вищого сорту і площа «м'язового вічка»).

10. **Крук О. П.,** Угнівенко А. М. Взаємозв'язок між покривом туш жировою тканиною та якісними ознаками яловичини. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво*. 2024. (4). С. 30–35. https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2024.4.4 *(Встановлено, що розвиток покриву туш жиром вірогідно зворотно корелює з відносним вмістом м'язової тканини вищого сорту і позитивно з її кількістю другого гатунку, товщиною жиру під шкірою та мармуровістю яловичини).*

11. Крук О. П. Взаємозв'язок між мармуровістю яловичини та її якісними ознаками у помісних бугайців від української чорно-рябої молочної і голштинської порід. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. Розділ: сільськогосподарські науки.* 2024. №45. С. 28–32. https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-4.3 *(Встановлено позитивну вірогідну кореляцію між мармуровістю яловичини і відсотком м'язової тканини, вмістом кісток у туші, розвитком жиру на туші, кольором яловичини і негативну з відсотком сухожилок і зв'язок).*

12. **Крук О. П.,** Угнівенко А. М. Товщина підшкірного жиру у помісних бугайців та її зв'язок з якісними ознаками яловичини. *Таврійський науковий вісник.* 2024. №140. С. 448–455. https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.140.55 *(Встановлено вірогідну кореляцію між товщиною підшкірного жиру та його розвитком на туші, зворотню із забійним виходом, відсотком м'язової тканини вищого та першого сортів і жирової, площею «м'язового вічка» т. longissimus dorsi).*

Статті у наукових виданнях,

включених до міжнародних наукометричних баз даних

Scopus та/або Web of Science

13. Ugnivenko A., Slobodyanyuk N., Shtonda O., Antoniuk T., Pylypchuk O., Karpovskyi V., **Kruk O.** Influence of the features of weight gain, age and direction

of breed productivity on the quality parameters of beef. *Food Science & Technology*. 2021. Vol. 15. №1. P. 108–116. https://doi.org/10.15673/fst.v15i1.1963. (Web of Science; без квартиля). *(Встановлено вплив живої маси та віку забою на хімічний склад яловичини 20-22-місячних бугайців українських чорно-рябої молочної та м'ясної порід).*

14. Ugnivenko A., Getya A., Nosevych D., Antoniuk T., **Kruk O.,** Slobodyanyuk N., Ivaniuta A., Omelian A., Gryshchenko S., Israelian V. The study of «muscle eye» in bulls of Ukrainian black-spotted dairy-meat breed as a factor in improving the properties of meat products. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2022. Vol. 16. P. 519–529. https://doi.org/10.5219/1762. (Q3). *(Досліджено кореляцію між площею «м'язового вічка» та характеристиками туш і якісними ознаками м'яса).*

15. **Kruk O.,** Ugnivenko A., Antoniuk T., Kolisnyk O., Nosevych D., Tolok S., Kolesnikova O., Zhurenko V., Brovenko T., Vakulenko V. Quality of bull beef of the Ukrainian black and white dairy breed in dependence on the development of subcutaneous adipose tissue. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2023. Vol. 17. P. 997–1008. https://doi.org/10.5219/1917. (Q3). *(Доведено, що розвиток жирової тканини на тушах 21-місячних бугайців української чорно-рябої молочної породи не дозволяє прогнозувати якісні характеристики яловичини).*

16. Ugnivenko A., **Kruk O.,** Nosevych D., Antoniuk T., Kryzhova Y., Gruntovskyi M., Prokopenko N., Yemtcev V., Kharsika I., Nesterenko N. The expressiveness of meat forms of cattle depending on the content of adipose tissue under the skin and between the muscles. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2023. Vol. 17. P. 358–370. https://doi.org/10.5219/1869. (Q3). *(Обгрунтовано особливості формування кондицій бугайців української м'ясної породи залежно від вмісту жирової тканини під шкірою та між м'язами).*

17. **Kruk O.,** Ugnivenko A., Antoniuk T., Kolisnyk O., Slobodyanyuk N., Nosevych D., Naumenko T., Gruntkovskyi M. Evaluation of beef carcass quality using the muscle eye area *m. longissimus dorsi*. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2024. Vol. 18. P. 619–632. https://doi.org/10.5219/1989. (Q3).

(Встановлено, що площа «м'язового вічка» має позитивний зв'язок із живою масою після голодного витримування, масою туші, м'якуша, зокрема вищого та першого сортів, кількістю жирової тканини і сухожилок та зв'язок і зворотний з розвитком жиру-поливу та кольором м'язової тканини).

18. **Kruk O.,** Ugnivenko A., Nosevych D., Natalich O., Gruntkovskyi M., Kharsika I., Androshchuk O., Stetsiuk I. The effect of the carcass fat thickness on the qualitative technological and sensory attributes of beef. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2024. Vol. 18. P. 977–992. https://doi.org/10.5219/2021. (Q3). *(Встановлено, що за збільшення товщини підшкірного жиру вірогідно покращуються м'ясистість туш, покрив туш жиром та пенетрація м'язів).*

19. **Kruk O.,** Ugnivenko A. Relationship between the chemical composition, physical, technological, and sensory properties of beef and the colour of muscle tissue. *Animal Science and Food Technology*. 2024. Vol. 15. №1. P. 42–54. https://doi.org/10.31548/animal.1.2024.42. (Без квартиля). *(Встановлено, що колір м'язової тканини вірогідно зворотню корелює із уварюванням яловичини).*

20. **Kruk O.,** Ugnivenko A. The area of loin eye in bulls of the Ukrainian Black-and-White dairy breed and its relationship with beef characteristics. *Animal Science and Food Technology.* 2024. Vol. 15. №2. P. 93–106. https://doi.org/10.31548/animal.2.2024.93. (Без квартиля). *(Встановлено, що площа «м'язового вічка» прямолінійно корелює із забійною масою, кількістю м'язової тканини, у т. ч. вищого та першого сортів, вмістом жирової тканини у туші та зворотно з уварюванням яловичини, кількістю м'язової тканини другого сорту, розвитком жиру-поливу, загальною масою золи, соковитістю вареного м'яса, смаком і ароматом бульйону).*

21. **Kruk O.,** Ugnivenko A. Quality characteristics of beef depending on its marbling. *Animal Science and Food Technology*. 2024. Vol. 15. №3. P. 58–71. https://doi.org/10.31548/animal.3.2024.58. (Без квартиля). *(Встановлено, що за поліпшення класу мармуровості більше у туші є м'язової тканини та кісток).*

22. **Kruk O.,** Ugnivenko A. Characteristics of beef traits in crossbred bulls with different degrees of its marbling. *Animal Science and Food Technology*. 2025. Vol.

16. №1. P. 25–37. https://doi.org/10.31548/animal.1.2025.26. (Без квартиля). *(Встановлено, що за вищого класу мармуровості яловичини у ній вірогідно зменшуються вміст м'язової тканини вищого і першого сортів, площа «м'язового вічка»).*

23. **Kruk O.,** Ugnivenko A., Nosevych D., Antoniuk T., Slobodianiuk N., Israelian V., Holembovska N., Naumenko T. Beef quality and sensory traits in relation to subcutaneous fat color in dairy bulls. *Scifood*. 2025. P. 327–342. https://doi.org/10.5219/scifood.35. (Q3). *(Встановлено, що за забарвленням жирової тканини під шкірою у чистопородних бугайців не можливо прогнозувати морфологічний склад, якісні ознаки туш та сенсорні властивості вареного м'яса і бульйону із нього).*

Публікації у матеріалах Міжнародних і Всеукраїнських наукових конференцій та збірниках тез доповідей

24. Крук О. П. Якість яловичини бугайців української чорно-рябої молочної породи залежно від конформації (м'ясистості) туш. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. *Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту. Сучасний розвиток технологій тваринництва*. *Інноваційні підходи у харчових технологіях*. Біла Церква. 2023. С. 78–80. Retrieved from. https://science.btsau.edu.ua/sites/default/files/tezy/tezy_btf_26.10.23.pdf#page=78

25. Угнівенко А. М., **Крук О. П.** Якість яловичини бугайців української чорно-рябої молочної породи залежно від кольору м'язової тканини. Матеріали X щорічної Всеукраїнської науково-практичної конференції, наукові читання 2023. *Еколого-регіональні проблеми сучасного тваринництва та ветеринарної медицини*. Житомир. 2023. С. 246–248. (*Встановлено, що колір м'язової тканини негативно корелює лише із її уварюванням).*

26. Угнівенко А. М., **Крук О. П.** Товщина підшкірного жиру-поливу бугайців української чорно-рябої молочної породи та її зв'язок із забійними ознаками. Тези доповідей *Всеукраїнської науково-практичної конференції науковців, викладачів та аспірантів*, Харків 23 – 24 квітня 2024. р. С. 121–122.

http://btu.kharkov.ua/nauka/konferentsiyi/ (*Встановлено, що за кращого розвитку жирової тканини під шкірою в туші збільшуються маса м'якуша та кількість сухожилок і зв'язок).*

27. Угнівенко А. М., **Крук О. П.** Конформація туш помісних бугайців та її зв'язок із якісними ознаками яловичини. Матеріали 78-ї міжнародної науково-практичної конференції вчених, аспірантів і студентів *«Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми»*. Київ 25 квітня 2024 р. С. 68–69. *(Встановлено, що у помісних бугайців у віці від 20 до 22 місяців конформація туш позитивно і вірогідно корелює із розвитком жиру-поливу, мармуровістю яловичини, кількістю яловичини вищого та першого сортів).*

28. **Крук О. П.,** Угнівенко А. М. Товщина підшкірного жиру на тушах помісних бугайців та її зв'язок з якісними ознаками яловичини. Матеріали XI щорічної Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених. *Еколого-регіональні проблеми сучасного тваринництва та ветеринарної медицини*. Житомир 2024. С. 243–245. *(Встановлено, що за збільшення товщини підшкірного жиру вірогідно покращується розвиток жирового покриву туш, проявляється тенденція до підвищення м'язової тканини другого сорту, вмісту сухожилок і зв'язок та кісток).*

29. **Крук О. П.,** Угнівенко А. М. Якісні ознаки яловичини помісних бугайців залежно від її мармуровості. Матеріали конференції *«Освіта і наука в умовах викликів і загроз внесок молодих вчених в сталий розвиток»*. Київ 2024. С. 299–300. *(Встановлено, що за поліпшення мармуровості m. longissimus dorsi вірогідно збільшуються кількість м'язової тканини другого сорту та кісток, зростає конформація туш зменшуються вміст м'язової тканини вищого і першого сортів та сухожилок і зв'язок).*

30. **Крук О. П.,** Угнівенко А. М. Морфологічний склад та якісні ознаки туш помісних бугайців за різного кольору жирової тканини під шкірою. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції *«Наукові і технологічні виклики тваринництва у XXI столітті», присвяченої 95-річчю від дня народження*

доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка УААН Г. О. Богданова. Київ 2025. С. 92–95. *(Встановлено, що за яскравішого забарвлення жиру під шкірою вірогідно (P≥0,05) кращими були колір м'язової тканини та товщина жирової на туші).*

31. **Kruk O.,** Ugnivenko A., Antoniuk T., Kolisnyk O. Morphological Composition and Quality Features of Carcasses of Crossbred Bull Calves with Different Subcutaneous Fat Colours. International Conference on Science, Engineering Management and IT (SEMIT 2025) Sep. 11-13, 2025, Dubai. P. 81. *(Встановлено, що забарвлення жиру під шкірою не може бути використано для прогнозування морфологічного складу та якісних характеристик туш).*

32. **Kruk O.,** Ugnivenko A., Antoniuk T., Kolisnyk O. Qualitative Characteristics Beef of 21-Month-Old Bulls of Ukrainian Black- Spotted Dairy Breed with Different Conformation (Meatiness) of Carcasses. International Conference on Science, Engineering Management and IT (SEMIT 2025) Sep. 11-13, 2025, Dubai. P. 82. *(Встановлено, що конформація туш негативно корелює з якісними показниками яловичини (pH, уварювання, сенсорні властивості вареного м'яса і бульйону із нього, вміст жиру, суха і мінеральні речовини та поперечна сила зрізу).*

ЗМІСТ Ст.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ 15
ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ ВИМІРЮВАННЯ І СКОРОЧЕНЬ 25
ВСТУП 27
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ. ОЗНАКИ ЯКОСТІ ЯЛОВИЧИХ ТУШ ВІДПОВІДНО ДО НАЦІОНАЛЬНОЇ ТА МІЖНАРОДНИХ СИСТЕМ ЇХ ОЦІНЮВАННЯ 34
1.1. Ознаки туш, що використовують під час їх оцінювання у різних країнах 34
1.1.1. Конформація туш 36
1.1.2. Розвиток жирового покриву на туші 38
1.1.3. Колір жирової тканини 42
1.1.4. Мармуровість *m. longissimus dorsi* 44
1.1.5. Колір м'язової тканини 47
1.1.6. Товщина жирової тканини на тушах 50
1.1.7. Площа «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* 52
1.1.8. Хімічний склад м'язової тканини 54
1.1.9. Обґрунтування вибору і постановки власних досліджень 58
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ 60
2.1. Матеріали досліджень 60
2.2. Методика проведення досліджень 61
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ 72
3.1. М'ясна продуктивність бугайців українських чорно-рябої молочної та м'ясної порід і голштинської 72
3.2. Якість яловичини бугайців залежно від конформації туш 79
3.3. Кількісні та якісні ознаки яловичини бугайців залежно від розвитку жирового покриву на туші 91
3.4. Кількісні та якісні ознаки яловичини бугайців залежно від товщини жирової тканини на туші 108
3.5. Кореляційний зв'язок між кількісними та якісними ознаками яловичини та площею «м'язового вічка» 120

3.6. Кількісні і якісні ознаки яловичини залежно від мармуровості *m. longissimus dorsi* 134
3.7. Кількісні і якісні ознаки яловичини бугайців залежно від її кольору 151
3.8. Кількісні і якісні ознаки яловичини бугайців залежно від кольору жирової тканини на туші 169
3.9. Економічна ефективність проведених досліджень 183
РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ... 190
ВИСНОВКИ 206
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ 210
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 211
ДОДАТКИ 263

ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ ВИМІРЮВАННЯ І СКОРОЧЕНЬ

Г – голштинська порода.

ДСТУ – державний стандарт України.

Конформація – показник класифікації туш, який відображає розвиненість мускулатури.

ПНЖК – поліненасичені жирні кислоти.

УЧРМП – українська чорно-ряба молочна порода.

УМ – українська м’ясна порода.

ФГ – фермерське господарство.

CLA – кон’югована лінолева кислота.

DFD – тип м’яса, який характеризують високе значення pH (вище 6,4) та низький вміст вологи (Dark – темне, Firm – тверде, Dry – сухе).

EUROP – шкала оцінювання конформації туш в країнах ЄС: (E (ідеальна); U (відмінна); R (добра); O (задовільна); P (незадовільна).

FAO – Food and Agriculture Organization (Продовольча та сільськогосподарська організація ООН (ФАО)).

IPRSA – Institutional and Policy Reform for Smallholder Agriculture

JMGA – Japan Meat Grading Association (Японська асоціація з оцінювання якості м’яса).

MFAFF – Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (Міністерство продовольства, сільського господарства, лісового господарства та рибальства). Стандарт якості переробки м'ясних продуктів, класифікація, обробка та розруб туш яловичини.

MSA – Meat Standards Australia (Стандарти на туші Австралії).

PSE – тип м’яса, який характеризують знижене значення pH (нище 5,6) та високий вміст вологи (Pale – бліде, Soft –м’яке, Exudativ – водянисте).

USDA – United States Standards for Grades of Carcass Beef – (Стандарти США на категорії туш яловичини).

«Класифікація» туш – набір характеристик, що описують їх корисні особливості для тих, хто ними торгує.

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. За обсягом споживання яловичина є третім у світі високопоживним і цінним продуктом харчування. Призначена для кулінарії та перероблення вона повинна відповідати певним вимогам щодо якості з точки зору її кольору, смакових властивостей, текстури та рівня ніжності, профілактики захворювань споживачів. Характеристики яловичих туш значно впливають на якість м'яса та відіграють вирішальну роль у визначенні його вартості. Цінність туші тварини та витрати на її виробництво визначають прибуток у системах виробництва продукції від великої рогатої худоби. Окрім цього, одними з основних факторів, що впливають на собівартість виробництва яловичини, є генотип тварин, система їх годівлі та методи управління, що застосовують на фермі.

Системи класифікації якісних ознак туш широко використовують у м'ясній промисловості як інструмент для підтримання сектору виробництва, надаючи йому корисну інформацію. В країнах-членах Європейського Союзу (ЄС) систему класифікації туш прийняли в 1981 році. Відповідно до його законодавства, вона є обов'язковою для запису, моніторингу та збору даних, які стосуються забійної маси, статі та віку забою тварин, конформації туш та стану вгодованості (розвитку жирового покриву на туші). Вони визначають якісні характеристики туш та економічну їх цінність. В основі даної системи оцінювання є лише кількісні ознаки і не враховують якісні.

Оцінювання туш проводять також за системою JMGA (2000) [169], яка детально зосереджена на якісних ознаках туш (кольорах м'язової і жирової тканин, товщині жиру під шкірою, мармуровості яловичини і площі «м'язового вічка»). Для споживачів яловичини її колір, мармуровість, товщина жирової тканини є одними з найвпливовіших внутрішніх ознак [54]. Походження м'яса, місце його придбання є найбільш значущими із зовнішніх чинників. Колір яловичини, її мармуровість і ціна входять до основних факторів, на які споживачі звертають увагу під час її закупівлі [219].

Згідно з ДСТУ 4673:2006 «Велика рогата худоба для забою» [4] класифікацію тварин проводять за віком та статтю: доросла худоба (корови, бугаї, воли та телиці); молодняк (бугайці, волики та телиці); телята (бугайці та телички); телята-молочники (бугайці та телички). Залежно від живої маси молодняк великої рогатої худоби поділяють на класи: вищий; перший; другий; третій. Залежно від вгодованості дорослу худобу, молодняк і телят поділяють на категорії: перша; друга.

Із метою адаптації стандартів України до вимог регламентів Євросоюзу щодо оцінювання туш великої рогатої худоби і обґрунтування необхідності впровадження їх у виробництво, слід встановити вплив конформації туш, розвитку і товщини жиру на них мармуровості і кольору м'язової тканини, площі «м'язового вічка» на технологічні, хімічні та дегустаційні властивості яловичини українських чорно-рябої молочної (УЧРМП) та м'ясної (УМ) і голштинської (Г) порід.

Визначення оптимальних параметрів якісних ознак туш у бугайців цих порід, за яких яловичина має задовільні забійні, технологічні, хімічні та дегустаційні властивості і обґрунтування необхідності включення площі «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi*, мармуровості м'яса, конформації туш у класифікацію забійної маси великої рогатої худоби є актуальними для тваринництва України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертацію виконано відповідно до плану науково-дослідних робіт кафедри технологій виробництва молока та м'яса Національного університету біоресурсів і природокористування України за ініціативною темою: «Обґрунтування якісних ознак яловичини відповідно до національних і міжнародних систем оцінювання туш» (номер державної реєстрації 0124U002511).

Мета і завдання дослідження. Мета роботи – обґрунтувати доцільність оцінювання яловичих туш молочних та м'ясних порід великої рогатої худоби за їх якісними ознаками (конформація, покрив туш жиром, товщина жиру на туші

та його колір, площа «м'язового вічка», мармуровість та колір яловичини), передбаченими у міжнародних системах виробниками яловичини, переробними підприємствами та роздрібними продавцями.

Для досягнення мети поставлено такі завдання:

- оцінити вплив породи на конформацію туш, мармуровість м'язової тканини, площу «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi*, розвиток жирового покриву і його товщину, кольори м'язової і жирової тканин, морфологічний склад туш, технологічні ознаки, хімічний склад та смакові характеристики м'яса бульйону із нього;

- оцінити у досліджуваних бугайців кореляційні зв'язки між конформацією туш, розвитком жирового покриву, мармуровістю яловичини, площею «м'язового вічка», кольором м'язової і жирової тканин і, морфологічним складом туш, технологічними ознаками, хімічним складом та смаковими характеристиками м'яса і бульйону;

- визначити якісні ознаки туш, що найбільше позитивно впливають на забійні, технологічні, хімічні та дегустаційні показники яловичини, які можливо включити до адаптованих зі стандартами ЄС нормативних документів щодо оцінювання туш великої рогатої худоби в Україні;

- визначити якісні ознаки досліджуваних порід бугайців, що найбільше впливають на вартість туш.

Об'єкт дослідження: технологічні, хімічні, сенсорні особливості яловичини за різної вираженості якісних ознак туш великої рогатої худоби.

Предмет дослідження: ознаки забою, морфологічний склад, технологічні властивості, хімічний склад та сенсорні характеристики вареного м'яса і бульйону із нього у бугайців українських чорно-рябої молочної та м'ясної і голштинської порід, оцінених згідно з міжнародними стандартами.

Методи дослідження: Поставлені у роботі завдання вирішували експериментально за використання зоотехнічних (постановка дослідів), статистичних (визначення середніх величин та їх похибки, кореляції, вірогідності результатів дослідження), аналітичних (огляд літератури, аналіз і

узагальнення результатів досліджень), економічних (економічна ефективність впровадження основних елементів дослідження яловичих туш відповідно до міжнародних систем оцінювання).

Наукова новизна одержаних результатів. У результаті проведеного оцінювання туш великої рогатої худоби м'ясного і молочного напрямків продуктивності згідно з регламентами ЄС та стандартом JMGA отримали слідуючі нові науково-обгрунтовані дані:

- доведено, що у молочної худоби кращий розвиток жирової тканини на тушах погіршує площу «м'язового вічка» та вміст у них м'язової тканини вищого сорту;

- отримано подальший розвиток твердження, що площа «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* позитивно корелює із вмістом у туші м'язової тканини вищого та першого сортів, смаком і ароматом бульйону вареного м'яса, зворотно – з уварюванням та соковитістю яловичини;

- констатовано, що у молочної худоби конформація туш вірогідно позитивно корелює з розвитком жирового покриву на них, класом мармуровості і кількістю м'язової тканини другого сорту і зворотно із pH і уварюванням яловичини;

- отримані дані, що надмірне відкладення жирової тканини у тварин під шкірою та між м'язами призводить до кращої вираженості м'ясних форм;

- отримало подальший розвиток положення, що поліпшення класу мармуровості яловичини призводить до зменшення вмісту м'язової тканини у туші, білка та пенетраційної напруги в м'ясі;

- за збільшення товщини жиру на тушах покращуються їх конформація, покрив жиром та пенетрація м'яса.

Практичне значення одержаних результатів. Обґрунтованим впливом основних якісних ознак яловичих туш на їх морфологічний склад, технологічні властивості, хімічний склад та сенсорні характеристики яловичини і бульйону із неї, доведена необхідність впровадження площі «м'язового вічка», мармуровості м'яса, конформації туш і покрив їх жиром у національний

стандарт з оцінювання яловичини. Наукові розробки за темою дисертації впроваджено у навчальний процес факультету ТВБ (додаток А) у дисципліни «технологія виробництва молока і м’яса», «технологія продуктів забою», «директиви і стандарти і ЄС». У ТОВ «Еком’ясо Полісся» Житомирської області (додаток Б), проведено тестування проєкту методології оцінки туш, яке включало ознайомлення персоналу забійного цеху з методом оцінки туш, сортування їх за виробничих умов із використанням критеріїв визначення класифікації (пов'язаних з факторами маси, конформації, покриву жиром туш та якості м’яса) та процедур їх класифікації, оцінки вимог до методів та обладнання для інспекції, стандартів маркування та ведення обліку методології в виробничих умовах, облік результатів, отриманих під час тестування методології класифікації, та зібрання відгуків від персоналу та керівництва забійного цеху, проведено аналіз результатів під керівництвом експерта IPRSA з методології оцінки туш для визначення необхідності вдосконалення методології класифікації туш великої рогатої худоби. Відповідно до проєктів «Institutional and Policy Reform for Smallholder Agriculture (IPRSA)» EuropeAid/140723/DH/SER/UA (додаток В). Провела роботу на 2-х бійнях з сортування туш великої рогатої худоби, за керівництва експерта з методології оцінки туш IPRSA. Його метою якого було покращення умов для сталого розвитку приватного сектору в сільських районах загалом, та сільськогосподарського сектору зокрема, тим самим покращуючи рівень життя дрібних фермерів, заохочуючи використання належних сільськогосподарських практик. Основними бенефіціарами проекту були Міністерство аграрної політики та продовольства, Міністерство економіки і Міністерство екології та природних ресурсів.

Проведені тестування методології розглянуті і схвалені на засіданні робочої групи з питань розвитку м’ясної галузі (додаток Г) і послужило основою наказу за №4296 від 12.12.2024 р. «Вимоги щодо класифікації туш великої рогатої худоби, свиней і овець» (додаток Д). Він є пунктом річного плану юридичної підтримки Міністерства аграрної політики та продовольства з

боку IPRSA на 2024 рік. Наказ є частиною переліку законодавчих актів Угоди про асоціацію з ЄС в галузі сільського господарства у сфері маркетингових стандартів для продуктів тваринного походження.

Особистий внесок здобувача. Здобувачем особисто вивчено та проаналізовано зарубіжну і вітчизняну літературу щодо якості яловичини залежно від класифікації туш відповідно до національних та світових стандартів. Сформульовано мету та завдання досліджень, виконано експериментальну частину роботи, статистичне обробляння результатів, їх аналіз і узагальнення, сформульовано висновки та пропозиції виробництву. З наукових праць за темою дисертації, опублікованих у співавторстві, здобувач використав лише результати, що є особистою науковою розробкою. Вони задекларовані у списку праць та анотації дисертації. Науково-методичний супровід досліджень провів науковий консультант, доктор сільськогосподарських наук, професор А. М. Угнівенко.

Апробація результатів дисертації. Результати дисертації отримали схвалення на: Міжнародній науково-практичній конференції «Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту. Сучасний розвиток технологій тваринництва. Інноваційні підходи у харчових технологіях» (м. Біла Церква, 2023 р.); Всеукраїнській щорічній науково-практичній конференції «Наукові читання 2023 Еколого-регіональні проблеми сучасного тваринництва та ветеринарної медицини» (м. Житомир, 2023 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції науковців, викладачів та аспірантів (м. Харків, 2024 р.); 78-й Міжнародній науково-практичній конференції вчених, аспірантів і студентів «Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми» (м. Київ, 2024 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених. «Еколого-регіональні проблеми сучасного тваринництва та ветеринарної медицини» (м. Житомир, 2024 р.); «Освіта і наука в умовах викликів і загроз. Внесок молодих вчених в сталий розвиток» (м. Київ, 2024 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Наукові і технологічні виклики

тваринництва у XXI столітті», присвяченої 95-річчю від дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка УААН Г. О. Богданова (м. Київ, 2025 р.); Міжнародному онлайн симпозіумі SEMIT 2025 «Продовольча та екологічна безпека у світових викликах 2025» (Dubai, 2025).

Публікації. Основні положення дисертації опубліковано в 23 наукових публікаціях, з яких 1 у монографії, 11 статей у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України, 11 статей у періодичних виданнях, включених до категорії «А» Переліку наукових фахових видань України, та у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection (1) та Scopus (10), 9 тезах наукових доповідей.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота викладена на 278 сторінках комп'ютерного тексту, містить 8 рисунків, 71 таблицю та складається зі слідуючих структурних елементів: «ВСТУП»; «ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ»; «МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ»; «РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ»; «УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ»; «ВИСНОВКИ»; «ПРОПОЗИЦІЙ ВИРОБНИЦТВУ»; «СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ» (401 джерело, у тому числі 363 латиницею); «ДОДАТКИ».

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

ОЗНАКИ ЯКОСТІ ЯЛОВИЧИХ ТУШ ВІДПОВІДНО ДО НАЦІОНАЛЬНОЇ ТА МІЖНАРОДНИХ СИСТЕМ ЇХ ОЦІНЮВАННЯ

1.1. Ознаки туш, що використовують під час їх оцінювання у різних країнах

Згідно з ДСТУ 4673 – 2006 «Велика рогата худоба для забою. Технічні умови» (2006) [4], в Україні не передбачено проводити оцінювання якості яловичини, а розрахунок вартості тварин проводять за живою масою та масою і вгодованістю туш (табл. 1.1). Вступ її до Європейського співтовариства вимагає відповідності національного стандарту оцінювання туш світовим. У державах Європейського співтовариства яловичі туші класифікують за шкалою SEUROP, затвердженою регламентами за №2017/1182 [85] та 2017/1184 (2017) [86]. В їх основу покладена шкала EUROP (2008) №1249/2008 [87]. За нею описують конформацію туш (E, U, R, O, P) і, розвиток підшкірного жиру та його товщину. У стандартах Японії (JMGA, 2000) [169], Кореї (MFAFF, 2007) [248], США (USDA, 2000, 2001) [370, 371] та Австралії (MSA, 2015) [242] передбачено оцінювання яловичини за мармуровістю, кольором м’язової та жирової тканин. За ними встановлюють загальний клас якості туш та здійснюють рекомендації щодо використання конкретного відрубу у кулінарії.

Зростання чисельності населення та покращення його фінансового становища збільшують попит не лише на кількість виробленої продукції тваринництва, а й на покращення її якості. У 2024 році за даними [241] материковий Китай зберіг свою позицію найбільшого в світі імпортера яловичини та великої рогатої худоби, за ним слідували США та Японія. За 2024 рік в Україні було вироблено 154,3 тис. т яловичини і телятини. Світове виробництво м'яса зросло від 317 млн. т у 2016 р. до 350,5 млн. т 2023 р. (Statista. Production of Meat Worldwide from 2016 to 2023) [344]. За прогнозами FAO воно ще збільшиться до 364 млн. т (FAO. Meat and Meat Products) [111].

Яловичина і телятина займають третє місце за обсягом виробництва, поступаючись м'ясу птиці та свинині (Statista. Export Volume of Beef and Veal Worldwide from 2019 to 2023 by Country) [343]. Необхідність задовольнити зростаючий попит на якісну яловичину, одночасно реагуючи на зміну клімату, є складним глобальним викликом, який потребує нових, універсальних і сталих заходів [339].

Таблиця 1.1

Ознаки, які використовують для оцінювання яловичини у країнах світу

Країна, система оцінювання	Класи якості туш	Підстава для градації
Україна [4]	Класи туш за живою масою: вищий; перший; другий; третій. Туші дорослої худоби, молодняку і телят за вгодованістю поділяють на першу і другу категорії.	Вгодованість тварин, стать, вік, маса туші.
Країни ЄС, SEUROP [85], [86], [87], [308]	Місце визначення: вся туша згідно з S,E,U,R,O,P – конформація; 1,2,3,4,5 – покриття туш підшкірним жиром	Категорія (стать та вік тварин), маса туші, конформація, ступінь покриття туш підшкірним жиром
South Korea [248]	Місце визначення: 13-те ребро 5: 1++, 1+, 1, 2, 3	Мармуровість, колір м’яса і жиру, текстура, зрілість (окостеніння), товщина підшкірної жирової тканини
Japan [169]	Місце визначення: 6-7- ме ребро 5: 5, 4, 3, 2, 1	Мармуровість, колір, яскравість і текстура м’яса, пружність, текстура, колір, блиск і якість жиру, товщина підшкірної жирової тканини
USA [371]	Місце визначення: 12-те - 13-те ребро 8: Prime, Choice, Select, Standard, Commercial, Utility, Cutter, Canner	Мармуровість, оцінка окостеніння, колір і текстура м’яса, товщина підшкірної жирової тканини
Australia [242]	Місце визначення: 12-те - 13-те ребро: хороший (3), кращий (4) або преміум-клас (5)	Маса туші, висота горба, техніка підвішування, електростимуляція, мармуровість відповідно до (United States Standards for Grades of Carcass Beef), товщина підшкірної жирової тканини, оцінка окостеніння, колір м’яса, pH, вік, метод приготування

У світових стандартах щодо оцінювання туш великої рогатої худоби для визначення їх вартості та класу якості під час реалізації використовують не

лише кількісні ознаки, але й якісні, техніка їх після забійного оброблення та рекомендації щодо подальшого використання м’яса для приготування страв. Важливе значення для підвищення якості продуктів харчування та безпеки життєдіяльності громадян України під час вступу її до Євросоюзу має встановлення відповідності кількісних і якісних ознак яловичини вітчизняних порід великої рогатої худоби регламентам ЄС на туші.

1.1.1. Конформація туш

Конформація туш – показник її класифікації, який відображає розвиненості мускулатури (м’ясистість) поліпшується за збільшення живої маси і віку тварин [284], має сильну залежність від породи великої рогатої худоби, статі та інших факторів [118]. Якість і клас туш за регламентами класифікації ЄС значно впливають на вміст окремих насичених і поліненасичених жирних кислот, але не мононенасичених [161]. На тваринах лімузинської породи у віці 25 – 27 місяців за класу конформації «U» не встановлено [135] значних відмінностей в хімічному складі яловичини. Ці автори дійшли висновку, що клас конформації туш не впливає на якість яловичини. Проводили [179] також аналіз взаємозв’язків між складом туш і їх конформацією в межах оцінених класів. За їх даними коефіцієнт кореляції між загальним відсотком придатної для продажу м’язової тканини із туші за обрізаних суглобів і конформацією становив 0,38. Передбачення складу яловичини точніше забезпечувала порода, ніж конформація туш. Тому вона має значення під час комерційної класифікації, там де неможливо ідентифікувати породу.

У ланцюгу виробництва яловичини туша знаходиться на перехресті між виробником (фермером), забійним підприємством і роздрібним продавцем. Кожен із них має різні цілі коли проводить оцінювання туші. Для фермера важливо, щоб вона була важкою за високого рівня розвитку м'язів

(конформація) і помірного жирового покриву. Забійне підприємство ж цікавить мінімізація витрат на зберігання туші, високий її вихід, що компенсує втрати, пов'язані з її обробленням. Роздрібний продавець отримує прибуток від якісних і кількісних властивостей м'яса, таких як його товарна маса з туші, частка відрубів за високої ринкової вартості, які задовольняють очікування споживачів, особливо з точки зору ніжності, смаку, соковитості і збереження [252]. У дослідженнях [345] показано, що клас конформації туш пов’язаний з її масою та виходом. За збільшення її класу від P до E відсоток виходу туші в середньому збільшується на 3% за кожен клас. Доведено (Berry, 2023) [57] вплив породи на конформацію туш у тварин молочного напрямку продуктивності. Оцінювання у них конформації туш на 2,2 – 2,4 одиниці нижче ніж середні значення у худоби м’ясного напрямку.

Оцінювання великої рогатої худоби під час реалізації на м’ясо відповідно до регламентів ЄС за конформацією туш, має великий потенціал для розвитку міжнародного оцінювання туш, отриманих від тварин молочного напрямку продуктивності [226]. У дослідженнях [161], проведених на 172 тушах молодих бугайців, встановлено слабкий зв'язок між якісними характеристиками найдовшого м'яза спини та класом конформації туш, оціненої відповідно до регламентів ЄС. Хоча Z. Nogalski et al. (2019) [265] у своїх дослідженнях встановили, що якість м'яса краще характеризує ступінь покриття туш жиром, яка залежить від інбридингу [364]. Якісні ж ознаки туш, зокрема їх конформація, є результатом взаємодії між генетичними факторами та особливостями росту і способами утримання тварин [321].

У дослідженнях S. Jung et al. (2013) [172] встановлено, що тварини, яких відгодовують на пасовищах, характеризуються більш пісним м'ясом за кориснішого для здоров'я людини профілю жирних кислот. Це може призвести до того, що така яловичина буде менш ніжнішою і соковитішою, ніж та яку отримали за інтенсивного вирощування тварин. Велика рогата худоба різних порід має неоднакові швидкість росту та відкладення жиру, що впливає на склад туш [192]. Належність тварин до породи пояснює мінливість кількості

відрубів і є суттєвим фактором, який вказує на те, що за використання худоби певного напрямку продуктивності можливо отримувати більше або менше продукції за стандартні величини. У багатьох європейських країнах поголів'я м'ясної худоби становить невелику частку від загального, а вироблена яловичина у значній мірі надходить від тварин молочних порід [275]. У худоби за різної комбінації порід проявляється неоднакове вираження конформації туш [108]. У дослідженнях [299] на 14-ти найбільш поширених породах Великобританії показало, що між конформацією туш і класом за покрив їх жиром та масою проявляється тенденція до зворотного зв’язку для худоби м'ясних порід, але позитивного для молочних.

На всі ознаки забою, окрім класу жирового покриву, суттєво впливає вік бугайців перед забоєм [255], [71]. Генетичні кореляції між живою масою та ознаками забою є значно вищими, ніж між вагою тварин та конформацією туш [244]. Але маса тварин незначно впливає на якість яловичини [94]. Оскільки конформація туш суттєво пояснює різницю у виході цінних відрубів яловичини [139], то це вказує на те, що регламенти ЄС є справедливими для комерційних відносин і проведення оплат між фермером і забійним підприємством.

Конформація є ознакою туші, яку формують генетичні фактори особливості росту тварини та способи її утримання і відгодівлі. Оцінювання якості яловичини, отриманої від молочної худоби за різних класів конформації туш важливе для стимулювання виробничників підвищувати потенціал поголів’я з кращою її величиною і гармонізувати стандарти України згідно із законодавством ЄС.

1.1.2. Розвиток жирового покриву на туші

Жирову тканину на тушах великої рогатої худоби оцінюють у світових практиках за величинами трьох показників (товщиною, покривом і кольором).

Вони є важливими факторами під час закупівлі якісної яловичини. Надлишок метаболічної енергії сприяє утворенню її запасів у вигляді жиру, який відкладається в ліпоцитах. Ліпоцити концентруються в жирових депо організму, серед яких під час технологічного перероблення тварин і використання продуктів забою виділяють підшкірний, внутрішній, між- і внутрішньом'язовий. Жирова тканина є різновидом сполучної, яка використовується для зберігання надлишку калорій, коли споживання енергії перевищує її витрати [301]. Характеристика та секреторна дія жиру відрізняються залежно від його відкладання в різних частинах тіла тварин. Між критеріями оцінювання яловичих туш за покривом жиру у різних країнах існують відмінності. Відповідно до класифікації туш великої рогатої худоби, яку проводять за регламентами Євросоюзу [85, 86, 87, 308] клас розвитку жирового покриву є однією із основних ознак, що визначає їх цінність. Зміна вгодованості туш на один бал може призвести до 6 – 10% різниці в ціні за кілограм забійної маси [245]. На сьогоднішній день візуальне оцінювання людиною жирового покриву туш є придатним методом [140]. За даними цих авторів напівавтоматична класифікація туші, для передбачення класу за використання вимірювання її довжини, порівняно з експертами, функціонує на не достатньому рівні для заключення експертів.

Ціну туш великої рогатої худоби прогнозують [136] за кількістю очікуваної жирової тканини під шкірою та у середині м'язів. Зменшення вмісту жиру у м'язах провокує недостатню однорідність ніжності продукту, що може негативно вплинути на прийнятність яловичини покупцем. Ціну на туші великої рогатої худоби молочного напрямку можливо покращити реалізацією їх за меншої загальної вгодованості [120]. Складно отримати туші для ринку за показниками маси та розвитку жирової тканини на них відгодовуючи тварин молочного напрямку продуктивності [142]. Від них надходить у торгову мережу значна частка яловичини за високої інтенсивності годівлі [321]. Відгодівля воликів і телиць порівняно з бугайцями може покращити якість яловичини, пов'язану з розвитком жирової тканини на туші [61]. За класу

вгодованості 3 у порід Blonde d’Aquitaine, Charolais, Limousin, Simmental маса туші на 30–56 кг вища, а у Hereford на 3 кг [288]. Встановлена [329], залежність між покривом туш жиром та мармуровістю яловичини. Але чим нижча вгодованість туші, тим більше м’яса мало дефект DFD [162].

Велике генетичне різноманіття тварин великої рогатої худоби призводить до виробництва м’яса різної якості [81]. Споживачів же цікавлять такі його властивості як харчова цінність, сенсорні характеристики, у тому числі смак [310]. За виробництва яловичини особливу увагу привертає розвиток покриву туш жировою тканиною, оскільки його не цінує споживач [158]. Розвиток жирового покриву на тушах тварин збільшує витрати корму на приріст, зменшує забійний вихід [170]. В Австралії, яка у 2021 році була четвертою у світі після Бразилії, Сполучених Штатів Америки та Індії за експортом яловичини валовою вартістю в 9,2 мільярда австралійських доларів у секторі перероблення м’яса розподіл жиру в тілі тварин суворо регулють стандартами [191]. Її виробників навіть штрафують, якщо туші не відповідають стандартам ринку за цією ознакою [240]. Покрив туш жировою тканиною є важливим фактором, що впливає на їх переваги у тваринництві [246]. Тому її розвиток у світових стандартах традиційно є однією із ознак оцінювання якості яловичих туш. Незалежно від того, де знаходиться жирова тканина (між м'язами, у їх середині, під шкірою) вона робить важливий внесок у якісні ознаки м’яса, відіграє центральну роль у його поживній цінності [129].

На смакові і кулінарні властивості яловичини, у яких зацікавлені споживачі, розвиток покриву жирової тканини на туші позитивно не впливає [304]. У молодих бугайців, самок і дорослих бугаїв він пояснює лише незначну частку дисперсії мармуровості яловичини, яка впливає на її вартість [216]. Жирова тканина має відносно нижчий вміст води ніж м'язова [154]. Цим самим покрив туш жиром створює біологічний бар’єр для збереження вмісту вологи у м’ясі, зменшує руйнування і деформацію м’язових волокон, не дозволяє проникати у нього патогенній мікрофлорі [153]. Рекомендують [323], щоб бажаний найнижчий рівень розвитку підшкірної жирової тканини на тушах

бугайців усіх генотипів за регламентами Європейського союзу становив у середньому 2,9 бали, у телиць – 3,5 бали.

Окрім того розвиток жиру під шкірою впливає на вираженість м’ясних форм. Оскільки розподіл жиру за жировими депо також є предметом обліку утворення відходів, розкриття особливостей формування ступеня м’ясних форм у великої рогатої худоби необхідне для ефективного та цілеспрямованого виробництва яловичини для оптимального виходу її цінних кількісних та якісних ознак та встановлення зв'язку між ступенем м'ясних форм у бугайців української м'ясної породи та розвитком жирової тканини на їх тушах та відрубах від них [365].

Проблема формування якості м’яса у великої рогатої худоби за різного розвитку жиру під шкірою розкрита недостатньо. Так яловичина, отримана від лімузинських бугайців у віці від 25 до 27 місяців за класів підшкірного жиру (відповідно до регламентів ЄС) «2» і «3» не відрізняється за ніжністю (Guzek et al., 2013) [135]. Оскільки розподіл жиру за жировими депо є і предметом обліку утворення відходів, то розкриття особливостей формування якісних ознак яловичини у великої рогатої худоби необхідне для ефективного виробництва її компонентів.

Кращий розвиток жирової тканини на тушах бугайців негативно корелює з їх швидкістю росту і генотипом. Вплив її на формування якісних ознак яловичини не підтверджено. Розвиток жирової тканини під шкірою у тварин корелює з вмістом жиру у середині м’язів, який впливає на окремі сенсорні і технологічні властивості яловичини. Відкладення різної кількості жиру під шкірою і вплив його на якість м’яса у тварин української чорно-рябої молочної та голштинської порід може відрізнятися від загальної тенденції її формування у великої рогатої худоби, тому важливим є їх дослідження, з метою врахування цих зв’язків під час оцінювання туш та яловичини і визначення технологічних прийомів вирощування і відгодівлі молодняку.

1.1.3. Колір жирової тканини

Забарвлення жирової тканини є однією з основних ознак, за якою оцінюють у балах якість яловичих стейків. Для промисловості колір жиру має практичне значення, оскільки впливає на готовність купувати яловичину споживачами.

Жирова тканина багата на необхідні білки та жири, які є важливими в харчуванні людини. Харчова її цінність значно залежить від анатомічного розташування. Внутрішньом'язовий жир, що міститься в перимізії та ендомізії, є особливо важливим для якості м'яса. Він не тільки підвищує його ніжність і соковитість, тим самим покращує його смакові якості, містить вищий рівень ненасичених жирних кислот, які можуть бути корисними для серцево-судинної системи споживачів [225]. Співвідношення жирних кислот у яловичині є предметом особливої уваги виробників та споживачів через їхню роль у формуванні її смаку та профілактиці захворювань людини. Так, олеїнова кислота формує смак яловичини, тоді як поліненасичені жирні, допомагають захистити споживача від аутоімунних захворювань і раку. Насичені жирні кислоти міристинова та пальмітинова сприяють ризику серцево-судинних захворювань через підвищення рівня холестерину та ліпопротеїдів низької щільності у сироватці крові [324].

Вірогідність визначення забарвлення жирової тканини залежить від суб’єктивності оцінювачів. Тому, величини надбавок і знижок до вартості туш залежать від їх розсуду і сильно змінюються на різних бійнях [281]. Яскравість кольору жирової тканини базують на його насиченості в різних місцях розрізу стейка [399]. На ринках Європи велику кількість жовтої жирової тканини на туші вважають неприпустимим [218]. У середземноморських країнах віддають перевагу тушам за білого жиру і світлої яловичини [250].

Колір підшкірної жирової тканини у великої рогатої худоби залежить від її годівлі, віку, породи та статі. Найважливішим із зовнішніх факторів є раціон.

У тварин, вирощених за екстенсивного утримання на пасовищах, колір жирової тканини є жовтішим, ніж за інтенсивної відгодівлі на концентрованих кормах [375]. Вплив його залежить від тривалості годівлі кожним кормом. Пожовтіння жирової тканини корелює ($r=0,540$, $P<0,05$) із вмістом каротиноїдів у зеленому кормі і не залежить від якості туш, часу їх визрівання та віку забою тварин [184]. Метаболізм β-каротину відрізняється між тваринами різних статевих груп великої рогатої худоби [359]. У бугайців нижчий рівень β-каротину та вітаміну А, ніж у воликів та телиць за однакових раціонів їх годівлі.

Тварини різних порід потребують неоднакової тривалості утримання на раціоні із зернових, щоб зменшилося жовте забарвлення жиру. Під шкірою воно знижується в основному через 70 діб після введення до раціону концентрованих кормів [164]. Окремі тварини мають жовтий колір жирової тканини ще навіть після тривалої відгодівлі на зерні. Характеристики жиру відрізняються у великої рогатої худоби у різних місцях його відкладення. Видима жирова тканина (товщина, покрив та колір) на тушах є важливим (36%) фактором для споживачів щодо вибору якісної яловичини [307]. У прогнозуванні якості яловичини він є менш важливим фактором, ніж забарвлення м’яса. У Китаї колір жирової тканини оцінюють відповідно до системи класифікації яловичини Міністерства сільського господарства (China standards for grades of beef quality, 2000) [77]. У Японії – асоціації класифікації м’яса [169].

Даних щодо зв’язку якісних ознак яловичини з кольором підшкірної жирової тканини в Україні ще недостатньо. Тому, актуальною проблемою є визначення впливу кольору жиру під шкірою на ознаки м’ясної продуктивності великої рогатої худоби молочних та комбінованих порід, оскільки основну частку яловичини виробляють саме від них. Попередні дослідження на м’ясній худобі показали, що колір підшкірної жирової тканини не є важливим фактором у прогнозуванні якості і морфологічного складу туш великої рогатої худоби. Сприйняття споживачами м’яса під час його закупівлі за забарвленням жиру не впливає на якість яловичини, включаючи склад її жирних кислот, але від нього

залежить вартість продукції. Однак взаємозв'язок між різним кольором підшкірного жиру та фізико-технологічними характеристиками, хімічним складом та сенсорними ознаками яловичини у тварин від української чорно-рябої молочної та голштинської порід може відрізнятися від даних, отриманих на м'ясній худобі.

1.1.4. Мармуровість *m. longissimus dorsi*

Мармуровість яловичини визначають за прошарками жирової тканини та 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 [273]. Наявність зв'язку між мармуровістю та якісними ознаками яловичини є актуальною для економіки скотарства. У іноземних дослідженнях вже визначають [207] вміст внутрішньом'язового жиру та розмір його вкраплень за допомогою комп'ютерного аналізу зображень та їх вплив на сенсорні характеристики яловичини. Доведено [262], що мармуровість є важливим фактором, який впливає на сенсорну якість яловичини, включаючи її ніжність, соковитість і смак. За більшої кількості грубих мармурових вкраплень яловичину вище оцінюють за сенсорними ознаками – ніжністю та залишком після розжовування, але вона має 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. T. Erena et al. (2024) [107] 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) [70] також вказують на те, що мармуровість яловичини вірогідно ($P \geq 0,95$) залежала від породи. Дослідження P. Thirawong et al. (2025) [357] показують, що отримані помісі від схрещування м'ясної худоби вагю з

голштинофризькою мали вищий вміст внутрішньом'язового жиру, забезпечували кращу якість м'яса серед тварин інших груп. Ці дані дають глибше розуміння того, як порода чи їх поєднання впливають на якісні характеристики яловичини і допоможуть виробляти її зі стабільними харчовими властивостями.

Результати I. Muižniece, D. Kairiša (2020) [256] вказують на те, що м'ясо від телиць є більш якісним із точки зору бажаного використання його у виробництві високоякісної продукції. Вивчаючи [61] вплив статі 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 більш бажаними є смакові властивості та краща ніжність яловичини.

E. E. Knutson et al. (2020) [186] встановили, що зниження рівня вітаміну А у раціонах для тварин ангуської породи у кінці відгодівлі підвищує вміст мармуровості у яловичині і впливає негативно на їх приріст. У дослідженнях [351] доведено, що вік великої рогатої худоби значно впливає ($P \geq 0,95$) на мармуровість яловичини, яка тісно корелювала з її смаком, соковитістю і ніжністю. M. Santinello et al. (2024) [329] встановили, що туші від самок, класифіковані класом 3 за жировим покривом відповідно до регламентів ЄС, мали кращу мармуровість яловичини ніж за класу 2. У дослідженнях [154] також встановлено, що за кращої мармуровості виробництво яловичини важливе для подальшого її перероблення оскільки волокна м'язів за більших у діаметрі жирових вкраплень зберігають технологічні властивості під час заморожування.

Згідно зі шкалами мармуровості якість яловичини визначають у Японії (JMGA, 2000) [169], США (USDA, 2000, 2001) [370, 371], Південній Кореї (MFAFF, 2007) [248], Австралії (MSA, 2015) [242]. Відповідно до регламентів

ЄС [85, 86, 87, 308] під час оцінювання туш великої рогатої худоби в Європі мармуровість м’яса не використовують. Кількість мармурових вкраплень у яловичині ототожнюють [72] із внутрішньом’язовим жиром, оскільки він надає вищу якість м’ясу, у тому числі його соковитість [107]. Вкраплення жирової тканини між пучками м’язових волокон є основним фактором, що визначає сенсорну якість яловичини [322], оскільки жоден чинник не має більш сприятливого впливу на її смак [272].

Бугайці мають кращі кількісні характеристики туш, ніж телиці, від яких отримують вищу якість м’яса [107]. Між тваринами молочних та м’ясних порід не встановили [385] статистичні відмінності у оцінюванні мармуровості отриманого м’яса. Це свідчить про те, що худоба молочного напрямку продуктивності є важливим резервом для доповнення кількості отриманої яловичини. Тварини порід (Wagyu у Японії, Hanwoo у Кореї) мають високі оцінки мармуровості за їх відгодівлі на концентрованих кормах протягом тривалого періоду. Від неї покращується відкладення жиру, але знижується якість туш та збільшуються витрати кормів на продукцію. Надмірна за енергетичною цінністю годівля на пізній стадії відгодівлі та подовження її періоду збільшує кількість жиру вісцерального і неїстівного під шкірою та загальних витрат кормів на вирощування [149]. Це негативно позначається на економіці виробництва яловичини. Корми на основі концентратів сприяють збільшенню забійної маси тварин та мармуровості яловичини [43].

Факторами якості яловичини, які сприймають споживачі, є сенсорні її характеристики (соковитість, ніжність і смак), поживні властивості (калорійність), зовнішній вигляд (колір, мармуровість, видима кількість жиру). М’ясо, яке має вищу мармуровість отримує дещо краще оцінювання за соковитість, ніжність та загальну прийнятність. Особливості кількісних і якісних ознак м’яса від тварин української чорно-рябої молочної породи за різної мармуровості *m. longissimus dorsi* не розкриті, хоча вона визначає його сенсорну якість [322], сприятливо впливає на смак [272] та сприйняття споживачами [52].

Велика рогата худоба молочних порід, має незначний діапазон мармуровості м’яса, а зв'язок між нею та вмістом внутрішнього і підшкірного жиру є не чітким [234]. Дані щодо відсутності зв’язку між мармуровістю та іншими ознаками яловичини підтверджені у експериментах F. Drachmann et al. (2024) [104]. Краще його розуміння допоможе вирішити проблему виробництва якісної яловичини від молодняку великої рогатої худоби молочних порід та практично довести необхідність включення мармуровості м’язової тканини у нормативні документи щодо класифікації туш великої рогатої худоби, та визначити як її параметри сприяють підвищенню стійкого виробництва від тварин молочних порід.

Мармуровість яловичини є такою ознакою, яка розвивається з постійною швидкістю протягом нормального росту великої рогатої худоби за високоенергетичної годівлі [64]. У дослідженнях [336] встановили, що із внутрішніх і зовнішніх ознак якості яловичини переважний відсоток (21 %) становила мармуровість за яку споживачі готові її сприймати і купувати. Яловичина, отримана від худоби, яку відгодовували на траві, має низький рівень внутрішньом'язового жиру і високий рівень поліненасичених жирних кислот [346]. Клас мармуровості необхідно визначати і для запобігання жорсткості вареної яловичини оскільки у бугайців жир суттєво впливає і на текстуру м'яса [275].

Наведені дані свідчать щодо корисності оцінювання зв’язку між мармуровістю та іншими ознаками яловичини, який допоможе краще передбачити попит споживачів на високоякісну яловичину та підвищити конкурентноспроможність виробництва м’яса від великої рогатої худоби молочних порід.

1.1.5. Колір м’язової тканини

Колір яловичини впливає на вибір споживача, оскільки його використовують як індикатор її свіжості і корисності [388]. Покупці віддають перевагу м’ясу за яскраво-червоного рівномірно розподіленого кольору і за менших втрат вологи. Будь-яке відхилення від нього може бути причиною відмови споживачів від придбання яловичини. Колір м'яса не завжди є точним індикатором його властивостей оскільки не встановлено залежності між ними та силою зсуву [276]. Колір м’язової тканини залежить від хроматичних і ахроматичних (без кольору) атрибутів. Їх внески в забарвлення можуть бути отримані за вимірювань здатності поверхні м’яса його відбивати і описують [124] коефіцієнтами поглинання і розсіювання відповідно до кожного показника або їх співвідношенням як комбінованою ознакою для загального кольору, що сприймають.

На зовнішній вигляд кінцевого продукту впливає годівля худоби, її генотип і стать та інші фактори. Яловичина від худоби, в раціоні якої переважали концентровані корми, має менше дефектів темного забарвлення [138] і більші ($P \geq 0,99$) значення яскравого кольору [91], ніж у тварин, яких випасають. Це демонструє вплив раціону на візуальні властивості м’яса. У дослідженнях A.M. Romo-Valdez et al. (2024) [317] показало, що збільшення відведеної площі утримання на одну тварину від 14 $м^2$ до 16 $м^2$ на тварину покращує масу їх туш, не впливає на якісні характеристики м’яса (мармуровість, величина pH і колір). Суттєвого впливу на хімічний склад м’язової тканини великої рогатої худоби її колір не мав [250].

У дослідженнях J. Nusri-Un et al. (2024) [268] встановлено, що голштинофризькі помісі мають кращу якість яловичини, ніж кросбреди від шароле, за її схожого кольору, що підкреслює взаємозв'язок між породними особливостями тварин та якісними властивостями м'яса. Характеризуючи [61] вплив статі на колір яловичини довели що більш світлим він є у телиць, ніж у бугайців та воликів. Це свідчить про існування залежності між статтю тварини і забарвленням м’яса, що може бути важливим критерієм для вибору споживача. M.M. Krauskopf et al. (2024) [193] встановили, що проблеми, пов’язані з якістю

продукції через ненормальний колір м’яса, спричинені зміною pH та поширенням на ринку темної яловичини (кількість якої коливається від 1,3 до 13,9 %), призводять до значних фінансових втрат. Вони підкреслюють важливість моніторингу pH м’яса та кольору на різних етапах виробництва.

M. Hanson (2023) [137] твердить, що споживачі асоціюють яскравий «вишнево-червоний» вигляд яловичини із доброю якістю продукту і вважають його критерієм свіжості. Дефекти зовнішнього вигляду, пов'язані з низькою якістю м’яса і відхиленням від яскраво-червоного кольору у бік знебарвлення чи потемніння. Яловичину PSE, яка має надмірні втрати вологи, спостерігають у тушах за швидкого падіння pH, і швидкого метаболізму у м’язах. Яловичина за високого (≥6,09) кінцевого pH має темний колір. Темне тверде сухе м’ясо є одним з основних дефектів його якості, пов’язаних з кольором, ніжністю, соковитістю, смаком та терміном зберігання. Воно зумовлене виснаженням глікогену у м’язах і обмежує утворення молочної кислоти. У результаті цього pH м'язів знижується недостатньо. М’ясо з ознаками DFD і PSE є неприйнятним для споживачів і призводить до зниження ціни на нього або утилізації. За даними авторів [303] у життєвому циклі виробництва яловичини в США, через зміну кольору промисловість щорічно утилізує 194,7 млн кг м’яса, і втрачає поряд із цим природних ресурсів на загальну суму 3,9 мільярда доларів. Посилаючись на статистичні дані [227] ці ж автори констатують, що через знебарвлення яловичини у світі за 2015–2020 роки втрати у середньому за рік склали 14,2 мільярда доларів.

Не дивлячись на суттєві економічні витрати, які наносять для м’ясної промисловості прийняті споживачами рішення щодо закупівлі яловичини за кольором, він не гарантує її поживну якість. Тому необхідними є знання впливу кольору м’яса української чорно-рябої молочної та голштинської порід, для об’єктивного вибору за урахування зв’язків між забарвленням м’язів та якісними ознаками туш.

1.1.6. Товщина жирової тканини на тушах

У стандарті Японії (JMGA, 2000) [169] враховують оцінку якості м'яса та його виходу. Якість яловичини базують на п'ятирівневій класифікації її мармуровості, кольору м’язової та жирової тканин, пружності та текстурі. Клас виходу поділяють на три рівні, які розраховують відповідно до площі «м’язового вічка», товщини ребер, маси туші та товщини підшкірного жиру [349]. Для оптимізації вирощування худоби на забій відповідно до вимог ринку, товщина підшкірного жиру має потенціал значного підвищення прибутковості скотарства. В Австралії яловичі туші оцінюють головним чином за масою (кг) і товщиною підшкірного жиру (см) коли здійснюють оплату постачальникам [232]. У 2022–2023 роках 3,39 мільйона голів великої рогатої худоби класифікували за системою MSA, з яких приблизно 1 % не відповідали вимогам щодо товщини підшкірного жиру на туші [243]. У країнах Європейського Союзу, оцінюючи туші великої рогатої худоби згідно з регламентами класифікації туш у країнах ЄС [85, 86, 87, 308], не враховують товщину зовнішнього жирового покриву.

За твердженням [276] у тушах великої рогатої худоби за товщини жирової тканини на них понад 6 мм проявляється тенденція щодо накопичування більшого вмісту внутрішньом'язового жиру і ніжнішої яловичини, а за товщини менше 3 мм – жорсткішої. Також ці автори довели, що товщина підшкірного жиру від 3 до 6 мм є достатньою, щоб у середині м'язів була така кількість жирової тканини, яка зумовлює ніжність, прийнятну для споживачів. На м’ясній худобі спостерігали [289] позитивну кореляцію між товщиною підшкірного жиру і масою туші (r=0,484), та площею «м’язового вічка» (r=0,442). Ці дві ознаки пояснюють на 41,81 % варіації характеристик туші та м'яса тварин. Не було виявлено [114]вірогідної кореляції між товщиною підшкірної жирової тканини та мармуровістю яловичини у нельської худоби.

На товщину підшкірного жиру впливає тип годівлі тварин, їх стать, вік та генотип. Бугайці, відгодовані на концентрованих кормах, мали більшу (P≥0,999) товщину підшкірного жиру [260]. Яловичина від худоби, яку випасали, порівняно з зерновою відгодівлею тварин, мала меншу товщину жирової тканини на туші [236]. На якісні ознаки яловичини впливають додавання у раціони білкових добавок під час вирощування тварин на пасовищі, які покращують їх продуктивність під час росту та збільшують товщину підшкірної жирової тканини у завершальній фазі, що в свою чергу впливає на загальну ефективність відгодівлі [132]. Порівнюючи [223] продуктивність і якість м’яса місцевої великої рогатої худоби острова Сардинія зі спеціалізованою м’ясною або отриманою за схрещування встановили, що самки мали вищу товщину жиру під шкірою, порівняно з самцями.

Жирову тканину під шкірою у великої рогатої худоби включено до стандартів оцінювання туш у США [371] та Австралії [242], за якими класифікують, сортують та визначають їх якість і описують цінність для м'ясної промисловості [66]. Жир-полив розглядають [146] як позитивний, так і негативний критерії якості яловичини. Підшкірний жир захищає яловичину від втрат туш під час випаровування [93], яке призводе до збільшення жорсткості м’яса [228]. Жирова тканина є також менш бажаною частиною туші оскільки вона зменшує забійний вихід (туші) [170].

Товщина підшкірної жирової тканини, як фактор відмінностей у смаку яловичини є важливішою ознакою якості туш, ніж їх конформація [313]. У Австралії відповідно до системи оцінювання туш великої рогатої худоби [242] мінімальною є товщина підшкірного жиру 3 мм. Передбачено для кожного ринку таке її значення, яке відповідало б вимогам споживачів. Збільшення товщини жиру під шкірою на 1 мм знижує вартість кілограма туші на 0,018 австралійського долара [295]. Це свідчить, що вгодованість туші є ключовим фактором її вартості. За більшої товщини підшкірного жиру зменшується маса туші, індекс м’ясності (p≥0,999), сорт (p≥0,999), та мармуровість (p≥0,95) яловичини [384]. Жировий покрив туші не позначається на pH, кольорі та

уварюванні м’яса [340]. Якість же яловичини залежить від вмісту жиру у середині м’язів, який варіює залежно від породи [393]. Для бугайців за високих продуктивності та якості м’яса товщина підшкірного жиру повинна становити 8,0 мм [401].

Особливості кількісних і якісних ознак м’яса тварин української чорно-рябої молочної породи за різної товщини жиру-поливу не розкриті. Тому, актуальними є дослідження щодо визначення параметрів товщини жирового покриву у бугайців української чорно-рябої та голштинської молочних порід, за яких яловичина мала б оптимальні забійні, технологічні, хімічні та дегустаційні властивості та обґрунтування необхідності включення її у нормативні документи України для класифікації туш великої рогатої худоби.

1.1.7. Площа «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi*

Площа «м’язового вічка» це поперечний переріз найдовшого м’яза між 12 і 13 ребром, який визначають під час поділу туші на четвертини. Оскільки ознаки якості яловичини безпосередньо виміряти на живих тваринах неможливо на відміну від тих, які пов'язані з ростом, продуктивністю та стійкістю до хвороб, саме дослідження кореляції між площею «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi* та ними дозволить спрогнозувати її якість. У великої рогатої худоби площа «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi* варіює відповідно до породи та породності [75], [291] тварин.

У бугайців корейської породи Hanvoo у віці 30 місяців вона становить у середньому 87,4 см^2 [59]. Вона тісно (r=0,80) корелює з вмістом м’язової тканини в туші, зокрема вищого сорту (r=0,69) [293]. Позитивну кореляцію між площею «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi* і передзабійною живою масою та масою туш встановлено M. S. A. Bhuiyan et al. (2017) [59] у бугайців м’ясної породи Hanvoo, що свідчить про наявність зв’язку між нею та розвитком м’язової тканини у туші. У дослідженнях [258] встановлено, що генетичні

кореляції з масою туші та площею «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi* були від помірних до дуже сильних, в той час між ознаками первинних відрубів з мармуровістю та товщиною підшкірного жиру спостерігали низькі, помірні і негативні кореляції. Актуальність даних досліджень також підтверджено G. Bittante (2023) [60]. Таким чином, за однакових маси туш і вмісту у них жирової тканини збільшення площі перерізу найдовшого м’яза вказує на підвищення виходу цінних відрубів та більшу масу із них стейків, за які під час реалізації оплачують найвище. Це ті ознаки, у яких зацікавлені виробничники та переробники.

За твердженням I. Randhawa et al. (2021) [304] споживачі роблять вибір яловичини за її харчовою цінністю і сенсорними характеристиками. У дослідженнях N. Kelava Ugarković et al. (2024) [178] підтверджують, що глибина «м’язового вічка» найбільш корелює із технологічними властивостями яловичини. Даних щодо корелятивного зв’язку між площею «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi* з якісними ознаками яловичини у тварин м’ясних порід не достатньо для інтерпретації на молочну велику рогату худобу. Згідно з результатами J. Soulat et al. (2022) [341] управлінням, що дозволяло досягти найкращого співвідношення між якістю туші та м'яса було вирощування тварин за тривалого періоду відгодівлі, раціон яких в основному базували на сіні та високій кількості концентрованих кормів. Таке утримання дозволяло виробляти туші за високої конформації, гладкого м’ясного зерна, більш однорідного кольору, темнішого і смачнішого м'яса, за низького вмісту вологи.

Значне різноманіття порід пов’язано із різницею якості та кількісних ознак яловичини [81], тому існує необхідність оцінювання характеристик м’яса кожної окремої генетичної групи тварин. В Україні особливості кількісних і якісних ознак м’яса від великої рогатої худоби за різної площі «м’язового вічка» розкриті недостатньо. Необхідними є знання, які дозволять формувати маркетингові стратегії прогнозування якості продуктів харчування, кількості яловичини вищого та першого сортів, її технологічні властивості і призначення

для використання за урахування кореляційних зв’язків із площею «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi*.

1.1.8. Хімічний склад м’язової тканини

Якість яловичини – це комплексне поняття. Її характеризують багато ознак. Основними з них є технологічні властивості та хімічний склад.

Для задоволення потреб споживачів високоякісною яловичиною, за хороших смакових, кулінарних та технологічних властивостей і високої харчової цінності, необхідно поглиблено вивчити її залежність від генотипу тварин та особливостей їхнього росту і віку забою. У дослідженнях [166] встановлено, що як хімічний склад, так і кулінарні властивості м'язів мають важливий вплив на смакові якості яловичини та її сприйняття споживачами. Представлені результати [167] чітко демонструють взаємозв’язок між хімічним складом та кулінарними властивостями, та вказують на те, що яловичі м'язи значно відрізняються за своїми кулінарними, хімічними та сполучнотканинними властивостями, які впливають як на їх смакові якості, так і на сприйняття споживачами. Досліджуючи [96] хімічний склад сертифікованих зразків яловичини породи Ангус за допомогою приладу FoodScan™, не виявлено значної кореляції між її часткою та хімічним складом. Проте певні зразки мали нижчий (1,70 %) вміст колагену та внутрішньом'язового жиру (5,14 %). Спостерігали варіацію хімічного складу, хоча не було ніякої різниці в частці Ангуса у дослідних зразках.

Яловичина є видом м'яса, який має оптимальне співвідношення жиру та білка [16]. Харчову її цінність значно визначає наявність внутрішньом’язового жиру. Тільки після його накопичення можна отримати м’язову тканину за достатньої кількості жиру в ній. Оптимальний розподіл жиру в м’язовій тканині надає їй цінних технологічних властивостей (мармуровість, ніжність, соковитість) та покращує сенсорні властивості (смак, аромат). Крім

накопичення і розподілу жиру, ще одним фактором, що визначає ніжність м’яса, є кількість сполучної тканини та діаметр м’язових волокон.

Значний вплив на хімічний склад яловичини має співвідношення корму до концентратів. За даними [233] воно вірогідно збільшувало вміст біологічно активних сполук, креатину (P≥0,999), карнозину (P≥0,99) та ансерину (P≥0,95). Це дослідження свідчить про те, що раціон, який на 65 % складається з концентрованих кормів, може бути ефективною стратегією збагачення м’яса корисними біологічно активними сполуками.

На показники якості яловичини суттєво впливає вік забою тварин [46]. Яловичина старих тварин має нижчий вміст вологи та значно вищий сухої речовини [249]. Від бугайців вона має вищий вміст білка і менше жиру, ніж від воликів [314]. Яловичина від телиць м’ясних порід відрізняється за своїми характеристиками та комплексом насичених жирних кислот від дорослих корів і бугаїв. Телиці та корови м’ясних порід мають більше відкладень жиру, ніж кастрати та бугайці [376]. Вміст жиру у середині м’язів змінюється залежно від площі м'яза *longissimus lumborum* [269]. Його зростання супроводжує одночасне збільшення мармуровості яловичини. М’ясо абердин-ангуської породи має найвищий вміст сухої речовини та внутрішньом'язового жиру, тому якісні характеристики харчових продуктів від них є найкращими [69].

Смак яловичини визначає вміст жиру, а не вологи чи білка [69]. М’ясо з *m. Longissimus thoracis* волів має вищий вміст внутрішньом’язового жиру, менш жорстке, але м'якше і приємніше на смак, ніж бугаїв, у внутрішньом’язовому жиру яких міститься вища концентрація поліненасичених жирних кислот [264]. Тварини старше 20 місяців мають вищу якість м’яса, ніж забиті у віці до 20 місяців. Вік забою бугайців достовірно (P≥0,95) впливає на вміст внутрішньом’язового жиру та органолептичні характеристики м’яса [231]. Вміст білка та мінеральних речовин у м’ясі відносно стабільні.

У період від 20-місячного віку бугайців української чорно-рябої молочної породи до забою у 22 місяці, калорійність яловичини залишається незмінною, але коефіцієнти кореляції між мармуровістю та калорійністю зростали з віком

забою: r=0,1 у 20 місяців, r=0,4 у 22 місяці. М’язові волокна стають щільнішими внаслідок їхнього росту, а колагенові волокна втрачають здатність до руйнування під час нагрівання. Саме тому м’ясо дорослих тварин після термічного оброблення жорсткіше, ніж молодих. Швидкість і ступінь зміни pH мають важливе значення для якості м’яса, що реалізують. Зі збільшенням віку забою активна кислотність має тенденцію до зниження. Дисперсні харчові системи у вигляді сировини мають різну структуру, хімічний склад та фізичні властивості, які в сукупності визначають якість готового продукту. Цілком об’єктивно якість продукту можна охарактеризувати його фізичним станом, який залежить від хімічного складу та визначається внутрішньою структурою. Зі збільшенням забійного віку тварин він має тенденцію до зниження на 32,0 %. Зменшення вмісту зв’язаної води також підтверджує добру збереженість яловичини, отриманої від бугайців віком 22 місяці. Про це свідчить pH водно-м’ясного екстракту (менше 5 у бичків досліджуваних груп різного віку), в якому глікоген протягом 48 годин після їх забою через проміжні реакції перетворився в молочну кислоту. В результаті pH змінюється від слабко лужного до слабо кислого. Зсув реакції в бік слабо кислої має і практичне значення: вона пригнічує розвиток патогенної мікрофлори, що дає можливість зберігати м’ясо більш тривалий час.

Не менш важливою характеристикою яловичини є її соковитість, яка також впливає на її смак. Визначають її два фактори: вологозв’язуюча здатність, або вологість, і наявність внутрішньом’язового жиру. Висока вологоутримуюча здатність робить м’ясо бугайців сухішим на розрізі, воно менше втрачає води під час термічної обробки, а тому продукт з нього буде соковитішим [35]. Високу вологозв’язуючу здатність м’яса визначають вмістом білків у м’язових волокнах, які завдяки своїй хімічній структурі та наявності вільних активних груп здатні утримувати велику кількість води. Зв’язана вода в м’ясі характеризує його соковитість і ніжність. Вибір оптимальних умов теплової обробки яловичини визначає її високі кулінарні та технологічні

характеристики. Зниження значення pH призводить до зменшення вологоутримуючої здатності м’яса.

Зі збільшенням фактичної живої маси тварин перед забоєм калорійність яловичини змінюється нерівномірно. Вологозв’язуюча здатність, pH та межа міцності на зсув яловичини зі збільшенням фактичної живої маси бугайців перед забоєм мають тенденцію до зниження. Вихід м’яса безпосередньо залежить від маси туші. Чим вона важча і чим кращий її морфологічний і хімічний склад, тим більше яловичини з неї отримують, і тим вища якість м’яса. Вихід м'якоті на 1 кг кісток туші та на 1 день життя бугайців зменшується з віком. Найкращий індекс м’ясності зафіксовано у всіх досліджуваних бугайців у віці 18 місяців, коли швидкість росту досягає свого максимуму. Калорійність, вологоутримуюча здатність, та pH яловичини зменшуються з підвищенням швидкості росту бугайців від народження до забою, оскільки відбувається збільшення вмісту вологи та незначно підвищується вміст білка в яловичині. Залежно від середньодобового приросту, вміст білка становить від 19,29 (до 500 г) до 20,48 % (від 551 до 600 г), і вміст мінеральних речовин коливається від 1,99 до 2,22 % [21]. Пенетрація має тенденцію до збільшення на 7 %. Зі збільшенням приростів від народження до забою вміст жирової тканини на туші має тенденцію до збільшення у тварин української чорно-рябої молочної породи. Зміни швидкості росту бугайців УЧРМ породи суттєво не впливають на мінливість індексів, що характеризують співвідношення різних тканин у туші (співвідношення м’яса до кісток, індекс м’язової тканини, індекс вгодованості). Коли приріст бугайців УЧРМП від народження до забою перевищує 700 г, це спонукає фермерів зменшити забійний вік тварин відповідно, що не має суттєвого впливу на погіршення морфологічного складу туш.

Актуальним є оцінювання кількісних та якісних характеристик яловичини від молодняку вітчизняних молочних і м’ясних порід за хімічним складом залежно від віку їх вирощування та забою, та використання цих даних у промисловому виробництві яловичини. Це допоможе цілеспрямовано керувати

ростом і розвитком м’язової тканини та контролювати кількісні та якісні процеси онтогенезу. Останнім часом попит на нежирну та біологічно повноцінну яловичину зростає як в нашій країні, так і за кордоном. Для отримання необхідної кількості такого м’яса велике значення слід приділяти українській чорно-рябій молочній породі, оскільки її частка в загальному поголів'ї великої рогатої худоби в Україні є найбільшою [16]. Біологічні параметри бугайців цієї породи дозволять ефективно використовувати її м’ясний потенціал за інтенсивної відгодівлі до живої маси від 500 до 550 кг [28]. Розширення меж відгодівлі цієї худоби до живої маси 570-600 кг у 23-місячному віці є важливим резервом для нарощування м’ясного потенціалу країни, що дозволяє значно збільшити виробництво яловичини без втрат якості при тому ж поголів’ї тварин.

Велика рогата худоба української м’ясної породи також має відіграти важливу роль у вирішенні проблеми дефіциту яловичини [16]. У роботі О.І. Вознюка (2019) [2] наведено дані щодо продуктивності та хімічного складу яловичини від різних порід і генотипів порівняно з голштинофризькими помісями. Проте недостатньо даних щодо порівняльного аналізу хімічного складу яловичини українських чорно-рябої молочної та м'ясної порід.

1.1.9. Обґрунтування вибору і постановки власних досліджень

Огляд джерел літератури щодо виробництва яловичини у світі та вподобань споживачів викликав ряд проблемних питань, які потребують вирішення. В Україні основну частку яловичини виробляють від вітчизняних молочних і частково м’ясних порід. Тому, у дослідженнях необхідно було оцінити у бугайців цих порід зв’язок між якісними ознаками туш (конформацією, розвитком жирового покриву, мармуровістю, площею «м’язового вічка», кольором м’язової і жирової тканин) і кількісними (забійною масою) та технологічними, хімічними і дегустаційними властивостями

яловичини. Слід було також встановити їх параметри, за яких забезпечувалися б оптимальні виходи яловичини і концентрації жиру за високих їх технологічних і смакових характеристик для споживачів.

У власних дисертаційних дослідженнях необхідно було порівняти ознаки забою, морфологічний склад та якість туш у тварин українських м'ясної і чорно-рябої молочної та голштинської порід, оцінити якість яловичини бугайців цих генотипів за різних класів конформації туш, покриття їх підшкірною жировою тканиною різної товщини, площею «м'язового вічка», мармуровістю *m. longissimus dorsi*, кольором м'язової та жирової тканин для стимулювання виробничників, підвищувати потенціал поголів'я і гармонізування стандартів України із законодавством ЄС відповідно до вимог регламентів щодо класифікації туш великої рогатої худоби та угоди про асоціацію в галузі сільського господарства у сфері маркетингових стандартів на продукти тваринного походження для виходу на ринок яловичини в Європі та світовий ринок.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Матеріали досліджень

Дисертаційну роботу виконано в Національному університеті біоресурсів і природокористування України. Дослідження провели на тушах бугайців української чорно-рябої молочної (УЧРМП) породи, голштинської (Г) та української м'ясної (УМ) згідно з методологічними підходами та дотриманням вимог. Всі маніпуляції із худобою здійснили відповідно до положення «Порядку проведення науковими установами дослідів, експериментів на тваринах» (Закон України за № 249, 2012 р.) [10] та конвенції Єврокомісії щодо захисту хребетних тварин, яких використовують для експериментальних та інших наукових цілей (1986) [110].

Бугайців української чорно-рябої молочної і голштинської порід від народження до досягнення 4-місячного віку утримували у групах по 25 голів. За молочний період їм випоїли 547,2 кг незбираного молока та 182,4 кг знежиреного. Вони мали вільний доступ до сіна. Також було передбачено згодовування концентрованих кормів у ранньому віці. Дорощування і відгодівлю бугайців здійснювали на відгодівельних майданчиках за вільного доступу до годівниць і води. У господарстві потребу тварин у кормах забезпечували за рахунок власної кормової бази. На майданчиках тварин розміщували за урахування віку і живої маси у кількості до 50 голів. Бугайці мали вільний доступ до грубих, соковитих, зелених, концентрованих кормів та мінеральної підгодівлі, які згодовували із самогодівниць відповідно до розроблених у господарстві раціонів годівлі. За період від народження до 18-24 – місячного віку структура раціонів (додаток Д) була наступною: зелені корми 38,4%; силос – 13,1; сіно – 11,8; солома – 5,1; сінаж – 6,4; концентрати – 25,2%. Раціони годівлі усіх піддослідних тварин були збалансовані за концентрацією обмінної енергії, сирого протеїну, нейтрально детергентної клітковини, макро-, мікроелементами, щоб забезпечити планову швидкість росту тварин.

Бугайців української м’ясної породи від народження до відлучення утримували під матерями на підсисі. Із 14-денного віку їм додатково згодовували концентровані корми. У 8 місяців тварин поставили на випробування за власною продуктивністю, яке тривало до досягнення ними 22-місячного віку.

Забій тварин української чорно-рябої молочної і голштинської порід здійснили у забійному цеху фермерського господарства «Журавушка» с. Калинівка, Київської обл., відповідно до Council Regulation (EC) No. 1099/2009 [92]. Української м’ясної породи – у Золотоніському птахокомбінаті і Черкаському м’ясокомбінаті. Тварин оглушували за допомогою електричного струму перед знекровленням.

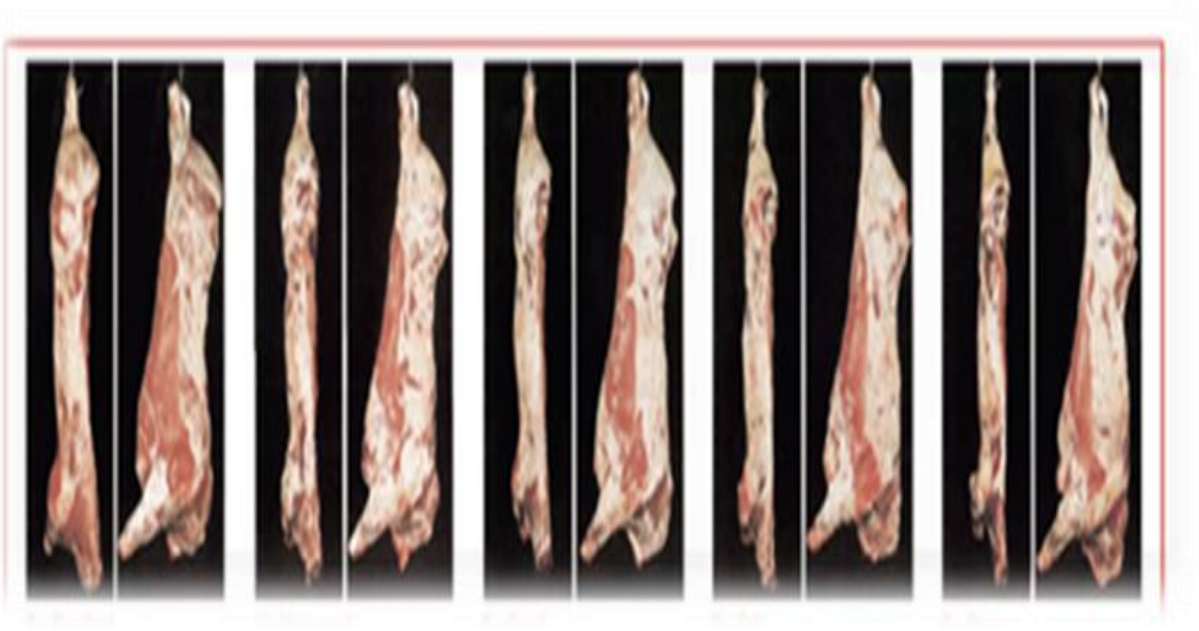
2.2. Методика проведення досліджень

Дослідження здійснювали на основі поставленої мети та завдань за загальною схемою (рис. 2.1). Згідно з нею: на першому етапі класифікували туші бугайців української чорно-рябої молочної та голштинської порід відповідно до шкал EUROP регламентів ЄС за конформацією та розвитком жирового покриву на них та стандартом JMGA (2000) у якому передбачено оцінювання туш за товщиною жиру на них, площею «м’язового вічка», кольором м’язової та жирової тканин.



Рис. 2.1 Загальна схема досліджень

Конформацію туш визначали за шкалою (рис. 2.2) з 5 класів: від Е (дуже високий розвиток м’язів) до Р (дуже низький розвиток м’язів). Е (ідеальний) – усі профілі досить випуклі, ідеально розвинені м’язи (5 балів); U (відмінний) – усі профілі випуклі, дуже добре розвинені м’язи (4 бали); R (добрий) – профілі звичайні, добре розвинені м’язи (3 бали); О (задовільний) – профілі слабо виражені, середньо розвинені м’язи (2 бали); Р (незадовільний) – усі профілі слабо виражені, м’язи слабо розвинені (1 бал).



(E) (U) (R) (O) (P)

Рис. 2.2 Оцінювання конформації туш [85, 86, 87, 308]

Визначаючи конформацію туші бугайців чорно-рябої молочної породи поділили на дві групи. До першої віднесли туші (n=20) з оцінкою від 1 до 3 балів, до другої (n=14) – від 4 до 5 балів. Туші дослідних тварин голштинської породи до першої групи (n=5) віднесли з класом конформації від 1 до 2 балів, до другої (n=21) з її оцінкою від 3 до 4 балів.

Покрив туш жиром оцінювали за шкалою з п’яти класів (рис. 2.3) від 1 (худа) до 5 (дуже жирна). Низький (1 бал) – жировий покрив майже відсутній; незначний (2 бали) – невеликий жировий покрив, м’язи просвічуються майже по всій туші; середній (3 бали) – майже вся туша покрита жиром, накопичення жиру в грудній частині; високий (4 бали) – туша покрита жиром, накопичення жиру в грудній, плечовій частинах; дуже високий (5 балів) – вся туша покрита

жиром без просвітів, велике накопичення жиру в грудній частині. За розвитком жирового покриву туші бугайців чорно-рябої молочної породи поділили на дві групи. До першої віднесли туші (n=18) із класами 1 та 2 бали, до другої (n=16) – 3 і 4 бали. Від тварин голштинської породи до першої групи віднесли туші (n=12) за покриву їх жировою тканиною у 1 та 2 бали, до другої (n=14) –3 та 4 бали.

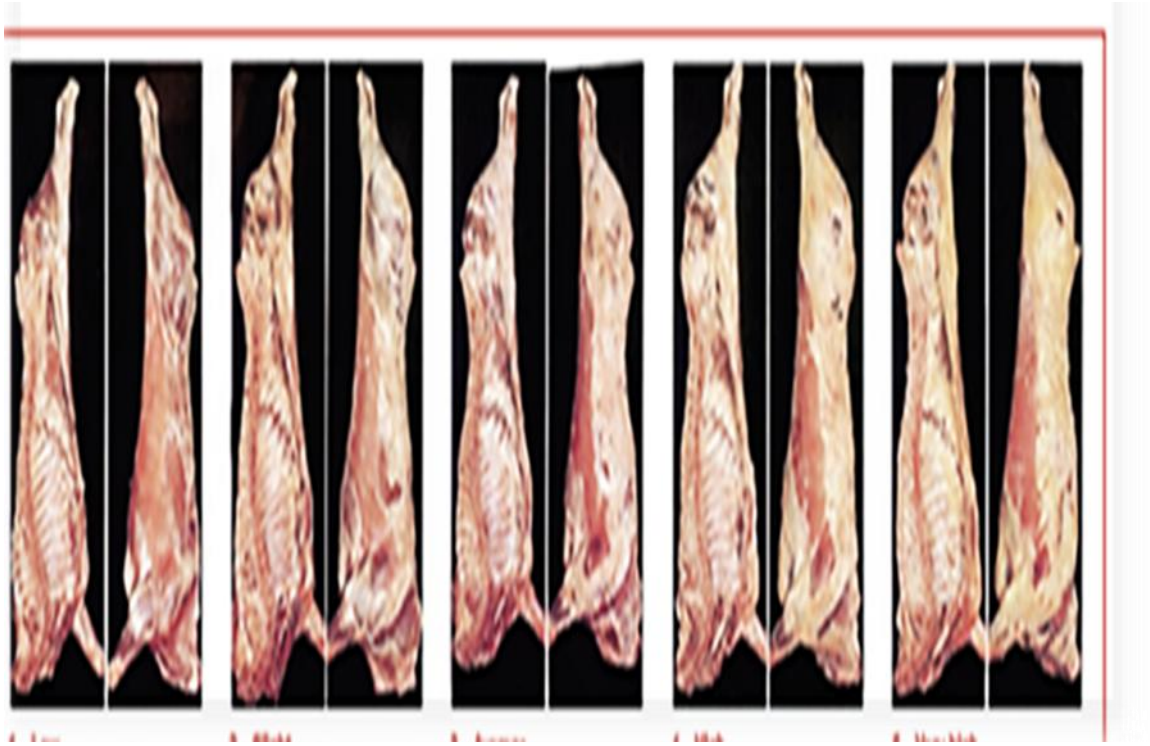


Рис. 2.3 Оцінювання туш за жировим покривом [85, 86, 87, 308]

Потім туші розпилювали навпіл, та розділяли напівтуші на рівні 12-го ребра на четвертини. Колір м’язової тканини визначали використовуючи шкали (рис. 2.4; табл. 2.1) від 1 до 7 згідно з методикою (JMGA, 2000). За кольором м’язової тканини туші бугайців чорно-рябої молочної та голштинської порід поділили на дві групи. До першої віднесли туші української чорно-рябої молочної породи (n=24) за оцінки кольору м’язової тканини від 1 до 5 балів. До другої (n=10) – від 6 до 7 балів. Від тварин голштинської породи до першої групи віднесли туші (n=20) за оцінки кольору м’язової тканини у 4 та 5 балів, до другої (n=6) –6 і 7 балів.



Рис. 2.4 Оцінювання кольору м'язової тканини (JMGA, 2000)

Таблиця 2.1

Класифікація кольору яловичини

Клас якості згідно з JMGA (2000)	Відповідність кольоровій шкалі згідно з рисунком 2.4
5 – Відмінний	№ 3 (світло-вишневий), 4 (вишнево-червоний), 5 (темно-вишневий)
4 – Добрий	№ 2 (червонувато-рожевий), 3 (світло-вишневий), 4 (вишнево-червоний), 5 (темно-вишневий), 6 (темно-червоний)
3 – Середній	№ 1 (рожево-червоний), 2 (червонувато-рожевий), 3 (світло-вишневий), 4 (вишнево-червоний), 5 (темно-вишневий), 6 (темно-червоний)
2 – Нижче середнього	№ 1 (рожево-червоний), 2 (червонувато-рожевий), 3 (світло-вишневий), 4 (вишнево-червоний), 5 (темно-вишневий), 6 (темно-червоний), 7 (пурпурно-червоний)
1 – Незадовільний	Поза зоною шкали

За використання кольорової шкали від 1 до 7, відповідно до методики JMGA (2000), визначали колір жирової (рис. 2.5; табл. 2.2) тканини.

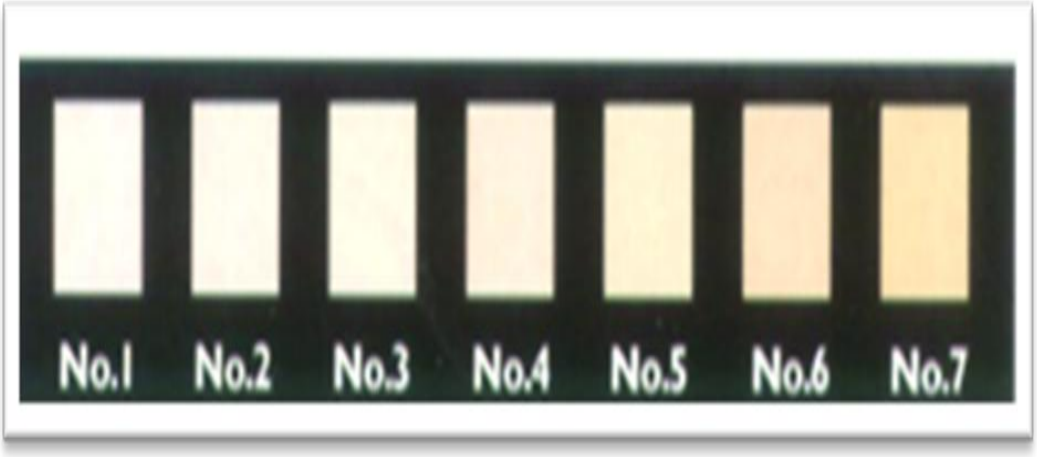


Рис. 2.5 Оцінювання кольору жирової тканини (JMGA, 2000)

За кольором жирової тканини туші поділили на дві групи. До першої віднесли туші бугайців чорно-рябої молочної породи (n=10) з оцінкою жиру у 3 та 4 бали. До другої (n=24) – у 5 та 6 балів. Серед голштинських бугайців до першої групи віднесли туші (n=11) також за кольору жирової тканини в 3 і 4 бали, до другої (n=15) – в 5 і 6 балів.

Таблиця 2.2

Класифікація кольору жирової тканини

Клас якості згідно з JMGA (2000)	Колір жиру згідно з JMGA (2000)	Відповідність кольоровій шкалі згідно з рисунком 2.5
5 – Відмінний	5 – Відмінний	№ 1, 2, 3, 4
4 – Добрий	4 – Добрий	№ 1, 2, 3, 4, 5
3 – Середній	3 – Середній	№ 1, 2, 3, 4, 5, 6
2 – Нижче середнього	2 – Нижче середнього	№ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
1 – Незадовільний	1 – Незадовільний	Вся решта

Мармуровість *m. longissimus dorsi* оцінювали між 12 та 13 ребром відразу після розділення напівтуш на четвертини за 12 - ма класами (рис. 2.6; табл. 2.3).



Рис. 2.6 Оцінювання мармуровості *m. longissimus dorsi* (JMGA, 2000)

За її класом туші бугайців чорно-рябої молочної породи поділили на дві групи. До першої віднесли туші (n=18) за мармуровості м'яса від 1 до 6 балів. До другої (n=16) – від 7 до 12 балів. У тварин голштинської породи до першої групи віднесли туші (n=9) за мармуровості м'яса у 1 та 2 бали, до другої (n=17) – від 3 до 5 балів.

Таблиця 2.3

Класифікація мармуровості яловичини

Клас якості згідно з JMGA (2000)	Відповідність шкалі рисунку 2.6
5 – Відмінний	№ 8, 9, 10, 11, 12
4 – Добрий	№ 5, 6, 7
3 – Середній	№ 3, 4
2 – Нижче середнього	№ 2
1 – Незадовільний	№ 1

Товщину жиру-поливу та довжину і глибину «м'язового вічка» вимірювали лінійкою відразу після розділення напівтуш на четвертини між 12-м та 13-м ребром (рис. 2.7). Туші бугайців української чорно-рябої молочної породи за товщиною на них жирової тканини поділили на три групи. До першої віднесли туші (n=19) за товщини жиру-поливу від 0,5 до 0,7 см; до другої (n=9) – від 0,8 до 1,1 см; до третьої (n=6) – 1,1 см і більше. Від тварин голштинської породи до першої групи віднесли туші (n=14) за товщини жиру-поливу від 0,5 до 0,7 см; до другої (n=12) – 1,1 см і більше.

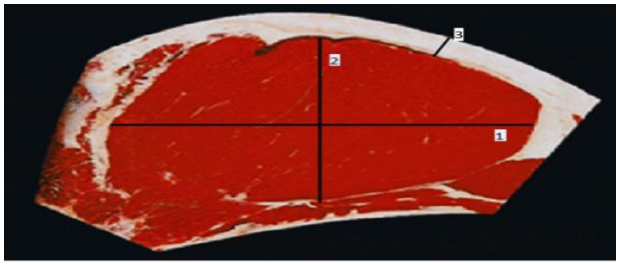


Рис. 2.7 Довжина (1) і глибина (2) «м'язового вічка», (3) товщина жиру-поливу

Площу *m. longissimus dorsi* обраховували відповідно до наказу МСГ України за № 290 від 06 серпня 2004 року [30] (формула 2.1):

$$S = 1 \times 2 \times 0{,}8; \quad (2.1)$$

де S – площа «м'язового вічка», см ^{2}; 1 – довжина «м'язового вічка», см; 2 – глибина «м'язового вічка», см; 0,8 – коефіцієнт.

Дослідження площі «м'язового вічка» ультразвуком здійснювали за допомогою портативного ультразвукового сканера Emperor 860 (виробник фірма «Shenzhen Emperor Electronic Technology», Китай) за методиками ICAR [157]. Тварин фіксували у станку. В ділянці дослідження волосяний покрив вистригали до довжини волосин не більше 1,5 см. Перед початком сканування на місце вимірювання наносили гель для ультразвукового дослідження (ТОВ «Хімлаборреактив», Україна), щоб забезпечити максимальний контакт між датчиком і шкірою (рис. 2.8). Для заміру площі «м'язового вічка» прилад встановлювали між 12-м і 13-м ребрами тварин.



Рис. 2.8 Вимірювання площі «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* за життя

У лабораторії кафедри технології м'яса, риби та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП України) визначали пенетрацію сирого м'яса за допомогою автоматичного пенетрометра ПМДП згідно з методикою, наведеною у праці (Гуць & Коваль, 2007) [3] відповідно до якої визначали глибину проникнення голки пенетрометра у зразок м'яса за 180 с.

У лабораторії кафедри технології м’яса вологозв’язуючу здатність (ВЗЗ) досліджували «прес-методом» за кількістю вологи, яка виділилася із наважки 0,3 г подрібненого м’яса під дією пресування і всмокталася у фільтрувальний папір, утворивши вологу пляму. Загальну площу плями, утворену під спресованим м’ясом і виділеною вологою, що всмоктав фільтрувальний папір визначили за допомогою планіметра. За різницею між загальною площею плями і зайнятою м’ясом дослідили площу вологої плями. Здатність м’яса утримувати воду дослідили за вмістом зв’язаної води у відсотках до маси м’яса.

Вміст зв'язаної води (%) у м’ясі знаходили за формулою (2.2) [1]:

$$В = \frac{(А - 8.4 \times Б) \times 100}{М} \quad (2.2)$$

де В - вміст зв’язаної вологи до маси м’яса, %; А - вміст вологи у наважці, мг; Б - площа вологої плями, см^2; М - наважка м'яса, мг.

Щоб встановити залишкову масу яловичини після варіння шматки м’яса прямокутної форми вагою 150 г, вирізали із *m. longissimus dorsi*. Зважували їх на вагах ТНВ-600 із точністю до 0,01 г. Перед приготуванням зразки м’яса витримували при кімнатній температурі (25°С) до досягнення внутрішньої температури 10 °С. Розміщували у ємність об’ємом 5 л і заливали 2-3 л холодної дистильованої води. Її доводили до кипіння і варили на малому вогні впродовж 90 хвилин. Після варіння шматки виймали із води, охолоджували до 20°С і зважували. Уварювання м’яса визначали за формулою (2.3), наведеною у праці [37].

$$Sm = \frac{Cm \times 100}{Rm} \quad (2.3)$$

де, Sm – уварка м’яса, %; Cm – вага вареного м'яса, г; Rm – вага сирого зразка м’яса, г.

Хімічний склад середньої проби яловичини дослідили на зразках, взятих з найдовшого м’яза спини в області 11–12-го ребра через 24 години після забою у сертифікованій лабораторії ДП «УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ», що відповідала ISO/IEC 17025:2005 (2006) [160]. Загальний вміст жиру проводили відповідно до ДСТУ ISO 1443:2005 [6], який базувався на екстракції жиру розчинником із

висушеної наважки продукту з наступним видаленням розчинника і висушуванням жиру до постійної маси. Екстракцію проводили методом Сокслета. Масову частку загальної золи визначали ваговим методом, після мінералізації наважки продукту в муфельній печі при температурі 500-600 ^{0}С за ДСТУ ISO 936:2008 [8]. Вміст вологи у яловичині визначали згідно з ДСТУ ISO 1442:2005 [5] метод базувався на змішуванні досліджуваної проби з піском та висушуванні її за температури (103 ± 2) °С до постійної маси. Вміст загального білка проводили методом К'єльдаля Шкурін та ін., (2002) [37]. Метод ґрунтується на мінералізації органічних з'єднань з наступним визначенням азоту за кількістю утвореного аміаку. Визначення величини pH яловичини проводили у водній витяжні в співвідношенні 1:10, настояній 30 хвилин з допомогою лабораторного іономіра І-160М згідно з ДСТУ ISO 2917:2001 [7].

Характеристики аромату, соковитості, ніжності, легкості жування вареної яловичини і колір, смак, міцність бульйону із неї визначали дегустацією у лабораторії «Якості м'яса» кафедри технологій виробництва молока та м'яса НУБіП України, згідно з рекомендаціями, наведеними у праці [1] свої оцінки дегустатори висвітлювали у сруктурованій анкеті сенсорного оцінювання за 5-ти бальною шкалою.

Економічну ефективність проведених досліджень оцінювали порівнянням ціни на туші, оцінені згідно з ДСТУ 4673:2006 «Велика рогата худоба для забою» та за урахування світових методик оцінювання туш з відповідним відсотком надбавки до вартості або зняття від базової ціни.

Розраховуючи відсоток надбавки до ціни за урахування мармуровості м'яса за кожен її бал до базової ціни додавали 1 %. Що стосувалося кольору м'язової та жирової тканини то за 1 бал ми додавали 7 % до базової ціни за 7 балів 1 %.

Статистичний аналіз даних, отриманих у описаних вище дослідженнях використовували в наступних аспектах: порівнювали якісні ознаки та морфологічний склад туш між різними групами тварин у розрізі якісних ознак туш. За статистичного аналізу отриманих даних визначали за допомогою

Microsoft Excel 2016 середньоарифметичну величину ($\bar{X}$), її похибку ($\pm S_{\bar{X}}$), критерій достовірності (td) між групами та коефіцієнти кореляції, взаємозв'язки між досліджуваними ознаками оцінювали за методами визначення коефіцієнту Пірсона [31]. Цілеспрямоване його використання полягало в отриманні об'єктивних даних та їх аналізі для виявлення закономірних залежностей та прийняття рішень щодо виробництва яловичини за оптимальних показників якості туш та обґрунтування рекомендацій подальшого її перероблення.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. М'ясна продуктивність бугайців українських чорно-рябої молочної та м'ясної порід і голштинської

Аналіз даних показників забою 21-місячних бугайців української чорно-рябої молочної породи (табл. 3.1) вказує на те, що вони мали тенденцію до переваги над голштинськими за живою (на 2,4 %) і забійною масою (на 2,2 %). У проведеному [84] оцінюванні туш різних генотипів великої рогатої худоби також не встановлено відмінностей за їх масою (із корегуванням на вік), довжиною (з корегуванням на масу), площею «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi*, товщиною жиру-поливу та відсотком жирової тканини у середині м'язів. Встановлено лише залежність за даними ознаками між породою та статтю тварин. У дослідженнях [188] за визначення впливу забійної маси на характеристики туш бугайців голштинської породи встановили, що її збільшення сприяло значному покращенню довжини туш, довжини та ширини окосту.

Таблиця 3.1

Показники ознак забою 21-місячних бугайців української чорно-рябої молочної та голштинської порід, $\bar{X}\pm S_{\bar{x}}$

Ознака	УЧРМП (n=13)	Г (n=21)
Жива маса, кг	419±9,3	409±7,0
Передзабійна жива маса, кг	406±9,0	397±6,8
Забійна маса, кг	185±4,0	181±3,2
Забійний вихід, %	45,6±0,11	45,6±0,11

Проведене оцінювання морфологічного складу туш 21-місячних тварин показало, що бугайці української чорно-рябої молочної породи мали тенденцію до переваги над своїми голштинськими ровесниками за масою (на 2,2 %) та

виходом м’язової тканини (на 1,5 пункти), зокрема вищого (на 1,5) та першого (на 1,9 пункти) сортів (табл. 3.2). У їх тушах були дещо вищими вміст жиру (на 0,2 %) та сухожилок і зв’язок (на 0,4 %). Це суперечить даним, отриманим [148]. Вивчаючи вплив концентрації енергії раціону та маси тварин перед забоєм на склад тканин і кількість відрубів яловичини, ці автори встановили, що вміст жиру в тушах збільшувався переважно за рахунок зниження кісток та м'язової тканини, тоді як кількість сухожилок залишалася незмінною.

Таблиця 3.2

Морфологічний склад туш 21-місячних бугайців української чорно-рябої молочної та голштинської порід, $\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$

Ознака	УЧРМП (n=13)	Г (n=21)
М’язова тканина, кг	133,8±2,76	130,9±2,43
М’язова тканина, %	71,5±0,49	70,0±0,63
у т. ч. вищого сорту, кг	29,1±1,49	27,6±1,09
у т. ч. першого сорту, кг	61,9±1,39	60,0±1,23
у т. ч. другого сорту, кг	42,4±2,18	43,1±1,33
Вихід жиру, %	2,6±0,14	2,4±0,16
Сухожилки і зв’язки, кг	2,1±0,38	1,7±0,29
Сухожилки і зв’язки, %	1,1±0,24	0,84±0,15
Кістки, кг	43,7±1,20	43,0±0,82
Кістки, %	23,3±0,393	23,3±0,40

Аналізуючи [274] частку різних сортів м’якуша в тушах тварин різних порід встановлено, що вплив породи на них є незначним. У результаті доведено, що різні породи досягають забійної маси в різний вік і, фермери визначають час забою відповідно до виходу туші, а не віку. У проведених дослідженнях [272] визначено численні стратегії та методи управління, які можуть як позитивно, так і негативно впливати на смак яловичини. Автори встановили, що жоден фактор не має більш сприятливого впливу на смак

яловичини, ніж мармуровість, причому відруби за більшого її вмісту мають кращі смакові характеристики.

Бугайці української чорно-рябої молочної породи отримали дещо вищий (на 6,7 %) бал за конформацію туш та мармуровість (12,9 %) порівняно з голштинами (табл. 3.3). Це узгоджується з іншими даними [342]. Так, за інформацією цих авторів найнижчі бали за м'ясистість відповідно до регламентів ЄС щодо класифікації туш присвоєні помісним бугайцям від польської чорно-рябої та голштинофризької порід. У наших дослідженнях у бугайців української чорно-рябої молочної породи дещо меншою (на 14,3 %) була товщина жиру-поливу на туші та нижчим (на 12,0 %) бал за його розвиток. За кольором жирової тканини різниця була відсутньою. Це підтверджує результати [237] про те, що порода має відносно незначний вплив на колір підшкірного жиру.

Таблиця 3.3

Оцінювання ознак туш бугайців у віці 21 місяць за директивами ЄС та методиками JMGA, $\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$

Генотип тварин	Ознаки					
	конформація	розвиток жирового покриву	товщина жиру-поливу	мармуро-вість	колір м'язо-вої тканини	колір жирової тканини
УЧРМП (n=13)	3,2±0,29	2,5±0,19	0,7±0,07	3,5±0,18	5,1±0,08	4,5±0,15
Г (n=21)	3,0±0,12	2,8±0,16	0,8±0,09	3,1±0,24	5,3±0,10	4,5±0,11

Встановлено [366], що різні параметри живої маси та віку забою тварин призводять до змін технологічних властивостей яловичини у бугайців. За нормованої годівлі та нормального розвитку великої рогатої худоби хімічний склад приросту тіла та співвідношення білка і жиру в яловичині залежали від віку тварин. Проведений аналіз хімічного складу яловичини від бугайців

української м’ясної породи за різного віку забою показав, що у їх м’ясі у віці 20 і 22 місяці міститься сухої речовини відповідно 22,9 і 21,4 % (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Хімічний склад яловичини від бугайців української м’ясної породи, $\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$

Показник	Вік забою	
	20 міс. (n=3)	22 міс. (n=3)
Суха речовина, %	22,9±0,40*	21,4±0,27
Протеїн, %	21,3±0,34	19,8±0,48
Жир, %	0,6±0,13*	0,5±0,26*
Співвідношення жиру до протеїну	1:0,03	1:0,03
Мінеральні речовини, %	1,1±0,02	1,1±0,05

Примітка: *)P≥0,95.

Формування жиру в української м’ясної породи починається на більш пізніх етапах онтогенезу. За вмістом білка не було виявлено суттєвої різниці між віковими періодами. У м’язовій тканині туш великої рогатої худоби української м’ясної породи вміст жиру незначний (0,6 – 0,5 %). Це пояснюється тим, що під час росту тварин жир спочатку відкладається на внутрішніх органах і між м’язами, потім під шкірою і всередині м’язів.

Нарощування живої маси за рахунок збільшення жирової тканини є неефективним, оскільки на нього витрачають більше енергії корму, ніж на збільшення м’язової тканини. Чим молодший вік забою тварин УМ породи, тим більше білка міститься в м’ясі, нижчий вміст жиру і кращі показники його якості. Збільшення забійного віку великої рогатої худоби призводить до зниження вмісту жиру та концентрації білка. У цьому відношенні велика рогата худоба української м’ясної породи має очевидну перевагу. Вони фізично великі і можуть стабільно набирати велику вагу протягом тривалого періоду за рахунок росту м’язової тканини, а не жиру.

Враховуючи вимоги до якості яловичини та економічні аспекти її виробництва, визначається оптимальний вік забою. Він залежить від багатьох факторів головний з них – порода. Молодняк тварин української м'ясної породи слід реалізовувати на м'ясо у віці 22 місяці. В української м'ясної породи жир відкладається значно пізніше і досягає свого максимуму в більш зрілому віці. Через це тварин цієї породи можна вирощувати до живої маси, коли забійна вага і вміст жиру в м'ясі будуть відповідати оптимальному співвідношенню. Збільшення віку забою молодняку від 20 до 22 місяців не призводить до змін у вмісті сухої речовини. Аналогічні результати описані в дослідженнях [78, 100]. У досліджуваних порід вміст мінеральних речовин та жиру в тушах не суттєво залежали від віку тварин не покращувалося співвідношення білка до жиру. Тенденція до підвищення вмісту білка в м'ясі тварин спостерігається лише у віці 20 місяців.

Проведений аналіз хімічного складу яловичини від бугайців української м'ясної породи за різної передзабійної живої маси показав, що жива маса тварин української м'ясної породи перед забоєм не суттєво впливає на хімічний склад *m. longissimus dorsi* (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Хімічний склад яловичини бугайців української м'ясної породи за різної передзабійної живої маси, %, $\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$

Показник	Жива маса, кг	
	570 – 620 (n=3)	625 – 640 (n=3)
Суха речовина, %, у тому числі:	22,0±0,25	22,4±0,82
Протеїн, %	20,5±0,14	20,7±0,90
Жир, %	0,4±0,15	0,7±0,19
Співвідношення жиру до протеїну	1:0,02	1:0,03
Мінеральні речовини, %	1,2±0,04	1,1±0,03

Вміст сухої речовини має тенденцію до збільшення за поліпшення фактичної живої маси бугайців досліджуваної породи перед забоєм. Щодо

вмісту білка, жиру та мінеральних речовин у м’ясі бугайців різної живої маси, то суттєвої різниці не виявлено, що свідчить про хімічну зрілість яловичини. Яловичина повинна мати співвідношення білка до жиру 1:0,4-1,2. М’ясо бугайців української м’ясної породи є найбільш якісним. Співвідношення білка до жиру в тушах цих тварин становить 1 до 0,02-0,03. Збільшення кількості жиру знижує поживну цінність м’яса.

Для отримання яловичини високої харчової цінності найважливішим фактором є ріст м’язової та жирової тканин. Їх співвідношення визначає склад туш і цінність м’яса. Для збільшення частки м’язів у туші необхідно ширше використовувати українську м’ясну породу, оскільки дорослі тварини цієї породи мають велику живу масу, великі розміри і характеризуються пізнім формуванням жирової тканини. Це дозволяє забивати тварин за більшої живої маси. В українських м’ясних бугайців зі збільшенням живої маси інтенсивність накопичення білка в м’ясі не зменшується, а жир починає різко накопичуватися. Це призводить до отримання тварин з великою живою масою, що дозволяє після забою отримувати важкі туші з оптимальним співвідношенням повноцінних речовин. За досягнення живої маси понад 620 кг у тушах накопичується лише до 0,7 % жиру і, доцільною є подальша відгодівля тварин. Туші є не надто жирні, і для додаткового набору ваги не потрібно занадто багато корму, оскільки не відбувається значного збільшення жирової тканини.

Кількість і якість яловичини залежить від швидкості росту тварин від народження до забою. У свою чергу, вони залежать від індивідуальних особливостей та темпераменту тварин [95]. Зі збільшенням швидкості росту молодняк, в першу чергу, нарощує м’язову тканину, яка є найбільш цінною в харчовому відношенні. В організмі м’ясної худоби найбільш інтенсивно відкладається білок, за незначного накопичення жиру. Тільки дотримання цих умов дозволяє отримати туші за найвищого вмісту м’язової тканини, основного джерела повноцінного білка, в супроводі невеликої кількості жиру, в кількості, достатній для поліпшення смакових якостей м’яса. За швидкішого росту тварин

збільшується лише вміст білка в яловичині, тоді як вміст мінеральних речовин має тенденцію до зменшення.

У хімічному складі яловичини бугайців окремі елементи суттєво відрізняються за різної швидкості росту перед забоєм. У *m. longissimus dorsi* бугайців української м'ясної породи за швидкішого росту спостерігається тенденція до збільшення вмісту сухої речовини і зменшення води та мінеральних речовин. У *m. longissimus dorsi* м'ясних тварин, співвідношення білка до жиру має тенденцію до зменшення зі збільшенням швидкості росту.

Різні породи великої рогатої худоби поділяють на відносно скоростиглих, помірно скоростиглих і великих (суперскороспілих). Скороспіла худоба може накопичувати значну кількість жиру навіть за низькокалорійного харчування, в той час як жир в організмі великих тварин відкладається не інтенсивно, поки не припиниться ріст м'язової тканини [36, 33]. Тварини української м'ясної породи великі. Це велика рогата худоба тривалий час зберігає здатність інтенсивно нарощувати м'язову тканину за незначного накопичення жиру. Забиті у віці 20-22 місяців, ці тварини дають більш пісну яловичину. Під час вибору необхідного типу худоби слід враховувати ці особливості, оскільки вони дають змогу правильно визначити час, коли її можна продавати на забій. Інтенсивність і тривалість вирощування повинні бути неоднаковими для різних порід.

Висновки до підрозділу 3.1. Оцінювання туш дослідних тварин за Європейськими регламентами та світовими стандартами показало, що 21-місячні бугайці української чорно-рябої молочної породи отримали дещо вищий бал за конформацію туш на 0,2 пункти та мармуровість яловичини на 0,4 бали. Проте мали меншу товщину жиру на туші на 0,1 см та нижчий на 0,3 пункти бал за жир-полив. За кольором жирової тканин різниці між групами не було. У м'язовій тканині туш великої рогатої худоби української м'ясної породи вміст жиру незначний (0,6 – 0,5 %). У бугайців української м'ясної породи за швидкішого росту спостерігається тенденція до збільшення вмісту

сухої речовини і зменшення води та мінеральних речовин. співвідношення білка до жиру має тенденцію до зменшення.

Матеріали підрозділу опубліковані у працях: [23, 366].

3.2. Якість яловичини бугайців залежно від конформації туш

У європейській системі класифікації туш великий акцент зроблено на виході м’яса, та кількісних характеристиках, таких як конформація туш і розвиток жирового покриву на них. Однак, вона не враховує смакові властивості яловичини та задоволеність нею споживачів. Класифікація туш за використання ознак, які характеризують лише кількість яловичини та економічну вартість туш, не передбачає також оцінювання її хімічного складу та фізико-технологічних властивостей. Окрім того, різні відруби м’яса мають неоднакову харчову цінність, яка змінюється за впливу багатьох факторів.

Тому, у дослідженнях ми порівнювали морфологічний та хімічний склад м’яса, його технологічні і сенсорні властивості за різної конформації туш. У таблиці 3.6 наведені дані щодо морфологічного складу туш бугайців української чорно-рябої та голштинської молочних порід залежно від їх конформації. У бугайців української чорно-рябої молочної породи за гіршої конформації туш (O та R), порівняно з її кращим оцінюванням (E, U, R) проявлялася тенденція до зменшення живої маси, забійного виходу, відсотку м’язової тканини вищого та першого сортів і жирової тканини. За кращого класу конформації туш у них дещо збільшуються відсоток м’язової тканини другого сорту, сухожилок і зв’язок та кісток.

Таблиця 3.6

Показники забою та морфологічний склад туш бугайців за різного класу їх конформації, $\bar{X}\pm S_{\bar{x}}$

Ознака	УЧРМП		Г	
	E, U, R (n=20)	O, P (n=14)	E, U (n=5)	R, O (n=21)
Передзабійна жива маса, кг	419±12,4	414±9,4	391±8,3	401±7,5
Забійний вихід, %	45,9±0,15	45,5±0,37	45,3±0,02	45,8±0,13
М'язова тканина, %	69,0±0,74	70,0±0,67	71,2±1,00	71,6±0,47
у тому числі вищого сорту, %	23,4±0,79	21,7±0,97	23,3±1,25	21,6±0,75
-//- першого сорту, %	47,2±0,69	45,7±0,31	49,3±0,94	45,6±0,22
-//- другого сорту, %	29,2±1,20	32,5±1,27	27,4±2,08	32,8±0,91
Жирова тканина, %	3,1±0,49	2,7±0,32	5,1±0,87	3,7±0,48
Сухожилки та зв'язки, %	1,7±0,09	1,8±0,11	1,5±0,92	1,4±0,21
Кістки, %	22,4±0,43	23,0±0,81	22,1±0,58	23,3±3,7

У бугайців голштинської породи ми встановили, що 69 % туш відповідають класу R за шкалою E, U, R, O, P. У них за погіршення класу конформації туш від E, U до R, O проявляється тенденція до зменшення відсотку м'язової тканини вищого та першого сортів, вмісту жирової тканини, та сухожилок і зв'язок.

Оцінювання якісних ознак туш бугайців української чорно-рябої молочної породи показало, що за гіршої вираженості їх конформації проявляється тенденція до збільшення класу мармуровості яловичини на 0,8 пункти, покриття туш жиром на 0,7 пункти та його товщини на 0,3 см, кольору тканин м'язової на 0,3 пункти і жирової на 0,2 пункти, зменшення площі «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* на 7,8 см^2 (табл. 3.7). У бугайців голштинської породи, за класу конформації туш R та O, порівняно з E та U

також проявлялась тенденція до покращення мармуровості яловичини, її кольору, розвитку жирового покриву на туші та його товщина, погіршення площі «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* і кольору жирової тканини. У дослідженнях [330] встановлено, що м'ясо із туш самок, віднесених до класу R за оцінкою конформації за шкалою EUROP, мало вищу мармуровість, ніж до U.

Таблиця 3.7

Якісні ознаки туш у бугайців залежно від класу конформації туш, $\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$

Порода	Клас конформаці	Ознаки					
		мармуровість, балів	розвиток жирового покриву туш, балів	товщина жиру на туші, см	колір м'язової тканини, балів	колір жирової тканини на туші, балів	площа «м'язового вічка», $см^2$
УЧРМП	E, U, R (n=20)	5,1±0,76	2,3±0,10	0,7±0,08	5,1±0,13	4,7±0,11	85,7±4,95
	O, P (n=14)	5,9±0,91	3,0±0,19	1,0±0,08	5,4±0,21	4,9±0,23	77,9±5,31
Г	E, U (5)	1,8±0,22	2,0±0,00	0,6±0,11	5,0±0,00	4,6±0,27	90,2±7,68
	R, O (n=21)	3,3±0,22	2,8±0,18	0,8±0,09	5,2±0,12	4,5±0,13	75,3±4,45

Вивчення технологічних ознак яловичини показало, що за гіршої конформації туш у бугайців української чорно-рябої молочної породи проявлялася тенденція до зниження відсотку уварювання м'яса і підвищення вологозв'язуючої здатності (табл. 3.8). Пенетрація м'яса за зменшення оцінювання за шкалою конформації суттєво не змінилась.

Таблиця 3.8

Технологічні ознаки яловичини у бугайців української чорно-рябої молочної породи за різних класів конформації туш, $\bar{X}\pm S_{\bar{x}}$

Клас конформації	Ознаки		
	вологозв'язуюча здатність, %	уварювання, %	пенетрація, мм
E, U, R (n=11)	57,6±3,80	38,6±1,40	19,0±1,82
O, P (n=4)	61,1±6,47	33,8±4,58	19,1±3,92

Яловичина, отримана від бугайців української чорно-рябої молочної породи із туш, віднесених до класу конформації від E до R за хімічним складом характеризувалася тенденцією до вищих показників pH на 0,3 пункти, вмісту вологи на 3,6 % та загальної маси золи на 0,2 % (табл. 3.9). Аналіз результатів хімічного складу яловичини, отриманої з туш тварин за класу конформації O та P вказує на тенденцію щодо вмісту у ній більшого відсотка сухої речовини на 3,5 %, протеїну на 2,7 % та зального жиру на 1,1 %.

Таблиця 3.9

Хімічний склад яловичини у бугайців української чорно-рябої молочної породи за різних класів конформації туш, $\bar{X}\pm S_{\bar{x}}$

Клас конформації	Ознака					
	pH	вміст вологи, %	суха речовина, %	протеїн, %	загальний вміст жиру, %	загальний вміст золи, %
E, U, R (n=11)	5,9±0,13	71,6±1,10	28,4±1,11	20,0±0,65	6,3±0,64	2,1±0,28
O, P (n=4)	5,6±0,03	68,0±3,93	31,9±3,93	22,7±1,39	7,4±2,08	1,9±0,91

Погіршення конформації туш бугайців української чорно-рябої молочної породи призводить до незначного зниження не тільки вмісту жиру в середині м'язів, а і до зниження величин оцінювання сенсорних ознак вареного м'яса – аромату на 0,2 пункти, смаку на 0,5 пункти, соковитості на 0,7 пункти, ніжності на 0,5 пункти та легкості жування на 0,7 пункти, яка є характеристикою якості споживання продукту (табл. 3.10). Результати оцінювання дегустаторами вареної яловичини з туш за класу конформації від E до R свідчить, що ці ознаки мали кращі величини, ніж за її оцінки класами O і P. Це не узгоджується з результатами інших [251] дослідників, які встановили, що із туш, які мають вищу оцінку класу конформації, якість виробленого м'яса знижується.

Таблиця 3.10

Смакові властивості вареної яловичини у бугайців української чорно-рябої молочної породи за різних класів конформації туш, $\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$

Клас конформації	Ознаки, балів				
	соковитість	смак	аромат	ніжність	залишок після розжовування
E, U, R (n=11)	3,6±0,08	3,2±0,07	3,2±0,09	3,3±0,18	3,4±0,16
O, P (n=4)	2,9±0,26	2,8±0,30	3,0±0,13	2,8±0,33	2,7±0,18

Смак яловичини більш сильно корелює з вмістом у ній жиру ніж із кількістю вологи або білка та залежить від складу раціону, а не від швидкості росту чи віку тварини. Лише вміст жиру має значну кореляцію (0,67) з соковитістю м'яса [109]. Крім того, він захищає м'ясо від висихання під час його приготування, покращує його соковитість. На оцінку ж аромату, соковитості і ніжності яловичини значно впливає вік забою бугайців [320].

Що стосується оцінювання сенсорних характеристик бульйону із вареної яловичини бугайців української чорно-рябої молочної породи із туш, віднесених до класу конформації О і Р, то вони невірогідно вищі бали отримували за смак і аромат на 0,1 пункти та прозорість на 0,2 пункти, а менші за міцність на 0,3 пункти (табл. 3.11).

Таблиця 3.11

Сенсорні характеристики бульйону із яловичини бугайців української чорно-рябої молочної породи за різних класів конформації туш, $\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$

Клас конформації	Ознаки, балів		
	смак і аромат	міцність	прозорість
E, U, R (n=11)	2,4±0,09	2,5±0,10	2,4±0,06
O, P (n=4)	2,5±0,24	2,2±0,35	2,6±0,53

У тварин української чорно-рябої молочної та голштинської порід проявляється лише тенденція до позитивної кореляції між конформацією туш і такими кількісними ознаками як передзабійна жива маса і забійна та вміст м’язової тканини (табл. 3.12). М'язова тканина виявляє позитивну невірогідну кореляцію з конформацією та негативну з жировою, що вказує на те, що за збільшення маси м'язів у туші зменшується кількість жиру.

На тваринах п'яти м'ясних порід великої рогатої худоби у Фінляндії також було визначено [176], що генетичні кореляції між масою туш і їх конформацією є незначними (r=0,04 – 0,05). На кожен клас конформації туш відсоток їх виходу в середньому поліпшується лише біля 3 % [345].

Встановлено вірогідний позитивний кореляційний зв’язок між конформацією туш та кількістю у ній м’язової тканини другого сорту, а вмістом сухожилок і зв’язок – зворотний. Це можливо пояснити тим, що більшість оцінених туш були віднесені до класу R, за якого їх форми загалом є плоскі, а м’язи розвинені добре. До другого сорту під час жилування яловичини відносять м’якуш, який містить до 20% включень сполучної та жирової тканин із відрубів 3-го сорту до якого входять задня і передня голінки та заріз [12].

Таблиця 3.12

Кореляційні зв'язки між конформацією туш та ознаками забою і морфологічним складом

Ознака	Г		УЧРМП	
	від 20 до 22 місяців (n=26)	у т. ч. у 21 місяць (n=21)	від 18 до 24 місяців (n=34)	у т. ч. у 21 місяць (n=13)
Передзабійна жива маса	0,193	0,223	0,151	0,282
Забійна маса	0,213	0,235	0,094	0,207
Забійний вихід	0,187	0,153	-0,262	-0,407
М'язова тканина	0,255	0,229	0,147	0,255
у т. ч. вищого сорту	-0,109	-0,068	-0,018	-0,183
-//- першого сорту	-0,071	-0,032	-0,020	-0,147
-//- другого сорту	0,566**	0,504*	0,320	0,627*
Жирова тканина	-0,306	-0,232	-0,030	-0,053
Сухожилки і зв'язки	-0,419*	-0,465*	0,143	-0,718**
Кістки	0,608***	0,633**	0,067	-0,053

Примітки: *)P≥0,95; **)P≥0,99; ***)P≥0,999.

Зв'язок між конформацією туш і вмістом у них м'язової тканини вищого та першого сортів відсутній, оскільки до них відносять ті м'язи, які отримані з відрубів 1-го (спинна, грудна і задня частини, філей, оковалок, кострець, огузок) та 2-го сортів (лопаткова і плечова частини, пахвина). Відносна частка бокової частини туш, вихід відрубів передньої чверті не залежать від їх конформації (Pascoal et al., 2010) [282].

У тварин голштинської породи проявляється тенденція до невірогідної зворотної кореляції між конформацією туш та важливою ознакою їх складу – «площею м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* (табл. 3.13).

Таблиця 3.13

Кореляційні зв'язки між конформацією туш та її якісними ознаками

Порода	Вік, міс.	Ознака					
		розвиток жирового покриву	товщина підшкірної жирової тканини	мармуровість яловичини	колір м'язової тканини	колір жирової тканини	площа «м'язового вічка»
Г	від 20 до 22 (n=26)	0,565**	0,344	0,399*	0,201	0,009	-0,146
	21 (n=21)	0,609**	0,282	0,412	0,197	0,178	-0,185
УЧРМП	від 18 до 24 (n=34)	0,405	0,212	0,587*	0,482	0,000	0,301
	21 (n=13)	0,719**	-0,061	0,592*	-0,067	0,155	-0,257

Примітки: *)P≥0,95; **)P≥0,99.

Позитивні вірогідні зв'язки (r=0,565; P≥0,99) встановлені нами у тварин голштинської породи між конформацією туш і розвитком на них жиру-поливу. Позитивну генетичну кореляцію (r=0,37-0,53) між цими ознаками констатували також A. Kause et al. (2015) [176] і на м'ясних породах. У праці T. János et al. (2023) [163] також відмічено, що конформація туш тісно корелює з багатьма первинними та вторинними ознаками яловичини, та відкладенням жирової тканини у молодих телиць та бугайців. Між конформацією туш і товщиною жиру-поливу, який негативно корелює з масою туш [331], ми встановили слабкий позитивний зв'язок. Клас конформації, візуально оцінений, позитивно корелює з розитком жирового покриву і його товщиною, тому, що жирніші туші, отримують вищі показники конформації [180].

Таким чином, у тварин за гіршої конформації туш відбувається нарощування підшкірної жирової тканини, за якої зменшується частка їстівних частин і вміст жиру у середині м'язів [266], не покращується якість яловичини [38]. Оскільки полив жиру має низьку комерційну цінність його вважають [212] відходами, хоча він і корелює з якістю яловичини через захист м'язів від висихання під час охолодження туш у холодильній камері [228]. Яловичий жир має низьку харчову цінність. У дослідженні виявлено вірогідний (P≥0,95) зв'язок (r=0,587) між м'ясистістю туш і мармуровістю *m. longissimus dorsi* як у бугайців української чорно-рябої молочної породи, так і голштинської (r=0,399). Встановлений позитивний зв'язок між конформацією туш та мармуровістю співпадає з результатами інших авторів [290]. Також встановлено [147], позитивну кореляцію між конформацією туш, класифікованою за шкалою SEUROP і мармуровістю найдовшого м'яза, оціненою за різних методів (аналіз зображень, рентгенівська комп'ютерна томографія та традиційний).

На перший погляд складається враження, що обмускуленість туш по різному корелює з однією і тією ж якісною ознакою яловичини. Зворотно з вмістом внутрішньом'язового жиру (табл. 3.14) і прямолінійно із пов'язаною з ним мармуровістю (див. табл. 3.10). Структура мармуровості складна. Мармурового кольору яловичині надає жир, що розташований між волокнами м'язової тканини. Внутрішньом'язовий жир відкладається між первинними та вторинними пучками м'язів у перемізії та в м'язових пучках великої рогатої худоби [280].

Вміст жиру, визначений хімічним методом не збігається з оцінюванням мармуровості візуально. Невидимі ж відкладення жиру, яких не помітно під час проведення візуальної експертизи, можливо визначити хімічним аналізом. Але ступінь мармуровості яловичини значно варіює і залежить також від породи і статі тварин [69], їх годівлі [376], віку [320], маси перед забоєм [100].

Таблиця 3.14

Кореляція між конформацією туш та хімічним складом яловичини у 21-місячних бугайців української чорно-рябої молочної породи (n=13)

Хімічний склад яловичини	r
Волога	0,234
Суха речовина	-0,235
Білок	0,030
Загальний вміст жиру	-0,381
Масова частка загальної золи	-0,223

Спостерігалася незначна позитивна кореляція між оціненим класом конформації туш та кольорами м'язової і жирової тканин. Ніжність, смак, соковитість м'яса та профілактика здоров'я людей (кількість та якість жиру) базуються на вмісті жирової тканини у середині м'язів [109], [280].

Аналіз взаємозв'язків між конформацією туш та хімічним складом *m. longissimus dorsi* 21-місячних бугайців української чорно-рябої молочної породи свідчить, що кореляція між ними є слабкою (табл. 3.15). Конформація туш сприяє прояву тенденції до позитивного зв'язку з вмістом у *m. longissimus dorsi* вологи і білка та зворотного з кількістю сухої речовини, жиру і мінеральних речовин. Тенденція щодо негативної кореляції між вмістом сухої речовини, жиру, мінеральних речовин і конформацією туш та незначної позитивної з вмістом вологи і білка, свідчить, що оцінювання туш за їх конформацією не точно передбачає хімічний склад яловичини. Він залежить від статі, рівня годівлі (у т. ч. протеїном), швидкості росту тварин [55], віку на момент забою, системи утримання, індивідуальної генетичної передумови тварин [306].

Дані досліджень щодо зв'язку між конформацією туш та технологічними, органолептичними і смаковими властивостями вареного м'яса і бульону із нього, наведені у таблиці 3.15. Свідчать, що у м'язовій тканині за погіршеної

конформації туш вірогідно (P≥0,95) знижується pH, через інтенсивніше проходження гліколізу і утворення молочної кислоти. Із-за цього яловичина залишається мікробіологічно стабільною. Інші автори [290] також встановили негативний зв'язок між конформацією туш і кінцевим pH м'язової тканини. За зниження величини pH м’яса у ньому під час уварювання втрати вологи вірогідно збільшуються.

Таблиця 3.15

Кореляційний зв’язок між конформацією туш і технологічними, органолептичними та дегустаційними ознаками яловичини у 21-місячних бугайців УЧРМП

Ознака	r
pH	-0,609*
Вологозв’язуюча здатність	0,141
Пенетрація	-0,387
Уварювання м’яса	-0,594*
Середня оцінка дегустації бульйону	-0,102
Середня оцінка дегустації вареного м’яса	-0,432

Примітка: *)P≥0,95

Кореляція між конформацією туш та уварюванням і пенетрацією яловичини незначна зворотна водозв’язуючою здатністю – позитивна. За гіршої конформації туш проявляється тенденція до негативного зв’язку із оцінюванням дегустаторами вареної яловичини та бульйону із неї.

Таким чином, клас конформації туш сприяє тенденції до позитивної кореляції з площею «м’язового вічка». За погіршення класу конформації туш вірогідно зменшується уварювання яловичини, що означає поліпшення її високих кулінарно-технологічних властивостей. За підвищення класу конформації туш колір м’язової тканини ставав більш насиченим. Це значно

впливає на вибір споживача [151], оскільки його використовують [221] як індикатор свіжості і корисності м'яса. До вищого насичення кольору яловичини призводить також відгодівля великої рогатої худоби на пасовищах, до його знебарвлення - на концентрованих кормах [325].

Конформація яловичих туш за шкалою EUROP позитивно корелює також із мармуровістю, розвитком жирового покриву і вірогідно негативно – із pH і уварюванням м'яса. Вона не має вірогідного зв'язку з смаковими показниками і хімічним складом яловичини. У Британії доведено [180], що склад яловичини точніше передбачає не конформація туш, а належність великої рогатої худоби до певної породи. Конформація туш має невелику практичну цінність як предиктор їх складу всередині породи. Основними чинниками, що впливають на оцінювання класу конформації туш у великої рогатої худоби є порода [266], маса жива і туші [345].

Фермери та м'ясопереробні підприємства зацікавлені в якості туші, яку визначають за її конформацією, розвитком жирової тканини та часткою бажаних відрубів. Ціна яловичини на ринку позитивно залежить від конформації туші, яка не обов'язково впливає на хороші сенсорні та кулінарні її властивості [270]. Споживачів же цікавлять такі властивості м'яса як харчова цінність, сенсорні характеристики, смак [310], та профілактика їх захворювань [304]. На якість м'яса жуйних тварин значною мірою впливають методи їх годівлі та утримання [52].

Висновки до підрозділу 3.2. За погіршення класу конформації туш у бугайців української чорно-рябої молочної породи і голштинської проявляється тенденція до зменшення вмісту м'язової тканини вищого і першого сортів, жирової тканини та площі «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* та збільшення м'язів 2-го ґатунку, кісток, мармуровості яловичини, покриття туш жиром та його товщина, кольору м'язової тканини. За гіршої (O та P) конформації туш у тварин української чорно-рябої молочної породи зменшуються величини

уварювання м’яса, його pH, соковитості, смаку, аромату, ніжності та залишку після розжовування, міцності бульйону.

Матеріали підрозділу опубліковані у працях: [17, 19]

3.3. Кількісні та якісні ознаки яловичини бугайців залежно від розвитку жирового покриву на туші

Аналіз даних ознак забою та морфологічного складу туш бугайців української чорно-рябої та голштинської молочних порід за різної величини жирового покриву на них (табл. 3.16) свідчить про те, що за кращого (3 та 4 бали) оцінювання покриву туш жиром у бугайців української чорно-рябої молочної породи вірогідно ($P \geq 0,95$) був меншим (на 2,7 пункти) вміст м’язової тканини вищого сорту та більшим (на 4,0 пункти) – другого ґатунку.

За кращого розвитку жирової тканини (3 та 4 бали) на тушах голштинських бугаців порівняно з його оцінкою у 1 та 2 бали проявлялася тенденція до погіршення живої маси після голодного витримування, забійного виходу на 0,2 пункти, виходу м’язової тканини вищого – на 4,0 та першого – на 2,2 сортів і відсотка жирової тканини на 1,9 пункти. За кращого покриву жиром туш відбувалося покращення на 6,0 пункти відсотку м’язової тканини другого сорту, сухожилок та зв’язок на 0,2 та кісток на 0,4 пункти.

За кращого розвитку жирової тканини на туші проявлялася тенденція до погіршення живої маси у тварин після голодного витримування на 2,7 %, забійного виходу на 0,9 пункти, м’язової тканини першого сорту – на 0,5, жирової тканини на 1,3, та кількості сухожилок і зв’язок на 0,2 пункти. Це можна пояснити тим, що за кращого покриву туш жировою тканиною тварини характеризуються скороспілістю формування, якій властива негативна особливість – схильність до надмірного відкладання жирової тканини за рахунок м’язової спочатку під шкірою, потім у середині м’язів [34].

Таблиця 3.16

Ознаки забою та морфологічний склад туш бугайців за різної величини жирового покриву на них, $\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$

Ознака	УЧРМП		Г	
	1 та 2 бали (n=18)	3 та 4 бали (n=16)	1 та 2 бали (n=12)	3 та 4 бали (n=14)
Передзабійна жива маса, кг	422±12,0	411±11,1	407±9,6	392±8,2
Забійний вихід, %	48,0±0,32	47,1±0,34	45,8±0,20	45,6±0,11
М'язова тканина, %	68,9±0,77	70,1±0,67	70,9±0,67	72,2±0,48
у тому числі вищого сорту, %	24,0±0,85	21,3±0,78*	24,0±1,09	20,0±0,37
-//- першого сорту, %	47,3±0,70	46,8±0,46	47,4±0,67	45,2±0,17
-//- другого сорту, %	28,7±1,27	32,7±1,12*	28,5±1,46	34,5±0,42
Жирова тканина, %	3,6±0,52	2,3±0,22	4,9±0,67	3,0±0,44
Сухожилки та зв'язки, %	1,6±0,09	1,8±0,10	1,3±0,15	1,5±0,22
Кістки, %	22,7±0,47	22,7 ±0,72	22,9±0,49	23,3±0,37
Втрати під час обвалювання, %	3,2±1,04	3,1±1,14	-	-

Примітка: *)P≥0,95

У бугайців української чорно-рябої молочної породи за кращого покриву туш жиром відбувалося статистично значуще (P≥0,99) покращення їх конформації на 37,9 % (табл. 3.17). У бугайців голштинської породи встановлено нами також статистично не значуще перевищення конформації туш за кращої оцінки розвитку жирового покриву на них.

Таблиця 3.17

Якісні ознаки туш бугайців залежно від розвитку на них жирового покриву

Розвиток жирового покриву на туші, балів		Ознаки					
		конформа-ція, балів	мармуровість, балів	товщина жиру на туші, см	колір м'язової тканини, балів	колір жирової тканини на туші, балів	площа «м'язово-го вічка», $см^2$
УЧРМП	1 та 2 (n=18)	2,9±0,23	6,0±0,87	0,6±0,05	5,1±0,14	4,7±0,10	90,4±4,91
	3 та 4 (n=16)	4,0±0,21**	4,7±0,73	0,9±0,11*	5,4±0,19	4,8±0,22	73,4±4,58*
Г	1 та 2 (n=12)	2,6±0,16	2,3±0,37	0,6±0,07	5,0±0,00	4,6±0,16	88,4±6,09
	3 та 4 (n=14)	3,2±0,12	3,4±0,26	0,9±0,11	5,4±0,17	4,5±0,18	69,4±4,18

Примітки: *)P≥0,95, **)P≥0,99

За кращого покриву туш жировою тканиною у тварин української чорно-рябої молочної породи відбувалося збільшення у 1,5 рази (P≥0,95) товщини підшкірного жиру та погіршення на 23,2 % (P≥0,95) площі «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi,* а у голштинських лише тенденція щодо цих особливостей. За збільшення розвитку жирового покриву проявляється тенденція щодо поліпшення у 1,5 рази, товщини підшкірного жиру у бугайців голштинської породи та до погіршення на 21,5 % площі «м'язового вічка»

У тварин української чорно-рябої молочної породи за збільшення класу покриву туш жиром проявляється тенденція до погіршення мармуровості яловичини (на 27,7 %), а у голштинської – до поліпшення (на 47,8 %). У дослідженнях [330] встановлено, що самки, віднесені до класу 3 за оцінкою розвитку жирового покриву туш за стандартом EUROP, мали кращу мармуровість, ніж за 2-го класу. Колір жирової і м'язової тканин за збільшення покриву туш жиром мають кращу оцінку відповідно у тварин української

чорно-рябої молочної породи на 2,1 та 5,9 %. Колір яловичини у тварин голштинської породи мав оцінку кращу на 8,0 %, а жирової – був менш яскравим на 2,2 %.

Результати дослідження технологічних ознак та хімічного складу яловичини від бугайців української чорно-рябої молочної породи свідчать, що за кращого розвитку (3 та 4 бали) жирового покриву на туші у зразок яловичини голка пенетрометра марки ПМДП за 180 секунд проникає глибше на 3,3 мм, ніж за його величини у 1 та 2 бали (табл. 3.18).

Таблиця 3.18

Технологічні ознаки і хімічний склад яловичини бугайців УЧРМП за різного покриву туш жиром

Ознака	Розвиток жирового покриву на туші, балів	
	1 – 2 (n=9)	3 – 4 (n=6)
Уварювання, %	37,5±1,29	37,0±3,71
Пенетрація, мм	17,7±2,13	21,0±2,36
pH	5,9±0,15	5,8±0,13
Вміст вологи, %	71,5±1,78	69,4±1,78
Суха речовина, %	28,5±1,78	30,6±1,79
Протеїн, %	20,0±0,88	21,9±0,84
Загальний вміст жиру, %	6,4±0,78	6,8±1,34
Загальна маса золи, %	2,2±0,40	1,9±0,44

Це свідчить про те, що за кращого (3 і 4 бали) розвитку жирового покриву на тушах, яловичина є менш грубою. Пояснити це можна тим, що кращий розвиток жирового покриву захищає тушу у холодильній камері від висихання

та втрат вологи волокнами м’язів. За кращого розвитку жирового покриву проявляється тенденція до гіршого (на 5,3 пункти) утримання води в м’ясі, що позначається на деяких його втратах (див. таблицю 3.16) та призводить до гіршої придатності до зберігання.

Зі збільшенням покриву туш жиром проявляється тенденція до зменшення у яловичині загальних вмісту вологи на 2,1 пункти та маси золи на 0,3 пункти. pH яловичини у тушах за різного розвитку жирового покриву порівняли [115] з запропонованою шкалою її класифікації (нормальна pH ≤5,8; атипова pH ≥5,8 але ≤6; типова DFD pH ≥6). За жирового покриву у 1 та 2 бали проявлялась атипова кислотність (5,9) яловичини. За кращого жирового покриву туш (3–4 бали) величина pH м’яса була нормальною (pH=5,8). Проявлялася тенденція до підвищення у яловичині вмісту сухої речовини, протеїну та загального жиру.

Велике генетичне різноманіття тварин великої рогатої худоби (м’ясні, молочні і комбіновані породи та одержані від їх схрещування) призводить до виробництва м’яса різної якості [81]. Споживачів же цікавлять такі його властивості як харчова цінність, сенсорні характеристики, у т. ч. смак [310].

Тому ми дослідили за допомогою дегустаторів смакові характеристики яловичини від бугайців української чорно-рябої молочної породи за різного покриву туш жиром. Зі збільшенням його розвитку проявляється тенденція до погіршення основних складових сенсорного оцінювання яловичини – його смаку (на 3,3 %) та аромату (на 6,7 %) вареного м’яса, ніжності на (6,7) і соковитості на 3,0 % (табл. 3.19).

Яловичина, отримана від лімузинських бугайців у віці від 25 до 27 місяців за класів підшкірного жиру (відповідно до вимог EUROP) «2» і «3» також не відрізнялася за ніжністю [135]. Ніжність м’яса залежить від кількості сполучної тканини, діаметра м’язових волокон, накопичення та розподілу у них жиру. Тонкий його шар на тушах та їх швидке охолодження, є причинами підвищення жорсткості яловичини, висихання, темнішого кольору м’язової тканини [38].

Таблиця 3.19

Сенсорні характеристики вареної яловичини та бульйону із неї за різного покриву туш жиром у бугайців УЧРМП

Сенсорна характеристика, балів		Розвиток жирового покриву на туші, балів	
		1 – 2 (n=8)	3 – 4 (n=5)
Варена яловичина	Соковитість	3,4±0,14	3,3±0,25
	Смак	3,1±0,07	3,0±0,28
	Аромат	3,2±0,11	3,0±0,09
	Ніжність	3,2±0,18	3,0±0,37
	Залишок після розжовування	3,1±0,12	3,1±0,38
	Середні значення за 5-ма ознаками дегустації	3,2±0,22	3,1±0,22
Бульйон	Смак і аромат	2,6±0,13	2,3±0,11
	Міцність	2,3±0,08	2,5±0,34
	Прозорість	2,6±0,18	2,2±0,24
	Середні значення за 3-ма ознаками	2,4±0,08	2,3±0,17

Порівнювали [79] профіль жирних кислот та летких ароматичних сполук між морфологічними групами мармуровості (грубими та дрібними вкрапленнями), та доказали, що її морфологія особливо впливає на харчову якість яловичини. У групі тварин за грубішої мармуровості більшим був вміст поліненасичених жирних кислот та ароматичних сполук. У групі за дрібнозернистого мармуру відмічали кращі показники аромату та смаку порівняно з грубозернистим. Оцінюючи сенсорні характеристики бульйону із вареного м’яса встановлено, що за вищих рівнів розвитку жирового покриву проявлялася тенденція до збільшення такої його ознаки дегустації, як міцності на 8,7 %, та зменшення балів за прозорість, смак і аромат.

Розвиток жирової тканини у великої рогатої худоби залежить від породи й породності [75], швидкості росту [367], впливає на якість яловичини захищаючи м’язи у холодильній камері від висихання під час охолодження туш, що може призвести до їх жорсткості [228]. Це є проблемою для тварин тих порід, які мають менше жирової тканини [230]. Відкладання великої кількості жиру під шкірою збільшує витрати корму тваринами на продукцію [326].

У бугайців української м’ясної породи за різного ступеня розвитку м’ясних форм, підшкірний жир відкладається більше, ніж між м’язами (табл. 3.20). Вони мають краще виражені м’ясні форми у 18 місяців; на 44,7 % більше жирової тканини в туші, у тому числі на 44,1 % під шкірою. Подібна особливість спостерігається у віці 21-н та 23-ри місяці. У тварин за гірших м’ясних форм у віці 21 місяць, порівняно з однолітками з кращим ступенем м’ясних форм, спостерігається тенденція (на 17,6 %) до збільшення жирової тканини між м’язами, яка в цей період має найвищий природний приріст.

Вивчення вмісту жирової тканини під шкірою та між м'язами у бугайців української м’ясної породи після забою залежно від ступеня м'ясних форм показало, що особи за вищої вираженості м’ясних форм характеризуються більш раннім та інтенсивним утворенням жиру в туші. Від 18 до 23 місяців вміст жирової тканини під шкірою відносно її загальної кількості в тілі тварин має тенденцію до зменшення на 6,5 пунктів у випадку кращого ступеня м’ясних форм, і навпаки до збільшення на 2,6 пункти у випадку гіршого ступеня м'ясних форм. У тварин з різним ступенем розвитку м'ясних форм жирова тканина між м’язами збільшується криволінійно, нерівномірно. Якщо жир під шкірою бугайця у 18 місяців становить 72,1 % за найкращих м’ясних форм, і 72,3 % для найгірших, то у 23 місяці його частка зменшується на 13,6 та 4,4 пункти відповідно. Вміст жиру між м’язами, навпаки, збільшується на 27,9 та 27,7 % відповідно.

Отримані дані щодо вмісту жирової тканини у тварин під шкірою та між м’язами свідчать про досягнення ними кращого ступеня вираженості м’ясних

форм завдяки надмірному відкладенню підшкірного жиру, щодо певної міри згладжує дефекти екстер'єру.

Таблиця 3.20

Вміст жирової тканини під шкірою та між м'язами у бугайців української м'ясної породи після забою залежно від вираженості м'ясних форм

М'ясні форми (балів) у віці, місяців		n	Жирова тканина, кг				
			в тушах	під шкірою		між м'язами	
			$\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$	до загальної кількості, %	$\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$	до загальної кількості, %
18	кращі (56,0)	4	6,8±0,50	4,9±0,70	24,6	1,9±0,50	9,5
	гірші (49,2)	3	4,7±1,30	3,4±0,90	19,3	1,3±0,70	7,4
21	кращі (56,5)	3	6,1±0,60	4,4±0,40	21,3	1,7±0,20	8,2
	гірші (5,05)	3	5,3±1,30	3,3±0,40	17,0	2,0±1,00	10,3
23	кращі (54,2)	3	9,4±0,67	5,5±0,39	18,1	3,9±0,28	12,9
	гірші (48,0)	3	7,8±0,59	5,3±0,38	21,3	2,5±0,78	10,0

Не було виявлено суттєвої різниці в компонентах хімічного складу яловичини між тваринами груп з кращим та гіршим розвитком м'ясних форм (табл. 3.21). Оскільки розподіл жиру за різними депо є і предметом обліку утворення відходів, то розкриття особливостей кореляції між ним і якісними ознаками яловичини у великої рогатої худоби необхідне для ефективного виробництва її компонентів.

Таблиця 3.21

Хімічний склад яловичини у 18-місячних бугайців української м'ясної породи за різного розвитку м'ясних форм

Хімічний склад яловичини	58,7 балів, n = 3		49,2 балів, n = 3	
	$\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$	Cv, %	$\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$	Cv, %
Загальний вміст жиру	0,37±0,17	8,0	0,65±0,19	51,6
Білок	20,83±0,53	4,4	20,26±0,70	6,0
Маса загальної золи	1,12±0,04	5,4	1,04±0,02	3,4
Вологість	77,68±0,42	0,94	78,05±0,13	0,29

Вивчення зв'язку між покривом туш жиром та відносними величинами ознак забою і морфологічного складу туш бугайців показав, що розвиток жирового покриву на тушах у голштинських бугайців вірогідно ($P\geq0,95$) зворотно ($r=-0,597$) корелює з відсотком м'язової тканини вищого сорту, позитивно ($r=0,609$) – з вмістом м'язової тканини другого сорту (табл. 3.22). У тварин української чорно-рябої молочної породи проявляється лише тенденція до подібного зв'язку за цими ознаками.

Отримана вірогідна зворотна кореляція між розвитком жирового покриву на туші та відсотком м'язової тканини вищого сорту вказує на те, що за кращого оцінювання вгодованості туш вихід м'якуша вищого сорту зменшуватиметься. Пояснення цьому зробили у дослідженнях T. Herva et al. (2011) [141]. Вони довели, що відкладення жиру відбувається стабільно до тих пір поки тварина, що росте не досягне приблизно половини своєї фізіологічної зрілості. Пізніше приріст живої маси відбувається за різкого збільшення жиру в організмі, коли надходження поживних речовин перевищує їх потребу для росту скелета та м'язів.

Між розвитком жирового покриву на тушах тварин обох груп та забійним виходом, відсотком м'язової тканини першого сорту і жиру в туші проявляється тенденція до зворотної кореляції, до позитивної – з вмістом м'язової тканини та кісток. Про те, що забійний вихід (туші) вірогідно (P≥0,999) зворотно корелює з розвитком жирового покриву на туші доведено у праці M. Martínez et al. (2010) [235]. У дослідженнях же S. Conroy et al. (2010) [88] повідомляли, що за збільшення на одну одиницю оцінки жирності туш (за 15-бальною європейською шкалою), частка загального жиру в них зростала на 12,00 г на кілограм забійної маси.

Таблиця 3.22

Кореляція між покривом туш жиром та відносними величинами ознак забою і морфологічного складу туш бугайців

Ознака	Г (n=26)	УЧРМП (n=34)
Забійний вихід	-0,237	-0,152
М'язова тканина	0,492	0,239
у тому числі вищого сорту	-0,597*	-0,316
-//- першого сорту	-0,457	-0,133
-//- другого сорту	0,609*	0,335
Жирова тканина	-0,170	-0,336
Сухожилки та зв'язки	-0,490	0,182
Кістки	0,554	0,080

Примітка: *) P≥0,95

Дослідження зв'язку між покривом туш жиром та абсолютними величинами їх якісних ознак у бугайців української чорно-рябої та голштинської молочних порід показали, що жировий покрив на туші вірогідно

(P≥0,95) корелює із товщиною підшкірної жирової тканини (r=0,646) та мармуровістю *m. longissimus dorsi* (r=0,661) у голштинських бугайців (табл. 3.23).

Таблиця 3.23

Кореляція між покривом туш жиром та абсолютними величинами їх якісних ознак у бугайців

Ознака	Г (n=26)	УЧРМП (n=34)
Конформація туш	0,565	0,577
Товщина жирової тканини на туші	0,646*	-0,034
Мармуровість яловичини	0,661*	0,010
Колір м'язової тканини	0,483	0,245
Колір жирової тканини на туші	-0,013	-0,543
Площа «м'язового вічка»	-0,389	-0,495

Примітка: *) P≥0,95

Відсутність кореляції між розвитком жирового покриву і мармуровістю яловичини у бугайців української чорно-рябої молочної породи, можливо пояснити тим, що вони порівняно з голштинськими мали нижчий (на 12,0%) бал за розвиток жирового покриву туш (див. табл. 3.3). Згідно з даними A. Oler et al. (2015) [269] клас мармуровості яловичини також зростає за одночасного збільшення кількості жирової клітковини під шкірою, хоча у роботі [135] цього не виявлено. У бугайців обох груп проявляється тенденція до позитивної кореляції між покривом туш жиром та їх конформацією (м'ясистістю), кольором м'язової тканини, негативної – із площею «м'язового вічка», та кольором жирової тканини на туші. Встановлена тенденція до позитивного зв'язку між розвитком жирового покриву і конформацією туш свідчить, що

якість яловичини краще характеризує клас розвитку жирового покриву на туші, ніж її конформація Z. Nogalski et al. (2019) [265].

Зі збільшенням розвитку жиру під шкірою покращується колір м’язової тканини, який одним із перших свідчить про її свіжість [382], значно впливає на вибір споживача [151], та відбувається зниження pH внаслідок гліколізу. Внаслідок цього в м’ясі утворюється молочна кислота, і поряд з цим воно є мікробіологічно стабільним. За даними [266] яловичина, яка характеризується низьким вмістом жиру в м’язах, має темніший колір, твердість і сухість (DFD). Вищі параметри кольору яловичини та нижчі кінцевого pH за покращення вгодованості тварин, отримали [327], на помісних (½ ангус х ½ шароле) тваринах, та чистопородних породи шароле [125].

За збільшення розвитку жирового покриву під шкірою погіршується його колір (r=-0,013 – -0,543) і, відповідно, покращується м’язової тканини (r=0,245 – 0,483). Колір яловичини має важливе значення для прийняття споживачами рішення щодо її закупівлі і [151], оскільки його використовують як індикатор свіжості і корисності [216]. Колір м’язової тканини залежить від концентрації та хімічної форми міоглобіну, що міститься у ній [306]. Знижує рівень небажаної форми міоглобіну і стабілізує таким чином колір м’яса фермент метміоглобінредуктаза. На колір м’яса значно впливають не тільки його біохімія, технологічне оброблення та пакування [312, 319], але й тип годівлі тварин. До більш насиченого кольору яловичини призводить відгодівля тварин на пасовищах що містили люцерну, бермудську траву, коров’ячий горох та перлове просо [325]. Для поліпшення кольору м’ясних продуктів використовують [103] нативні молочнокислі бактерії і грампозитивні каталазопозитивні коки.

У великої рогатої худоби за розвитком жирового покриву, який суттєво впливає на яловичину та прийняття рішення споживачем щодо її закупівлі, класифікують, сортують та визначають якість туш і описують їх цінність для м'ясної промисловості [66]. На туші жирова тканина є однозначно і негативним

критерієм її якості. Захищаючи тушу від випаровування, яке збільшує жорсткість м'яса, вона сприяє зменшенню її забійного виходу [170].

Розвиток жирової тканини на туші у 21-місячних бугайців української чорно-рябої молочної породи призводить до погіршення уварювання яловичини та загальної оцінки дегустації вареного м'яса і бульйону з нього (табл. 3.24). За збільшення розвитку підшкірної жирової тканини незначно зростають показники пенетрації (r=0,137), яка характеризує структурно-механічні властивості яловичини та водов'язуючої здатності (r=0,093). За нашими даними соковитість, ніжність та інші технологічні властивості м'ясних продуктів, які характеризує вологозв'язуюча здатність суттєво не збільшуються за покращення розвитку підшкірного жиру. За цього яловичина втрачає воду під час теплового оброблення і, як наслідок продукт з неї, є грубішим.

Таблиця 3.24

Кореляція між покривом туш жиром і технологічними властивостями та органолептичними ознаками яловичини у 21-місячних бугайців української чорно-рябої молочної породи

Ознака	r
pH	-0,252
Вологозв'язуюча здатність	0,093
Пенетрація	0,137
Уварювання	-0,144
Середні значення дегустації бульйону	-0,328
Середні значення дегустації вареного м'яса	-0,288

Встановлена тенденція до зворотної кореляції між покривом туш жиром і смаковими характеристиками яловичини (r=-0,288) і бульйону (r=-0,328) із неї. Вперше за допомогою протеоміки в поєднанні з рідинною хроматографією, тандемною мас-спектрометрією виявлено [399] 85 білків у 34 бугайців породи Лімузин, які пов'язані з ніжністю, жувальною здатністю, жорсткістю та смаковими якостями м'яса. Передбачувані біомаркери класифікували за

п’ятьма взаємопов’язаними біологічними напрямами: скорочення м’язів та енергетичний метаболізм; білки теплового шоку; окиснювальний стрес; регуляція процесів зв’язування у клітинах. Оптимальні регресійні моделі пояснили високий рівень (58 – 71 %) фенотипної мінливості за допомогою протеомних даних для кожної ознаки якості. У м’язах ідентифікували взаємопов’язані білки з декількох молекулярних шляхів як потенційні біомаркери ніжності, жувальної здатності, жорсткості та смаку яловичини. За допомогою регресійного аналізу дібрали 13 білків, які представляють цікавість для пояснення взаємозв’язку між кількістю цих передбачуваних біомаркерів та смаковими властивостями яловичини. Товщина підшкірного жиру та ніжність яловичини пов’язані з мутацією 526 T≥A в промоторній області екзона 1 гена MyF – 5 [369]. М’ясо великої рогатої худоби, що характеризується пізнім дозріванням, вищою активністю кальпастатину та більшим відсотком сполучної тканини характеризується меншою ніжністю та більшими втратами під час приготування порівняно з яловичиною порід, що походять від Bos taurus [306].

У бугайців української чорно-рябої молочної породи тенденція до зворотного зв’язку між покривом туш жиром і мармуровістю пов’язана з аспектами, які впливають на сприйняття фізичних (ніжність і зрілість колагену) та хімічних (вміст вологи, склад жирних кислот і антиоксидантна здатність) характеристик м’яса споживачами [52]. Підвищений рівень мармуровості позитивно впливає на ніжність, соковитість, аромат і загальне оцінювання смаку яловичини [337] коли немає сторонніх присмаків [89]. Криволінійні зв’язки між оцінками ніжності, соковитості і смаку м’яса та жиром у середині м’язів вирівнюються за його вмісту від 15 до 17 % [358].

Смакові властивості яловичини гарантує мармуровий жир, який знаходиться у середині м’язів [69]. Коли м’ясо смажать чи варять жирова тканина плавиться, просочує його. У результаті воно стає соковитим і ніжним. На мармуровість яловичини та її поживну цінність впливають порода, стать, вік на момент забою, система утримання, корми, оброблення до і після забою, температура охолодження і пакування, індивідуальні генетичні особливості

худоби [280]. Оскільки тварини мають генетичний потенціал щодо розвитку мармуровості то незалежно від їх годівлі та утримання, вони досягають тієї межі її кількості, яку можуть розвинути. У великої рогатої худоби вагю чорної породи вміст внутрішньом'язового жиру становить близько 30 % [174]. Серед європейських порід найвища концентрація внутрішньом'язового жиру в яловичині абердин-ангуських телиць [150]. Мармуровість м'яса вища у воликів [261], та у старої худоби [254], коли їх інтенсивно годують концентрованими кормами за високого вмісту енергії [266], лише після того, як «зайвий» жир накопичиться у середині черева, під шкірою та між м'язами. Найгіршу якість має яловичина некастрованих бугайців [372].

Між візуально оціненим розвитком жирового покриву з одного боку, та хімічним складом яловичини з іншого кореляція є від середньої до слабкої (табл. 3.25).

За кращого розвитку жирової тканини на туші практично не змінювався (r=0,018) вміст у яловичині вологи, велика кількість якої призводить до її швидкого псування [182], спостерігалася тенденція до збільшення (r=0,262) вмісту білка в *m. longissimus dorsi*. Білок відіграє ключову роль у метаболічних процесах, включаючи вироблення АТФ, енергетичний метаболізм, окиснювальний стрес та окиснювально-відновлювальні реакції у клітинах. За кращої вгодованості бугайців у них виявлено [327] також підвищений (P≥0,95) вміст білків, пов'язаних з енергетичним обміном, а за гіршої – катаболічними процесами (гліколіз), оксидативним стресом, структурою і скороченням м'язів, що вплинуло на ступінь мармуровості та колір м'яса.

За кращого розвитку підшкірного жиру зменшувалася кількість загального жиру в м'ясі. Це не підтверджує вірогідного зв'язку між досліджуваними ознаками і не дозволяє виробникам прогнозувати мармуровість яловичини бугайців української молочної породи залежно від розвитку жирового покриву у худоби перед забоєм.

Основною причиною негативного впливу на смакові властивості м'яса бугайців за кращого розвитку жирового покриву є зменшення вмісту жиру у м'язах. Однак, збільшення кількості внутрішньом'язового жиру спостерігали [135] за вищого класу розвитку підшкірної жирової клітковини. Зворотнім і незначним був коефіцієнт кореляції між розвитком жирового покриву, з одного боку, та з іншого загальною кількістю мінеральних речовин, які відіграють важливу роль у харчуванні та здоров'ї людини [182].

Таблиця 3.25

Кореляція між покривом туш жиром та хімічним складом яловичини у 21-місячних бугайців української чорно-рябої молочної породи (n=13)

Ознака	r
Вміст вологи	0,018
Вміст сухої речовини	-0,019
Білок	0,262
Загальний вміст жиру	-0,262
Масова частка загальної золи	-0,089

Таким, чином існує багато проблем щодо оцінювання туш бугайців української чорно-рябої молочної породи за кращим розвитком у неї жирового покриву відповідно до європейських регламентів оцінювання туш великої рогатої худоби включаючи високі витрати кормів на приріст, утилізацію необроблених обрізок, погіршення багатьох якісних ознак яловичини. Класифікація якості туш у 21-місячних бугайців української чорно-рябої молочної породи за розвитком підшкірної жирової тканини відповідно до європейських регламентів оцінювання туш не має зв'язку з якістю яловичини за смаковими ознаками (оцінювання у балах бульйону і вареного м'яса), за вмістом жиру у м'язовій тканині та її уварюванням.

Збільшення кількості жиру – поливу на туші зменшує його вміст у м'язах, не надає яловичині більшої мармуровості, погіршує її дегустаційні властивості (смак, аромат, ніжність) вареного м'яса і бульйону із нього. Якість яловичини

залежить не лише від вмісту жиру у середині м’язів, а й від взаємозв’язку внутрішньом’язової сполучної тканини (загальний та нерозчинний колаген, який оточує кожне волокно м’язів, та їх пучки і, м’яз у цілому) та типами м’язових волокон і внутрішньом’язового жиру [38]. Споживачів же цікавлять такі властивості м’яса як харчова цінність, сенсорні характеристики, профілактика захворювань [304]. Великий розвиток жиру під шкірою не бажаний, адже за цього підвищується статева скороспілість тварин [258]. Зменшувати відкладання підшкірної жирової тканини необхідно за розведення тварин гомозиготних [397], та за гіршої вираженості м’ясних форм [365].

За накопичення підшкірної жирової тканини, витрати корму на згодовування молодняку і прирости живої маси збільшуються [350]. Але порівнюючи [338] профілі жирних кислот у чотирьох типах жирових депо у бугайців, яких відгодовували напівінтенсивно та інтенсивно встановлено, що внутрішньом'язовий жир був найпоширенішим за загальною кількістю поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) n-3 і n-6 порівняно з іншими типами жирів. Крім того зовнішній жир був більш багатим на кон'югована лінолеву кислоту (CLA), ніж інші типи жирів. Цей висновок на думку авторів може мати значення як для промисловості, так і для здоров'я людини через виявлені відмінності у складі жирних кислот.

Висновок до підрозділу 3.3. У 18-24 – місячних бугайців української чорно-рябої молочної породи за значень у 3 – 4 бали розвитку жирового покриву на туші вірогідно кращими були конформація туш, товщина жирової тканини під шкірою, вміст у туші м’язової тканини другого сорту. Гіршими – вміст у туші м’язової тканини вищого сорту та площа «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi*. Проявлялася тенденція до погіршення забійного виходу, вмісту у туші жирової тканини, зменшення мармуровості, pH, сенсорних характеристик вареного м’яса, та бульйону із нього. У помісних тварин ці особливості проявлялися дещо гірше.

Зі збільшенням класу за розвиток жирового покриву на тушах від 1-2 до 3-4 балів проявляється тенденція до зменшення забійного виходу, жирової тканини у туші, погіршення вмісту м'язової тканини першого сорту, утримання води в м'ясі, придатності його до зберігання, зменшення у яловичині загального вмісту вологи, загальної маси золи, погіршення ніжності та соковитості вареної яловичини, поліпшення міцності бульйону із вивареного м'яса. За розвитком жирової тканини на туші за європейськими регламентами оцінювання туш у 21-місячних бугайців української чорно-рябої молочної породи неможливо точно прогнозувати якісний склад яловичини.

Матеріали підрозділу опубліковані у працях: [22, 27, 198]

3.4. Кількісні та якісні ознаки яловичини бугайців залежно від товщини жирової тканини на туші

Вивчені ознаки забою та морфологічний склад туш бугайців за різної товщини жирового покриву показують, що за її збільшення у бугайців обох дослідних груп проявляється тенденція до зменшення виходів забійного, м'язової тканини, вищого і першого сортів, збільшення сухожилок і зв'язок та м'язової тканини 2-го сорту (табл. 3.26). Зменшення забійного виходу, частки м'язової тканини та інших якісних ознак яловичини відмічено також у попередніх роботах вчених [228], за більшої товщини жиру на туші та його розвитку [269], який залежить, в основному, від породи великої рогатої худоби [398].

Таблиця 3.26

Ознаки забою та морфологічний склад туш бугайців за різної товщини жирового покриву, $\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$

Ознака	УЧРМП			Г	
	0,5-0,7 см (n=19)	0,8-1,0 см (n=9)	1,1 см і більше (n=6)	0,5-0,7 см (n=14)	1,1 см і більше (n=12)
Передзабійна жива маса, кг	407±9,2	425±22,3	434±16,4	396±8,2	402±10,1
Забійна маса, кг	187±4,6	194±10,2	197,6±10,0	181±3,8	183±4,8
Забійний вихід, %	45,9±0,15	45,6±0,11	45,5±0,91	45,8±0,18	45,6±0,13
М'язова тканина, кг	133±3,2	137±6,6	140±7,1	129±3,0	131±3,7
-//-, %	71,1±0,80	70,6±0,74	70,8±1,21	71,5±0,68	71,8±0,48
у т. ч. вищого сорту, кг	30±1,5	31±2,3	32±3,3	29±1,6	28±1,7
-//-, %	22,8±0,80	22,6±1,34	22,8±1,81	22,3±0,98	21,4±0,91
першого сорту, кг	63±1,8	62±2,6	66±5,0	60±1,5	60±1,9
-//-, %	47,2±0,60	45,2±0,72	46,8±1,13	46,5±0,60	46,0±0,48
другого сорту, кг	40±1,6	44±3,8	42±3,0	40±1,9	42±1,9
-//-, %	30,0±1,19	32,2±1,87	30,4±2,64	30,9±1,33	32,6±1,29
Жирова тканина, кг	8,2±1,1	7,1±1,5	10,3±1,9	7,9±1,22	6,6±1,04
-//-, %	4,4±0,41	3,7±0,85	5,2±0,21	4,3±0,64	3,6±0,57
Сухожилки і зв'язки, кг	2,8±0,32	3,1±0,25	4,3±0,68	2,4±0,28	2,8±0,47
-//-, %	1,5±0,14	1,6±0,14	2,2±0,22	1,3±0,16	1,5±0,23
Кістки, кг	43±0,8	46,8±2,6	43±3,0	42,1±0,93	44,2±1,10
-//-, %	23,0±0,50	24,1±0,41	21,8±1,35	23,1±0,42	23,6±0,43

Основні якісні ознаки туш, залежно від товщини жиру на них, наведено у таблиці 3.27. У бугайців української чорно-рябої молочної породи за збільшення жирового покриву від 0,5-0,7 до понад 1,1 см вірогідно покращуються товщина жиру на тушах на 43,5 ($P\geq0,99$) та їх конформація – на 55,2 % ($P\geq0,95$).

Таблиця 3.27

Якісні ознаки туш бугайців за різної товщини жиру на них, $\bar{X}\pm S_{\bar{x}}$

Товщина жиру на туші, см		Ознаки				
		конформація туш, балів	площа «м'язового вічка», $см^2$	мармуровість яловичини, балів	колір м'язової тканини, балів	колір жирової тканини, балів
УЧРМП	від 0,5 до 0,7 (n=19)	2,9±0,97	83,7±4,79	5,0±0,85	5,1±0,13	4,6±0,14
	від 0,8 до 1,0 (n=9)	3,7±0,25	83,0±9,73	7,1±0,74	5,4±0,18	4,9±0,12
	1,1 і більше (n=6)	4,5±0,37*	78,0±4,49	4,2±1,34	5,3±0,46	5,0±0,49
Г	від 0,5 до 0,7 (n=14)	2,9±0,16	79,5±5,71	2,4±0,32	5,0±0,00	4,4±0,14
	1,1 і більше (n=12)	3,1±0,16	76,7±5,91	3,4±0,33	5,4±0,20	4,7±0,19

Примітки: *)P≥0,95; **)P≥0,99 – порівняно з групою від 0,5 до 0,7 см.

За збільшення жиру-поливу від 0,5 – 0,7 до понад 1,1 см на тушах голштинських бугайців проявляється тенденція до покращення їх конформації та розвитку жирового покриву на них, мармуровість яловичини, яскравішими ставали кольори м'язової та жирової тканин.

За товщини жиру від 1,1 см і більше, порівняно з 0,5 – 0,7 см у бугайців української чорно-рябої молочної породи проявляється тенденція до зменшення на 7,3 % площі «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi*. Площа «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* зменшувалась на 3,7 % у голштинської худоби. Погіршення

площі «м'язового вічка» за кращого розвитку жирової тканини під шкірою підтверджують дані, отримані у попередніх роботах [337, 367]. Це свідчить про те, що за більшої товщини жиру-поливу стримується розвиток *m. longissimus dorsi*, а отже у туші зменшується кількість цінних їстівних частин.

Погіршення площі «м'язового вічка», забійного виходу, кількості м'язової тканини вищого і першого сортів, за росту жиру на туші можливо пояснити тим, що *m. longissimus dorsi* розміщений, в основному, у грудному і поперековому відділах, які є найціннішими відрубами, а їх м'язова тканина складає значну частку туші.

Хоча є дані [208], що площа «м'язового вічка» поліпшується за збільшення товщини жиру на туші від 3 до 25 мм та залежить від генотипу тварин [76]. Через прямолінійну кореляцію між площею «м'язового вічка» і виходом цінних відрубів у тушах [51], дані щодо її величини пропонують [377] використовувати для прогнозування кількості одержаної яловичини та належності її до певного сорту.

Клас мармуровості яловичини у бугайців української чорно-рябої молочної породи зростає на 42,0% за товщини жирової тканини на туші лише у межах від 0,8 до 1,0 см. За її збільшення понад 1,1 см проявляється тенденція до погіршення мармуровості на 19,0%. У голштинських бугайців мармуровість поліпшується на 41,7% за товщини жиру на туші 1,1 см і більше. Про те, що товщина жиру на туші прямолінійно не корелює з мармуровістю яловичини також установлено і у попередніх дослідженнях [65]. Це свідчить, що за товщого шару жиру-поливу на туші не можливо отримувати хороших смакових властивостей яловичини.

Мармуровість є основним фактором, що визначає смакову якість м'яса [322], сприятливо впливає на смак [272] та сприйняття споживачами його ніжності [52]. Як у бугайців української чорно-рябої молочної породи так і у голштинських за збільшення товщини жирового покриву на туші проявляється тенденція до підвищення оцінки кольору м'язової тканини, оскільки нижчий її вміст асоціюють [154] зі зменшенням знебарвлення яловичини. Зі збільшенням

товщини жирової тканини на тушах тварин обох порід проявляється тенденція до поліпшення її кольору. Подібні дані отримали і у попередніх роботах [208].

Результати визначеної у бугайців української чорно-рябої молочної породи пенетраційної напруги показують, що за товщини жиру-поливу на туші від 0,5 до 0,7 см у зразок яловичини голка приладу ПМДП проникає за 180 секунд вірогідно (P≥0,95) на меншу (на 45,8 %) глибину ніж за більшої (0,8-1,0 см) її величини (табл. 3.28). Це свідчить про жорсткість та твердість яловичини за товщини жиру поливу від 0,5 до 0,7 см.

Таблиця 3. 28

Технологічні ознаки ($\bar{X}\pm S_X$) яловичини 21-місячних бугайців української чорно-рябої молочної породи за різної товщини жиру-поливу та кореляція (r) між ними

Товщина підшкірного жиру, см	Ознака		
	вологозв'язуюча здатність	уварювання	пенетрація
Від 0,5 до 0,7 (n=11)	62,1±2,99	38,1±1,95	20,7±1,78
Кореляція з технологічними ознаками (r)	-0,155	0,037	0,023
Від 0,8 до 1,0 (n=4)	48,6±6,92	35,3±2,35	14,2±1,79*
Кореляція з технологічними ознаками (r)	-0,850	0,968	0,954

Примітка: *)P≥0,95.

Це можна пояснити тим, що вищий вміст жиру-поливу на туші пов'язаний зі зменшенням руйнування і деформації м'язових волокон [153]. Оскільки у бугайців жир суттєво впливає на текстуру м'яса [275] то для запобігання вкорочення волокон м'язів, яке призводить до жорсткості вареної яловичини, товщина його під шкірою повинна бути не менше 5,00 мм [48].

Підшкірна жирова тканина до певної міри утримує воду в м'ясі та зв'язує її під час перероблення. Так, за збільшення товщини жиру-поливу проявляється

тенденція до зменшення водозв'язуючої здатності на 13,5 пункти. Властивість утримувати воду у свіжому м'ясі пов'язана із придатністю його до зберігання та кращого виходу після приготування продуктів харчування [380]. За нашими даними більша товщина жиру на туші сприяє зменшенню на 2,8 пункти кількості вологи у вареній яловичині. Вони підтверджують також встановлені властивості іншими вченими [69].

Втрати м'яса під час стікання води негативно позначаються на масі туш і відрубів, виході та якості перероблених продуктів [39]. Через втрати води із яловичини під час нагрівання, білки стають менш еластичними і жорсткішими. Оскільки продукт із неї є грубішим, то підвищується пенетраційна напруга [302]. Погіршення технологічних властивостей м'язової тканини за меншої товщини підшкірного жиру можливо пояснити ще й тим, що під час нагрівання скорочуються колагенові фібрили. За різних температур відбувається денатурація білків м'язів. Зменшення уварювання яловичини означає поліпшення її кулінарно-технологічних властивостей, та є важливою ознакою, що відображає економічну цінність м'яса, оскільки за вищих її показників збільшуються відходи під час кулінарного оброблення.

Вивчення хімічного складу яловичини за різної товщини жиру-поливу та зв'язку між ними показало, що зі збільшенням товщини жирової тканини під шкірою проявляється тенденція до зменшення у яловичині загального вмісту жиру (табл. 3.29). Це суперечить даним попередніх досліджень [65], відповідно яких між зазначеними ознаками існує вірогідний взаємозв'язок. Проявляється тенденція до збільшення у яловичині вмісту вологи за підвищення товщини жиру-поливу. Це слід пояснити кращим захистом туш від обвітрювання та втрат.

В групах туш за різної товщини жирової тканини на них визначали рівень pH за шкалою її класифікацій, використаній в праці [115]. За товщини жиру-поливу у межах від 8 до 10 мм проходить нормалізація pH (5,73) яловичини, а за меншої її величини відбувався прояв атипового pH (pH=5,89). За атипової яловичини більш високим є рівень метміоглобіну [153], що негативно і

вплинуло на пенетрацію м’яса. У м’язовій тканині за товщого жиру-поливу і зниження pH, інтенсивніше проходить гліколіз і утворюється молочна кислота.

Таблиця 3.29

Хімічний склад яловичини ($\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$) за різної товщини жиру- поливу та кореляція (r) між ознаками

Товщина підшкір-ного жиру, см	Ознаки					
	pH	вміст вологи, %	суха речовина, %	протеїн, %	загальний вміст жиру, %	масова частка загальної золи, %
Від 0,5 до 0,7 (n=11)	5,89±0,131	69,8±1,26	30,7±1,38	20,9±0,85	7,6±0,48	2,1±0,34
Кореляція (r)	-0,304	-0,474	0,366	0,282	0,326	0,309
Від 0,8 до 1,0 (n=4)	5,73±0,114	74,3±1,88	25,6±1,88	20,1±0,75	3,6±1,18	1,9±0,60
Кореляція (r)	0,739	-0,994	0,994	0,442	0,825	0,941

За меншої (від 0,5 до 0,7 см) товщини жирової тканини на туші спостерігалася тенденція до збільшення на 0,8 пункти вмісту білка в *m. longissimus dorsi*. У бугайців за більшої товщини жирової тканини на туші формувалося м’ясо за гірших показників загальної маси золи. Таким чином, оцінювання туш бугайців УЧРМП за товщиною жиру під шкірою не дозволяє виробничникам прогнозувати хімічний склад яловичини залежно від її величини перед забоєм.

Проведена дегустація вареної яловичини свідчить, що за збільшення товщини жиру на туші проявлялася тенденція до підвищення (на 12,5 %) основної складової сенсорного оцінювання яловичини – ніжності (табл. 3.30). На неї впливає кількість і тип жиру в м’ясі [381], який пом’якшує волокна, мінімізує їх руйнування [154]. Позитивні ж зміни у сприйнятті експертами ніжності яловичини викликає товщина жиру на туші, що перевищує 6 мм [276]. За малої кількості підшкірного жиру у м’язах швидко знижується температура,

а волокна укорочуються через сповільнення гліколізу [326]. Це є характерним для твердішого і сухішого м’яса.

Таблиця 3.30

Сенсорні властивості вареної яловичини за різної товщини жиру-поливу та кореляція між ними, ($\bar{X}\pm S_{\bar{x}}$)

Товщина підшкір-ного жиру, см	Сенсорні характеристики вареного м’яса					
	соковитість, балів	смак, балів	аромат, балів	ніжність, балів	залишок після розжо-вування, балів	середні значення за 5-ма ознаками дегустації
від 0,5 до 0,7 (n=9)	2,4±0,10	2,6±0,13	3,1±0,15	2,4±0,07	3,3±0,16	2,7±0,15
кореляція (r)	-0,327	-0,057	-0,136	-0,217	-0,435	-0,234
від 0,8 до 1,0 (n=4)	2,9±0,30	2,4±0,41	2,7±0,28	2,7±0,50	2,9±0,31	2,7±0,14
кореляція (r)	0,359	0,490	-0,151	0,223	-0,614	-0,06±0,22

За збільшення товщини жиру-поливу проявляється тенденція також до підвищення на 20,8 % оцінювання яловичини за соковитістю, яка впливає на її харчову якість. Підвищує сприйняття ніжності та соковитості м’яса жир, який змащує м'язи між волокнами. Соковитість позитивно позначається на якості споживання яловичини. У роті її характеризує кількість соку під час пережовування [215]. За більшої товщини жиру-поливу проявляється тенденція до зменшення величин таких сенсорних властивостей яловичини як смак, аромат і залишок після розжовування. На смак яловичини впливає мармуровий жир, у якому міститься більше олеїнової кислоти і менше стеаринової, ніж у підшкірному [360]. Жир є також джерелом ароматичних сполук, що важливо для якості м’яса. Аромат і смак яловичини викликають реакції нелетких жирних кислот під час термічного оброблення, типу і концентрації летких речовин, які вивільняються [296]. Таким чином, підвищення товщини жиру-поливу призводить до зниження не тільки вмісту загального жиру в середині

м’язів, а і до погіршення величин оцінюваних ознак вареного м’яса – аромату, смаку і залишку після жування.

Показники дегустації бульйону із вареної яловичини були дещо краще оцінені за меншої (від 0,5 до 0,7 см) товщини жиру на туші (табл. 3.31).

Таблиця 3.31

Сенсорні характеристики бульйону ($\bar{X}\pm S_{\bar{x}}$) із яловичини за різної товщини жиру-поливу та кореляція між ними

Товщина підшкірного жиру, см	Ознаки дегустації бульйону, балів			
	смак і аромат	міцність	прозорість	середні значення
Від 0,5 до 0,7 (n=9)	3,1±0,13	3,1±0,23	3,0±0,25	3,1±0,01
Кореляція (r)	-0,281	-0,453	-0,481	-0,405
Від 0,8 до 1,0 (n=4)	2,9±0,14	2,8±0,33	2,4±0,24	2,7±0,13
Кореляція (r)	-0,702	-0,448	-0,692	-0,614

За збільшення товщини підшкірного жиру проявляється тенденція щодо послаблення міцності бульйону. За зниження у м’ясі сухої речовини, протеїну і загальної маси золи (див. табл. 3.24) у бульйон переходить менше білків, екстрактивних речовин і мінеральних солей. Отже, отримані нами результати свідчать, що за збільшення товщини підшкірного жиру у бугайців української чорно-рябої молочної породи, вірогідно поліпшуються конформація туш, розвиток на них жирової тканини і пенетрація м’яса, проявляється тенденція до покращення його ніжності і соковитості. Від товщини жиру-поливу на тушах у бугайців суттєво не залежать забійний вихід, маса м’язової тканини, у тому числі вищого і першого сортів.

Виробничників яловичини і переробників цікавить якість туш, визначена за товщиною жирової тканини від якої на ринку залежить її ціна. Товщина жиру-поливу, за якою визначають вгодованість великої рогатої худоби в Україні, не впливає позитивно на смакові і кулінарні властивості яловичини, у яких зацікавлені споживачі [304]. Ніжність, смак, соковитість м’яса базують

[280] на вмісті жирової тканини у середині м’язів. Бугайці української чорно-рябої молочної породи за товщини жирової тканини на туші від 8 до 10 мм мають вміст жиру у середині м’язів лише 3,6 %. Оскільки характеристики якості туш порівняно з якістю яловичини чутливіші до змін в управлінні вирощуванням жуйних тварин то досягти оптимального їх поєднання можливо за різних умов годівлі худоби [52].

За збільшення товщини жиру на туші проявляється тенденція до підвищення забійного виходу, м’язової тканини вищого та першого сортів, вмісту жирової тканини, сухожилок і зв’язок та кісток, оцінювання в балах соковитості та ніжності вареного м’яса і погіршення площі «м’язового вічка», мармуровості, вологозв’язуючої здатності та уварювання, смаку яловичини її аромату, залишку після розжовування та смаку і аромату, міцності і прозорості бульйону із неї, до зменшення pH яловичини, кількості у ній сухої речовини, загального вмісту жиру та мінеральних речовин і протеїну. У бугайців української чорно-рябої молочної породи оптимальна товщина підшкірної жирової тканини має бути у межах від 8 до 10 мм.

У бугайців обох груп установлена тенденція до слабкої позитивної кореляції між товщиною жиру на туші та відсотком м’язової тканини 2-го сорту, вмістом у туші сухожилок і зв’язок та кісток (табл. 3.32). У тварин голштинської породи товщина жиру на туші проявляє тенденцію до негативної кореляції із відсотком тканин – м’язової вищого та першого сортів і жирової, а у української чорно-рябої молочної до позитивної. Надмірне відкладення жирової тканини під шкірою пов’язане зі зниженням виходу яловичини із-за збільшення її втрат через її обрізання доведено також у дослідженнях [97]. Тому ці автори рекомендують контролювати відкладення надлишку жирової тканини під шкірою, оскільки це впливає на якість туш. На бійнях вимагають, щоб товщина жирової тканини на туші була у межах від 3 до 6 мм для запобігання втрат її маси під час охолодження, потемніння м'яса та покращення його сенсорних характеристик. Товщина жирової тканини на туші, що перевищує 7,61 мм, не покращує смак яловичини [102]. За товщиною

підшкірної жирової тканини та співвідношенням м'язової тканини до кісток встановлюють [159] цінність туш. Вище їх співвідношення є кращим, оскільки це означає, що більше пісного м'яса надійде у продаж. У худоби м'ясних порід це співвідношення є кращим, ніж у молочних. У бугайців воно також є вищим ніж у воликів. Досягнути бажаного відношення м'язової тканини до кісток у тушах можливо маніпулюванням такими факторами як порода, годівля, утримання, стать, вік забою, період транспортування, стрес під час заганяння тварин на забій.

Таблиця 3.32

Кореляція між товщиною жирової тканини на тушах та відносними величинами ознак забою і морфологічного складу у бугайців

Ознака	УЧРМП (n=34)	Г (n=26)
Забійний вихід (туші)	-0,162	-0,047
М'язова тканина	0,295	0,158
у тому числі вищого сорту	0,101	-0,213
-//- першого сорту	0,261	-0,167
-//- другого сорту	0,154	0,246
Жирова тканина	0,121	-0,151
Сухожилки та зв'язки	0,018	0,277
Кістки	0,178	0,321

У бугайців української чорно-рябої молочної та голштинської порід вірогідну кореляцію встановлено між товщиною жиру на туші та його покривом (табл. 3.33). Відмічалася тенденція (r=0,344) до позитивної кореляції між товщиною підшкірної жирової тканини та конформацією туш у тварин голштинської породи і вірогідна у української чорно-рябої молочної породи, між мармуровістю яловичини, кольором м'язової і жирової тканин. Зв'язок між товщиною підшкірної жирової тканини і масою туші та її виходом (p≥0,999) і мармуровістю яловичини (p≥0,95) встановили у праці [340]. У наших дослідженнях за збільшення у великої рогатої худоби обох груп товщини

підшкірного жиру проявляється тенденція до зворотного зв'язку з площею «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi*. За твердженням вчених [181] ця ознака не поліпшує цінність туш та яловичини. Але у дослідженнях [106] встановлено, що у тушах сорту Standard за меншого накопичення підшкірної жирової тканини, меншою була площа «м'язового вічка» та більшою її варіабельність, витрачалося більше енергії для росту м'язів. За товщої жирової тканини на туші проявляється тенденція до покращення кольорів яловичини і жирової тканини на туші.

Таблиця 3. 33

Кореляція між товщиною жирової тканини на тушах бугайців та абсолютними величинами їх якісних ознак

Ознаки	УЧРМП (n=34)	Г (n=26)
Конформація туш	0,530***	0,344
Покрив туш жировою тканиною	0,520**	0,646*
Мармуровість яловичини	0,041	0,487
Колір м'язової тканини	0,096	0,545
Колір жирової тканини на туші	0,250	0,240
Площа «м'язового вічка»	-0,023	-0,124

Примітки: *) P≥0,95; **) P≥0,99; ***) P≥0,999

Таким чином, встановлені кореляційні зв'язки між товщиною підшкірної жирової тканини та кількісними і якісними ознаками яловичини є важливими для збільшення виходу та отримання із неї менш дорогої продукції, оскільки надлишки жиру на туші обрізають чим зменшують її вартість. Так у дослідженнях [165] встановлено, що товщина підшкірної жирової тканини на тушах бугайців у віці 30,6 місяців корейської худоби Hanwoo негативно впливала на ціну яловичини залежно від її вагових груп і, ставала позитивною за їх маси 450 кг. Тому, актуально за вступу України до Євросоюзу є також обґрунтування включення якісної ознаки – товщини жирової тканини у нормативні документи щодо класифікації туш великої рогатої худоби, для

підвищення ефективності виробництва яловичини та зменшення втрат спожитої енергії природних ресурсів.

Висновки до підрозділу 3.4. За збільшення товщини жирового покриву на тушах вірогідно кращим є його розвиток на них, проявляється тенденція до підвищення м'язової тканини другого сорту, вмісту сухожилок і зв'язок та кісток і до погіршення забійного виходу, площі «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi*, відсотка м'язової тканини вищого та першого сортів і вмісту жиру у тушах.

Матеріали підрозділу опубліковані у працях: [26, 201]

3.5. Кореляційний зв'язок між кількісними та якісними ознаками яловичини та площею «м'язового вічка»

Згідно з твердженнями, окресленими у праці [304] споживачі зацікавлені у харчовій цінності і сенсорних характеристиках яловичини, які не дозволяє прогнозувати якість туш, оцінена за регламентами ЄС. Тому, у даному підрозділі представлені дані щодо визначеної відповідності якісних характеристик яловичини бугайців українських м'ясної і чорно-рябої молочної порід та голштинської залежно від розвитку у них «м'язового вічка». Нами доведено, що площа «м'язового вічка» суттєво залежить від напрямку продуктивності породи. Площа поперечного перерізу *m. longissimus dorsi* у української чорно-рябої молочної та голштинської порід у віці від 18 до 24-х місяців прямолінійно вірогідно корелює із такими ознаками як передзабійна жива маса і, маса туші, кількістю м'язової тканини, у тому числі вищого і першого сортів (табл. 3.34), які в основному складають поживну цінність яловичини.

Таблиця 3.34

Коефіцієнти кореляції між площею «м'язового вічка» та ознаками забою і морфологічним складом туш у бугайців

Ознака	УЧРМП		Г		
	від 18 до 24-х місяців (n=34)	у тому числі у 21-н місяць (n=13)	від 20 до 22 місяців (n=26)	у т. ч. у 21 місяць (n=21)	у т. ч. у 21 місяць за використання УЗД (n=11)
Передзабійна жива маса	0,409*	0,650*	0,612***	0,613**	0,916***
Маса туші	0,404*	0,633*	0,598***	0,611**	0,912***
Вихід туші	0,069	-0,285	0,018	0,107	-0,045
Кількість м'язової тканини	0,355*	0,524	0,498**	0,550**	0,931***
у тому числі вищого сорту	0,680***	0,811***	0,745***	0,727***	0,831***
-//- першого сорту	0,501**	0,822***	0,662***	0,718***	0,926***
-//- другого сорту	-0,377*	-0,367	-0,303	-0,227	-0,023
Кількість жирової тканини	0,477**	0,566*	0,491**	0,579**	0,437
Кількість сухожилок та зв'язок	0,331	0,640*	0,435*	0,593**	0,958***
Кількість кісткової тканини	0,049	0,160	0,093	-0,014	0,758**

Примітки: *)$P \geq 0,95$; **)$P \geq 0,99$; ***)$P \geq 0,999$

Дослідження [187] підтверджують, що забійна маса є надійною і достовірною прогностичною ознакою якості туші та виробництва яловичини преміум-класу для голштинської, бурої швейцарської та симентальської порід великої рогатої худоби. Встановлену пряму кореляцію у бугайців УЧРМП і Г між площею «м'язового вічка» і забійною масою, кількістю м'язової тканини, у

тому числі вищого і першого сортів, можливо пояснити тим, що м’яз *m. longissimus dorsi* розміщений в основному у грудному і поперековому відділах, які є найціннішими відрубами туші і її м’язова тканина складає тут значну частку. Між площею «м’язового вічка» та загальним вмістом жирової тканини у туші існує пряма кореляція. Подібний зв’язок між площею «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi* та вмістом жиру у туші у своїх дослідженнях установили також A. Oler *et al.* (2015) [269]. Хоча площа «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi* надає додаткову інформацію про розвиток м'язів, її прогностична цінність є вторинною по відношенню до забійної маси, коли її використовують самостійно.

Позитивна вірогідна кореляція між живою масою бугайців після 24-годинного голодного витримування та масою туш і площею «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi*, свідчить про те, що утворення м’язової тканини тісно корелює з ростом тварин оскільки збільшення його зумовлює головним чином розвиток м’язів. За використання оцінки площі «м’язового вічка» ультразвуком за життя у 21-місячних тварин встановлена значно вища позитивна вірогідна кореляція. У проведених дослідженнях [76] також встановлено, що площа «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* значно корелювала із забійною масою дослідних тварин, залежно від їх генотипу. Між площею «м’язового вічка» і забійним виходом (туш) кореляційний зв’язок відсутній.

Позитивний зв’язок встановлено між площею «м’язового вічка» та кількістю сухожилок і зв’язок у тушах бугайців. Що стосується кореляції з кількістю кісткової тканини у тушах дослідних тварин то вона відсутня, окрім визначеної площі поперечного перетину за допомогою УЗД діагностики.

Пояснити це можливо тим, що ріст м’язової тканини (у тому числі і *m. longissimus dorsi*) та жирової в онтогенезі великої рогатої худоби протікає відносно швидше, а кістяку – повільніше, то і кореляція між площею «м’язового вічка» досліджуваного м’яза і вмістом кісток у туші значно менша. Між площею поперечного перерізу *m. longissimus dorsi* і кількістю яловичини другого ґатунку, у якій є значна кількість жиру, не відділеного від м’язів під час

жилування, кореляційний зв’язок зворотний (P≥0,95), окрім даних, отриманих на УЗД апараті. Прямолінійні вірогідні коефіцієнти кореляції між площею «м’язового вічка» і кількісними ознаками м’ясної продуктивності на бугайцях 21-місячного віку краще відображають зв’язок між ними ніж у період від 18 до 24 місяців.

Подібний взаємозв’язок між вищезазначеними ознаками були встановлені на тваринах молочних [293] порід. Так, за їх даними прямолінійні тісні коефіцієнти кореляції (r=0,80) існують між площею «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi* та кількістю м’язової тканини в тушах голштинської худоби, у тому числі вищого сорту (r=0,69). Таким чином, отримані нами дані підтверджують результати дослідження J. Vinay *et al.* (2014) [377], що площу «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi* можливо використовувати для прогнозування одержання певної кількості м’язової тканини у туші, у тому числі за належністю її до відповідного сорту.

Визначаючи коефіцієнти кореляції між якісними ознаками яловичих туш, оцінених відповідно до світових стандартів, встановлено зворотний зв’язок між площею «м’язового вічка» та розвитком жирового покриву на туші (табл. 3.35). Це свідчить, що *m. longissimus dorsi* краще розвивається за гіршої вгодованості туш. У своїх дослідженнях A. Oler *et al.* (2015) [269] також довели, що за наявності значної кількості жиру-поливу забійний вихід (туші) і частина їстівних частин у м’язовій тканині зменшуються. Тобто, кращий розвиток жиру-поливу на туші (її вгодованість) стримує розвиток площі «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi*, а отже одночасно знижує у ній кількість цінних їстівних частин. У проведених дослідженнях [76] встановлено також значну кореляцію між площею «м’язового вічка» і вгодованістю туш залежно від генотипу тварин.

Відповідно до отриманих даних проявляється прямолінійний слабкий зв’язок між площею «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi* та мармуровістю м’яса, що не гарантує його хороших сенсорних характеристик. Мармуровість яловичини є основним фактором, що визначає її сенсорну якість [322]. За

твердженнями T. O'Quinn *et al.* (2024) [272] жоден чинник не має більш сприятливого впливу на смак яловичини, ніж вміст у ній мармуровості. Відруби м'яса за більшої мармуровості мають кращий смак.

Таблиця 3.35

Коефіцієнти кореляції між площею «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* та іншими якісними ознаками туш бугайців

Порода, бугайців	Вік забою тварин	Ознака					
		конформація туш	розвиток жирового покриву	товщина жирового покриву	мармуровість м'яса	колір м'язової тканини	колір жирової тканини на туші
УЧРМ	від 18 до 24 міс. (n=34)	-0,127	-0,395*	-0,030	0,162	-0,126	0,276
	у т. ч. у 21 міс. (n=13)	0,301	-0,495	0,271	0,149	0,341	0,810***
Г	від 20 до 22 міс. (n=26)	-0,147	-0,389*	-0,125	-0,340	-0,309	0,126
	у т. ч. у 21 міс. (n=21)	-0,185	-0,382	-0,183	-0,441*	-0,369	0,041
	у т. ч. у 21 міс. за використання УЗД (n=11)	0,018	-0,202	-0,033	0,136	-0,311	-0,100

Примітки: *)P≥0,95; ***)P≥0,999

Встановлена лише тенденція до прямолінійної кореляції між площею поперечного перерізу *m. longissimus dorsi* і кольором жирової тканини у бугайців української чорно-рябої молочної породи за період від 18 до 24-місячного віку і висока (P≥0,999) у 21 місяць (r=0,810). У тварин голштинської породи зв'язок між цими ознаками був відсутнім. Це можливо пояснити

значним вмістом у раціоні досліджуваних тварин кормів, які багаті на каротин – зелених (28,3 %), силосу (9,6), сіна (8,6), сінажу (4,7) і відносно малим (18,5 %) – концентрованих. За даними A. Clinquart *et al.* (2022) [83] у великої рогатої худоби, яку відгодовували на концентрованих кормах без зелених, підшкірний жир мав більш жовтий колір.

Проявляється тенденція як до слабкої зворотної кореляції у бугайців української чорно-рябої молочної породи віком від 18 до 24 місяців так і прямолінійної (у 21 місячних тварин) між площею «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* та конформацією туш. У тварин голштинської породи зв'язок між цими ознаками був відсутнім. Це свідчить про те, що швидкість росту площі найдовшого м'яза проходить незалежно від конформації туш. Тенденцію до зворотного зв'язку між площею «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* і конформацією туш, можливо пояснити тим, що вона прямолінійно незначно корелює із розвитком жиру-поливу та його товщиною, а за жирніших туш візуально вище оцінюють їх конформацію. У дослідженні [255] також виявили сильну позитивну кореляцію між оцінкою конформації і масою туші та відсотком обваленої м'язової тканини.

Між площею «м'язового вічка» і кольором м'язової тканини у тварин обох генотипів окрім 21-місячних бугайців української чорно-рябої молочної породи проявляється тенденція до зворотної кореляції. За підвищення площі «м'язового вічка» колір м'язової тканини був насиченішим. До вищого насичення кольору яловичини призводить нагул великої рогатої худоби на пасовищах, до його знебарвлення – відгодівля на концентрованих кормах [325].

У дослідженні між визначеною площею «м'язового вічка» та швидкістю втрати води кореляція відсутня (табл. 3.36). На водозв'язуючу здатність впливає метаболізм гліколізу. Вона тісно пов'язана з соковитістю яловичини. Відсутність кореляції між площею «м'язового вічка» та водозв'язуючою здатністю яловичини впливає на подальше її технологічне оброблення, та вихід виготовленого із неї продукту, що є важливим для економіки скотарства, оскільки збереження більшої кількості м'яса під час його приготування

(уварювання) є важливою його ознакою. Так технологічна ознака яловичини – уварювання у бугайців української чорно-рябої молочної породи зворотно вірогідно корелює з площею «м'язового вічка», що свідчить за збільшення її видходу під час кулінарного оброблення.

Таблиця 3.36

Коефіцієнти кореляції між площею «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* та технологічними ознаками і хімічним складом яловичини у бугайців

Ознака	УЧРМП		УМ
	від 18 до 24 міс. (n=15)	у тому числі у 21 міс. (n=13)	Від 20 до 22 міс. (n=12)
Водозв'язуюча здатність	0,096	0,015	-0,037
Уварювання м'яса	-0,607*	-0,612*	0,000
Пенетрація	-0,477	-0,446	-
pH	-0,458	-0,420	-
Вміст вологи	-0,086	0,518	0,094
Суха речовина	-0,403	-0,519	-0,345
Протеїн	-0,401	-0,527	-
Загальний вміст жиру	-0,119	-0,245	-
Загальна маса золи	-0,560*	-0,534	-

Примітка: *)P≥0,95

Тому, площу поперечного перерізу *m. longissimus dorsi* можливо використовувати як індикатор уварювання яловичини від бугайців української чорно-рябої молочної породи, оскільки із нею вона корелює зворотно і вірогідно. Коефіцієнти кореляції між площею поперечного перерізу найдовшого м'яза та його пенетраційною напругою були середніми і зворотніми.

За збільшення площі «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* у яловичині знижувався вміст основних елементів її хімічного складу. Тобто оцінювання туш за цією ознакою не передбачає збільшення важливих поживних речовин для здоров'я людини. Кореляція між площею «м'язового вічка» та pH, кількістю сухої речовини, вмістом протеїну, загальною масою золи є зворотною і середньою, а із загальним вмістом жиру – слабкою. Установлено, що площа

поперечного перетину *m. longissimus dorsi* у тварин українських чорно-рябої молочної і м'ясної порід має тенденцію до слабкого зворотного зв'язку з вмістом у м'ясі сухої речовини.

Тенденція до зворотної кореляції між площею «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* і pH яловичини вказує на те, що у м'ясі за більшого перерізу «м'язового вічка» pH знижується швидше до норми (<5,8) і воно раніше отримує мікробну стабільність. Хоча у Бразилії було проведено дослідження [115] з оцінювання сприйняття яловичини за різних значень pH. Споживачі яловичини не знецінюють стейки з точки зору її свіжості навіть за pH≥6,0. Хімічний склад яловичини залежить від напрямку продуктивності порід, віку забою тварин [145], типу м'язової та жирової тканин [374]. Дегустаційним оцінюванням соковитості, ніжності, смаку і аромату вареного м'яса визначали його прийнятність для споживача. Аналізом смакових властивостей ми забезпечували детальний опис того, як варену яловичину і бульйон із неї сприймають органи чуття людини.

Вивченням зв'язку між промірами «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* та кількісними і якісними характеристиками туш м'ясної худоби, встановлено, що у 22-місячних бугайців української м'ясної породи вона становить 133,5 $см^2$. У тварин цієї худоби проявляється лише тенденція до позитивного зв'язку (r=0,614) між площею поперечного перерізу найдовшого м'яза з одного боку і забійною масою (туші) та її виходом (r=0,653) із другого (табл. 3.37). Збільшення площі «м'язового вічка» сприяє збільшенню співвідношення ваги туші до її довжини, що свідчить про найкращий розвиток її мускулатури. Позитивну кореляцію «м'язового вічка» із забійною масою можна пояснити тим, що *m.longissimus dorsi* представляє два найцінніші відрізи туші: поперековий та спинний, які складають значну частину м'язової тканини в туші.

Площа поперечного перетину *m. longissimus dorsi* має тенденцію до слабкого зворотного зв'язку (r=-0,193) з ніжністю м'яса. Із трьох параметрів (довжина, глибина і площа) «м'язового вічка», найбільший вплив на

технологічні властивості яловичини мала його глибина. Збільшення її розміру проявляє тенденцію до негативного зв'язку з ніжністю м'яса (r=-0,810) та вмістом вологи (r=-0,474).

Таблиця 3.37

Коефіцієнти кореляції (r) між промірами «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* та кількісними і якісними характеристиками яловичини бугайців української м'ясної породи (n=12).

Ознака	Показники «м'язового вічка»		
	довжина	глибина	площа
Забійна маса	0,229	0,168	0,614
Забійний вихід	0,058	0,140	0,653
Вологозв'язуюча здатність	0,167	0,338	-0,037
Уварювання м'яса	0,047	0,451	0,000
Вміст вологи	0,273	-0,474	0,094
Суха речовина	-0,221	0,109	-0,345
Ніжність м'яса	-0,226	-0,810	-0,193
Пенетрація	0,365	0,216	0,056

Результати оцінювання смакових характеристик вареного м'яса, проведеного дегустаторами наведені в таблиці 3.38. У бугайців української чорно-рябої молочної породи у віці від 18 до 24 місяців встановлено зворотний вірогідний зв'язок між площею «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* та соковитістю яловичини. Між площею поперечного перерізу м'яза та смаком, ароматом, ніжністю, залишком після розжовування вареного м'яса кореляція була зворотною і слабкою. Зворотню вірогідну кореляцію між смаковими властивостями яловичини і ростом м'язової тканини установили I. Albechaalany *et al.* (2024) [42]. На результати оцінювання вареної яловичини дегустаторами площа «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* негативно вплинули ряд факторів. Основною причиною зворотного зв'язку між розвитком площі «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* і смаковими властивостями яловичини є слабка

зворотна кореляція між цією ознакою і загальним вмістом жиру у м'язовій тканині, та прямолінійна із мармуровістю м'яса.

Так, за даними A. Listrat *et al.* (2020) [215] соковитість, яка позитивно позначається на якості споживання яловичини і яку у роті характеризує кількість соку під час її пережовування, також тісно корелює з вмістом жиру у середині м'язів. Збільшення площі «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* частково сприяє зменшенню цінної технологічної властивості м'яса – ніжності. Оптимальним розподілом загального вмісту жиру у середині м'язової тканини можливо поліпшити ніжність яловичини. У дослідженнях V. Bulgaru *et al.* (2022) [68] встановлено, що на ніжність м'яса значно впливає вміст розчинних білків, жирів та колагену. Збільшення діаметру м'язових волокон, за рахунок яких і зростає площа «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* може бути однією з основних причин погіршення ніжності яловичини.

Таблиця 3.38

Коефіцієнти кореляції між площею «м'язового вічка» та смаковими властивостями яловичини бугайців УЧРМП

Вік забою тварин	Смакові характеристики вареного м'яса					
	соковитість	смак	аромат	ніжність	залишок після розжовування	середні значення за 5-ма ознаками дегустації
від 18 до 24 міс. (n=15)	-0,522*	-0,214	-0,363	-0,256	-0,442	-0,371
у тому числі у 21 міс. (n=13)	-0,457	-0,072	-0,176	-0,092	-0,275	-0,210

Примітка: *)P≥0,95

Результати досліджених коефіцієнтів кореляції між площею «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* бугайців і ознаками дегустації бульйону із яловичини наведені у таблиці 3.39. На прямолінійній позитивній кореляції (r=0,587 та 0,594; P≥0,95) між площею «м'язового вічка» та смаком і ароматом бульйону позначилася годівля досліджуваних бугайців значною кількістю зелених, грубих і соковитих кормів. Проявилася тенденція щодо слабкого

зворотного зв'язку між площею «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* та міцністю бульйону. Наявність зворотного зв'язку між площею «м'язового вічка» та міцністю бульйону відбувалася тому, що за зниження вмісту сухої речовини, протеїну, загального вмісту жиру і загальної маси золи у м'язах, жир менше дифундує із клітин ендомізію і перемізію у кип'ячену воду, а у бульйон переходить менше білків, екстрактивних речовин і мінеральних солей.

Таблиця 3.39

Коефіцієнти кореляції між площею «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* та смаковими характеристиками бульйону із яловичини бугайців української чорно-рябої молочної породи

Вік забою тварин	Ознаки дегустації бульйону			
	смак і аромат	міцність	прозорість	середні значення
від 18 до 24 міс. (n=15)	0,587*	-0,207	0,180	-0,057
у тому числі у 21 міс. (n=13)	0,594*	-0,161	0,215	0,018

Примітка: *)P≥0,95

Таким чином, якісна ознака туш – площа «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* бугайців української чорно-рябої молочної і голштинської порід прямолінійно вірогідно корелює з ознаками їх забою, масою м'язової тканини, у тому числі вищого і першого сортів, масою жирової тканини у туші. Проявляється тенденція до погіршення хімічного складу м'язової тканини за збільшення величини «м'язового вічка». Вміст кісток у тушах тварин не корелював із площею поперечного перерізу найдовшого м'яза, окрім 21-місячних тварин голштинської породи. Оцінюючи коефіцієнти кореляції між площею «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* з якісними ознаками яловичих туш, оцінених відповідно до світових стандартів, встановлено тенденцію як до слабкого зворотного так і прямолінійного зв'язків з їх конформацією, розвитком жирового покриву і його товщиною та кольором і мармуровістю м'язової тканини. Це свідчить про те, що у бугайців від 20 до 22 місяців

швидкість росту найдовшого м’яза не залежить від конформації туш, товщини жирового покриву і кольору яловичини. Порівняння результатів із даними літературних джерел щодо кореляції між площею «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi* та ознаками забою тварин, технологічними і смаковими властивостями м’яса різних порід у більшості випадків співпадають. Серед характеристик туш, збільшення площі «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi* вказує лише на збільшення кількісних ознак виходу м’язової тканини у відрубах, у тому числі вищого і першого сортів. Це свідчить щодо можливості використання такого методу для прогнозування морфологічного складу яловичих туш. Вона не має кореляції із вологоутримувальною здатністю м’яса, від якої залежить технологічна якість багатьох м'ясних продуктів, під час теплового (уварювання) оброблення цієї сировини.

Розвиток площі «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi* у тушах бугайців української чорно-рябої молочної породи у віці від 18 до 24 місяців дозволяє прогнозувати у яловичині вміст лише кількісних ознак – забійну масу (туші), кількість відрубів вищого і першого сортів, вміст у туші жирової тканини та сухожилок і зв’язок, а не якісних у тому числі сенсорних і фізичних характеристик, хімічного складу м’яса. Оскільки площа «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi* прямолінійно вірогідно корелює з кількісними ознаками яловичини, а не сенсорними характеристиками, які залежать від хімічного складу, у тому числі вмісту загального жиру у середині м’язів, то у багатьох країнах світу під час оцінювання якості туш великої рогатої худоби площу «м’язового вічка» доповнюють вираженістю мармуровості м’яса. В Україні зростає попит на нежирну і біологічно повноцінну яловичину. Таке м'ясо у необхідній кількості отримують від тварин української чорно-рябої молочної породи. Біологічною особливістю цієї худоби є те, що яловичина від неї є пісною. Бугайці цієї породи у віці 21 місяць мають вміст жиру у середині м’язів лише 2,6 %. На задовільну годівлю ця худоба реагує значним ростом м’язової тканини і пізнім утворенням жирової. Оскільки якісні характеристики туш порівняно з якістю яловичини більш чутливі до змін менеджменту

вирощування тварин то вважають [341], що досягти однакової якості туш або м’яса можна за різних умов утримання. На думку P. Leighton *et al.* (2023) [210] покладатися виключно на їх оцінки підготовленими особами може мати обмежене розуміння. Отже дані зазначених вчених свідчать, що є можливим управляти якістю туші та яловичини застосовуючи різні методи розведення, годівлі та утримання тварин. Для України на сьогодні актуальним є розроблення способів одночасного покращення кількісних і якісних ознак яловичини від тварин розповсюджених у державі порід. Площа «м’язового вічка» має прямий кореляційний зв’язок з кількісними ознаками яловичини то її можливо ефективно використовувати під час оцінювання якості туш великої рогатої худоби. На склад яловичини впливають порода [144], вміст у ній внутрішньом’язового жиру та його жирнокислотний склад, стать і вік тварини на час забою, системи годівлі та утримання.

Результати між ультразвуковим дослідженням на живих тваринах і визначенням площі «м’язового вічка» на туші ми використали для перевірення точності її оцінювання. Згідно з рекомендаціями ICAR (2018) [157] різниця між результатами сканування і оцінкою на туші повинні бути мінімальні, а коефіцієнти кореляції між ними становити не менше 0,8. Результати наших досліджень на бугайцях показують, що оцінювання площі «м’язового вічка» ультразвуком за життя є надійнішим критерієм за високої повторюваності після забою. Середня різниця між прогнозуванням площі «м’язового вічка» за використання ультразвуку і післязабійною оцінкою за нашими даними становить у 21 місяць 0,5 см^2. Між обома способами визначення площі «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi* коефіцієнти кореляції становили 0,973. Це говорить щодо можливості використання ультразвукового методу для прогнозування складу туш ще за життя тварин та визначення їх готовності до забою. У дослідженнях інших авторів [56] також встановлено, що ультразвукові сканування, зроблені безпосередньо перед забоєм, є більш ефективними і для прогнозування підшкірного жирового депо включаючи внутрішньом’язовий жир.

Отже, за однакових мас туш і вмісту у них жирової тканини збільшення площі перерізу найдовшого м'яза вказує на підвищення виходу м'язової тканини у відрубах, у тому числі вищого і першого сортів, та більшу кількість стейків, за які споживач оплачує найвище під час реалізації. Визначені нами позитивні зв'язки між площею «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* та виходом м'язової тканини певного сорту яловичини є важливими для використання її як додаткової системи для уточнення параметрів вирощування бугайців на м'ясо, установлення оптимальних їх віку та живої маси для забою. Окрім цього їх використовують для визначення вартості туш [63]. Це ознаки, на яких зосереджені виробники худоби для забою та переробні підприємства. Оскільки споживачів цікавлять харчова цінність та смакові характеристики яловичини [304], то слід розпочати визначати зв'язок між якісними характеристиками яловичини і площею «м'язового вічка» у великої рогатої худоби основних порід України. Для завершення досліджень за даним напрямом було б доцільним вивчити вплив методів управління вирощуванням великої рогатої худоби одночасно на якісні характеристики туш та м'яса, інтегрувати зв'язки між площею «м'язового вічка» та кількісними і якісними ознаками яловичини у тварин інших порід.

Висновок до пункту 3.5. Прямолінійна кореляція існує між площею «м'язового вічка» і передзабійною живою масою, масою туші, кількістю м'язової тканини, у тому числі вищого та першого сортів, вмістом жирової тканини у туші. Проявляється тенденція до зворотної кореляції між площею «м'язового вічка» та кількістю м'язової тканини другого сорту, товщиною жиру-поливу, мармуровістю, та кольором м'язової тканини. Площа «м'язового вічка» корелює зворотно з розвитком жиру-поливу, а прямолінійно – із кількістю сухожилок і зв'язок. За розвитком площі «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* у тушах бугайців можливо прогнозувати вміст лише кількісних ознак - масу туші, кількість відрубів вищого і першого сортів, вміст

жирової тканини та сухожилок і зв'язок, а не якісних –смакових і фізичних характеристик та хімічного складу м'яса.

Матеріали підрозділу опубліковані у працях: [25, 199, 202, 363]

3.6. Кількісні і якісні ознаки яловичини залежно від мармуровості *m. longissimus dorsi*

Показники мармуровості *m. longissimus dorsi* 18-24 – місячних бугайців української чорно-рябої молочної породи знаходилися в межах від 1 до 12 балів, оцінена мармуровість яловичини у голштинських бугайців – коливалася від незадовільного класу (1 бал) до доброго (5 балів). Середній її клас у бугайців голштинської породи дорівнював 4 бали. За підвищення класу мармуровості яловичини у бугайців української чорно-рябої молочної та голштинської порід збільшується відносний вміст м'язової тканини у туші (у тому числі за рахунок другого сорту) та кісток (табл. 3.40). Покращення кількості м'язової тканини другого сорту за росту її мармуровості можливо пояснити тим, що до неї під час жилування відносять і жир між м'язами. Збільшення класу мармуровості сприяє незначному зменшенню вмісту м'язової тканини вищого і першого сортів. За кращого розвитку мармуровості у тварин української чорно-рябої молочної породи проявлялася тенденція до покращення забійого виходу, а у голштинської до зменшення відсотку виходу туш. За збільшення класу мармуровості яловичини, погіршення забійного виходу доведено і у попередніх дослідженнях [134]. Відбувається це через те, що на м'ясопереробних підприємствах під час оброблення яловичини за кращої мармуровості, переробники надлишок жиру, що відклався в організмі під шкірою, видаляють із туші тварин. Тому, збільшення жирової тканини під

шкірою, яка має низьку товарну цінність вважають відходами від виробництва яловичини [390].

Таблиця 3.40

Ознаки забою та морфологічний склад туш бугайців за різного класу (балів) мармуровості *m. longissimus dorsi*, $\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$

Ознака	УЧРМП		Г	
	від 1 до 6 (n=18)	від 7 до 12 (n=16)	від 1 до 2 (n=9)	від 3 до 5 (n=17)
Передзабійна жива маса, кг	425±13,8	407±7,2	400±7,3	410±8,3
Забійний вихід, %	45,6±0,31	45,8±0,12	46,0±0,16	44,6±0,11**
М'язова тканина, %	68,0±0,68	71,0±0,56**	70,3±0,71	71,5±0,71
у тому числі вищого сорту, %	23,2±0,88	22,3±0,88	24,5±0,74	20,6±0,65*
-//- першого сорту, %	46,7±0,64	46,5±0,62	48,0±0,54	45,4±0,20*
-//- другого сорту, %	29,9±1,33	31,3±1,26	27,5±1,00	34,0±0,77**
Жирова тканина, %	2,2±0,25	3,7±0,53	6,0±0,19	2,9±0,14***
Сухожилки та зв'язки, %	1,5±0,18	1,6±0,07	1,8±0,13	1,2±0,13*
Кістки, %	21,7±0,61	23,7±0,39*	21,9±0,31	24,4±0,27**

Примітки: *)P≥0,95; **)P≥0,99; ***)P≥0,999

Як вказують у своїй роботі E. Peña-Gonzalez *et al.* (2020) [286], мармуровість (жир у середині м'язів) у великої рогатої худоби дозріває пізно. Помітною вона стає після формування інших жирових депо. За даними S. Sugii *et al.* (2022) [347] спочатку формується жир навколо внутрішніх органів у черевній порожнині, потім під шкірою, між м'язами і в їх середині (мармуровий).

Відповідно до наших даних зі збільшенням класу мармуровості зростає оцінювання конформації туш (табл. 3.41). За середнього і доброго (від 3 до 5 балів) класу мармуровості *m. longissimus dorsi* у бугайців голштинської породи вірогідно (P≥0,99) була кращою на 33,3% конформація туш, ніж за незадовільної та нижче середньої у 1 – 2 бали оцінок мармурових вкраплень.

Таблиця 3.41

Якісні ознаки туш у бугайців залежно від мармуровості м'язової тканини, $\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$

Порода, тип	Клас мармуровості, балів	Ознаки					
		конформація туш, балів	жировий покрив туш, балів	товщина жирового покриву, см	колір м'язової тканини, балів	колір жирової тканини на туші, балів	площа м'язового вічка, $см^2$
УЧРМП	від 1 до 6 (n=18)	3,3±0,24	2,6±0,15	0,8±0,10	5,2±0,18	4,7±0,20	79,5±4,78
	від 7 до 12 (n=16)	3,5±0,29	2,5±0,19	0,8±0,08	5,3±0,15	4,8±0,10	85,8±5,65
Г	1 та 2 (n=9)	2,4±0,13	2,2±0,11	0,7±0,07	4,9±0,08	4,4±0,18	88,9±5,34
	від 3 до 5 (n=17)	3,2±0,09**	2,9±0,21*	0,9±0,10	5,4±0,12*	4,6±0,13	72,6±4,99

Примітки: *)P≥0,95; **)P≥0,99

Оцінюючи якісні ознаки туш за стандартом ЕС (2008) [87], подібні результати також отримали у дослідженнях L. Schulz, A. Sundrum (2020) [333]. За їх даними кореляція є сильнішою між мармуровістю яловичини та конформацією туш, ніж із розвитком на ній жирового покриву. Конформація туш великої рогатої худоби є породним фактором та залежить від взаємодії між генотипом тварин та особливостями їх росту. За збільшення класу мармуровості бугайців української чорно-рябої молочної породи проявляється тенденція до погіршення на 4,0 % ознаки якості туш – розвитку покриву їх жиром, а у голштинської породи до вірогідного його збільшення на 31,8 %.

За кращої мармуровості м'язової тканини дещо більшою є товщина жирової тканини на туші. У великої рогатої худоби розвиток жирової тканини під шкірою суттєво впливає на яловичину та прийняття рішення споживачем щодо її закупівлі. За ним класифікують, сортують та визначають якість туш і їх цінність для м'ясної промисловості [66]. Негативним критерієм поливу жиру на

туші є і те, що захищаючи тушу від випаровування, яке збільшує жорсткість м’яса, він зменшує її забійний вихід [170]. Тому, для високих продуктивності та якості м'яса рекомендують [401], щоб товщина підшкірного жиру у бугайців становила 8,0 мм.

Нами встановлено. що за збільшення класу мармуровості у бугайців української чорно-рябої молочної породи проявляється тенденція до збільшення на 7,9%, а у голштинської до погіршення на 22,5% площі «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi*, яка прямолінійно вірогідно корелює із масою туші, кількістю у ній м’язової тканини, у тому числі вищого і першого сортів (див. таблицю 3.29). Зменшення площі «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi* за кращого оцінювання мармуровості свідчить про те, що за більшої кількості вкраплень жирової тканини у найдовшому м’язі уповільнюється його ріст, а отже у туші є менша кількість цінних їстівних частин, у тому числі вищого та першого ґатунків м’язової тканини. Відруби туш за більшого умісту мармуровості мають кращі смакові характеристики [272]. Тому, через погіршення виходу цінних відрубів використовувати величини класу мармуровості *m. longissimus dorsi*, не можливо для прогнозування одержання вищого і першого сортів яловичини у тушах бугайців. Зі збільшенням класу мармуровості м’язової тканини проявляється тенденція до підвищення оцінки кольору яловичини та поліпшення кольору жирової тканини. Кольори м’язової та жирової тканин являються індикатором свіжості яловичини. Жирову тканину жовтого кольору оцінюють негативно в багатьох країнах світу.

Таким чином, за кращого оцінювання туш відповідно до класів мармуровості м’яса бугайців молочних порід гіршими є багато кількісних і якісних ознак яловичини, зокрема вміст м’язової тканини вищого і першого сортів, площа «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi*. Тому, поліпшення якості яловичини регулюванням формування її мармуровості у великої рогатої худоби залишається проблематичним і дороговартісним з огляду на низку причин. Перш за все, в Україні відсутні породи, які мають оптимальний вміст внутрішньом’язового жиру (мармуровість). Так, за даними J. Thompson (2004)

[358] для прояву хороших смакових властивостей його кількість у м’язах повинна становити 15-17%.

За даними S. Raza *et al.* (2019) [306], найбільше (понад 30 %) жирової тканини у середині м’язів є у чорної породи великої рогатої худоби Вагю в Японії. У Кореї порода Ханво за цією ознакою посідає друге місце. Із тварин європейських порід найкращі концентрації вмісту внутрішньом'язового жиру м’яса та сенсорні властивості має абердин-ангуська худоба [69]. В Україні яловичину від тварин порід Вагю і Ханво не виробляють, оскільки їх немає. Наявна абердин-ангуська порода не є чистопородною шотландського походження, а представляє гібридів (абердин-ангуська х чорно-ряба голштинська), отриманих з ембріонів, завезених свого часу із США.

Як встановили L. Mueller *et al.* (2019) [254], у телиць та корів відкладається більше жирової тканини в організмі, ніж у воликів та бугайців. А вчені E. Kul *et al.* (2019) [206] вказують, що за кастрації бугайців збільшується відкладення жирової тканини всередині м'язів. Яловичина від некастрованих бугайців має гіршу якість, і споживач її цінує нижче[353]; [259]. В Україні під час здачі на м'ясопереробні підприємства бугайців оцінюють найкраще, а телиць - найгірше. Оскільки в господарствах бугайців не каструють у молодому віці то воликів практично не продають. На ринках реалізують не яловичину, а переважно телятину, яка практично не має внутрішньом'язового жиру. Мармуровість яловичини є кращою у дорослих тварин і за більшої їх живої маси, що здорожчує її отримання [150]. На формування жирової тканини тварини витрачають у 2,25 рази більше поживних речовин корму, ніж на ріст м'язів туші. Надлишок енергії, що надходить до тварин у пізній період відгодівлі, суттєво знижує ефективність кормів через зменшення їх перетравності, збільшує від них кількість відходів жиру та погіршує ефективність управління скотарством.

І. Randhawa *et al.* (2021) [304] встановили, що у м'язах великої рогатої худоби відкладенню жирової тканини сприяє годівля її концентрованими кормами за високого вмісту енергії. Однак за вирощування тварин на

концентрованих кормах у яловичині є нижчі рівні моно- і поліненасичених жирних кислот, ніж у тих, яких відгодовувати травою на пасовищах. Завдяки випасанню тварин збільшується у м'язах вміст ненасичених жирних кислот, утворюються різні альдегіди, кетони, спирти, ефіри та карбонові кислоти, що впливають на смак та надзвичайну соковитість яловичини.

Мармуровість яловичини можливо визначати декількома способами – суб'єктивно візуально, за використання спеціального обладнання та хімічним аналізом. Оскільки структура мармуровості складна і у ній чітких меж між кожним класом немає, оцінити точно вміст жирової тканини у середині м'язів візуально практично неможливо. Визначений вміст жиру хімічним методом не збігається з візуальним оцінюванням мармуровості, тому що ним можливо визначити відкладення жирових вкраплень, яких не видно під час проведення візуальної експертизи. На живих тваринах кількість мармурових частинок у м'язах, у т. ч. у відсотках та їх середній розмір можливо визначати за допомогою комп'ютерного аналізу зображень [131]. Застосування для цього ультразвуку вимагає складного устаткування, періодичного його калібрування і дотримання стандартних протоколів сканування та інтерпретації отриманих зображень. На думку [328] включення мармуровості як ідентифікатора якості яловичини можливе незалежно від поточної системи класифікації EUROP. Наприклад, бренд «Or Rouge» компанії Beauvallet заснований на продажі мармурової яловичини для підвищення ринкової вартості туш породи лімузин, підкреслює її потенційну роль у визначені ціни на м'ясо у Франції.

Результати визначеної нами пенетраційної напруги показують, що за класу мармуровості яловичини від 1 до 6 балів у її зразок голка пенетрометра ПМДП проникає за 180 секунд глибше на 19,8%, ніж за більшої (від 7 до 12 балів) величини її класифікації (табл. 3.42). Це свідчить про те, що вона є ніжнішою та соковитішою за гіршого розвитку мармуровості. Пояснити це можна тим, що вищий клас мармуровості не захищає тушу у холодильній камері від висихання та втрати вологи, що пов'язано зі зменшенням руйнування і деформації м'язових волокон.

Таблиця 3.42

Технологічні ознаки яловичини за різних класів її мармуровості, $\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$

Клас мармуровості, балів	Ознаки		
	водозв'язуюча здатність, %	уварювання, %	пенетрація, мм
від 1 до 6 (n=8)	63,5±3,49	36,8±2,53	20,6±2,21
від 7 до 12 (n=7)	52,8±4,83	37,9±1,92	17,2±2,27

За кращої мармуровості яловичини гірше на 10,7 пункти утримується вода в м'ясі, що пов'язано із гіршою придатністю його до зберігання. Із-за цього погіршується на 1,1 пункти вихід його після варіння. Втрати м'яса під час стікання води негативно позначилися на масі, і виході м'язової тканини вищого та першого сортів – особливо цінних відрубів оскільки вони розміщені в основному, у грудному і поперековому відділах, які є найціннішими та складають значну частку туші. Із-за більшої втрати води із яловичини під час нагрівання, білки стають жорсткішими і менш гнучкими скорочуються фібрили колагену. Тенденція до зменшення відсотка уварювання яловичини за гіршого класу мармуровості означає поліпшення її кулінарно-технологічних властивостей, оскільки за цього зменшується кількість відходів під час кулінарного оброблення, що відображає економічну цінність м'яса.

Вивчення хімічного складу яловичини за різних рівнів її мармуровості показало, що зі збільшенням мармуровості яловичини проявляється тенденція до зменшення у ній загального вмісту жиру на 0,6 пункти (табл. 3.43).

За мармуровості яловичини класу у межах від 7 до 12 балів проявляється тенденція до зниження її pH на 2,1 %, тобто її нормалізації (5,79). За меншої її величини відбувався прояв атипового pH (pH=5,91). У м'язовій тканині за кращої мармуровості, швидше знижується pH, що призводить до

інтенсивнішого проходження гліколізу і утворення молочної кислоти. Через це яловичина залишається стабільнішою до розвитку мікроорганізмів. Нормалізація pH м'яса за збільшення його мармуровості на думку I. Patinho *et al.* (2024) [283] може слугувати ознакою щодо подальшого прогнозування смакових властивостей готового продукту. За твердженням цих авторів яловичина за нижчого рівня pH повинна мати підвищений смак вареної яловичини і бульйону із неї порівняно з атиповим рівнем pH, який є за гіршої мармуровості.

Таблиця 3.43

Хімічний склад яловичини за різних рівнів її мармуровості, $\bar{X}\pm S_{\bar{x}}$

Клас мармуровості, балів	Ознаки					
	pH	вміст вологи, %	суха речовина, %	протеїн, %	загальний вміст жиру, %	Загальна маса золи, %
від 1 до 6 (n=8)	5,91±0,189	69,7±1,30	30,3±1,30	21,6±0,70	6,9±0,97	1,9±0,34
від 7 до 12 (n=7)	5,79±0,061	71,8±2,35	28,2±2,35	19,8±1,15	6,3±1,00	2,2±0,51

Наша оцінка споживчих переваг вареного м'яса свідчить, що за меншого класу мармуровості м'язової тканини у ній спостерігалася тенденція до збільшення на 1,8 пункти вмісту білка в *m. longissimus dorsi*. За прояву тенденції до гіршого покриву туш жиром, яка свідчить щодо вгодованості тварин, вона за нашими результатами досліджень є за кращої мармуровості. У тварин за більшого класу мармуровості м'язової тканини проявляється тенденція до формування м'яса за кращих (на 15,8 %) показників загальної маси золи.

Таким чином, оцінювання яловичини від бугайців української чорно-рябої молочної породи у віці від 18 до 24 місяців за мармуровістю не дозволяє прогнозувати хімічний склад залежно від її величини після забою. Елементи хімічного складу м’яса варіюють залежно від породи тварин [393], їх віку забою [145], статі [84], типу м’язової і жирової тканин [374], способів перероблення м’яса у продукцію [392].

Проведено [143] оцінювання 40 стейків з яловичини японської чорної породи, щоб визначити взаємозв'язок між вмістом внутрішньом'язового жиру та сенсорними характеристиками, включаючи смак. Підвищений вміст жиру у середині м’язів посилював солодкий та смажений/гриль-аромат і зменшував сторонній присмак. Надмірний його вміст провокує зменшення вмісту водорозчинних попередників летких та смакових сполук, включаючи вільні амінокислоти та цукри, та послаблював інтенсивність смаку. Яловичина за відсотку жиру у середині м’язів приблизно 40% мала солодкі та смажені/підсмажені смаки, представлені вершковим маслом та смаженим горіхом, та низьке сприйняття сторонніх смаків, представлених дичиною, кров'ю та травою. Надмірна мармуровість у яловичині може спричинити менш приємні сенсорні характеристики. У дослідженнях [309] щодо розподілу ліпідів високомармурової яловичини у різних типах м'язів, та змін в якісних характеристиках і смакових властивостях яловичини встановили, що профіль ліпідів *longissimus dorsi* був дуже неоднорідним.

Вивчення сенсорних властивостей вареної яловичини за різних рівнів її мармуровості показало, що за її збільшення проявлялася тенденція до погіршення на 3,2 % основної складової її сенсорного оцінювання – ніжності (табл. 3.44), яка значно залежить від вмісту у ній розчинних білків, жирів та колагену [68].

Зі збільшенням мармуровості яловичини не спостерігалося змін у оцінюванні її за важливою характеристикою – соковитістю, яка позитивно позначається на якості споживання м’яса. Сприйняття ніжності та соковитості м’яса знижує вміст внутрішньом’язового жиру, який гірше змащує волокна між

м'язами, та погано захищає яловичину від висихання під час приготування. Соковитість у роті характеризує кількість соку, отриманому під час пережовування м’яса.

Таблиця 3.44

Сенсорні властивості вареної яловичини за різних рівнів її мармуровості, $\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$

Клас мармуровості, балів	Сенсорні характеристики вареного м’яса, балів					
	соковитість	смак	аромат	ніжність	залишок після розжовування	середні значення за 5-ма ознаками дегустації
від 1 до 6 (n=6)	3,4±0,22	2,9±0,21	3,1±0,15	3,2±0,30	3,2±0,31	3,2±0,24
від 7 до 12 (n=7)	3,4±0,15	3,1±0,09	3,1±0,09	3,1±0,22	3,0±0,09	3,1±0,14

За вищої мармуровості проявляється тенденція до збільшення на 6,9% величини такої дегустаційної властивості яловичини як смак. На його розвиток під час приготування впливає не лише рівень ліпідів у середині м’язів, а і їх склад [43], які також є джерелом ароматичних сполук, важливих для якості м’яса. Аромат і смак у яловичині виникають із-за реакції нелетких жирних кислот під час термічного оброблення, та типу і концентрації летких речовин, які вивільняються [296]. Таким чином, підвищення мармуровості яловичини призводить до зниження загального вмісту жиру в середині м’язів, і до погіршення оцінюваних дегустаторами ознак вареного м’яса – ніжності і залишку після жування, та не поліпшує його аромату і соковитості. Висновки щодо якості яловичини споживачі роблять лише під час її вживання за фактично сприйнятими ними смаком, ніжністю та соковитістю, підтверджуючи або спростовуючи свої попередньо сформовані очікування на основі мармуровості м’яса.

Покращення мармуровості *m. longissimus dorsi* призводить до зниження не тільки вмісту жиру у середині м'язів, а і до незначного (на 3,2 %) погіршення середньої величини оцінюваних ознак вареного м'яса (аромат, соковитість, ніжність, смак, залишок після розжовування). Бугайці української чорно-рябої молочної породи у віці від 18 до 24 місяців за кращої мармуровості мають вміст жиру у середині м'язів лише 6,3% за якого сенсорні характеристики не проявляються. Отримані нами неоднозначні зв'язки між сенсорними оцінками та вмістом жиру у середині м'язів можливо позитивно позначаться на ніжності, соковитості і смаку м'яса за його вищих параметрів, які необхідно ще обґрунтувати для тварин молочного напрямку продуктивності.

Оцінюючи сенсорні характеристики бульйону із вареного м'яса встановлено, що за вищих рівнів мармуровості проявляється тенденція до збільшення на 18,2 % таких ознак його дегустації як смак і аромат та прозорість на 13,0 % (табл. 3.45). За збільшення мармуровості яловичини не відбувається змін у міцності бульйону, проявляється тенденція до збільшення його середніх величин ознак дегустації на 0,3 пункти.

Таблиця 3.45

Сенсорні характеристики бульйону із яловичини за різних рівнів мармуровості, $\bar{X}\pm S_{\bar{x}}$

Клас мармуровості, балів	Ознаки дегустації бульйону, балів			
	смак і аромат	міцність	прозорість	середні значення
від 1 до 6 (n=6)	2,2±0,57	2,4±0,27	2,3±0,20	2,3±0,19
від 7 до 12 (n=7)	2,6±0,11	2,4±0,09	2,6±0,20	2,6±0,15

Виробничників яловичини та її переробників цікавить якість, туш визначена за мармуровістю м'язової тканини від якої на ринку залежить її ціна. Мармуровість, за якою прогнозують початкову якість м'яса від великої рогатої худоби в Україні не впливає позитивно на смакові і кулінарні властивості яловичини, у яких зацікавлені споживачі. Ніжність, смак, соковитість м'яса

базують на вмісті жирової тканини у середині м'язів. Оскільки тварини мають генетичний потенціал щодо розвитку мармуровості то незалежно від їх годівлі та утримання, вони досягають тієї її кількості, яку можуть розвинути. У яловичині краще формується мармуровість за інтенсивної годівлі тварин концентрованими кормами із високим вмістом енергії, лише після того, як «зайва» жирова тканина накопичиться у середині черева, під шкірою та між м'язами. Оскільки ознаки якості туш чутливіші до змін в управлінні вирощуванням тварин, порівняно з якістю яловичини то оптимального їх поєднання можливо досягти за різних умов годівлі [52] та утримання [341] худоби.

У бугайців української чорно-рябої молочної породи проявляється тенденція до зворотної кореляції між оцінкою мармуровості яловичини та живою масою тварин після голодного витримування та забійною масою і позитивної із забійним виходом (табл. 3.46).

Таблиця 3.46

Кореляція між мармуровістю *m. longissimus dorsi* та забійними ознаками і морфологічним складом туш бугайців

Ознака	УЧРМП (n=34)	Г (n=26)
Жива маса після голодного витримування	-0,154	0,046
Забійна маса (туші)	-0,146	0,040
Забійний вихід (туші)	0,139	-0,003
М'язова тканина	-0,125	-0,487*
у т. ч. вищого сорту	-0,252	-0,332
-//- першого сорту	-0,134	-0,111
-//- другого сорту	0,118	0,540**
Загальний вміст жиру	-0,323	-0,488*
Сухожилки і зв'язки	-0,140	-0,331
Кістки	0,128	0,565**

Примітки:*)P≥0,95; **)P≥0,99

У тварин голштинської породи ці особливості носять дещо іншу залежність. Встановлено прояв тенденції до негативної кореляції між мармуровістю і забійною масою та вмістом у ній м'якуша вищого та першого сортів у тварин обох дослідних груп, що свідчить про погіршення морфологічного складу туш у бугайців за вищих рівнів прошарків жирової тканини у м'язах. Подібні особливості доведено у праці S. Liu et al. (2024) [220].

За кращого розвитку мармуровості проявляється зменшення у туші 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 жилування не відділяють, а вищого – є без жиру та сухожилок і зв'язок.

Проявляється лише тенденція до позитивної кореляції між мармуровістю *m. longissimus dorsi* та товщиною підшкірного жиру і конформацією туш (табл. 3.47). Із розвитком підшкірного жиру та кольором м'язової і жирової тканин зв'язок негативний у тварин української чорно-рябої молочної породи і позитивний у голштинської.

Таблиця 3.47

Кореляція між мармуровістю *m. longissimus dorsi* та якісними ознаками туш

Порода	Якісні ознаки, туш					
	розвиток жиру на туші	товщина жиру на туші	конформа-ція, туш	колір м'язової тканини	колір жирової тканини	площа «м'язово-го вічка»
УЧРМП (n=34)	-0,116	0,041	0,032	-0,072	-0,013	0,117
Г (n=26)	0,436	0,428	0,469	0,666	0,221	-0,361

Вивчення зв'язку між мармуровістю *m. longissimus dorsi* та хімічним складом і технологічними ознаками яловичини у бугайців української чорно-рябої молочної породи показує, що кореляція між візуально оціненим розвитком мармуровості *m. longissimus dorsi* з одного боку, та хімічним складом яловичини з іншого є низькою (табл. 3.48). Мармуровість *m. longissimus dorsi* зворотно (r=-0,351) вірогідно (P≥0,95) корелює з вмістом протеїну в м'ясі, має тенденцію до зворотного зв'язку з pH, водозв'язуючою здатністю та кількістю сухої речовини і позитивно з вмістом вологи, уварюванням та загальною масою золи. Вірогідну (P≥0,95) зворотню (r=-0,21) кореляцію між pH м'яса і вмістом у ньому жиру отримали I. Muižniece & D. Kairiša (2020) [256]. Із загальним вмістом жиру у яловичині мармуровість зв'язку практичного немає (r=0,005). За кращого розвитку мармуровості практично не змінювався (r=0,158) у *m. longissimus dorsi* вміст вологи та спостерігалося вірогідне (P≥0,95) зменшення (r=-0,351) вмісту протеїну. Він відіграє ключову роль у виробленні АТФ, обміні енергії та окиснювально-відновлювальних процесах у клітинах [327].

Таблиця 3.48

Кореляція між мармуровістю *m. longissimus dorsi* та хімічним складом і технологічними ознаками яловичини у бугайців (n=15) УЧРМП

Ознака	r
pH	-0,272
Вміст вологи	0,158
Суха 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.

За збільшення мармуровості значно (P≥0,95) зменшується (r=-0,410) пенетрація, яка характеризує структурно-механічні властивості яловичини. Негативну вірогідну (P≥0,95) кореляцію між мармуровістю та технологічними ознаками встановили раніше у дослідженнях A. J. Garmyn et al. (2011) [127]. За збільшення мармуровості проявляється тенденція до зниження її водозв'язуючої здатності (r=-0,313), яка має важливе значення для прийняття споживачами рішення щодо закупівлі яловичини.

Водозв'язуюча здатність 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 також 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 [306].

Зниження рівня pH, до якого призводить кращий розвиток мармуровості, сприяє утворенню метміоглобіну, за якого м'ясо набуває коричневішого кольору. Дані, зібрані [277] щодо якості та виходу яловичини свідчать, що близько половини (53,1 %) туш потрапили в діапазон pH м'язів від 5,40 до 5,49, а 81,3 % – від 5,40 до 5,59. Приблизною межею між нормальним та темним м'ясом є pH найдовшого м'яза на рівні 5,87.

Відповідно до наших даних у бугайців за кращої мармуровості *m. longissimus dorsi* не проявляється тенденції до зменшення (r = 0,005) загального вмісту жиру в м'ясі, що не підтверджує прямолінійного вірогідного зв'язку між досліджуваними ознаками. Відсутність зв'язку з загальним вмістом жиру у м'язах є основною причиною негативного впливу кращої мармуровості на сенсорні властивості м'яса. За низького загального вмісту жиру в м'язах яловичина є твердішою і сухішою [266]. Позитивним і незначним є коефіцієнт кореляції між мармуровістю *m. longissimus dorsi*, з одного боку, та з іншого, кількістю у ньому загальної маси золи. Кількість європейських споживачів, які позитивно оцінюють яловичину з високим вмістом жиру у середині м'язів за її смакові та сенсорними якостями поступово зростає [122].

Дослідження зв’язку між мармуровістю *m. longissimus dorsi* та сенсорними властивостями вареної яловичини і бульйону із неї у бугайців української чорно-рябої молочної породи показує, що мармуровість яловичини проявляє тенденцію до зворотної кореляції з соковитістю, ароматом, ніжністю, залишком після розжовування і середніми значеннями за ознаками дегустації вареного м’яса та міцністю бульйону із нього (табл. 3.49). Підвищений рівень мармуровості позитивно впливає на ніжність, соковитість, аромат і загальне оцінювання смаку яловичини коли немає сторонніх присмаків [89]. Позитивну (r=0,617) вірогідну кореляцію (P≥0,95) між мармуровістю 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.

Таблиця 3.49

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

Варене м’ясо					
соковитість	смак	аромат	ніжність	залишок після розжовування	середні значення за 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. Bulgaru et al. (2022) [68] встановлено, що на ніжність яловичини значно впливає вміст у ній розчинних білків, жирів та колагену. Проявляється тенденція до позитивної кореляції між мармуровістю *m.*

longissimus dorsi і смаком вареної яловичини, прозорістю бульйону із неї та середнім значенням за його ознаками.

Таким чином, існує багато проблем щодо оцінювання туш бугайців у молочних порід за мармуровістю яловичини включаючи погіршення багатьох її якісних ознак. Незважаючи на останні досягнення у світі щодо можливого регулювання формування мармуровості м'язової тканини у великої рогатої худоби для поліпшення якості яловичини, в Україні ця проблема залишається недостатньо вирішеною та заслуговує на подальше дослідження. У зв'язку з цим постає питання щодо вирішення проблеми виробництва якісної яловичини за якісних ознак туш від тварин молочних порід, яких у великій кількості відгодовують для забою. Аналіз зв'язку між мармуровістю м'яса і ознаками продуктивності свідчить, що за розвитком мармуровості неможливо точно прогнозувати якісний склад яловичини. Збільшення її класу зменшує вміст жиру у м'язах, погіршує дегустаційні властивості яловичини і бульйону із неї. Мармуровість яловичини бугайців української чорно-рябої молочної породи вірогідно зворотно корелює з її пенетрацією і вмістом білку та позитивно зі смаком і ароматом бульйону. Існує тенденція до негативної 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, pH, 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, «площею м'язового вічка» *m. longissimus dorsi*, товщиною підшкірного жиру та конформацією туш, вмістом у м'ясі вологи, жиру та мінеральних речовин. Мармуровість *m. longissimus dorsi* не є основним фактором, що визначає ніжність, соковитість та загальне харчове сприйняття м'яса у цієї худоби. Кращий клас розвитку мармуровості у середині м'яза *m. longissimus dorsi* бугайців української чорно-рябої молочної породи впливає на вподобання

споживачів та ймовірність закупівлі яловичини, проте не характеризує її хороші технологічні, сенсорні та кулінарні властивості.

Висновок до пункту 3.6. За збільшення класу мармуровості у бугайців молочних порід поліпшуються лише відсоток м'язової тканини у тушах, у тому числі другого сорту, вміст кісток, конформація туш. За кращого класу мармуровості яловичини тварин знижуються вихід м'язової тканини вищого і першого сортів, погіршується хімічний склад м'язової тканини, нормалізується pH м'язової тканини. Краща мармуровість м'язової тканини суттєво не впливає на смакові характеристиками бульйону із вареної яловичини.

Зусилля дослідників у майбутньому повинні бути спрямовані на визначення кількісних і якісних ознак яловичини залежно від її мармуровості у худоби інших порід, оскільки це підвищить візуальну та сенсорну якість туш і м'яса із них. Слід провести дослідження і щодо встановлення факторів управління вирощуванням тварин великої рогатої худоби поширених в Україні порід, для досягнення оптимальних величин мармуровості та компромісу із технологічними, сенсорними характеристиками і хімічним складом м'яса.

Матеріали підрозділу опубліковані у працях: [18, 24, 194]

3.7. Кількісні і якісні ознаки яловичини бугайців залежно від її кольору

Більшість туш за кольором м'язової тканини віднесено до 5-го та 6-го класів. Колір м'язової тканини у бугайців української чорно-рябої молочної породи мав вищу оцінку у балах за дещо більшої (на 2,4%) живої маси після голодного витримування, а у голштинської породи навпаки (табл. 3.50). За кращого оцінювання кольору м'язової тканини у тварин української чорно-

рябої молочної породи проявлялася тенденція до зменшення забійного виходу (туші) на 0,3 пункти, а у голштинських ні. У дослідженнях K. Potthast (1987) [297] повідомляли щодо відсутності прямого зв'язку між кольором м'яса та іншими характеристиками його якості. Розглядаючи сучасний стан знань щодо якості яловичих туш та м'яса, з акцентом на фактори його виробництва та перероблення M.Á. Cantarero-Aparicio *et al.* (2024) [71] виявили поліпшення кольору м'язової тканини за збільшення маси туші. Ці автори вказують на важливе значення забійної маси як одного з факторів, яким можливо впливати на зовнішні характеристики м'яса. На масу туші впливає швидкість росту та зрілість певних генотипів великої рогатої худоби [53].

Таблиця 3.50

Ознаки забою та морфологічний склад туш ($\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$) бугайців за різної вираженості кольору м'язової тканини, балів

Ознака	УЧРМП		Г	
	від 1 до 5 (n=24)	6 та 7 (n=10)	від 1 до 5 (n=20)	6 та 7 (n=6)
Передзабійна жива маса, кг	422±4,7	432±22,1	402±7,3	389±12,0
Забійна маса, кг	193,3±3,46	196,6±10,91	183,7±3,45	177,7±5,76
Забійний вихід, %	45,8±0,12	45,5±0,53	45,7±0,14	45,7±0,10
М'язова тканина, %	71,6±0,62	71,3±0,98	68,7±0,84	70,7±0,33
у тому числі вищого сорту, %	23,0±0,73	22,1±1,23	22,6±0,79	19,6±0,28*
-//- першого сорту, %	47,0±0,52	45,7±0,81	46,5±0,48	45,4±0,24
-//- другого сорту, %	30,0±1,03	32,2±1,85	30,7±1,09	35,0±0,19*
Жирова тканина, %	3,7±0,43	3,6±0,24	2,6±0,16	2,4±0,15
Сухожилки та зв'язки, %	1,6±0,08	2,1±0,11***	1,0±0,18	1,3±0,29
Кістки, %	23,1±0,32	23,0±1,13	22,5±0,41	24,5±0,39

Примітки: *)P≥0,95; **)P≥0,99; ***)P≥0,999

У дослідженнях R. Kocyigit *et al.* (2023) [188] отримали протилежні дані, які свідчать, що за збільшення забійної маси яскравість кольору м’язової тканини значно зменшувалася. Автори пов'язують це із кращим відкладенням жирової тканини, та з тим, що у великої рогатої худоби повільніше знижується рівень глікогену, який сприяє утворенню молочної кислоти. Як вихід пропонують A. Poveda-Arteaga *et al.* (2023) [298] стандартизувати забійну масу тварин, щоб запобігти значним відмінностям у кольорі м'яса. Із цього приводу Міністерство сільського господарства Сполучених Штатів Америки (США), встановило навіть знижки у закупівельній ціні, які починають діяти коли маса туші перевищує 408 кілограмів. Підвищувати якість яловичини можливо поєднанням із технологією оброблення туш після забою.

У дослідженні [271] впливу середньовольтної електричної стимуляції туші - MVES (120 В, 60 Гц, 5 А) оцінювали об'єктивні та сенсорні параметри якості м'яса у помісних бугайців Angus × Nellore. Ці автори встановили вірогідну перевагу ($P \geq 0,95$) на 0,74 бали за кольором яловичини з туш, що піддавали електричній стимуляції MVES проти звичайної. У той час втрати за кулінарного оброблення залишилися незмінними.

За покращення оцінки кольору м’язової тканини від 1 – 5 до 6 – 7 балів у тушах бугайців обох груп збільшується кількість сухожилок та зв’язок. Велика рогата худоба української чорно-рябої молочної породи та голштинської характеризується пізнім дозріванням. Тварини такого типу мають вищу активністю кальпастатину та більший відсоток сполучної тканини (Raza et al., 2019) [306]. Від сухожилок і зв’язок поживність яловичини зовсім не залежить, а значний вплив на неї має жирова тканини, за якої проявляється тенденція до зменшення її вмісту за покращення кольору м’язів. За підвищення яскравості кольору м’язової тканини у балах до 6–7 у тварин обох груп збільшується відсоток м’язової тканини другого сорту зменшується її частка вищого та першого сортів.

Оцінювання якісних ознак туш бугайців української чорно-рябої молочної та голштинської порід показало, що за насиченішого (від 6 до 7 балів) кольору

м’язової тканини кращою була конформація туш (табл. 3.51). Спостерігали [173] значну (P≥0,95) взаємодію між оцінкою конформації туш за шкалою EUROP та віком на момент забою і раціоном, які безпосередньо впливають на якість і ринкову вартість яловичини. За результатами G. Indurain *et al.* (2008) [155] ефективність кольору м’яса для диференціації конформації туш складає 62%. Вона була визначена [400] як критерій за найбільшого впливу на кінцеву оцінку якості яловичини. У дослідженнях A. C. Murray (1989) [257] маса та конформація туш вплинули на колір м’язів. Менші та худі туші частіше мали темну яловичину.

Таблиця 3.51

Якісні ознаки туш бугайців за різного кольору м’язової тканини, балів

Ознака	УЧРМП		Г	
	від 1 до 5 (n=24)	6 та 7 (n=10)	від 1 до 5 (n=20)	6 та 7 (n=6)
Конформація туш, балів	3,0±0,19	4,3±0,27***	2,9±0,13	3,2±0,18
Розвиток жирового покриву на туші, балів	2,4±0,08	3,0±0,22***	2,4±0,15	3,5±0,24**
Товщина жирової тканини на туші, см	0,7±0,08	1,0±0,10***	0,6±0,06	1,3±0,12**
Мармуровість *m. longissimus dorsi*, балів	5,4±0,72	5,2±1,00	2,5±0,23	4,3±0,23
Колір жирової тканини на туші, балів	4,5±0,12	5,3±0,16***	4,4±0,14	4,8±0,18
Площа «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi*, см^2	86,1±4,44	73,6±5,67	82,1±4,75	65,0±3,39*

Примітки: *)P≥0,95; **)P≥0,99; ***)P≥0,999

На колір м’язів, впливають також стать тварин, режим їх годівлі, відстань транспортування, час утримання на бійні та погодні умови. Усе це можна пояснити їхнім впливом на час вимірювання кольору яловичини або на розмір туш та їх вгодованість. Ці результати показують, якщо колір м’яса оцінювати

протягом перших 24 годин після забою, то на нього може вплинути багато факторів, не пов'язаних із передзабійним стресом. Протягом цього періоду точно оцінити остаточний колір м'язів темного стану туш, оброблених традиційним способом, неможливо.

За інтенсивнішого (6 – 7 балів) кольору м'язової тканини збільшувалися вірогідно покрив туш жиром та товщина підшкірної жирової тканини (на 42,9 %). За даними L. Fiems *et al.* (2000) [116] колір яловичини показав лише обмежену прогнозуючу силу ($r \leq 0,15$) для розвитку покриву туші жиром. Ефективність диференціації цієї ознаки складає лише 37 % [155]. Вміст сирого жиру, розміщеного у середині м'язів, а не як покривний навколо м'яза дещо пояснює [354] результати, отримані нами у дослідженні і наведені у таблиці 3.44, щодо зменшення вмісту м'язової тканини вищого і першого сортів за покращення кольору м'язів. Тобто, кращі розвиток жирового покриву та його товщина на туші за яскравішого кольору яловичини знижує у ній кількість цінних їстівних частин.

За збільшення інтенсивності кольору яловичини проявляється тенденція до погіршення її мармуровості (жирової тканини у середині м'язів) у бугайців української чорно-рябої молочної породи і поліпшення у голштинської. Колір м'яса разом із кількістю видимого жиру (мармуровістю) є першими характеристиками, які споживач бере до уваги оцінюючи його якість [128]. Відсутність переваги за досліджуваною ознакою (мармуровістю яловичини) на нашу думку є основною причиною негативного впливу кращого оцінювання забарвлення м'яса на сенсорні його властивості.

У свіжому м'ясі міститься дезоксиміоглобін і оксиміоглобін (Raza et al., 2019) [306]. Червону пігментацію йому надає дезоксиміоглобін. За присутності кисню окиснюється він до оксиміоглобіну. Це надає м'ясу яскравого рожево-червоного кольору. М'ясо набуває коричневого кольору, коли дезокси і оксиміоглобін окиснюються до метміоглобіну. Зниження рівня pH, сприяє утворенню метміоглобіну до якого призводить кращий розвиток покриву жиру. Яловичина, яку характеризує нищий вміст жирової тканини в м'язах, є

твердішою і сухішою [83]. У тушах за низького співвідношення жирової тканини до м'язової – більш схильних до вади м’яса DFD (Dark – темне, Firm – тверде, Dry – сухе) може спричинитися значна невідповідність кольору м'яса його якості за умови його перероблення.

За збільшення оцінювання у балах кольору яловичини забарвлення жирової тканини на тушах поліпшується. Пояснити особливість потемніння м’язової тканини і пожовтіння жирової у піддослідних тварин можливо згодовуванням незначної частки у раціоні концентрованих кормів (18,5 %) і значної зелених (28,3), соковитих (14,3) та грубих кормів (8,6 %). У дослідженнях [184] не спостерігали на тваринах корейської породи Hanwoo суттєвих відмінностей у якісних ознаках яловичини між тваринами у групах за нормального кольору жирового покриву та за підвищеної його жовтизни. Ці дані свідчать про те, що пожовтіння жирової тканини на туші істотно зворотно не корелювало з фізичними ознаками яловичини чи її хімічним складом.

Отримані в дослідженні нами дані свідчать, що існує прямолінійна кореляція між кольором яловичини і такими ознаками морфологічного складу туш, як вміст м’язової тканини другого сорту, зворотна – із вмістом м’язової тканини вищого та першого сортів (табл. 3.52).

Таблиця 3.52

Кореляція (r) між ознаками туш та кольором м’язової тканини, балів

Ознака	УЧРМП (n=34)	Г (n=26)
	кореляція загальна (r)	кореляція загальна (r)
1	2	3
Жива маса після голодного витримування	0,144	-0,253
Забійна маса	0,101	-0,271
Забійний вихід	-0,186	-0,167
М’язова тканина	-0,112	0,228
у тому числі вищого сорту	-0,087	-0,406*

Продовження таблиці 3.52

1	2	3
-//- першого сорту	0,004	-0,216
-//- другого сорту	0,124	0,391*
Жирова тканина	-0,075	-0,168
Сухожилки та зв'язки	0,097	-0,018
Кістки	-0,045	0,470*

Кореляція між кольором м'язової тканини на туші і живою та забійною масою тварин української чорно-рябої молочної породи є прямою невірогідною, а у голштинської – зворотною. З відсотком жирової тканини кореляція зворотна невірогідна в обох дослідних групах. У тварин української чорно-рябої молочної породи кореляція між вираженістю кольору м'язової тканини та відсотком у туші м'язової тканини, сухожилок та зв'язок пряма. У голштинської породи зворотна. Такаж тенденція спостерігалася щодо вмісту кіток у тушах.

Насиченість кольору м'язової тканини позитивно вірогідно корелює у тварин голштинської породи з розвитком жирового покриву і його товщиною, мармуровістю та кольором жирової тканини (табл. 3.53). У бугайців обох дослідних груп колір м'яса проявляє тенденцію до зворотного зв'язку з площею «м'язового вічка», позитивно з конформацією туш.

У бугайців голштинської породи колір яловичини вірогідно корелює з товщиною (r=0,545) та розвитком (r=0,483) жирової тканини на туші. Позитивна вірогідна (r=0,602) кореляція відмічається між кольором м'язової та жирової тканин і мармуровістю *m. longissimus dorsi* (r=0,644). Тенденція до зворотної кореляції існує між кольором яловичини та площею «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi.*

Пряма кореляція між відтінком м'язової тканини і мармуровістю *m. longissimus dorsi* свідчить, що за кольором яловичини можливо точно судити щодо хороших її сенсорних властивостей. Мармуровість м'язів є основним

фактором, що визначає якість м’яса [322]. Через сильний зв'язок між оцінкою мармуровості та смаковими якостями яловичини кількість і розподіл її у *m. longissimus dorsi* є критично важливими критерієм оцінювання туш у системах класифікації USDA та JMGA.

Таблиця 3.53

Коефіцієнти кореляції між якісними ознаками туш за різного кольору м’язової тканини, балів

Ознака	УЧРМП (n=34)	Г (n=26)
Конформація туш	0,341	0,201
Розвиток жирового покриву на туші	0,248	0,483*
Товщина підшкірної жирової тканини	0,096	0,545**
Мармуровість *m. longissimus dorsi*	-0,072	0,644***
Колір жирової тканини на туші	0,488	0,602***
Площа «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi*	-0,126	-0,309

Примітки: *)P≥0,95; **)P≥0,99; ***)P≥0,999

Зв’язок між забарвленням м’язової тканини і товщиною жиру-поливу, що призводе до швидшого охолодження туш і стає причиною втрати ніжності яловичини. Жировий покрив захищає тушу від обвітрювання та висихання і втрати вологи, яка забезпечує соковитість готового продукту із м’яса. За гіршої товщини жирового покриву у бугайців підвищуються катаболічні процеси (гліколіз), оксидативний стрес, структура і скорочення м’язів, що впливає на колір м’яса. Відмічена тенденція до слабкої зворотної кореляції між відтінком м’язової тканини і площею «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi.* Це свідчить, що за кольором яловичини не можливо точно судити щодо вмісту у тушах

цінних відрубів. Спостерігався кореляційний зв'язок між оцінкою кольору яловичини із розвитком жирового покриву. За нашими даними позитивний зв'язок між кольором м'язової і жирової тканин існує із-за вмісту незначної частки у раціоні концентратів і значної зелених, соковитих та грубих кормів. Згодовування їх призводить до потемніння м'язової і пожовтіння жирової тканин. Зазвичай [250] між цими кольорами зв'язок відсутній або зворотний.

У бугайців української чорно-рябої молочної породи хімічний склад яловичини визначали для оцінювання її поживної цінності. За даними нашого дослідження, наведеними у таблиці 3.54, між забарвленням м'язів та загальним вмістом жиру, протеїну, сухої речовини, вологи у *m. longissimus dorsi* вірогідна кореляція була відсутньою. Її значення (r) становили від -0,005 до 0,094). Ці результати дуже добре узгоджуються з даними досліджень A. Diler *et al.,* (2022) [98]. Ними також встановлено, що відтінок м'язової тканини у великої рогатої худоби не є джерелом мінливості їх хімічного складу. Забарвлення м'язової тканини не мало суттєвого зв'язку з хімічним складом, технологічними та сенсорними властивостями м'яса великої рогатої худоби і у дослідах A. Moloney et al. (2022) [250].

Таблиця 3.54

Кореляція між кольором м'язової тканини та хімічним складом яловичини (n=15)

Хімічний склад	r
Волога	-0,005
Суха речовина (СР)	0,005
Протеїн	0,054
Загальний вміст жиру	0,094
Загальна маса золи	-0,309
pH	0,231
Водозв'язуюча здатність	0,326

Зв’язок між кольором м’язової тканини і загальним вмістом у ній жиру – ключовим компонентом якості яловичини для споживачів, був відутнім. Жир у середині м’язів змащує їх волокна. Це поліпшує сприйняття споживачем ніжності та соковитості м’яса і, надає йому специфічного смаку та аромату. Між вмістом вологи у м’язах і їх кольором проявляється тенденція до слабкої позитивної кореляції. Вода є важливою у формуванні структури м’язів і, впливає на якість м’яса, пов’язану зі смаком, ніжністю і соковитістю. Між відтінком м’язової тканини та вмістом у *m. longissimus dorsi* протеїну проявлялася тенденція до слабкого прямого зв’язку.

Відсутність кореляції між кольором м’язової тканини та загальним вмістом жиру, протеїну, сухої речовини і вологи у *m. longissimus dorsi* свідчить, що за виглядом м’язів у тушах не можливо точно передбачити ці елементи хімічного складу яловичини. Вони залежать від віку забою тварин, типу м’язової та жирової тканин, їх розміщення у туші [98]. За підвищення оцінки кольору м’язової тканини проявлялася тенденція до зворотної слабкої кореляції (r=-0,309) його із загальною масою золи, макро- і мікроелементи якої, включаючи залізо, цинк, селен, відіграють вирішальну роль в харчуванні та профілактиці здоров’я людини.

Показник оцінювання кольору м’язової тканини слабо прямолінійно (r=0,231) корелював із її pH, що свідчило про потемніння яловичини за його підвищення. Погіршення кольору м’язів за збільшення їх pH констатували [327] також і у помісних (½ абердин-ангус х ½ шароле) тварин. Збільшення оцінки забарвлення яловичини позитивно і слабо корелює із pH через те, що підвищення її у м’язовій тканині впливає на фізичні та біохімічні властивості, які призводять до зниження насичення киснем і потемніння м’яса. Із кольором м’язів корелюють хімічна форма та концентрація міоглобіну, що містяться у них (Raza *et al.*, 2019) [306]. Після забою тварин та знекровлення туш міоглобін у клітинах м'язів діє як короткочасний резерв кисню. Колір м'яса залежить не лише від вмісту міоглобіну в м'язах, але й від стану його окиснення. Таким чином, чим вища частка «червоних» м'язових волокон, які багаті на міоглобін

за високої дихальної активності і, чим менше «білих» м’язових волокон, бідних на нього тим м’ясо виглядає червонішим. Коли дезоксиміоглобін і оксиміоглобін окиснюються до метміоглобіну м’язова тканина набуває червонувато-коричневого відтінку, який викликає відторгнення у споживача.

За нашими даними водозв’язуюча здатність мала слабкий прямий зв’язок (r=0,326) з оцінкою кольору м’язів, що свідчить про дещо кращу здатність яловичини за цього утримувати у собі вологу. Водоутримуюча здатність свіжої яловичини визначає візуальне її сприйняття споживачем, яке впливає на його готовність купувати продукт. Вона свідчить також за можливі втрати води під час майбутнього транспортування, зберігання, перероблення та приготування м’яса, характеризує соковитість, ніжність та інші технологічні властивості м’ясних продуктів. У сирих м’язах, а також у непереробленому і приготованому м'ясі основними факторами, що визначають утримання води в його структурі, є набухання, що відбувається в міофібрилярній структурі, та сили, що сприяють надходженню або утриманню води, а також розгортання і агрегація білків, які визначають утворення гелів або відокремлених нерозчинних білків. M. Ijaz *et al.* (2020) [153] пояснювали можливі механізми зв’язку між кольором яловичини та іншими ознаками її якості, включаючи водоутримуючу здатність. За їх даними типова яловичина темна суха тверда (DFD) за pH понад 6,09 показала найнижчі показники вмісту оксиміоглобіну, що супроводжувало найвищі значення водоутримуючої здатності та дезоксиміоглобіну. Те, що на зміну кольору яловичини впливає здатність її утримувати воду доведено і у праці D. King *et al.* (2023) [185]. М’ясо стає темнішим за підвищеної водоутримуючої здатності оскільки DFD поглинає світло, а не відбиває його від поверхні. Щоб не призвести до виснаження у м’язах неадекватного підкислення і, підвищення pH, що призводить до потемніння яловичини та зниження її ніжності, соковитості і смаку, необхідно дбайливо поводитися з тваринами під час транспортування їх на бійні, та із сировиною після забою, щоб зменшити втрату води з м’яса, забезпечити помірне падіння pH у м’язах туші.

Визначали зв’язки між кольором м’язової тканини із такими технологічними характеристиками яловичини як пенетрація, уварювання та дегустація м’яса (табл. 3.55). Проявлялася тенденція до прямої слабкої кореляції між класом оцінювання забарвлення м’язової тканини і такою фізичною величиною у *m. longissimus dorsi* як пенетрацією. Із-за підвищення оцінки кольору м’язів як, наслідок яловичина стала жорсткішою про, що свідчив невірогідний слабкий прямий кореляційний зв’язок (r=0,295) між її відтінком і пенетрацією – легкістю, з якою голка проникала у м’ясо.

Таблиця 3.55

Коефіцієнти кореляції між кольором м’язової тканини та фізичними, технологічними і сенсорними властивостями яловичини (n=15)

Ознака	r
Варена яловичина:	
Смак	-0,106
Аромат	0,186
Ніжність	0,287
Залишок після розжовування	-0,151
Пенетрація	0,295
Уварювання яловичини	-0,737**
Бульйон:	
Смак і аромат	-0,055
Міцність	0,616
Прозорість	0,259

Примітка: **)P≥0,99

Від жорсткості, пов’язаної зі сполучною тканиною залежить в основному ніжність м'яса [217]. Жорсткість м’яса підвищують білки, які присутні в м’язах. Вони захищають міофібрилярні білки від руйнування протеолітичними ферментами. У своїх дослідженнях M. Ijaz *et al.* (2020) [153] довели, що атипова яловичина DFD мала більш високе значення сили зсуву, яка позитивно

корелювала з рівнем метміоглобіну. Окрім величини (pH), на забарвлення м'яса впливали й здатність утримувати воду, та сила зсуву.

Ми вивчали зв'язок між кольором яловичини і її технологічними властивостями, які впливають на зберігання та перероблення (вихід під час приготування) продуктів харчування із неї. За нашими даними колір м'язової тканини може бути використаним як індикатор погіршених її технологічних властивостей оскільки з її уварюванням встановлена вірогідна ($P \geq 0,99$) сильна зворотна кореляція ($r=-0,737$).

Кулінарне оброблення яловичини, яке дуже сильно впливає на її смакову якість під час споживання, враховано лише в системі класифікації яловичих туш MSA (2015) [242]. Наслідком погіршення показника уварювання м'яса є нижчий його вихід під час варіння і часто «суха (без соковитості)» яловичина. Це призводить до високих втрат вареного м'яса та м'ясних продуктів під час стікання води, що також впливає на вихід і якість переробленого м'яса. Втрата рідини із вареного м'яса є важливою для м'ясної промисловості через її наслідки для економіки. Оскільки вода втрачається із м'язів під час варіння та приготування, білки стають менш гнучкими та більш жорсткими. За такої втрати води із яловичини під час теплового оброблення, продукт із неї є грубішим [302]. Хоча за більш тривалого нагрівання саркоплазматичний білок колаген стає желатинізованим і здатним утримувати воду. Погіршення технологічних властивостей м'язової тканини за покращення оцінки її забарвлення можливо пояснити і тим, що під час нагрівання колагенові фібрили скорочуються. Це призводить до втрати рідини у м'ясі, і до зменшення його ніжності. Вода втрачається під час приготування м'ясних продуктів внаслідок денатурації білків м'язів за різних температур, що викликає поперечну і поздовжню усадку [380]. Втрата вологи у м'ясі під час його уварювання збільшується і за підвищення у ньому pH.

Для споживачів у останній час набуває все більшого значення сенсорна якість яловичини. Для отримання даних щодо опису харчової якості м'яса, її визначали 8 дегустаторів за відчуттями під час споживання яловичини та

вподобаннями щодо індивідуальних сенсорних реакцій за цього від смаку, ніжності, соковитості, аромату, свіжості та пісності. Результати досліджених нами зв'язків між оціненим балом за забарвлення м'язової тканини та середніми значеннями сенсорних властивостей (аромат, соковитість, ніжність, легкість жування) вареної яловичини і бульйону (колір, смак, міцність) із неї, свідчать, що за збільшення класу кольору м'язів проявлялася тендеція до погіршення величин ознак дегустації м'яса та бульйону оскільки коефіцієнти кореляції між ними були відповідно слабкими і зворотніми (r=-0,487 і -0,047). Основною причиною зворотного зв'язку між кращим розвитком кольору яловичини і сенсорними її властивостями є відсутність кореляції (r=0,094) між виглядом м'язової тканини та вмістом у ній жиру. Із оцінками дегустації яловичини колір її не корелює, також через те, що соковитість, яка впливає на якість споживання і яку у роті характеризує і кількість соку під час її пережовування, також тісно взаємопов'язана з вмістом у яловичині жиру [215]. Його кількість за нашими даними у ній не підвищується за зміни кольору. Яловичина, яку характеризує низький вміст жиру в м'язах, є темнішого кольору, твердіша і сухіша.

Проведені [149] дослідження показали, що основні проблеми з якістю м'яса від великої рогатої худоби пов'язані з невідповідністю вподобань покупця його споживчим характеристикам. Оцінюють якість яловичини за мармуровістю, кольором м'яса і жиру, дегустаційними показниками – ніжністю, ароматом, соковитістю, смаком, запахом та зовнішнім виглядом [322]. Основним фактором, що визначає якість яловичини є відкладення жиру у середині м'язів або мармуровість. Варіабельність якості яловичини є дуже значною між тваринами, тому за твердженням A. Clinquart *et al.,* (2022) [83] споживачеві оцінити її нелегко, окрім як візуально, лише за кольором м'язової тканини та вмістом у ній жиру. Традиційне оцінювання якості яловичини, яке включає хімічні та біологічні експерименти, є виснажливим трудомістким, руйнівним, а іноді й шкідливим. Особливу увагу споживач звертає на сенсорні

властивості яловичини, оцінити які під час закупівлі важко. Прогнозування сенсорних характеристик м’яса було основним нашим завданням.

Цього досягали на основі зібраних даних після забою тварин і попередньо визначених взаємозв’язків між ними. У цій роботі ми застосовували підхід до якості яловичини з точки зору надання відповіді на запитання, що означає її якість для споживачів, як вони формують очікування від неї під час закупівлі і як вона співвідноситься з тією якістю, яку вони сприймають під час споживання. На основі цього ми вивчили зв’язок між кольором м’яса і його характеристиками фізичними (колір м’яса і жиру, мармуровість), сенсорними (відчуття під час споживання та вподобання щодо індивідуальних реакцій – смак, ніжність), технологічними (пов’язані зі зберіганням та перероблянням, вихід під час приготування), хімічними (pH, здатність утримувати воду, вміст вологи та сухої речовини, протеїну, загальний вміст жиру і маси золи).

Відповідно до отриманих нами даних ми дійшли висновку, що колір яловичини не характеризує її хороших смакових та кулінарних властивостей. За збільшення класу кольору м’язів у туші проходить погіршення уварювання м’яса, проявляється тенденції до зменшення вмісту жиру у м’язах, та деякого збільшення мармуровості яловичини, і погіршення її дегустаційних властивостей (смаку, аромату, ніжності) і бульйону із неї. На ринку вартість яловичини залежить від кольору м’язової тканини, який споживач використовує для оцінювання свіжості і корисності (прийнятності) м’яса оскільки її забарвлення впливає на вподобання та ймовірність її закупівлі.

Вимірювання кольору більш важливе для візуального сприйняття яловичини, ніж фактичні параметри її якості. Отже, життєво важливим для максимізації переваг виробництва яловичини є розуміння факторів, які впливають на колір м’яса та його відхилення, від яскраво-червоного забарвлення. Споживачів же цікавлять харчова цінність і смакові характеристики яловичини та профілактика їх захворювань [304] від вживання м’яса, які останніми роками стали актуальною темою. Для сприйняття людьми якості яловичини інформація, щодо її сенсорного оцінювання, яке застосовують

для опису харчової якості м’яса, стає складнішою, оскільки рішення споживачів щодо закупівлі стають чутливішими до внутрішніх і зовнішніх викликів, включаючи якість і безпеку харчових продуктів та екологічну стійкість [217].

Існує багато проблем щодо оцінювання бугайців молочних порід за кольором м’язової тканини включаючи погіршення багатьох якісних ознак яловичини. Незважаючи на останні досягнення у світі щодо можливого регулювання формування кольору м’язової тканини у великої рогатої худоби, для поліпшення якості яловичини, в Україні ця проблема недостатньо вирішена. У зв’язку з цим постає питання щодо вирішення проблеми виробництва привабливої для покупців яловичини яка б поєднувала якість м’яса із профілактикою їх захворювань. Колір м’язової тканини з яловичини від м’ясних порід, найбільш відповідає уподобанням споживачів [137]. Хоча колір м’язової тканини, не характеризує хороші сенсорні та кулінарні властивості яловичини бугайців української чорно-рябої молочної породи, але його необхідно включити до ознак якості туш, оскільки він першим свідчить про її свіжість і впливає на вподобання споживачів та ймовірність її закупівлі.

Молочну худобу вирощують для виробництва молока, а м’ясо, отримане від них, вважають нижчої якості, особливо порівняно з м’ясними породами такими як Ангус і Лімузен. Однак [361] вважають, що вона може давати високоякісну яловичину за умови відповідного управління годівлею. Основні фактори, що впливають на колір яловичини pH, тип м’язів, вік, порода тварин, склад раціону. У дослідженнях проведених [119] висловлене припущення, що у довгому м’язі молочної великої рогатої худоби є значна частка окисних м’язових волокон, ніж у помісей та м’ясної худоби. У дослідженнях [90] показано, що найбільша різниця у формуванні смаку м'яса великої рогатої худоби, вирощеної на пасовищі або на зерні, пов'язана з концентрацією та складом жирних кислот, оскільки вони є основним джерелом ароматичних сполук, таких як карбоніли. Як відмічають [391] колір і ніжність яловичини є найбільш домінуючими характеристиками її якості, які впливають на сприйняття споживачами м’яса та рішення щодо повторної його купівлі.

Яскравий червонувато-фіолетовий колір свідчить про свіжість яловичини, і споживачі готові заплатити додаткові кошти за свіже забарвлення і гарантовано ніжну яловичину. Однак колір яловичини, ніжність, водоутримуюча здатність, уварювання та сенсорні характеристики варіюють. Специфічні характеристики м'язів однієї туші демонструють значні відмінності в якості м'яса.

З підвищенням яскравості кольору м'язової тканини у тварин голштинської породи збільшуються жива маса, відсоток м'язової тканини другого сорту, сухожилок і зв'язок та кісток. У дослідженнях [332] було оцінено ніжність 15 шматків яловичини тварин трьох різних вікових груп. Ніжність, залишок після розжовування і розчинність колагену на всіх зрізах значно зменшилися з віком тварини. Вік тварин не мав істотного впливу на вміст колагену.

На колір яловичини впливає порода і стать худоби [61], pH м'яса [193], вміст у ньому вологи, внутрішньом'язового жиру і сполучної тканини [294]. До зажиттєвих факторів, що впливають на колір м'язової тканини, включають [322] вік тварин, час перебування їх на відгодівлі, сезонність і стрес перед забоєм, харчування [138], процес забою та час дозрівання м'яса після нього. Вивчаючи вплив [362] віку та статі на якісні характеристики туш та технологічні показники м'яса буйволів встановили, що вірогідно ($P \geq 0{,}999$) темнішим колір яловичини є у старих тварин, ніж у молодих. У дослідженнях [379] встановили, що темніший колір м'язової тканини мають тварини, яких утримували на прив'язі. Безприв'язне утримання є більш вигідним для їх добробуту, швидкості росту, виходу м'якуша порівняно з прив'язаними у стійлах. М'ясо буйволів-самців є світлішим ніж самок. Темніший колір м'яса пояснюють Y. Bao & P. Ertbjerg (2019) [49] більшим діаметром м'язових волокон, у результаті чого відстань між світлими смугами довша, що дозволяє краще пропускати світло у середину м'язів. Вважають A. M. Hanson (2023) [137] основним недоліком яловичини від молочної великої рогатої худоби помітний темніший колір, а не «вишнево-червоний» вигляд звичайної, якому віддають перевагу споживачі.

Проте у дослідженнях [130] ні система пасовищ, ні вік забою не впливали на колір м’яса. Витримування яловичини призводе до значного збільшення червоного відтінку під час зберігання. 19 % споживачів приймають рішення щодо необхідності закупівлі яловичини за вираженням її кольору [307]. У виробництві яловичини в США, через зміну її кольору промисловість щорічно втрачає природних ресурсів на загальну суму 3,9 мільярда доларів [303]. У дослідженнях [222] було поєднано метаболічний і транскриптомний аналізи для з’ясування біохімічних і фізіологічних факторів, що лежать в основі покращеного смаку, стабільності кольору та ніжності яловичини червоної великої рогатої худоби породи Пінгліанг порівняно з Циньчуаньською та Симетальською. Метаболічне профілювання виявило значно підвищені рівні інозинмонофосфату у 2,86 – 3,96 рази і глутатіону у 2,42 – 5,43 рази, що сприяють інтенсивному смаку і тривалому збереженню кольору м’яса. Потужний антиоксидант ерготіонеїн, був вперше ідентифікований у яловичині червоної великої рогатої худоби породи Пінлян із концентрацією у 2,55 та 4,25 рази вищою, ніж у Циньчуаньській та Симетальській відповідно.

Висновок до підрозділу 3.7. Таким чином, існують проблеми з оцінюванням яловичини за кольором у бугайців молочних порід, включаючи погіршення таких її ознак, як частка м’язової тканини, у тому числі вищого і першого сортів, мармуровості та площі «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi*. За підвищення інтенсивності забарвлення яловичини бугайців молочних порід погіршуються багато її якісних ознак: збільшуються відсоток сухожилок та зв’язок, конформація туш, покриття їх жировим покривом та товщина і колір жирової тканини. За збільшення оцінювання у балах кольору м’язової тканини проявляється тенденція до зменшення забійного виходу (туш), відсотку м’язової тканини, у тому числі вищого та першого сортів, жирової тканини та кісток, мармуровість яловичини та площа «м’язового вічка», збільшення м’яса другого ґатунку.

Матеріали підрозділу опубліковані у працях: [195, 197]

3.8. Кількісні і якісні ознаки яловичини бугайців залежно від кольору жирової тканини на туші

У проведеному дослідженні 42,3 % туш бугайців української чорно-рябої молочної породи мали «помірно білий» колір жирової тканини на ній, а 57,7 % як «помірно жовтий». У тварин голштинської породи 29,4 % туш класифікували за кольором підшкірної жирової тканини як «помірно білий», та 70,6 % – як «помірно жовтий». Тенденція щодо переваги на 15,4 та 41,2 пункти туш за «помірно жовтого кольору» жиру під шкірою над «помірно білими» відбулася із-за того, що у структурі раціону тварин більша кількість була зелених та соковитих кормів, і незначна концентрованих. Подібною (52,67 %) кількістю «помірно жовтого відтінку» жирової тканини на тушах характеризувалися тварини, відгодовані на траві і у дослідженнях J. Janssen et al. (2021) [164].

На думку H. Kim et al., 2023) [184] туші великої рогатої худоби, що знаходяться у діапазоні оцінювання кольору жирової тканин від 3 (злегка жовті) до 5 (жовті) балів викликають найбільше занепокоєння. У наших дослідженнях за різних відтінків кольору жиру на туші не проявлялася вірогідна різниця між групами у величинах ознак забою і морфологічного складу туш (табл. 3.56). За «помірно білого» кольору (3 та 4 бали) жирової тканини проявлялась тенденція до зменшення на 0,8 % у чорно-рябих бугайців і 3,8 % у голштинських забійної маси. Окрім забарвлення покриву туш жиром, на забійний вихід не однозначно впливають різні фактори. Так, за кращої вгодованості туш його відсоток поліпшується [288], за ліпшої мармуровості м’яса – зменшується [134], а збільшення площі пасовищ на одну тварину не впливає на масу туш [317].

Таблиця 3.56

Ознаки забою та морфологічний склад туш бугайців за різного кольору жирової тканини на туші, $\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$

Ознака	УЧРМП		Г	
	3–4 бали (n=11)	5–6 балів (n=15)	3–4 бали (n=10)	5–6 балів (n=24)
Передзабійна жива маса, кг	400±9,3	397±8,8	403±10,4	422±10,5
Забійна маса, кг	181,2±4,46	182,6±4,10	185,9±5,97	193,0±5,14
Забійний вихід, %	45,3±0,20	46,6±0,12	46,1±0,21	45,7±0,23
Маса м'язової тканини, кг	131,7±3,3	129,5±3,1	132,8±3,45	136,4±3,51
М'язова тканина, %	72,7±0,95	70,9±0,94	71,4±1,03	70,7±0,59
у тому числі вищого сорту, кг	28,6±1,60	28,7±1,56	28,4±1,70	31,9±1,42
у тому числі вищого сорту, %	21,7±0,96	22,2±0,94	21,4±0,98	23,4±1,42
-//- першого сорту, кг	60,9±1,60	60,0±1,69	61,1±1,97	64,0±1,86
-//- першого сорту, %	46,3±0,66	46,3±0,49	46,0±0,69	46,9±0,55
-//- другого сорту, кг	42,2±1,95	40,8±1,97	43,3±1,81	40,5±1,83
-//- другого сорту, %	32,0±1,32	31,5±1,32	32,6±1,25	29,7±1,15
Жирова тканина, кг	7,3±1,26	7,3±1,10	6,5±1,37	9,1±0,92
Жирова тканина, %	4,0±0,21	4,0±0,17	3,5±0,33	4,7±0,40
Сухожилки та зв'язки, кг	2,2±0,51	2,4±0,25	2,4±0,18	3,4±0,20*
Сухожилки та зв'язки, %	1,2±0,26	1,3±0,14	1,3±0,16	1,8±0,07
Кістки, кг	42,7±1,1	43,4±0,97	44,2±0,99	44,1±1,33
Кістки, %	23,6±0,64	23,8±0,45	23,8±0,56	22,8±0,53

Примітка: *)$P\geq 0,95$

За оцінювання кольору жирової тканини у більшу кількість (5 – 6) балів проявляється тенденція до зменшення відносного вмісту м'язової тканини на 1,8 та 0,7 пункти. За жовтішого кольору жиру проявляється тенденція до збільшення вмісту у тушах м'язової тканини вищого та першого сортів. Відносна кількість м'язової тканини першого сорту практично не змінювалася за різного кольору жирової тканини у бугайців української чорно-рябої молочної породи. За абсолютним і відносним вмістом м'язової тканини другого сорту у бугайців української чорно-рябої молочної породи проявлялася

тенденція до зменшення відповідно на 3,4 % та 0,5 пункти за кращої оцінки (5 – 6 балів) вираженості кольору жирової тканини. У тварин голштинської породи абсолютний і відносний вміст м'язової тканини другого сорту не вірогідно були меншими відповідно на 6,9 % та 2,9 пункти за жовтішої вираженості кольору жирової тканини (5–6 балів). У тварин української чорно-рябої молочної породи вміст жирової тканини у туші не змінювався за різного її кольору.

Абсолютний вміст жирової тканини у туші за її кольору у 5 та 6 балів збільшувався у тварин голштинської породи на 40,0 % порівняно з його оцінкою у 3 та 4 бали. У дослідженнях M. Gagaoua et al., (2018) [125] також встановлено, що підвищення маси жиру в туші було пов'язане зі збільшенням на 3,76 % жовтизни жирової тканини. За жовтішого (5–6 балів) кольору жирової тканини у бугайців української чорно-рябої молочної породи проявляється тенденція до збільшення на 9,1 % абсолютної кількості сухожилок та зв'язок та на 0,1 пункти – відносної, а у голштинської породи проявляється тенденція до збільшення на 0,5 пункти відносного вмісту у туші сухожилок та зв'язок та вірогідне ($P \geq 0,95$) на 41,7 % абсолютної їх кількості. За класу оцінювання кольору жирової тканини у 5–6 балів була тенденція до більшого вмісту кісток ніж за оцінки у 3–4 бали.

За різного кольору жирової тканини конформація туш не змінювалась у бугайців української чорно-рябої молочної породи (табл. 3.57). За жовтішого кольору жирової тканини у тварин голштинської породи проявлялася лише тенденція до збільшення (на 6,1 %) оцінки конформації туш. У великої рогатої худоби м'ясистість туш є породною ознакою, залежить від взаємозв'язку між генотипом та ростом тварин [321]. У тварин української чорно-рябої молочної породи нами відмічено тенденцію до незначного (на 3,8 %) збільшення покриву туш жиром за «помірно жовтого» (5–6 балів) його кольору, у дослідженні M. Gagaoua et al., (2018) [125] також було встановлено, що підвищення оцінки за вгодованість туш пов'язане зі збільшенням жовтизни жирової тканини на 2,6 %. У тварин голштинської породи відмічено тенденцію до незначного (на 8,0 %) зменшення розвитку її покриву та збільшення товщини на 35,9 %. За «помірно

жовтого» кольору (5 – 6 балів) жирової тканини на туші у тварин української чорно-рябої молочної породи вона була вірогідно (P≥0,95) товщою на 50,0 % ніж за її оцінювання у 3 – 4 бали.

Таблиця 3.57

Якісні ознаки туш бугайців за різного кольору жирової тканини на туші, $\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$

Ознака	УЧРМП		Г	
	3–4 бали (n=11)	5–6 балів (n=15)	3–4 бали (n=10)	5–6 балів (n=24)
Конформація туш, балів	2,9±0,17	2,9±0,16	3,3±0,27	3,5±0,24
Розвиток жирового покриву на туші, балів	2,6±0,21	2,7±0,24	2,7±0,23	2,5±0,14
Товщина підшкірної жирової тканини, см	0,6±0,01	0,9±0,10*	0,64±0,084	0,87±0,083
Мармуровість *m. longissimus dorsi*, балів	2,8±0,27	2,9±0,38	4,8±1,14	5,6±0,67
Колір м'язової тканини, балів	4,8±0,12	5,4±0,13*	4,9±0,11	5,4±0,15*
Площа «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi*, см^2	75,3±6,69	80,3±5,12	72,0±6,1	86,8±4,25

Примітки: *)P≥0,95

Отримана нами тенденція щодо погіршення жирового покриву на туші за «помірно жовтого» його кольору вказує на те, що за кращого оцінювання, якісні ознаки яловичини не поліпшуватимуться, оскільки їх краще характеризує розвиток жирового покриву на туші [265]. Наявністю значно товстішого жирового покриву можливо пояснити погіршення вмісту м'язової тканини за більшого (5 та 6 балів) класу кольору жиру на туші. За більшої його товщини зменшується відсоток виходу м'язової тканини, через те, що під час оброблення яловичини на м'ясопереробних підприємствах надлишок жиру, що відклався під шкірою переробники видаляють [134].

У тварин обох груп за оцінювання кольору жирової тканини у 5 та 6 балів порівняно з класом у 3–4 бали проявлялася тенденція до кращої мармуровості *m. longissimus dorsi*, яка не гарантувала відмінних смакових характеристик вареної яловичини і бульйону із неї у бугайців чорно-рябої молочної породи

(див. табл 3.45–3.46). За показниками мармуровості не встановлено [395] значущих (P≥0,95) відмінностей і між породами. Більший вміст у яловичині мармуровості є сприятливим чинником її впливу (P≥0,99) на кількість у туші м'язової тканини (див. табл 3.40). Але позитивні та сильні кореляції навпаки були встановлені [156] між мармуровістю яловичини та рівнем у ній мононенасичених жирних кислот (r=0,77) та поліненасичених (r=0,79).

За більшої (5 – 6 балів) жовтизни жирової тканини колір м'язової тканини ставав вірогідно (P≥0,95) темнішим на 12,5% порівняно з групою тварин за її оцінки у 3–4 бали. За оцінювання кольору жирової тканини тварин голштинської породи у 5 та 6 балів порівняно з його класами у 3–4 бали проявлялася тенденція до кращої на 20,6 % площі «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi*. У худоби української чорно-рябої молочної породи площа «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* на 6,6% була не вірогідно кращою порівняно з його класами у 3–4 бали.

Високий зв'язок між кольором жиру і м'язів слід пояснити значним вмістом у раціоні бугайців зелених кормів, силосу, сіна, сінажу, багатих на каротин, які позитивно впливають як на пожовтіння жирової тканини так і почервоніння м'язової. Обидва ці кольори мають і більш жовтий [138] і темний [91] кольори за згодовування значної кількості зелених кормів. М'ясо бугайців, яким згодовували зерно, мало більш (P ≥ 0,99) яскравий колір, ніж у тих, яких випасали [91]. Розвиток кольору жирового покриву на туші у наших дослідах не показав зв'язку із мармуровістю яловичини, яка є найбільш сприятливим чинником впливу на її смак [272], харчову якість [273] та соковитість [107]. Вираженість ступеня мармуровості яловичини залежить від статі [107] великої рогатої худоби, рівня її годівлі, віку та живої маси перед забоєм [347].У нашому дослідженні за «помірного жовтого» кольору жирової тканини під шкірою проявлялася також тенденція до збільшення площі «м'язового вічка». Виробничників та переробників яловичини цікавить якість туш, визначена за кольором жирової тканини. Від нього на ринку залежить ціна м'яса.

За більшої оцінки (5–6 балів) кольору жирової тканини на туші у яловичині проявлялася тенденція до зменшення величин водозв'язуючої здатності (на 1,2 пункти), уварювання (на 5,4 пункти) та пенетрації (на 26,7 %) (табл. 3.58). Тенденція до проникання за 180 секунд на меншу глибину у зразок яловичини голки приладу ПМДП свідчить щодо деякої її жорсткості та твердості за більшої величини кольору жирової тканини, за якої знижується вміст жиру-поливу, який захищає тушу від втрат вологи у холодильній камері, що забезпечує соковитість вареної яловичини, до певної міри утримує у ній воду та зв'язує під час перероблення. Втрати м'яса під час стікання води дещо негативно позначаються на виході туш і м'язової тканини 2-го сорту.

Таблиця 3.58

Технологічні ознаки та хімічний склад яловичини бугайців УЧРМП за різного кольору жиру на туші, $\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$

Ознака	Колір жирової тканини, балів	
	3–4 бали (n=6)	5–6 балів (n=9)
Водозв'язуюча здатність, %	59,2±4,10	58,0±4,74
Уварювання, %	40,6±1,88	35,2±2,01
Пенетрація, мм	21,8±1,91	17,2±2,17
pH	6,0±0,22	5,7±0,08
Вміст вологи, %	68,5±2,15	72,1±1,45
Суха речовина, %	31,6±2,15	27,9±1,45
Протеїн, %	21,9±0,92	20,0±0,86
Загальний вміст жиру, %	7,0±1,32	6,3±0,78
Загальна маса золи, %	2,7±0,47	1,6±0,22

За кращої оцінки (5 та 6 балів) кольору жирової тканини проявляється тенденція до збільшення у яловичині вмісту вологи на 3,6 пункти і зменшення pH на 5,3 %, вмісту сухої речовини на 3,7 пункти, протеїну на 1,9, загального вмісту жиру на 0,7 та загальної маси золи на 1,1 пункти. У худоби породи Hanwoo суттєвих відмінностей за фізико-хімічними властивостями яловичини між тваринами за жирової тканини нормальної та жовтої також не виявлено [184]. Підвищенням ($P\geq0,95$) вмісту білків, які пов'язані з енергетичним обміном у бугайців, за кращих кондицій тіла [327], можливо пояснити прояв лише тенденції до одночасного підвищення і вмісту протеїну і загального жиру

за оцінювання кольору підшкірної жирової тканини у 3–4 бали, порівняно з її класифікацією у 5–6 балів.

За кольору жиру у 5 та 6 балів проходить нормалізація pH (5,7) яловичини, а за меншої (3–4 бали) його величини проявлялася атипова pH=(6,0). У м'язовій тканині за зниження pH гідроліз проходить інтенсивніше за утворення молочної кислоти, через що у ній залишаються мікробіологічні процеси стабільними. За меншої оцінки кольору жирової тканини на туші спостерігалася тенденція до збільшення вмісту білка в *m. longissimus dorsi,* який за кращої вгодованості у бугайців пов'язаний з енергетичним обміном, що і сприяло формуванню м'яса за більшого вмісту жирової тканини у ньому.

За більшої оцінки (5–6 балів) кольору жирової тканини, порівняно з її класом у 3–4 бали, проявляється тенденція до зниження на 6,1% соковитості вареного м'яса (табл. 3.59).

Таблиця 3.59

Сенсорні властивості вареної яловичини та бульйону із неї за різного класу кольору жирової тканини на туші, $\bar{X}\pm S_{\bar{X}}$

Продукт	Ознака	Колір жирової тканини, балів	
		3–4 бали (n=6)	5–6 балів (n=9)
Варене м'ясо	Соковитість	3,5±0,16	3,3±0,16
	Смак	3,1±0,23	3,1±0,08
	Аромат	3,2±0,12	3,2±0,11
	Ніжність	3,2±0,27	3,2±0,22
	Залишок після розжовування	3,2±0,29	3,2±0,18
Бульйон	Смак і аромат	2,4±0,09	2,5±0,13
	Міцність	2,5±0,28	2,4±0,09
	Прозорість	2,5±0,30	2,5±0,10

За смаком, ароматом, ніжністю і залишком яловичини після розжовування різниці між зразками вареного м'яса із *m. longissimus dorsi*, не було. Аромат м'яса формують, в основному, хімічні реакції, під час нагрівання, які перетворюють його попередників (цукор, білки, ліпіди) у леткі сполуки. Ці реакції формують і складний профіль смаку приготованого м'яса. На смак яловичини впливають вид, стать, вік тварин, корми та оброблення, які

формують його фізико-хімічні, сенсорні характеристики та вміст летких сполук [279]. За збільшення оцінки кольору жиру під шкірою не проявилося підвищення основних складових сенсорного оцінювання яловичини – ніжності та соковитості, які впливають на її харчову якість, із-за не вірогідного підвищення кількості жиру в м'ясі, який змащує між волокнами м'язи, пом'якшує м'язові волокна, мінімізує їх руйнування, та вмісту у ньому білків, що підвищує сприйняття яловичини та позитивно позначається на якості її споживання.

У роті соковитість характеризує кількість соку під час пережовування, яка тісно корелює з утриманням води у середині м'язів. За вищої оцінки кольору жиру не змінювалися величини таких сенсорних властивостей яловичини як смак, аромат, ніжність і залишок після розжовування, також через рівень вмісту жиру, у яловичині із яким пов'язана підвищена його сенсорна якість. Таким чином, підвищення оцінки кольору жиру-поливу не призводить до підвищення оцінювання величин ознак вареного м'яса аромату, смаку, ніжності і залишку після розжовування.

Отримані нами результати досліджень свідчать, що збільшення оцінки за жовтизну жирової тканини на туші у бугайців не вплинуло на сенсорні характеристики бульйону із вареного м'яса. За «помірно жовтого» кольору жирової тканини порівняно з «помірно білим» проявляється лише тенденція до незначного (4,2 %) покращення лише смаку та аромату бульйону із вивареного м'яса і погіршення його міцності (на 4,2 %). На прозорість бульйону колір жирової тканини не вплинув. Прояв тенденції щодо послаблення міцності бульйону за збільшення оцінки кольору підшкірного жиру можна пояснити зниженням загального вмісту жиру у м'язах, і зменшенням його дифундації із клітин ендомізію і перемізію у кип'ячену воду. У бульйон переходить також менше білків, екстрактивних речовин і мінеральних солей за зниження у м'ясі сухої речовини, протеїну і загальної маси золи.

Отже, отримані у нашому дослідженні дані свідчать, що за «помірно жовтого» (5–6 балів) кольору жирової тканини під шкірою у бугайців молочних

порід вірогідно збільшуються оцінки лише за колір м'язової тканини і потовщення жиру на туші. Позитивну та вірогідну (P≥0,99) кореляцію між кольором жирової і м'язової тканин доведено у праці [209]. 80,5 % учасників опитування вказали, що колір м'яса є найбільш важливим для вибору його під час закупівлі [54] 38 % учасників визначили важливість мармуровості для споживача.

У бугайців голштинської породи відмічали тенденцію щодо зворотної кореляції (r=-0,142) між оцінюванням кольору жирової тканини і забійним виходом (табл. 3.60). Встановлена тенденція до зворотної (r=-0,206) кореляції відповідно між відносним вмістом м'язової тканини та кольором жирової. Практично відсутній зв'язок між вмістом м'язової тканини вищого сорту і оцінюванням кольору жирової тканини. Проявлялася тенденція до незначного зворотного зв'язку (r=-0,156) між кольром жирової тканини і відносним вмістом м'язової першого сорту та вмістом жиру у туші (r=-0,080).

У результаті проведеного оцінювання зв'язку між забійними ознаками та морфологічним складом туш бугайців української чорно-рябої молочної породи з кольором жирової тканини було відмічено вірогідний (P≥0,95) зворотний зв'язок з забійним виходом (r=-0,355) та відсотком кісток (r=-0,354).

Таблиця 3.60

Кореляція між кольором жирової тканини та відносними величинами забійних ознак і морфологічного складу туш

Ознака	УЧРМП (n=34)	Г (n=26)
Жива маса після голодного витримування	0,201	-0,127
Забійний вихід	-0,355*	-0,142
М'язова тканина	-0,236	-0,206
у т. ч. вищого сорту	0,262	0,074
-//- першого сорту	0,119	-0,156
-//- другого сорту	-0,218	-0,109
Загальний вміст жиру	0,256	-0,080
Сухожилки і зв'язки	0,070	0,111
Кістки	-0,354*	0,073

Примітка: *P≥0,95

Проведеним дослідженням зв’язку між кольором жирової тканини на тушах 18-24–місячних бугайців української чорно-рябої молочної породи та відносними величинами якісних ознак, встановлено тенденцію до негативного зв’язку з розвитком жирової тканини (r=-0,037) та її мармуровістю (r=-0,013; табл. 3.61). У худоби голштинської породи відсутнім був зв’язок між оцінюванням кольору жирової тканини її покривом (r=-0,013) та конформацією туш (r=0,009) і мармуровістю м’язової тканини *m. longissimus dorsi* (r=0,091). Між товщиною жирової тканини на туші та її кольором проявлялася лише тенденція до позитивної кореляції (r=0,240). Якість яловичини стала значним фактором, що впливає на структуру споживання та ціни. Вибір споживачів значно залежить від її ніжності, соковитості, смаку та ступеня мармуровості. Підкреслюють [209] необхідність кількісного визначення тонкості мармурових вкраплень, які відіграють вирішальну роль в оцінці якості мармурового м'яса.

Таблиця 3.61

Кореляція між кольором жирової тканини на туші та абсолютними величинами якісних ознак туш у бугайців

Ознака	УЧРМП (n=34)	Г (n=26)
Конформація туш	0,234	0,009
Розвиток жирової тканини на туші	-0,037	-0,013
Товщина жирової тканини на туші	0,250	0,240
Мармуровість *m. longissimus dorsi*	-0,013	0,091
Колір м’язової тканини	0,487**	0,602***
Площа «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi*	0,276	0,126

Примітки: **)P≥0,99; ***)P≥0,999

У дослідженнях, проведених [126] відмічено, що за останні роки впроваджені технології, які можуть прогнозувати вихід нових ознак харчової якості пісного м'яса, які відкалібровані за надійними стандартами, і принесли б багато переваг. Постачальникам технологій – впевненість у комерціалізації завдяки забезпеченню стандартів акредитації. Переробникам – впевненість в

інвестуванні у нові технології та створенні систем платежу на основі вимірювань, знаючи, що надійні і точні стандарти дотримано, і що вимірювані ознаки, дають краще уявлення щодо цінності туш.

У бугайців української чорно-рябої молочної породи вірогідно зворотно колір жирової тканини корелює (r=-0,379) з pH, загальною масою золи (r=-0,483), уварюванням (r=-0,462) та пенетрацією (r=-0,444) м'яса (табл. 3.62). Позитивно невірогідно колір жиру корелював з вмістом вологи (r=0,174) та водозв'язуючою здатністю (r=0,167).

Таблиця 3.62

Кореляція між кольором жирової тканини на туші та хімічним складом і технологічними ознаками яловичини у бугайців УЧРМП (n=15)

Якісна ознака яловичини	r
pH	-0,379*
Вміст вологи	0,174
Суха речовина	-0,175
Протеїн	-0,102
Загальний вміст жиру	-0,020
Загальна маса золи	-0,483**
Водозв'язуюча здатність	0,167
Уварювання	-0,462**
Пенетрація	-0,444**

Примітки: *)P≥0,95; **)P≥0,99

Кореляція між кольором жирової тканини на туші та дегустаційними властивостями вареної яловичини була практично відсутньою (табл. 3.63). Проявлялася тенденція до зворотного зв'язку із соковитістю вареного м'яса та міцністю бульйону, із смаком і ароматом бульйону – до позитивного.

У великої рогатої худоби колір жиру залежить від віку, статі та породи тварин і місця розташування у тілі. Із зовнішніх факторів найважливішим є раціон. Його вплив залежить від тривалості відгодівлі. Більшість (64,89 %) туш

тварин, відгодованих на зерні, характеризувалися «помірно білим» кольором жирової тканини [164].

Таблиця 3.63

Кореляція між кольором жирової тканини на туші та дегустаційними властивостями вареної яловичини і бульйону із неї (n=15)

Варене м’ясо					
соковитість	смак	аромат	ніжність	залишок після розжовування	середні значення ознак дегустації
-0,140	-0,045	0,011	0,062	-0,018	0,046
Бульйон					
смак і аромат		міцність		прозорість	середні значення ознак дегустації
0,241		-0,282		-0,058	-0,308

«Помірно жовте» забарвлення спричиняли каротиноїди із зеленого корму. Наявність їх небажано впливає на зовнішній вигляд м’яса [50]. Жовтий пігмент у жировій тканині яловичини споживач не сприймає. Він зменшується через 70 діб за введення до раціону концентрованих кормів. Серед молочної худоби жирову тканину на тушах характеризує більш жовтий колір у джерсейських тварин порівняно з норвежською червоною та голштино-фризькою [239]. Тварини різних порід великої рогатої худоби Китаю за подібних раціонів годівлі та утримання не відрізнялися за більшістю параметрів кольору жирової тканини [387]. Відмічено у [73] також, що жовтої пігментації в області лопатки на 2% менше, ніж у передній ділянці спини.

Таким чином, існує багато проблем щодо оцінювання туш бугайців молочних порід за кольором жиру на них, включаючи погіршення багатьох якісних ознак м’язової тканини. Висновки щодо якості яловичини покупці роблять під час її споживання відповідно до фактично сприйнятих ними смаку, ніжності та соковитості. Вони підтверджують або спростовують свої попередньо сформовані очікування на основі кольору жирової тканини.

Кращу вираженість якісної ознаки туш товщини підшкірного жиру і пов'язану з нею його кількість по різному трактують у літературі. До позитивних сторін відносять [66] те, що за покривом туш жировою тканиною їх сортують та оцінюють у м'ясній промисловості. Тушу він захищає від втрати вологи, яка збільшує жорсткість яловичини [170]. Жирова тканина, багата на необхідні поживні речовини, які є важливими компонентами продуктів харчування з яловичини.

Харчова цінність зовнішнього жиру залежить значно від його анатомічного розташування. Він є багатшим на кон'юговану лінолеву кислоту, ніж інші типи [338]. У тушах тварин за жовтішого кольору жирової тканини, порівняно з нормальним, у яловичині вищий ($P \geq 0,95$) вміст мононенасичених жирних кислот [184]. Вищий рівень ненасичених жирних кислот корисні для здоров'я серцево-судинної системи споживачів [225]. Тобто підвищення не насиченості жирової тканини робить її колір жовтішим [156]. Склад жирних кислот у яловичині повинен бути предметом особливої уваги виробничників та споживачів через їхню роль у формуванні здоров'я людини. Поліненасичені жирні кислоти, допомагають захистити людей від аутоімунних захворювань і раку, а міристинова та пальмітинова насичені жирні кислоти підвищують ризик серцево-судинних захворювань через вміст у сироватці крові холестерину та ліпопротеїдів низької щільності [324].

Колір жирової тканини також є важливим фактором, що визначає свіжість яловичини і перші відчуття споживачів, щодо готовності її купувати [324; 388]. Окрім типу годівлі на колір яловичини суттєво впливають також порода і стать худоби [61], величина (pH) м'яса [193]. До негативних сторін забарвлення жирової тканини під шкірою слід віднести те, що значний покрив туш жировою тканиною знижує забійний вихід, площу «м'язового вічка» і сенсорні властивості яловичини.

Із-за відсутності позитивного впливу кольору жирової тканини на морфологічний склад і якісні ознаки туш, вміст хімічних речовин у яловичині і її сенсорні властивості (ніжність, смак і соковитість м'яса) використовувати

його величини не можливо для прогнозування основних кількісних і якісних ознак яловичини. Колір жирової тканини як і м'язової являється індикатором лише її свіжості.

Висновки до підрозділу 3.8.

Колір жирової тканини, за яким прогнозують початкову якість м'яса від великої рогатої худоби не впливає позитивно на морфологічний склад і якісні ознаки туш у яких зацікавлені споживачі. Колір жирової тканини являється індикатором лише свіжості яловичини через погіршення морфологічного складу туш за жовтішого кольору жирової тканини, її величини використовувати не можливо для прогнозування кількості вищого і першого сортів яловичини.

У молочних порід за оцінки кольору жиру на туші у 5 – 6 балів порівняно з 3 – 4 балами більшими були товщина підшкірної жирової тканини, та клас кольору м'язової тканини. Колір жирового покриву на тушах вірогідно прямолінійно корелює з кольором м'язової тканини, зворотно із pH, загальною масою золи, уварюванням і пенетрацією м'яса. За вищого рівня (у 5 – 6 балів) кольору жиру на туші, порівняно з його оцінкою у 3 – 4 бали проявлялася тенденція до зростання мармуровості, відносного вмісту у туші м'язової тканини вищого сорту, сухожилок і зв'язок, площі «м'язового вічка», кісток, розвитку жирового покриву.

У подальшому необхідно дослідити взаємозв'язок між кольором жирового покриву та якісними ознаками яловичини у тварин різних статевих і вікових груп інших порід, яких розводять в Україні та обґрунтувати ефективні методи управління їх вирощуванням та відгодівлею для отримання компромісу між забарвленням жирового покриву туш та якісними ознаками яловичини, яка була б привабливою для покупців та підтримувала економіку скотарства.

Матеріали підрозділу опубліковані у праці: [200]

3.9. Економічна ефективність проведених досліджень

Формуючи ціну на реалізовану яловичину за урахування конформації та ступеня покриття туш підшкірним жиром використали методики [9, 58] її формування (табл. 3.64 та 3.65).

Як відмічають [113] регламент ЄС щодо класифікації туш великої рогатої худоби ґрунтують на туші, що є менш інформативним, оскільки яловичину все частіше продають у вигляді шматків у вакуумній упаковці або продукту в коробках, а не цілими тушами. Зростаюче бажання м'ясної промисловості точно передбачити вихід товарного м'яса (%) з туші ще більше підкреслює неадекватність регламентів ЄС для задоволення поточних інтересів галузі. Оскільки прогноз щодо виходу товарного м'яса не корелює з якістю яловичини, харчова її якість в Європі непостійна. Тому існує необхідність створення глобальної моделі якості яловичини, яка має включати показники смакових характеристик, харчової якості, екологічних міркувань та економічної ефективності на користь не лише споживача, але й усього ланцюга постачання. Збільшення обсягів виробництва яловичини є важливим, але велике значення має економічний ефект, який отримують від реалізації м'яса.

Таблиця 3.64

Корегування у відсотках реалізаційної ціни на яловичину за урахування конформації та ступеня покриття туш підшкірним жиром

Конформація	Покрив туш жиром			
	1, 2	3	4	5
E (5)	-	-	+4,2	-
U (4)	-	-	+2,1	-
R (3)	+10,5	+4,5	базова ціна	-10,5
O (2)	-	-	-2,1	-
P (1)	-	-	-5,1	-

За конформацією туші бугайців чорно-рябої молочної породи та голштинської поділили на дві групи. До першої (E, U, R) віднесли туші (n=20), до другої групи (n=14) – (O, P). Серед бугайців голштинської породи до першої групи (E, U) віднесли туші (n=5) до другої (n=21) – (R, O).

За розвитком покриву жиру на тушах тварин української чорно-рябої молочної породи до першої групи 1 – 2 бали було віднесено 18 голів та до другої групи 3 – 4 бали 16 голів. Бугайців голштинської породи до першої групи 1 – 2 бали віднесено 12 голів та до другої групи 3 – 4 бали 14 голів.

Яловичина стає все більш популярною і її можна знайти в різноманітних ресторанних меню. Особливо молоді споживачі у віці до 30 років частіше смакують її та купують м'ясні продукти преміум-класу, з'їдаючи в середньому 3,3 страви з яловичини на тиждень, порівняно з 2,4 для старшого покоління. Споживачі звертають увагу на мармуровість, ніжність, колір та жирність високоякісної яловичини. Для виробництва її преміум-класу найкраще підходять такі породи, як шароле, симентальська, лімузинська та ангуська, які мають частку європейської крові на рівні 50 % [355].

Таблиця 3.65

Корегування реалізаційної ціни на яловичину за урахування класів її якості

Бугайці			
М'ясні породи	М'ясні породи	Молочні породи	Молочні породи
Класи якості відповідно до JMGA			
A4	A3	B3	B2
Зміна ціни залежно від класу яловичини			
100%	91,7%	45,9%	41,0%

Звіт компанії Technavio щодо дослідження ринку вказує на те, що продаж м'яса значно розшириться і до 2027 року досягне 1210,97 млрд. доларів США. Протягом прогнозованого періоду очікуваний середньорічний темп зростання становитиме близько 7 %. Очікується, що до 2032 року середньорічне його

споживання досягне 29,5 кг [40]. Для задоволення підвищеного попиту на м’ясо щорічно забиватимуть близько 80 мільярдів тварин [224]. Як відмічають [270] саме відсутність зворотного зв’язку від населення щодо смакових якостей яловичини сприяє зниженню споживання її в Європі. Класифікація яловичих туш відіграє ключову роль у визначенні ринкової вартості та споживчих переваг. Хоча традиційний візуальний огляд експертами залишається галузевим стандартом, він страждає від суб’єктивності та непослідовності, особливо за умов високопродуктивних боєнь [214].

У дослідженнях проведених [292] на 153 тушах бугайців герефордської породи для розрахунку їх вартості використано шість методів. Всі вони приведені до однакової середньої вартості туші, щоб можна порівнювати, припускаючи, що загальна оплата не змінюється, але порівнюючи ефект від більших надбавок і знижок. Шість цін базували на комерційній сітці, плюс надбавка за смакові якості, вихід тільки товарної продукції (постійна ціна для всього товарного м’яса), вихід із надбавкою за харчові якості, потім ціни виходу з оптимальною (квадратичною) вагою і штрафними санкціями за вгодованість, заснованими на оптимальних значеннях сітки. Встановлено, що оцінювання якості туш за площею «м’язового вічка» та мармуровістю яловичини або виходом товарного м’яса не спричинило жодних змін у ціні за сіткою. Однак, обрахування виходу м’яса на основі його смакових властивостей призвело до значного коливання ціни. Під час її формування на яловичі туші відповідно до стандарту JMGA (2000) враховують стать, породу, товщину та колір жиру на туші, мармуровість та колір яловичини, площу поперечного перерізу *m. longissimus dorsi.*

Ціни на корми та відгодовану велику рогату худобу пояснюють ~50 % варіації прибутковості. Як відмічено у дослідженнях [130] валовий прибуток являє собою різницю між доходами і витратами, в той час як рентабельність враховує співвідношення між отриманим результатом і використаними ресурсами, що дозволяє виміряти фактичну продуктивність. Рентабельність передбачає, що прибуток отриманий від економічної діяльності, перевищує

витрати, а цінність продукту – ресурси, які витратили у процесі виробництва. Отже, чим більший прибуток по відношенню до витрат, тим вища рентабельність. У контексті цього дослідження є важливим у порівняльному аспекті щодо прибутковості врахування якісних ознак яловичини отриманої від тварин української чорно-рябої молочної та голштинської порід. Результати [189] показують, що продуктивність і прибутковість відгодівлі є досить складними і залежать від типу утримання, сезону, початкової живої маси, рівня концентратів, статі.

Нещодавно повідомлено [305], що витрати на корми можуть становити до 70 % загальних у типових системах тваринництва та заробітна плата обслуговуючого персоналу [44]. Цей значний фінансовий тягар підкреслює необхідність стійкіших підходів до виробництва тваринницької продукції. Одне з багатообіцяючих рішень полягає у наявності пасовищ, що дає можливість для фермерів розширити екстенсивне тваринництво, зокрема у м’ясному скотарстві. Використовуючи їх для вирощування худоби, фермери можуть зменшити залежність від придбаних кормів.

Проведений розрахунок рівня зміни ціни на туші бугайців української чорно-рябої молочної та голштинської порід залежно від способу реалізації та її коливання порівняно з реалізацією за ДСТУ 4673:2006 (див. табл. 3.66). За реалізації тварин за урахування конформації туш та розвитку жиру на них відмічено збільшення їх вартості на 1555 грн у бугайців УЧРМП та 1175 грн голштинської порівняно з реалізацією за ДСТУ 4673:2006.

У дослідження [45] встановлено, що економічна цінність конформації туш коливалася в межах від 2,11 до 5,33 фунта за бал, причому найвищі значення спостерігали в ситуаціях, коли конформація була відносно поганою в оптимальний час забою. Економічна цінність зниження оцінки жирового покриву туш була низькою (≤1,30 фунта за пункт) для бугайців за інтенсивних систем виробництва. Здійснюючи оплату за тушу з використанням таких якісних ознак як мармуровість, колір м’язової та жирової тканин у тварин української чорно-рябої молочної породи ціна за туші підвищувалась

найбільше коли враховували мармуровість, а найменшою була доплата у порівняні з ДСТУ 4673:2006 за колір м’язової тканини.

Таблиця 3.66

Зміни вартості туш тварин залежно від способу реалізації

Способи реалізації (ціна за тушу), грн	Порода			
	українська чорно-ряба молочна	+/ – до ДСТУ 4673:2006	голштинська	+/ – до ДСТУ 4673:2006
За ДСТУ 4673:2006	28544	-	27346	-
За конформацією та розвитком жиру на туші	30099	1555	28521	1175
За мармуровістю	29314	770	27747	401
За кольором м’яса	28943	399	27736	390
За кольором жиру	29010	466	27826	480
За системою JMGA	13102	-15442	12551	-14795

За даними [352] мармуровість є економічно важливою. Вартість надмірного накопичення підшкірного спинного жиру та вісцерального в області нирок, тазу та серця відносно маси туші суттєво впливає на вихід яловичини. Орієнтовна втрата між вихідними класами Choice-1 та Choice-4 у туші вагою 400 кг становить понад 100 доларів США на голову. Розуміння механізмів, що регулюють накопичення жиру в анатомічно різних жирових депо, є важливим для стратегічного моделювання його відкладення у м’ясної худоби. У бугайців голштинської породи ціна туші підвищувалась найбільше коли враховували колір жиру, а найменшою була доплата у порівняні з ДСТУ 4673:2006 за колір м’язової тканини. Реалізуючи яловичину за системою JMGA відмічаємо від’ємну різницю в ціні туш обох дослідних груп, що пояснюється низьким рівнем ціни на тварин молочних порід встановлених за даною системою.

Кінцевим критерієм оцінювання туш як відзначають [121] має бути точність і правильність за визначення їх вартості. Реальну ціну туш можна встановити лише визначенням вартості продуктів, що отримують від них на основі ціни продажу за вирахування собівартості виробництва та прибутку. Економічні прогнози щодо вартості однієї туші повинні визначати для потенційно життєздатних технологій. Будь-яке оцінювання туш повинне бути здатне підтримувати точність і правильність за комерційних швидкостей ліній. Оскільки вони варіюють від операції до операції, деякі технології оцінювання туш можуть бути придатними для одного типу операцій, але не для інших.

Розрахунок відсотка впливу якісних ознак туш бугайців української чорно-рябої молочної та голштинської порід на зміну їх вартості (табл. 3.66) показує, що найбільший відсоток (5,2 та 4,1 %) додається до вартості за якісні ознаки конформації та розвитку жирового покриву туш (табл. 67).

Таблиця 3.67

Відсоток впливу якісних ознак туш на зміну їх вартості

Якісна ознака	Порода	
	українська чорно-ряба молочна	голштинська
Конформація туш та розвиток жиру на них	5,2	4,1
Мармуровість	2,6	1,4
Колір м’яса	1,4	1,4
Колір жиру	1,6	1,7

Мармуровість впливала на ціну більше у тварин української чорно-рябої молочної породи на 2,6 % проти 1,4 у голштинської. Колір жирової тканини також значно впливає (1,6 та 1,7 %) на вартість туші. Колір м’язової тканини в обох групах однаково (на 1,4 %) впливав на вартість туш.

Для України необхідно радикально збільшити частку яловичини від м’ясної худоби. Це дозволить отримувати більш якісне м’ясо та знизити його

собівартість. Зараз частка м’ясної худоби в державі становить близько 5 %, тоді як у світі 40 %. У роботі [190] встановлено, що використання тварин молочних порід для виробництва яловичини призводить до сприятливих значень екологічних показників та менших витрат робочого часу на нього завдяки частковому розподілу на молочні продукти. Системи, що використовують для молочних порід у відгодівлі, знижують потенціал глобального потепління до 60 % порівняно з м’ясними. Системи розведення м’ясної худоби мають кращу прибутковість завдяки вищим цінам на яловичину, незважаючи на вищі виробничі витрати.

Висновки до підрозділу 3.9. За реалізації тварин з урахуванням конформації їх туш та розвитку жиру на них відмічається збільшення їх вартості на 1555 грн у бугайців української чорно-рябої молочної породи та на 1175 грн у голштинської порівняно з реалізацією за ДСТУ 4673:2006. Вартість туш, оплату за які здійснювали враховуючи такі якісні ознаки як мармуровість, колір м’язової та жирової тканин у тварин української чорно-рябої молочної породи ціна підвищувалась найбільше коли враховували мармуровість, а найменшою була доплата за колір м’язової тканини.

РОЗДІЛ 4

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Вивчення світової літератури за темою дисертаційної роботи показало, що збільшення виробництва яловичини високої якості з гарним товарним виглядом, яка б відповідала запитам європейського та міжнародного ринків, неможливе без досліджень пов'язаних з визначенням її якісних ознак та їх впливу на забійні і морфологічні показники, технологічні властивості, хімічний склад, сенсорні характеристики вареного м'яса та бульйону із нього. Недостатнє вивчення питань щодо оцінювання яловичих туш відповідно до європейських та світових вимог є болючим для виробників України загалом, адже вступ до Європейського співтовариства вимагає проведення оцінювання яловичини за загально прийнятими вимогами, які для українських виробників є новими, та не використовуються на м'ясопереробних підприємствах під час її оцінювання.

За умов становлення ринкової економіки та інтеграції України у систему виробництва ЄС надто важливе значення має вивчення кількісних і якісних ознак яловичини відповідно до технічних регламентів та стандартів, адаптованих до міжнародних вимог і впровадження їх у виробництво. Отримані результати щодо господарсько-технологічних ознак м'ясної продуктивності бугайців, отриманих від тварин українських чорно-рябої молочної і м'ясної та голштинської порід, дадуть змогу стандартизувати їх туші за вимогами ЄС, що на сьогодні є актуальним для скотарства України.

Прогнози щодо стійкого попиту на м'ясо в західних країнах на рівні 15–71 % були опубліковані у праці [168]. За прогнозами продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (2017) [112], попит на м'ясо жуйних тварин буде щороку зростати на 1,5 %. У дослідженнях проведених [183] встановлено, що непомітними для споживачів можуть бути такі відмінності як виявлення значної різниці в смакових ознаках залежно від статі тварин,

тривалості їх відгодівлі. Проте це значно збільшило вміст внутрішньом'язового жиру, за не помітного оцінювання ніжності.

Завдяки кращому соціальному розумінню і стійкості системи інтеграції виробництва, розвиток глобальної політики потрійного результату показує, що практика сталого розвитку включає економічні (прибуток), екологічні (планета) та соціальні (громадяни) переваги. Концепція сталого розвитку повинна враховувати всі економічні системи та їх наслідки, які можуть позитивно або негативно впливати на навколишнє середовище та суспільство [285]. Визначено [205] п'ять нових провідних сфер впливу: екологія, здоров'я, національна продовольча безпека та глобальний ринок. Усі вони продемонстрували конкретну концепцію сталого розвитку та призвели до радикально відмінних ролей тваринництва в продовольчій системі.

Одночасно із зростанням попиту на виробництво яловичини посилюється тиск з метою зменшення впливу на навколишнє середовище. У всьому світі спостерігається тенденція до того, що споживачі приділяють все більше уваги впливу на навколишнє середовище, особливо у виробництві яловичини, яке вважають одним з основних джерел викидів парникових газів у харчовій промисловості [383]. Ці тенденції сприятимуть розвитку практик, що підвищують ефективність використання ресурсів і продуктивність, що є необхідною умовою для сталого виробництва яловичини. Одним із способів її виробництва більш екологічно стійким способом може бути вдосконалення виробництва яловичини на основі молочного скотарства, яке, як було доведено [229] спричиняє менше викидів парникових газів на одиницю виробленого м'яса.

Виробництво яловичини є важливою складовою сталого сільського господарства завдяки здатності великої рогатої худоби перетворювати корми, непридатні для безпосереднього споживання людиною, на високоякісні харчові продукти [152]. Отримані дані [334, 267] свідчать про те, що яловичина від тварин, яких відгодовували на траві, може мати захисну дію проти ряду захворювань, починаючи від раку і закінчуючи серцево-судинними

захворюваннями, про що свідчить підвищений вміст функціональних ПНЖК омега-3 і знижений рівень небажаних. Представлені результати [211] оцінювання яловичини від тварин показують зниження втрат при приготуванні яловичини, отриманої на зерновій відгодівлі порівняно з трав'яною. Це свідчить щодо кращого збереження вологи та розчинних поживних речовин у яловичині, отриманій від тварин, яких відгодовували зерном. Сила зсуву та текстурні властивості (включаючи твердість та жорсткість) яловичини, вирощеної на зерні, були значно нижчими ніж за трав'яної відгодівлі. Це свідчить що отримана від тварин, вирощених на зерні яловичина, має більш ніжну текстуру.

Важливим є питання визначення якості яловичини, отриманої від молодняку молочних порід, адже відомо, що основна її кількість на прилавках країни є саме від цих тварин. Проте диференціацію цін на цю яловичину не проводять. Тому, у своїх дослідженнях визначали доцільність внесення до національної системи оцінювання яловичих туш якісних ознак яловичини, які оцінюють за системою JMGA та регламентом ЄС. Визначали їх вплив на технологічні ознаки, хімічний склад та сенсорні властивості яловичини, формування вартості туш та економіку її виробництва.

Бугайці української чорно-рябої молочної породи мали тенденцію до переваги над голштинами за живою масою та забійною. За морфологічним складом туш (масою та виходом м'язової тканини вищого та першого сортів) тварини української чорно-рябої молочної породи мали тенденцію до переваги над своїми однолітками голштинської породи. Також у їх тушах був дещо вищим вміст внутрішнього жиру та сухожилок і зв'язок. Оцінювання туш дослідних тварин за світовими стандартами показало, що 21-місячні бугайці української чорно-рябої молочної породи мали дещо вищий бал за їх конформацію та мармуровість яловичини. Проте у них менша товщина жиру на туші та нижчий бал за жир-полив. За кольором жирової тканин різниці між групами не було. Встановлено [247] також, що ключові ознаки якості м'яса,

такі як товщина жиру на туші, площа «м’язового вічка», а також мармуровість, поліпшуються зі збільшенням маси бугайців.

На основі класифікації конформації туш 21 – місячних бугайців української чорно-рябої молочної породи за шкалою EUROP регламенту ЄС вони мали в середньому клас «R». З погіршенням конформації туш у бугайців української чорно-рябої молочної і голштинської порід відмічалася тенденція до зменшення відсотка жирової тканини, сухожилок, м’язової тканини вищого і першого сортів окрім вмісту другого сорту і збільшення кісток. У дослідженнях [175] також відмічено, що найнижча частка м’язів у тушах бугайців і телиць симентальської породи, класифікованих за шкалою «Е», вказує на необхідність додаткового вдосконалення практики їх оцінювання, оскільки її проводять візуально, а точність класифікації значно залежить від досвіду класифікатора. Середні значення вмісту м'язів для класів конформації E, U та R для бугайців становили відповідно 69,38, 70,97 та 70,75 %. Відповідні значення для телиць за їх даними [175] становили 65,43, 68,04 та 67,10 % відповідно. Однак не було статистично значущої різниці за статтю тварин, за винятком телиць класу E.

Коефіцієнт варіації для стандартного відхилення більш ніж утричі вищий в оцінках [386] розвитку жирового покриву на туші порівняно з класом їх конформації незалежно від категорії тварин для забою. Відмінності між бугайцями і телицями за відсотком виходу м’яса, втратами при охолодженні, масою кісток та сухожилок і зв’язок, а також часткою відрубів різних сортів яловичини в туші були відносно невеликими. Зі збільшенням класу конформації туш ми відмічали зменшення покриття їх жиром та його товщини, мармуровості яловичини, кольору м’язової тканини, поліпшення площі «м’язового вічка». У чорно-рябих бугайців конформація туш не впливала на пенетрацію м’яса. Оцінюванням вареної яловичини з туш за класу конформації від E до R балів доведено, що вона є кращою за соковитістю, смаком, ароматом, ніжністю та залишком після розжовування, ніж у тварин з конформацією туш O та P. Оцінювання сенсорних характеристик бульйону з вареної яловичини (смак

і аромат та прозорість) було вище за конформації туш класу O та P, а за міцність – від E до R.

Підвищення оцінки за конформацію туш сприяє тенденції до збільшення у *m. longissimus dorsi* вмісту вологи і мінеральних речовин та зниження кількості сухої речовини, жиру і протеїну. Конформація туш має тенденцію до позитивного зв'язку із товщиною і розвитком підшкірного жиру, мармуровістю, кольором м'язової тканини та здатністю утримувати вологу та негативного – pH із пенетрацією яловичини, загальним оцінюванням її у вареному вигляді та бульйону із неї. Між конформацією туш і уварюванням м'яса кореляція є вірогідно ($P \geq 0,95$) негативною.

Між конформацією туш бугайців голштинської породи і вмістом у ній м'язової тканини вищого і першого сортів, площею «м'язового вічка» кореляційний зв'язок відсутній. Це не підтверджує даних, відмічених у праці N. Kelava Ugarković et al. (2024) [178]. Пояснити це можливо дослідженями R. Acheson et al. (2018) [41], у яких було відмічено, що в онтогенезі ріст *m. longissimus dorsi* у довжину і ширину змінюється від передньої до задньої частин м'яза, а площа «м'язового вічка» негативно корелює з товщиною підшкірного жиру [177]. Кількість його накопичується із віком і це могло мати зворотні наслідки для отриманих нами величин коефіцієнтів кореляції у досліджені вікові періоди тварин. Голштинську породу переважно використовують для виробництва молока. Цей генетичний добір відбувся за рахунок потенціалу виробництва м'яса, особливо з точки зору відсотка виходу та конформації туш [101]. Як наслідок, м'ясна промисловість часто розглядає цих тварин як «побічний продукт» молочного сектору, поступаючись чистопородній м'ясній худобі. Ці проблеми призводять до обмежень для фермерів, яким пропонують нижчі ринкові ціни на м'ясо цих тварин. З огляду на ці проблеми, зусилля слід зосередити на задоволення вимог ринку та підвищення привабливості м'яса, отриманого від цих тварин, для споживачів.

У бугайців української чорно-рябої молочної породи за значення розвитку жирового покриву на тушах у 3 – 4 бали, порівняно з оцінкою у 1 та 2

бали статистично значуще поліпшувалися їх конформація на 37,9 % (P≥0,99), товщина підшкірного жиру у 1,5 раза (P≥0,95), вміст м'язової тканини другого сорту на 13,9 % (P≥0,95), погіршувалися кількість м'язової тканини вищого сорту на 2,7 пункти (P≥0,95), площа «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* на 23,2 % (P≥0,95). Проявлялася тенденція до зменшення забійного виходу, жирової тканини у туші, погіршення вмісту м'язової тканини першого сорту, утримання води в м'ясі, придатності його до зберігання, загального вмісту вологи у яловичині, загальної маси золи, погіршення ніжності та соковитості вареної яловичини, поліпшення міцності бульйону із вивареного м'яса.

Розвиток покриву жирової тканини на туші мав найбільший негативний (r=-0,455) взаємозв'язок із площею «м'язового вічка», який свідчить щодо зменшення їстівних частин м'язової тканини у туші, не корелював з оцінюванням бульйону із вареного м'яса, вмістом жиру у м'язовій тканині та її уварюванням, вологоутримувальною здатністю, пенетрацією та мармуровістю яловичини. У голштинських бугайців зі збільшенням класу за розвиток жирового покриву на тушах від 1-2 до 3-4 балів проявлялася тенденція до зменшення забійного виходу, жирової тканини у туші, погіршення вмісту м'язової тканини вищого і першого сортів, площі «м'язового вічка», збільшення у яловичині м'язової тканини другого сорту, сухожилок і зв'язок, кісток, конформації туш, мармуровості м'яса, товщина жиру на туші, колір м'язової тканини. За розвитком жирової тканини на туші у бугайців молочних порід неможливо точно прогнозувати якісний склад яловичини.

Зі збільшенням товщини жиру-поливу у бугайців української чорно-рябої молочної породи покращувалася конформація туш на 55,2 % (P≥0,95), розвиток жиру-поливу – на 43,5 (P≥0,99), пенетрація м'яса – на 45,8 % (P≥0,95), проявлялася тенденція до підвищення забійного виходу, м'язової тканини вищого та першого сортів, вмісту жирової тканини, сухожилок і зв'язок, кісток, оцінювання соковитості і ніжності вареного м'яса, та до погіршення площі «м'язового вічка», мармуровості, вологозв'язуючої здатності, уварювання м'яса, pH яловичини, кількості у ній сухої речовини, загального вмісту жиру та

мінеральних речовин і протеїну, смаку, аромату, залишку після розжовування вареного м’яса і смаку аромату, міцності і прозорості бульйону із нього. Товщина підшкірної жирової тканини оптимальною має бути у межах від 8 до 10 мм. У роботах [47, 287, 396] продемонстровано важливий взаємозв'язок між товщиною жиру, мармуровістю та вмістом загальних жирів і жирних кислот у яловичині та слабкий з вмістом мінеральних речовин у ній. Встановлено, що використовувати товщину жиру-поливу у майбутніх регресійних аналізах для пояснення варіацій ліпідного складу яловичини практичніше у країнах, які розвиваються. За збільшення товщини жиру-поливу на тушах голштинської худоби проявляється тенденція до кращого розвитку жирового покриву на них, підвищення м’язової тканини другого сорту, вмісту сухожилок і зв’язок та кісток та до погіршення забійного виходу, площі «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi*, відсотка м’язової тканини вищого та першого сортів і вмісту жиру у тушах.

Результати між ультразвуковим дослідженням на живих тваринах і визначенням площі «м’язового вічка» на туші ми використали для перевіряння точності її оцінювання. Результати наших досліджень на бугайцях показують, що оцінювання площі «м’язового вічка» ультразвуком за життя є надійнішим критерієм за високої повторюваності після забою. Середня різниця між прогнозуванням площі «м’язового вічка» за використання ультразвуку і післязабійною оцінкою за нашими даними становить у 21 місяць 0,5 см^2. Між обома способами визначення площі «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi* коефіцієнти кореляції становлять 0,973. Це говорить щодо можливості використання ультразвукового методу для прогнозування складу туш ще за життя тварин та визначення їх готовності до забою. Також це підтверджено у дослідженнях [29] де вивчали анатомічні та морфологічні особливості великої рогатої худоби породи абердин-ангус за допомогою візуальної оцінки, ультразвуку та 3D-оптичних приладів, а також їхній вплив на ріст і продуктивність. Ультразвукове вимірювання площі «м’язового вічка» показало пряму кореляцію з живою масою ($r = 0,74$; $P \geq 0,999$) та масою туші ($r = 0,73$; $P \geq 0,999$).

На підставі отриманих результатів ряд авторів [293] дійшли висновку, що дані щодо площі «м'язового вічка» можливо використовувати для уточнення оптимальних параметрів росту бугайців молочних порід під час вирощування їх на м'ясо, прогнозування одержаної яловичини та належності її до певного сорту через пряму кореляцію із цінними відрубами туш. Площа поперечного перетину *m. longissimus dorsi* має тенденцію до незначного як зворотного так прямолінійного зв'язку з товщиною жиру на туші. У 24-місячних бугайців британської породи та помісних виявили [62], що рівномірна товщина жирової тканини на рівні 6,0 мм є стандартом якості туш і м'ясних продуктів для споживачів, що забезпечує адекватний вихід яловичини за високого вмісту білку і кількості їстівної м'язової тканини за низької концентрації жиру.

За площею «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* у тушах бугайців української чорно-рябої молочної і голштинської порід можливо прогнозувати у яловичині вміст лише кількісних її ознак – забійну масу (туші), частку відрубів вищого і першого сортів, вміст у туші жирової тканини та сухожилок і зв'язок, а не якісних, у тому числі сенсорних і фізичних характеристик, хімічного складу м'яса. У тварин УЧРМП прямолінійна кореляція існує між площею «м'язового вічка» і передзабійною живою масою тварин (r=0,409; P≥0,95), забійною масою (r=0,404; P≥0,95), кількістю м'язової тканини (r=0,355; P≥0,95), у тому числі вищого (r=0,680; P≥0,999) та першого (r=0,501; P≥0,99) сортів, вмістом жирової тканини у туші (r=0,477; P≥0,99), зворотна (r=-0,607; P≥0,95) з уварюванням яловичини, кількістю м'язової тканини другого сорту (r=-0,377; P≥0,95), розвитком жиру-поливу (r=-0,395; P≥0,95), загальною масою золи (r=-0,560; P≥0,95), соковитістю вареного м'яса (r=-0,522; P≥0,95), смаком і ароматом бульйону із нього (r=-0,587; P≥0,95). Проявляється тенденція до зворотної кореляції між площею «м'язового вічка» та загальним вмістом жиру у яловичині, протеїну, сухої речовини, pH, кольором м'язової тканини, конформацією туш, пенетрацією, смаком вареного м'яса, його ароматом, ніжністю, залишком після розжовування, міцністю бульйону, а до прямолінійного зв'язку – із кількістю сухожилок і зв'язок, мармуровістю,

кольором жирової тканини на туші, прозорістю бульйону. У дослідженнях [318] за інтенсивного вирощування бугайців різних порід від живої маси 50 кг до живої маси 550-650 кг у 18-21-місячному віці покращується якість і біологічна цінність яловичини за показниками: уварювання, вологоутримувальна здатність, ніжність, закономірно збільшується білково-якісний показник (оксипролін/триптофан) від 1,52 у 3-місячних до 4,56 у 21-місячному їх віці.

У тушах бугайців голштинської породи прямолінійна кореляція існує між площею «м'язового вічка» і передзабійною живою масою (r=0,612; P≥0,999), масою туші (r=0,598; P≥0,999), кількістю м'язової тканини (r=0,498; P≥0,99), у тому числі вищого (r=0,745; P≥0,999) та першого сортів (r=0,662; P≥0,99), вмістом жирової тканини у туші (r=0,491; P≥0,99), кількістю сухожилок і зв'язок (r=0,435; P≥0,95), зворотна – з розвитком жирового покриву (r=-0,389; P≥0,95). Проявляється тенденція до зворотної кореляції між площею «м'язового вічка» та кількістю м'язової тканини другого сорту, товщиною жирового покриву, мармуровістю, кольором м'язової тканини.

У бугайців голштинської породи оцінка мармуровості коливається від незадовільного класу (1 бал) до доброго (5 балів). За середнього та доброго (від 3 до 5 балів) класів розвитку мармуровості *m. longissimus dorsi* вірогідно (P≥0,95) меншими у туші були відносний вміст м'язової тканини вищого (на 3,9 пункти) і першого (на 2,6) сортів, сухожилок та зв'язок (на 0,6 пункти). Вірогідно підвищувалися на 33,3 % (P≥0,99) конформація туш, вміст у них кісток – на 2,5 пункти (P≥0,99), розвиток жирового покриву на 31,8 % (P≥0,95) та інтенсивність кольору м'язової тканини (на 10,2; P≥0,95), проявлялася тенденція щодо погіршення площі «м'язового вічка» і зростання товщини жиру поливу та його кольору. Погіршення морфологічного складу туш за вищих рівнів мармуровості доведено і у праці S. Liu *et al.* (2024) [220]. На думку цих науковців із-за цього виробничники не повинні розводити молочну велику рогату худобу із високим вкрапленням жиру між м'язами ні методами генетичного добору, ні корегуванням раціонів. Згідно з результатами

отриманими у працях [213, 335], протягом життя великої рогатої худоби у внутрішньом'язовому жирі знижується ліпогенез та підвищується активність ферменту холестерин-25 гідроксилази, який синтезується з вуглецю глюкози, а не ацетату, під час інтенсивної відгодівлі вже після накопичення «зайвого» жиру між м'язами.

Якість яловичини великої рогатої худоби залежить від багатьох факторів, що використовують для її визначення: смакові характеристики, включаючи вміст внутрішньом'язового жиру, який позитивно впливає на смак, соковитість та її ніжність [82]. За кращого розвитку мармуровості м'яза *m. longissimus dorsi* у бугайців української чорно-рябої молочної породи у їх тушах були більшими лише вміст м'язової тканини відповідно на 3,0 пункти (P≥0,99), та кісток – 2,0 (P≥0,95). Проте у дослідженнях [14] відмічають, що за збільшення маси м'язової тканини на 42 % маса жиру у її середині зросла на 65 %, що значно підвищило смакові і кулінарні властивості м'яса та підвищило енергетичну цінність на 18 %. Власне за рахунок цього жиру існує підвищений попит на таку яловичину, відповідно і ціна на неї вища.

Проявлялася тенденція до збільшення кількості м'якуша другого сорту, жирової тканини, сухожилок і зв'язок та поліпшення конформації туш, кольору м'язової і жирової тканин, та зменшення вмісту м'якуша вищого і першого сортів, водозв'язуючої здатності, уварювання м'яса, яке може пояснити 60-80 % варіації соковитості [64], вмісту у ньому сухої речовини, протеїну та загального вмісту жиру, пенетрації, ніжності, залишку м'яса після розжовування, смаку та pH м'яса. У дослідженнях [238] встановлено, що оцінка смакових якостей знижувалась із зменшенням балу мармуровості, але сусідні бали мармуровості часто давали подібну якість споживання. Вік тварин впливав на м'якість яловичини і не впливав на соковитість та інтенсивність її смаку. У дослідженнях [80] використовуючи велику кількість даних із бази BIF - Beef, зроблено висновок, що мармуровість яловичини становить лише 0,3 % варіабельності сенсорної оцінки її ніжності.

Важливими факторами, що визначають ніжність м’яса, є фонова жорсткість (визначена до забою), фази зміцнення під час заклякання та тендеризації (під час посмертного старіння) і денатурація/розчинення білків під час приготування [171]. У дослідженнях [13] встановлено, що м’ясо бугайців симентальської породи незалежно від віку їх забою має оптимальні фізико-технологічні властивості і придатне для кулінарного використання відразу ж після забою, а також і для тривалого зберігання, вирізняється високими смаковими властивостями і підходить як для дієтичного харчування (від молодняку), так і для людей фізичної праці (від тварин у віці 24–30 міс.). За розвитком мармуровості неможливо точно прогнозувати якісний склад яловичини. Збільшення її класу зменшує вміст жиру у м’язах, погіршує дегустаційні властивості яловичини і бульйону із неї. Дослідження бугайців породи Неллоре проведене [316, 315] показало, що м’ясо середньої ніжності та низької жирності отримало найкращі оцінки в сенсорному тесті і було особливо схильне до впливу метаболіту ацетилкарнітину. Крім того, м’ясо середньої жорсткості за більшого класу мармуровості отримало другий найвищий бал у сенсорному тесті, що було пов’язано з вищою концентрацією метаболітів глутамату, креатиніну, малонату, бетаїну, ацетату та лейцину.

Мармуровість яловичини бугайців української чорно-рябої молочної породи вірогідно зворотно корелює з її пенетрацією і вмістом білку та позитивно зі смаком і ароматом бульйону. Існує тенденція до негативної 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, pH, сухою речовиною, водозв’язуючою здатністю, соковитістю, ароматом та залишком вареного м’яса після розжовування. Водозв’язуюча здатність є важливою сенсорною характеристикою, яка значно впливає на якість м'яса. Однак молекулярний механізм, що регулює водозв’язуючу здатність яловичини, залишається нез’ясованим. У дослідженні [105] оцінено 49 голів китайської симентальської худоби за якістю м’яса. Водозв’язуюча здатність мала значну

кореляцію (r = 0,31) з мармуровістю та не мала з силою зсуву (r = - 0,20) і pH (r = 0,11). У наших дослідженнях проявляється лише тенденція до позитивної кореляції між мармуровістю яловичини та вмістом у ній м'язової тканини другого сорту, кісток, «площею м'язового вічка» *m. longissimus dorsi*, товщиною підшкірного жиру та конформацією туш, вмістом у м'ясі вологи, жиру та мінеральних речовин.

У дослідженнях [133] на м'ясній худобі не встановлено конкретні механізми, що обмежують накопичення жиру в м'язовій тканині. Ці науковці висунули гіпотезу, що вони можливо включають специфічні для депо особливості клітин та міжклітинну взаємодію між жировими та м'язовими клітинами. Як описують у своїх дослідженнях [389]; [99] ектопічний жир визначають відкладенням жирової тканини в нежировій, такій як скелетні м'язи. Японська чорна худоба Вагю характеризується здатністю накопичувати велику кількість внутрішньом'язової жирової тканини, вищим внутрішньом'язовим адипогенезом, ніж голштинська порода.

У голштинських тварин клас мармуровості вірогідно позитивно корелює з кількістю м'якуша другого сорту зворотно з вмістом у туші кісток, загальної жирової тканини. За підвищення класу мармуровості яловичини проявляється тенденція до зменшення вмісту м'язової тканини вищого і першого сортів, сухожилок і зв'язок, поліпшення конформації туш, кольору м'язової і жирової тканин, площі «м'язового вічка», розвитку і товщини жиру-поливу. Встановлену нами тенденцію щодо зниження вмісту внутрішньом'язового жиру у яловичині за поліпшення її мармуровості не підтверджено у дослідженнях інших авторів [107]. Тобто, складається враження, що мармуровість яловичини не впливає на одну і ту ж її якісну ознаку – кількість загального вмісту жиру у м'ясі. Мармурового кольору є жир, який відкладається між волокнами м'язової тканини, а розташований між первинними і вторинними пучками м'язів та у їх середині – внутрішньом'язовий. Тому, оцінювання візуально мармуровості є суб'єктивним і не співпадає з вмістом жиру, визначеним хімічним аналізом, оскільки за його

допомогою можливо дослідити його відкладення, яке не помітно окомірною експертизою.

Сьогодні споживачі приділяють особливу увагу якості м’яса, і на їх рішення купувати впливає низка факторів. Серед них колір яловичини, який значно впливає на вибір, оскільки відіграє вирішальну роль у сприйнятті споживачами якості продукту. Як правило, яловичину яскраво-червоного кольору сприймають як більш якісну порівняно з блідою, знебарвленою або темною, яку часто асоціюють зі псуванням або низькою якістю [278]. У дослідженнях [356] споживачів яловичини з Колорадо в чотирьох фокус-групах опитували щодо їхнього розуміння факторів, пов’язаних із кольором яловичини. Учасники асоціювали яскравий вишневий колір яловичини зі свіжістю, задоволенням від споживання та загальною якістю яловичини. Більшість учасників відхилили стейки зі зміненим кольором яловичини, асоціюючи коричневе забарвлення із занепокоєнням щодо жорсткості, сухості та безпеки харчових продуктів. Оцінювання генетичних параметрів, пов'язаних з ознаками кольору м’яса у канадських м’ясних корів проведене [378] показало, що успадковуваність для забарвлення, насиченості та кута відтінку становили відповідно 0,44, 0,20 та 0,57. Між кольором яловичини та кутом його відтінку була сильна кореляція як фенотипічна (0,86) так і генотипічна (0,98). За нашими даними у бугайців української чорно-рябої молочної породи за поліпшення інтенсивності кольору м’язової тканини достовірно (P≥0,999) збільшувалися на 0,5 пункти відсоток сухожилок та зв’язок, конформація туш на 43,3 %, покриття їх жировим покривом (на 25,0) та товщина (на 42,9) і колір (на 17,8 %) жирової тканини. Проявлялася тенденція до зменшення забійного виходу (туш), відсотку м’язової тканини, у тому числі вищого та першого сортів, жирової тканини та кісток, мармуровості яловичини та площі «м’язового вічка» і збільшення м’якуша другого ґатунку. Колір м’язової тканини, у бугайців української чорно-рябої молочної породи, зворотно (r=-0,737) вірогідно (P≥0,99) корелював з її уварюванням, проявляв тенденцію до підвищення водозв’язуючої здатності, пенетрації, мармуровості, pH, площі «м’язового

вічка», та погіршення загальної оцінки дегустації вареного м’яса і бульйону із нього.

У бугайців голштинської породи за оцінки кольору жирової тканини на тушах класами у 5 та 6 балів порівняно з класами у 3 та 4 бали вірогідно (P≥0,95) більшими були на 50,0 % товщина підшкірної жирової тканини, та колір м’язової (на 12,5 %), проявлялася тенденція до зростання мармуровості, відносного вмісту у туші м’язової тканини вищого сорту, сухожилок і зв’язок, площі «м’язового вічка», кісток, розвитку жирового покриву. Колір жирового покриву на тушах вірогідно (P≥0,999) прямолінійно корелює (r=0,602) лише з забарвленням м’язової тканини, проявляє тенденцію до позитивної кореляції з товщиною підшкірного жиру та площею «м’язового вічка», відсотком сухожилок та зв’язок і до зворотної із забійним виходом, вмістом м’язової тканини, і першого сорту.

У бугайців української чорно-рябої молочної породи колір яловичини вірогідно корелює з товщиною (P≥0,99) та розвитком (P≥0,95) жирової тканини під шкірою, кольором жирової тканини і мармуровістю *m. longissimus dorsi.* Зворотно із площею «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi* (P≥0,999). За оцінки кольору жирової тканини у 5 та 6 балів, порівняно з класами у 3 і 4 бали вірогідно (P≥0,95) більшим був абсолютний вміст сухожилок і зв’язок, колір яловичини став вірогідно (P≥0,95) темнішим на 10,2 %. Відмічено тенденцію до збільшення кількості жирової тканини у туші, площі «м’язового вічка» *m. longissimus dorsi*, вмісту вологи, смаку та аромату бульйону, зниження забійного виходу, абсолютного і відносного вмісту м’язової тканини другого сорту, pH, вмісту сухої речовини, протеїну, загальних вмісту жиру та маси золи, водозв’язуючої здатності, уварювання та пенетрації яловичини, розвитку жирового покриву на туші, оцінювання вареного м’яса за соковитістю, міцністю бульйону.

Проведений розрахунок рівня зміни ціни на туші бугайців української чорно-рябої молочної та голштинської порід залежно від способу реалізації та її коливання порівняно з продажем за ДСТУ 4673:2006 [16]. За реалізації тварин з

урахуванням конформації їх туш та розвитку жиру на них відмічено збільшення вартості на 1555 грн однієї голови бугайців УЧРМП та 1175 грн голштинської порівняно з продажем за ДСТУ 4673:2006 [16]. Здійснюючи оплату за тушу з використанням таких якісних ознак як мармуровість, колір м’язової та жирової тканин у тварин УЧРМП ціна туші підвищувалась найбільше коли враховували мармуровість, а найменшою була доплата порівняно з ДСТУ 4673:2006 [16] за колір м’язової тканини. Розуміння механізмів, що регулюють накопичення жиру в анатомічно різних жирових депо, є важливим для стратегічного моделювання його відкладення у м’ясної худоби. Хоча результати отримані [394] показують, що жовтий жир може бути перспективною харчовою сировиною. Наприклад, олію, отриману з жовтого жиру, використовують як альтернативу харчовим рослинним, що використовують в тортах, тістечках, печиві, ферментованих ковбасах та для смаження. Яловичий жир у переробній промисловості має низьку харчову цінність. Здорове харчування людей змушені [204] спрямовувати на часткову заміну жирної сировини дієтичною. Вживання людиною продуктів із м’яса та їх якість і оздоровчі властивості покращують також додаванням до нього екстракту розмарину [311], сполук йоду [263], меду із цитрусових [300], білково-пшеничної текстури [117], та тонким подрібненням [348].

У бугайців голштинської породи ціна туші підвищувалась найбільше коли враховували колір жиру, а найменшою була доплата у порівняні з ДСТУ 4673:2006 [16] за колір м’язової тканини. Реалізуючи яловичину за системою JMGA [169] відмічаємо від’ємну різницю в ціні туш обох дослідних груп, що пояснюється низьким рівнем ціни на тварин молочних порід, встановлених даною системою.

Для України необхідно радикально збільшити частку яловичини, отриманої від м'ясної худоби. Це дозволить отримувати більш якісне м’ясо та знизити його собівартість. Зараз частка м’ясної худоби в державі становить близько 5 %, тоді як у світі 40 %. Результатами досліджень [15] встановлено, що забійний вихід у бугайців сірої української породи у 24–30-місячному віці

коливався від 58,1 до 58,9 %, а вихід туші становив понад 54 %. Фізико-хімічні властивості м’язової тканини бугайців (ніжність, втрати під час термічного оброблення, кислотність, інтенсивність забарвлення) відповідають високій якості. Також встановлено, що сіру українську худобу можливо використовувати агроформуваннями степової зони України як у породотворному процесі, так і для виробництва високоякісної яловичини. У роботі [190] встановлено, що використання тварин молочних порід для виробництва яловичини призводить до сприятливих значень екологічних показників та менших витрат робочого часу на виробництво завдяки частковому розподілу на виробництво молочних продуктів.

Системи, що використовують для молочних порід під час відгодівлі, знижують потенціал глобального потепління до 60 % порівняно з м’ясними породами. За розведення м’ясної худоби кращу прибутковість мають завдяки вищим цінам на яловичину, незважаючи на значні виробничі витрати. У дослідженнях [11] рекомендовано проведення ідентифікації, маркування, господарсько-корисних ознак (мармуровість яловичини, м’ясна продуктивність тварин) та закріплення високопродуктивних генотипів у потомстві, що призведе до значного прискорення селекційного процесу та збільшення рентабельності виробництва. Вкрай важливим і невідкладним на думку [32, 373] є надання фермерам економічних стимулів, які забезпечать отримання необхідних сум прибутку від реалізації. Серед невирішених актуальних завдань технології виробництва яловичини за умов сьогодення в Україні слід виділити наступні: відсутність належного ринку споживання елітного, «дорогого» м’яса преміум класу для стейків потреба у суттєвих інвестиціях у бізнес з виробництва яловичини та тривале повернення капіталовкладень, нерозуміння фермерами біологічних потреб великої рогатої худоби та специфіки м’ясного скотарства зокрема.

ВИСНОВКИ

1. Якісні ознаки туш (конформація, розвиток і товщина жирового покриву, мармуровість м’яса, площа «м’язового вічка», колір жирової і м’язової тканин) по різному корелюють із морфологічними, технологічними та сенсорними властивостями яловичини вітчизняних молочних (УЧРМП і Г) і м’ясних (УМ) порід, впливають на формування їх вартості, що свідчить про доцільність внесення деяких із них до національних методів оцінювання забійної маси, адаптованих згідно з міжнародними системами.

2. Бугайці української чорно-рябої молочної породи мали тенденцію до переваги над голштинськими за живою і забійною масою, вмістом м’язової тканини вищого та першого сортів, внутрішнього жиру, сухожилками і зв’язками, конформацією туш та мармуровістю, але поступалися за покривом туш жиром і його товщиною.

3. У бугайців голштинської породи конформація туш позитивно корелювала з вмістом у них м’язової тканини другого сорту ($r=0,566$; $P\geq0,99$), кісток ($r=0,608$; $P\geq0,999$), жировим покривом ($r=0,565$; $P\geq0,99$), мармуровістю м’яса ($r=0,399$; $P\geq0,95$). У чорно-рябої породи за підвищення оцінки конформації туш проявлялася тенденція до збільшення товщини і покриву на них жиру, водозв’язуючої здатності і мармуровості, кольору м’язової тканини, кількості її другого сорту та кісток, вмісту вологи і білка у яловичині. Між конформацією туш і уварюванням м’яса кореляція є вірогідною і негативною. За її кращої оцінки проявлялася тенденція до зниження у м’ясі кількості сухої речовини, жиру і мінеральних речовин, pH і пенетрації, загального оцінювання вареної яловичини та бульйону із неї.

4. У бугайців української м’ясної породи за кращого розвитку м’ясних форм порівняно з тваринами за їх гіршого вираження відкладається більше жирової тканини на 44,1 % під шкірою та на 17,6 % між м’язами. Від 18 до 23 місяців вміст жирової тканини під шкірою відносно її загальної кількості в тілі тварин має тенденцію до зменшення на 6,5 пунктів за кращого ступеня м’ясних форм, і до збільшення на 2,6 пункти у випадку гіршого їх вираження.

5. За покращення жирового покриву на тушах поліпшуються їх конформація на 37,9 % (P≥0,99), товщина жирового поливу – у 1,5 раза (P≥0,95), вміст м’язової тканини другого сорту – на 13,9 % (P≥0,95), погіршуються кількість м’язової тканини вищого на 2,7 пункти (P≥0,95) та першого сортів, площа «м’язового вічка» – на 23,2 % (P≥0,95). Зі збільшенням жирового покриву на туші проявляється тенденція до зменшення забійного виходу (на 0,9 пункти), жирової тканини у туші (на 1,3), погіршення утримання води в м’ясі (на 5,3), придатності його до зберігання (на 0,5), зменшення у яловичині загального вмісту вологи (на 2,1), маси золи (на 0,3 пункти), погіршення ніжності (на 6,2 %) та соковитості (на 2,9 %) вареної яловичини, поліпшення – міцності бульйону.

6. Зі збільшенням товщини жирової тканини на туші покращуються конформація туш на 55,2 % (P≥0,95), покрив туш жиром – на 43,5 % (P≥0,99), пенетрація м’яса – на 45,8 % (P≥0,95), проявляється тенденція до підвищення вмісту сухожилок і зв’язок, оцінювання соковитості та ніжності вареного м’яса, погіршення смаку, аромату, залишку після розжовування яловичини та смаку і аромату, міцності і прозорості бульйону, зниження забійного виходу, м’язової тканини вищого та першого сортів, площі «м’язового вічка», мармуровості, водозв’язуючої здатності та уварювання яловичини, зменшення у ній pH, кількості сухої речовини, загального вмісту жиру та мінеральних речовин і протеїну. У бугайців української чорно-рябої молочної породи оптимальна товщина жиру на туші має бути від 8 до 10 мм.

7. Існує прямолінійна кореляція між площею «м’язового вічка» і передзабійною живою масою (r=0,612; P≥0,999), забійною масою (r=0,598; P≥0,999), кількістю м’язової тканини вищого (r=0,745; P≥0,999) та першого сортів (r=0,662; P≥0,99), вмістом жирової тканини у туші (r=0,491; P≥0,99), вірогідна (P≥0,95) зворотна – з уварюванням яловичини (r=-0,607), кількістю м’язової тканини другого сорту (r=-0,377), розвитком жирового покриву (r=-0,395), загальною масою золи (r=-0,560), соковитістю вареного м'яса (r=-0,522), смаком і ароматом бульйону (r=-0,587). За площею «м’язового вічка» у тушах

бугайців можливо прогнозувати забійну масу, кількість м'язової тканини вищого і першого сортів, вміст у тушах жирової тканини та сухожилок і зв'язок.

8. У бугайців голштинської породи за кращих класів мармуровості *m. longissimus dorsi* підвищувались кількість м'язової тканини другого сорту на 6,5 %, конформація туш на 33,3 % (P≥0,99), вміст у них кісток на 2,5 пункти (P≥0,99), колір м'язової тканини на 10,2 (P≥0,95), проявлялася тенденція до зменшення у тушах відносного вмісту м'язової тканини вищого (на 3,9 пункти) і першого (на 2,6) сортів, сухожилок і зв'язок (на 0,6 пункти), водозв'язуючої здатності (на 0,7 пункти), уварювання (на 1,1), вмісту у м'ясі сухої речовини (на 2,1), протеїну (на 1,8) та загального вмісту жиру (на 0,6 пункти), пенетрації (на 19,8 %), ніжності (на 3,1), залишку м'яса після розжовування (на 6,7), його смаку (на 6,9) та pH (на 2,1 %). Кращий клас мармуровості у середині *m. longissimus dorsi* бугайців за вмісту жиру у ньому 6,3 % впливає на вподобання споживачів та ймовірність закупівлі яловичини, але не гарантує хороших смакових та кулінарних властивостей.

9. За кращого забарвлення м'язової тканини погіршувалися (r=-0,737) вірогідно (P≥0,99) її уварювання, проявлялася тенденція до підвищення водозв'язуючої здатності, пенетрації, мармуровості, pH, площі «м'язового вічка», загальної оцінки дегустації вареного м'яса і бульйону із нього. Колір м'язової тканини не характеризує смакові та кулінарні властивості (вміст вологи, суха речовина, білку та жиру) яловичини бугайців молочних порід, але як ознака якості туш свідчить щодо її свіжості і впливає на вподобання споживачів та ймовірність її закупівлі.

10. За класів оцінки кольору жирової тканини у 5 та 6 балів, порівняно з 3 та 4 балами більшими були кількість м'язової тканини вищого (на 0,5 та 2,0 %) та першого сортів у голштинської породи (на 0,9 %), товщина підшкірної жирової тканини (на 33,3 та 35,0 %), клас кольору м'язової тканини (на 12,5 та 9,3 %), площа «м'язового вічка» (на 10,6 та 12,0 %). Проявлялася тенденція до погіршення водозв'язуючої здатності (на 1,2 %), уварювання (на 5,4 %),

пенетрації (на 4,6 мм), pH яловичини (на 5 %), мармуровості (на 3,4 та 14,3 %), соковитості і смаку вареного м’яса, міцності бульйону.

11. Під час реалізація тварин за урахування конформації туш та розвитку жирового покриву на них збільшується їх вартість на 1555 і 1175 грн відповідно у бугайців української чорно-рябої молочної та голштинської порід, порівняно з реалізацією згідно з ДСТУ 4673:2006. Враховуючи якісні ознаки туш у тварин української чорно-рябої молочної породи вартість їх підвищувалась найбільше за враховування мармуровості, а найменшою була за кольору м’язової тканини.

12. У подальшому необхідно дослідити взаємозв’язок між якісними ознаками яловичини у тварин різних статевих і вікових груп інших порід, яких розводять в Україні та обґрунтувати ефективні методи управління їх вирощуванням та відгодівлею для отримання компромісу між якісними ознаками туш, які були б привабливими для покупців та підтримували економіку скотарства.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Рекомендувати виробничникам яловичини включати зажиттєве оцінювання великої рогатої худоби за площею «м’язового вічка», товщиною підшкірного жиру та мармуровістю м’яса використовуючи УЗД. Переробним підприємствам оцінювати туші за конформацією, ступенем покриття жиром та його товщиною і мармуровістю. Роздрібним продавцям вказувати на етикетках породу, вік та стать тварин. Споживачам орієнтуватися в оцінці величини мармуровості яловичини, кольору м’язової та жирової тканин, для градації цін на відруби туші

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антонюк Т. А. Технологія продуктів забою тварин. Київ: 2020. https://nubip.edu.ua/site/default/files/u249/tehnologiya_produktiv_zaboyu_tvarin
2. Вознюк О. І. Продуктивність та хімічний склад яловичини різних порід і генотипів з голштинською породою // Monografia pokonferencyjna «Science, research, development» 2019. № 4. С. 24–30.
3. Гуць В.С., Коваль О.А. Методика дослідження консистенції харчових дисперсних систем методом пенетрації. Харчова промисловість. 2007. № 5. С. 16–23. https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/2605
4. ДСТУ 4673:2006. Велика рогата худоба для забою. Технічні умови: [Чинний від 2009. – 01. – 01.]. – К. : Держспоживстандарт України, 2008. – III, 9 с. – (Національний стандарт України).
5. ДСТУ ISO 1442:2005. М’ясо та м’ясні продукти. Метод визначення вмісту вологи (контрольний метод). [Чинний від 2007. – 04. – 01.]. Київ, 2007. 4 с. (Національний стандарт України).
6. ДСТУ ISO 1443:2005. М’ясо та м’ясні продукти. Метод визначення загального вмісту жиру. [Чинний від 2007. – 04. – 01.]. Київ, 2007. 4 с. (Національний стандарт України).
7. ДСТУ ISO 2917 – 2001. М’ясо та м’ясні продукти. Визначення pH (контрольний метод). [Чинний від 2003. – 01. – 01.]. Київ, 2002. 5 с. (Національний стандарт України).
8. ДСТУ ISO 936:2008. М’ясо та м’ясні продукти. Метод визначення масової частки загальної золи. [Чинний від 2008. – 09. – 01.]. Київ, 2010. 6 с. (Національний стандарт України).
9. Електронний ресурс. – Режим доступу : http://www.fao.org/docrep/004/w3240e/W3240E06.htm
10. Закон України № 249 «Про порядок проведення експериментів та дослідів на тваринах науковими установами». (2012, березень). Отримано з https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0416-12#Text

11. Ібатуллін І., Федорук Ю., Федорук Н., Покотило І. Економічні аспекти виробництва яловичини в Україні. *Сталий розвиток економіки*. 2024. 3(50). С. 129–135. https://doi.org/10.32782/2308-1988/2024-50-20
12. Клименко М. М., Віннікова Л. Г., Береза І. Г., Гончаров Г. І., Пасічний В. М., Баль-Прилипко Л. В., Шевченко (Кишенько), І. І., Буша О. О., Ткаченко К. Д. Технологія м'яса та м'ясних продуктів: підручник. Київ: Вища освіта, 2006. 640 с.
13. Козир В. М'ясна продуктивність бугайців симентальської породи в умовах глобальних кліматичних змін у степовій зоні України. *Вісник аграрної науки*. 2021. Том 98. №9. С. 21–29. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202009-03
14. Козир В. С. Накопичення жиру в тілі бугайців шаролезької породи в постнатальному онтогенезі. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Том 67. №1. С. 192–201. https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-(67)-1-14
15. Козир В., Денисюк О. Вікова мінливість екстер'єру і м'язової тканини бугайців сірої української породи. *Вісник аграрної науки*. 2023. Том 101. №10. С. 41–46. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202310-06
16. Колісник О. І., Угнівенко А. М., Антонюк Т. А., Прудніков В. Г. М'ясна продуктивність великої рогатої худоби: монографія. Київ: Компринт; 2018.–429 с.
17. Крук О. П., Угнівенко А. М. Конформація туш помісних бугайців та її зв'язок з якісними ознаками яловичини. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво.* 2024. (2). С. 76–82. https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2024.2.11
18. Крук О. П. Взаємозв'язок між мармуровістю яловичини та її якісними ознаками у помісних бугайців від української чорно-рябої молочної і голштинської порід. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. Розділ: сільськогосподарські науки*. 2024 є. №45. С. 28–32. https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-4.3

19. Крук О. П. Конформація туш та якісні ознаки яловичини бугайців української чорно-рябої молочної породи. *Таврійський науковий вісник.* 2024 а. № 138. Частина 2. С. 334–340. https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.40
20. Крук О. П. Оцінювання м'ясної продуктивності бугайців залежно від приростів живої маси та віку забою: автореф. дис. … канд. с.-г. наук : 06.02.04. Київ, 2016. 23 с.
21. Крук О. П. Оцінювання м'ясної продуктивності бугайців залежно від приростів живої маси та віку забою: дис. … канд. с.-г. наук : 06.02.04. Київ, 2016. 137 с.
22. Крук О. П., Угнівенко А. М. Взаємозв'язок між покривом туш жировою тканиною та якісними ознаками яловичини. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво*. 2024 б. Вип. 4. С. 30–35. https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2024.4.4
23. Крук О. П., Угнівенко А. М. Забійні і м'ясні якості чистопородних і помісних бугайців української чорно-рябої молочної породи. *Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»*. 2024 д. 1. С. 18–25. https://doi.org/10.33245/2310-9289-2024-186-1-18-25
24. Крук О. П., Угнівенко А. М. Мармуровість *m. longissimus dorsi* та її зв'язок з іншими ознаками яловичини. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво.* 2024 в. Вип. 3. С. 61–68. https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2024.3.7
25. Крук О. П., Угнівенко А. М. Площа «м'язового вічка» *m. longissimus dorsi* бугайців української чорно-рябої молочної породи та її зв'язок з якісними ознаками яловичини. *Таврійський науковий вісник.* 2024 е. № 135. Частина 2. С. 151–158. https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.135.2.19
26. Крук О. П., Угнівенко А. М. Товщина підшкірного жиру у помісних бугайців та її зв'язок з якісними ознаками яловичини. *Таврійський науковий вісник*. 2024 г. № 140. С. 448–455. https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.140.55
27. Крук О. П., Угнівенко А. М. Характеристика яловичини, отриманої від бугайців української чорно-рябої молочної породи за різного покриву туш жировою тканиною. *Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки*

продукції тваринництва». 2024 ж. № 2. С. 17–24. https://doi.org/10.33245/2310-9289-2024-190-2-17-24

28. Линник В. С. Прив'язне та безприв'язне утримання бичків різних порід при заключній відгодівлі. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини. Збірник наукових праць Харківського зооветеринарного інституту*. Харків, 1998. Вип. 3. С. 11–15.
29. Михальченко С. А. Формування біофізичних показників якості яловичини бугайців різних порід в онтогенезі. *Науково-технічний бюлетень* № 105. Інститут тваринництва НААН.–Х., 2011.–214 с.
30. Наказ за № 290 від 06 серпня 2004 р. «Про затвердження Інструкції з оцінки кнурів і свиноматок за якістю потомства в умовах спеціалізованих контрольно-випробувальних станцій». https://zakononline.com.ua/documents/show/250143___250208
31. Осадча Ю. В. Математичні методи в біології. Київ : ЦП «Компринт», 2021. 609 с.
32. Сусол Р., Стульник І. Невирішені завдання технології виробництва яловичини в Україні та світі в умовах сьогодення. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2023. Т. 109. С. 81–88. https://doi.org/10.37000/abbsl.2023.109.13
33. Угнивенко А. Н. К проблеме использования инбридинга в мясном скотоводстве. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Т. 8. №1. С. 596–600. https://doi.org/10.15421/2017_254
34. Угнівенко А. М., Колісник О. І., Антонюк Т. А., Прудніков В. Г., Носевич Д. К. Біологія великої рогатої худоби м'ясних порід: монографія. К.: ФОП Ямчинський О. В., 2020. 608 с.
35. Угнівенко А. М., Кос Н. В., Крук О. П. Розвиток підшкірної жирової тканини у бугайців української чорно-рябої молочної породи. *Almanahul Sworld.* Бельцкий Государственный Университет «Алеку Русо» (Молдова). 2019. Т. 2. №1. С. 59–62. https://10.30888/2663-5720.2019-02-01-011

36. Угнівенко А.М., Колісник О.І., Антонюк Т.А., Носевич Д.К., Кос Н.В. Виробництво екологічно безпечної продукції скотарства: підручник. Київ: «ЦП Компринт», 2022. 450 с.
37. Шкурін Г. Т., Тимченко О. Г., Вдовиченко Ю. В. Забійні якості великої рогатої худоби. 2002. Київ: «Аграрна наука», 50 с.
38. Aalhus J.L., Janz J.A.M., Tong A.K.W., Jones S.D.M., Robertson W.M. The influence of chilling rate and fat cover on beef quality. *Canadian Journal of Animal Science*. 2001. Vol. 81. Issue 3. P. 321–330.
39. Aaslyng M. D. Quality indicators for raw meat. In Meat processing: Improving quality. 2002. P. 157–174. Book chapter.
40. Abd Elfattah M., Ewees A. A., Darwish A., Hassanien A. E. Detection and classification of meat freshness using an optimized deep learning method. *Food Chemistry*. 2025. 144783. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.144783
41. Acheson R. J., Woerner D. R., Walenciak C. E., Colle M. J., Bass P. D. Distribution of marbling throughout the *m. longissimus thoracis* et lumborum of beef carcasses using an instrument-grading system. *Meat and Muscle Biology*. 2018. Vol. 2. Issue 1. P. 303–308. https://doi.org/10.22175/mmb2018.04.0005
42. Albechaalany J., Ellies-Oury M. P., Saracco J., Campo M. M., Richardson I., Ertbjerg P., Failla S., Panea B., Williams J. L., Christensen M., Hocquette J. F. Modelling the physiological, muscular, and sensory characteristics in relation to beef quality from 15 cattle breeds. *Livestock Science*. 2024. Vol. 280. P. 105395. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2023.105395
43. Albechaalany J., Insausti K., Ellies-Oury M. P. The marbling of carcases is determined more by the characteristics of the animals themselves than by farming practices. *Italian Journal of Animal Science*. 2024 a. Vol. 23. Issue 1. P. 707–720. https://doi.org/10.1080/1828051X.2024.2330654
44. Amam A., Asepriyadi A., Ridhillah M. F., Rusdiana S., Praharani L., Priyatno T. P. Beef cattle farming with a shepherd system in Indonesia. *E3S Web of Conferences*. 2023. Vol. 373. p. 01002. EDP Sciences. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337301002

45. Amer P. R., Emmans G. C., Simm G. Economic values for carcase traits in UK commercial beef cattle. *Livestock Production Science*. 1997. Vol. 51. Issue 1-3. P. 267–281. https://doi.org/10.1016/S0301-6226(97)00055-9

46. Araujo J.P., Lorenzo J.M., Cerqueira J., Vazquez J.A., Pires P., Cantalapiedra J. Minhota breed cattle: carcass characterisation and meat quality affected by sex and slaughter age. *Animal Production Science*. 2016. Vol. 56. Issue 12. P. 2086–2092. https://doi.org/10.1071/AN14989

47. Arenas de Moreno L., Jerez-Timaure N., Huerta-Leidenz N., Giuffrida-Mendoza M., Mendoza-Vera E., Uzcátegui-Bracho S. Multivariate relationships among carcass traits and proximate composition, lipid profile, and mineral content of longissimus lumborum of grass-fed male cattle produced under tropical conditions. *Foods*. 2021. Vol. 10. Issue 6. P. 1364. https://doi.org/10.3390/foods10061364

48. Baldassini W. A., Chardulo L. A. L., Silva J. A. V., Malheiros J. M., Dias V. A. D., Espigolan R., Baldi F., Albuquerque L. G., Fernandes T., Padilha P. M. Meat quality traits of Nellore bulls according to different degrees of backfat thickness: a multivariate approach. *Animal Production Science*. 2016. Vol. 57. Issue 2. P. 363–370. https://doi.org/10.1071/AN15120

49. Bao Y., Ertbjerg P. Effects of protein oxidation on the texture and water-holding of meat: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2019. Vol. 59. P. 3564−3578. https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1498444

50. Barrón M., González A., González L., Ruiz-López F., Shimada A., Mora O. Studies on the carotenoid content in forage species and tropical beef cattle in Mexico. *New Zealand Journal of Agricultural Research.* 2012. Vol. 55. Issue 1. P. 21–29. Informa UK Limited. https://doi.org/10.1080/00288233.2011.636061

51. Batorska M., Wiecek J., Kunowska-Slosarz M., Puppel K., Slosarz J., Golebiewski M., Balcerak M. The effect of carcass weight on chemical characteristics and fatty acid composition of Longissimus dorsi and Semimembranosus muscles of Eropean wild boar (Sus scrofa scrofa) meat. *Canadian Journal of Animal Science*. 2018. Vol. 98. Issue 3. P. 557–564. https://doi.org/10.1139/cjas-2017-0090

52. Beck P.A., Beck M.R., Apple J.K. Production systems and nutrition. Reference Module in Food Science. 2022. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85125-1.00029-6

53. Bedhane M., van der Werf J., de Las Heras-Saldana S., Ackerson IV L., Lim D., Park B., Roh S., Clark S. Parameter estimation and assessment of bias in genetic evaluation of carcass traits in Hanwoo cattle using real and simulated data. *Journal of Animal Science and Technology* 2023. Vol. 65. Issue 6. P. 1180–1193. https://doi.org/10.5187/jast.2023.e36

54. Benli H., Yildiz D. G. Consumer perception of marbling and beef quality during purchase and consumer preferences for degree of doneness. *Animal bioscience*. 2023. Vol. 36. Issue 8. P. 1274–1284. https://doi.org/10.5713/ab.23.0003

55. Berg R. T., Butterfield R. M. New concepts of cattle growth. Sydney University Press, University of Sydney. 1976. 235 p.

56. Beriain M. J., Insausti K., Valera M., Indurain G., Purroy A., Carr T. R., Horcada A. Effectiveness of using ultrasound readings to predict carcass traits and sensory quality in young bulls. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2021. Vol. 183. P. 106060. https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106060

57. Berry D. P., Twomey A., Ring S. Mean breed performance of the progeny from beef-on-dairy matings. *Journal of Dairy Science*. 2023. Vol. 106. Issue 12. P. 9044–9054. https://doi.org/10.3168/jds.2023-23632

58. Beef language white paper. Appendix E. March 2015. – 16 p.

59. Bhuiyan M.S.A., Kim H.J., Lee S.H., Cho S.H., Yang B.S., Kim S.D., Lee S.H. Genetoc parameters of carcass and meat quality traits in different muscles (longissimus dorsi and semimembranosus) of Hanwoo (Korean cattle). *Journal of animal science*. 2017. Vol. 95. Issue 8. P. 3359–3369.

60. Bittante G. Biodiversity and genetics of beef quality, a review. *Italian Journal of Animal Science*. 2023. Vol. 22. Issue 1. P. 867–884. https://doi.org/10.1080/1828051X.2023.2216712

61. Blanco M., Ripoll G., Delavaud C., Casasús I. Performance, carcass and meat quality of young bulls, steers and heifers slaughtered at a common body weight.

Livestock Science. 2020. Vol. 240. P. 104156. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104156

62. Boito B., Kuss F., Menezes L. F. G. D., Lisbinski E., Paris M. D., Cullmann J. R. Influence of subcutaneous fat thickness on the carcass characteristics and meat quality of beef cattle. *Ciência Rural*. 2017. Vol. 48. https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170333

63. Bonny S. P. F., Pethick D. W., Legrand I., Wierzbicki J., Allen P., Farmer L. J., Polkinghorne R. J., Hocquette J.-F., Gardner G. E. European conformation and fat scores have no relationship with eating quality. *Animal*. 2016. Vol. 10. Issue 6. P. 996–1006. https://doi.org/10.1017/S1751731115002839

64. Bouton P. E., Ford A. L., Harris P. V., Ratcliff D. Objective assessment of meat juiciness. *J. Food Sci.* 1975. Vol. 40. P. 884–885. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1975.tb00581.x

65. Brethour J. R. The relationship of average backfat thickness of feedlot steers to performance and relative efficiency of fat and protein retention. *Journal of animal science*. 2004. Vol. 82. Issue 11. P. 3366–3372. https://doi.org/10.2527/2004.82113366x

66. Brito G., Soares de Lima J. M., Del Campo M., Luzardo S., Correa D., Montossi F. The implementation of grading systems for beef carcass value differentiation: the Uruguayan experience. *Animal Frontiers*. 2024. Vol. 14. Issue 2. P. 29–34. https://doi.org/10.1093/af/vfae004

67. Bruns K. W., Pritchard R. H., Boggs D. L. The relationships among body weight, body composition, and intramuscular fat content in steers. *Journal of Animal Science*. 2004. Vol. 82. Issue 5. P. 1315–1322. https://doi.org/10.2527/2004.8251315x

68. Bulgaru V., Popescu L., Netreba N., Ghendov-Mosanu A., Sturza R. Assessment of quality indices and their influence on the texture profile in the dry-aging process of beef. *Foods*. 2022. Vol. 11. Issue 10. P. 1526–1543. https://doi.org/10.3390/foods11101526

69. Bureš D., Bartoň L. Performance, carcass traits and meat quality of Aberdeen Angus, Gascon, Holstein and Fleckvieh finishing bulls. *Livestock Science*. 2018. Vol. 214. P. 214–237. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.06.017

70. Cafferky J., Hamill R.M., Allen P., O'Doherty J.V., Cromie A., Sweeney T. Effect of breed and gender on meat quality of M. longissimus thoracis et lumborum muscle from crossbred beef bulls and steers. *Foods*. 2019. Vol. 8. Issue 173. P. 1–10. https://doi.org/10.3390/foods8050173

71. Cantarero-Aparicio M. Á., Angón E., González-Esquivel C., Peña F., Caballero-Villalobos J., Ryan E. G., Perea J. M. Carcass and Meat Quality Traits in Female Lidia Cattle Slaughtered at Different Ages. *Animals*. 2024. Vol. 14. Issue 6. P. 850–864. https://doi.org/10.3390/ani14060850

72. Cardenas E., Tabory E., Sanchez A., Kemper G. An electronic equipment for marbling meat grade detection based on digital image processing and support vector machine. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2024. Vol. 23. Issue 7. P. 459–473. https://doi.org/10.1016/j.jssas.2024.05.001

73. Caro-Hernández J. M., Ramos-Juarez J. A., Hernández-Mendo O., Aranda-Ibáñez E. M. Color of the fat tissue of young beef bulls finished with sugar cane (Saccharum spp.) ensilage. 2017. AGROProductividad.

74. Carvalho G. M. C., Frota M. N. L. D., Lima Neto A. F., Azevêdo D. M. M. R., Araujo Neto R. B. D., Araujo A. M. D., Carneiro M. S. D. S. Live weight, carcass, and meat evaluation of Nellore, Curraleiro Pé-Duro, and their crossbred products in Piauí State. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2017. Vol. 46. Issue 5. P. 393–399. http://dx.doi.org/10.1590/s1806-92902017000500004

75. Casas E., Thallman R. M., Kuehn L. A., Cundiff L. V. Postweaning growth and carcass traits in crossbred cattle from Hereford, Angus, Brangus, Beefmaster, Bonsmara, and Romosinuano maternal grandsires1, 2. *Journal of Animal Science*. 2010. Vol. 88. Issue 1. P. 102–108. https://doi.org/10.2527/jas.2009-2271

76. Chi N. T. K., Hue P. T., Hanh T. Q., Ngoan L. D. Carcass characteristics and meat quality of crossbred (Brahman× Lai Sind) and (Red Angus× Lai Sind) bulls kept

in small scale farms. *Online Journal of Animal and Feed Research*. 2023. Vol. 13. Issue 3. P. 153–161. https://doi.org/10.51227/ojafr.2023.24

77. China Department of Agriculture, China standards for grades of beef quality, China Standard Press, Beijing, 2000.

78. Cho S., Kang S.M., Seong P., Kang G., Kim Y., Kim J., et al. Effect of Aging Time on Physicochemical Meat Quality and Sensory Property of Hanwoo Bull Beef. *Korean J Food Sci Anim Resour*. 2016. Vol. 36. Issue 1. P. 68–76. https://doi.org/10.5851/kosfa.2016.36.1.68

79. Cho S., Lee W., Seol K. H., Kim Y., Kang S. M., Seo H., Jung Y., Kim J., Van Ba H. Comparison of storage stability, volatile compounds and sensory properties between coarsely-and finely-marbled 1+ grade Hanwoo beef loins. *Food Science of Animal Resources*. 2020. Vol. 40. Issue 4. P 497–511. https://doi.org/10.5851/kosfa.2020.e17

80. Chriki S., Renand G., Picard B., Micol D., Journaux L., Hocquette J. F. Meta-analysis of the relationships between beef tenderness and muscle characteristics. *Livest. Science*. 2013. Vol. 155. Issue 2. P. 424–434. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.04.009

81. Christensen M., Ertbjerg P., Failla S., Sañudo C., Richardson R. I., Nute G. R., Olleta J. L., Panea B., Albertí P., Juárez M., Hocquette J.-F., Williams J. L. Relationship between collagen characteristics, lipid content and raw and cooked texture of meat from young bulls of fifteen European breeds. *Meat Science*. 2011. Vol. 87. Issue 1. P. 61–65. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.09.003

82. Ciecierska A., Gorji A. E., Majewska A., Sadkowski T. Expression of miRNA in the Semitendinosus Muscle of Cattle Breeds with Varying Intramuscular Fat Deposition. *Genes*. 2025. Vol. 16. Issue 8. P. 969. https://doi.org/10.3390/genes16080969

83. Clinquart A., Ellies-Oury M. P., Hocquette J. F., Guillier L., Santé-Lhoutellier V., Prache S. On-farm and processing factors affecting bovine carcass and meat quality. *Animal*. 2022. Issue 16. P. 100426–100438. https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100426

84. Coleman L.W., Schreurs N.M., Kenyon P.R., Morris S.T., Hickson R.E. Growth, carcass and meat quality characteristics of Charolais-sired steers and heifers born to Angus-cross-dairy and Angus breeding cows. *Meat Science*. 2023. Issue 201. P. 109178–109185. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109178

85. Commission Delegated Regulation (EU) No 2017/1182 of 20 April 2017 supplementing Regulation (EU) No 1308/2013 of the European Parliament and of the Council as regards the Union scales for the classification of beef, pig and sheep carcasses and as regards the reporting of market prices of certain categories of carcasses and live animals (OJ L 171, 4.7.2017, p. 74) 2)

86. Commission Implementing Regulation (EU) 2017/1184 of 20 April 2017 laying down rules for the application of Regulation (EU) No 1308/2013 of the European Parliament and of the Council as regards the Union scales for the classification of beef, pig and sheep carcasses and as regards the reporting of market prices of certain categories of carcasses and live animals (OJ L 171, 4.7.2017, p. 103)

87. 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

88. Conroy S. B., Drennan M. J., McGee M., Keane M. G., Kenny D. A., Berry D. P. Predicting beef carcass meat, fat and bone proportions from carcass conformation and fat scores or hindquarter dissection. *Animal*. 2010. Vol. 4. Issue 2. P. 234–241. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.06.007

89. 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. Sensory evaluation of tender beef strip loin steaks of varying marbling levels and quality treatments. *Meat Science*. 2015. Vol. 100. P. 24–31.

90. Correa D., del Campo M., Luzardo S., de Souza G., Álvarez C., Brito G., Font-i-Furnols M. Effects of Wet Aging, Dry Bag Aging, and Stepwise Aging Methods on Meat Quality and Sensory Attributes of Steaks From Pasture and Grain Finished Steers.

Meat and Muscle Biology. 2025. Vol. 9. Issue 1. 18055 P. 1–17. https://doi.org/10.22175/mmb.18055

91. Correa D., del Campo M., Luzardo S., de Souza G., Álvarez C., Font-i-Furnols M., Brito G. «Impact of Aging Methods and Frozen Storage on Beef Quality Attributes from Different Finishing Diets». *Meat and Muscle Biology*. 2024. Vol. 8. Issue 1. 17695. P. 1–16. https://doi.org/10.22175/mmb.17695

92. Council Regulation (EC) No. 1099/2009 of September 24, 2009 on the protection of animals at the time of death. Available at https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_028-09#Text.

93. da Silva Bernardo A. P., Ribeiro F. A., Calkins C. R., Pflanzer S. B. Bone and subcutaneous fat influence on yield, physicochemical traits, and color stability of dry-aged loin from grass-fed nellore bulls. *Meat and Muscle Biology*. 2020. Vol. 4. Issue 1. P. 1–8. https://doi.org/10.22175/mmb.11141

94. da Silva Rodrigues Mendes, N., Rodrigues Silva, R., Ferreira de Oliveira, T., Ellies-Oury, M. P., Hocquette, J. F., Chriki, S. Does transport stress have any effect on carcass quality of Nellore cattle (Bos taurus indicus) in Brazil?–A Case Study1. *Translational Animal Science*. 2023. Vol. 8. P. 1–11. https://doi.org/10.1093/tas/txad134

95. Danchuk O.V., Karposvkii V.I., Tomchuk V.A., Zhurenko O.V., Bobryts'ka O.M., Trokoz V.O. Temperament in Cattle: A Method of Evaluation and Main Characteristics. *Neurophysiology*. 2020. Vol. 52. Issue 1. P. 73–79. https://doi.org/10.1007 /s11062-020-09853-6

96. de Castro Nunes C. L., Veroneze R., Vilela R. S. R., Boas P. G. V., Ramos J. M. L., Schultz E. B., Duarte M. S., Guimarães S. E. F., Josakian L. A., Ventura H. T., Chizzotti M. L. Genomic breed traceability of certified Angus beef of different brands sold in Brazil. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2025. 107278. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2025.107278

97. de Sales Silva F. A., del Bianco Benedeti P., de Castro Silva B. Prediction of carcass weight, backfat thickness, and body weight loss during the transport of beef

cattle. *BR-CORTE*. 2023. P. 135–158. http://dx.doi.org/10.26626/978-85-8179-194-4.2023.C006.p.135-158

98. Diler A., Yanar M., Özdemir V. F., Aydin R., Kaynar Ö., Palangi V., Lackner M. Koçyigit R. Effects of Slaughter Age of Holstein Friesian Bulls on Meat Quality: Chemical Composition, Textural Characteristics, Sensory Attributes and Fatty Acid Profile. *Foods*. 2022. Vol. 12. Issue 1. 158. https://doi.org/10.3390/foods12010158

99. Ding Y., Zhang Y., Zhou X., Li C., Su Z., Xu J., Qu C., Ma Y., Shi Y., Kang X. Transcriptome and HS-SPME-GC-MS analysis of key genes and flavor components associated with beef marbling. *Frontiers in Veterinary Science*. 2025. Vol. 12. P. 1501177. https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1501177

100. do Prado I.N., Eiras C.E., Fugita C.A., Passetti R.A.C., Ornaghi M.G., Rivaroli D.C., et al. Animal Performance and Carcass Characteristics of Bulls (1/2 Purunã vs 1/2 Canchim) Slaughtered at 16 and 22 Months Old, and Three Different Weights. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences (AJAS)*. 2015. Vol. 28. Issue 5. P. 612–619. https://doi.org/10.5713/ajas.14.0793

101. Dokou S., Filippitzi M. E., Tsitsos A., Papanikolopoulou V., Priskas S., Economou V., Bonos E., Giannenas I., Arsenos G. Effects of Dietary Supplementation with Extruded Linseed on Growth Performance and Meat Quality of Young Holstein Bulls. *Animals*. 2025. Vol. 15. Issue 14. P. 2123. https://doi.org/10.3390/ani15142123

102. Dolezal H. G., Smith G. C., Savell J. W., Carpenter Z. L. Comparison of subcutaneous fat thickness, marbling and quality grade for predicting palatability of beef. *Journal of Food Science*. 1982. Vol. 47. Issue 2. P. 397–401. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1982.tb10089.x

103. dos Santos Cruxen C. E., Funck G. D., Haubert L., da Silva Dannenberg G., de Lima Marques J., Chaves F. C., da Silva W. P., Fiorentini Â. M. Selection of native bacterial starter culture in the production of fermented meat sausages: Application potential, safety aspects, and emerging technologies. *Food Research International*. 2019. Vol. 122. P. 371–382. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.04.018

104. Drachmann F. F., Christensen M., Esberg J., Lauridsen T., Fogh A., Young J. F., Therkildsen M. Beef-on-dairy: Meat quality of veal and prediction of intramuscular

fat using the Q-FOM™ Beef camera at the 5th–6th thoracic vertebra. *Meat Science*. 2024. Vol. 213. P. 109503. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2024.109503

105. Du L., Chang T., An B., Liang M., Duan X., Cai W., Zhu B., Gao X., Chen Y., Xu L., Zhang L., Li J., Gao H. Transcriptome profiling analysis of muscle tissue reveals potential candidate genes affecting water holding capacity in Chinese Simmental beef cattle. *Scientific Reports.* 2021. Vol. 11. Issue 1. P. 11897. https://doi.org/10.1038/s41598-021-91373-2

106. Engle B., Masters M., Boles J. A., Thomson J. Gene expression and carcass traits are different between different quality grade groups in red-faced Hereford Steers. *Animals.* 2021. Vol. 11. Issue 7. 1910. https://doi.org/10.3390/ani11071910

107. Erena T., Belay A., Hailu D., Asefa B. G., Geleta M., Deme T. Modeling of Ethiopian Beef Meat Marbling Score Using Image Processing for Rapid Meat Grading. *Journal of Imaging*. 2024. Vol. 10. Issue 6. P. 130. https://doi.org/10.3390/jimaging10060130.

108. Eriksson S., Ask-Gullstrand P., Fikse W. F., Jonsson E., Eriksson J. Å., Stålhammar H., Wallenbeck A., Hessle A. Different beef breed sires used for crossbreeding with Swedish dairy cows-effects on calving performance and carcass traits. *Livestock Science*. 2020. Vol. 232. P. 103902–103910. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.103902.

109. Eun-Young Jung, Young-Hwa Hwang., Seon-Tea Joo. The Relationship between Chemical Compositions, Meat Quality, and Palability of the 10 Primal Cuts from Hanwoo Steer. *Korean journal for food science of animal resources*. 2016. Vol. 36. Issue 2. P. 145–151. https://doi.org/10.5851/kosfa.2016.36.2.145.

110. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. (1986). Retrieved from https://rm.coe.int/168007a67b

111. FAO. Meat and Meat Products. Available online: https://www.fao.org/3/cc3020en/cc3020en_meat.pdf (accessed on 14 November 2023).

112. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The future of food and agriculture: Trends and challenges. FAO. 2017. https://www.fao.org/3/i6583e/i6583e.pdf.

113. Farmer L. J., Farrell D. T. Beef-eating quality: A European journey. *Animal.* 2018. Vol. 12. Issue 11. P. 2424–2433. https://doi.org/10.1017/S1751731118001672

114. Fernandes L. M. G., de Moraes G. F., Lopes I. M. G., Abreu L. R. A., Chaves A. S. Residual feed intake and gain alters the performance and carcass traits in Nellore cattle. *Tropical Animal Health and Production*. 2024. Vol. 56. Issue 8. P. 316. https://doi.org/10.1007/s11250-024-04176-8

115. Ferreira G. A., Barro A. G., Terto D. K., Bosso E. B., Dos Santos É. R., Ogawa N. N., Bridi A. M. Sensory quality of beef with different ultimate pH values-A Brazilian perspective. *Meat Science*. 2024. Vol. 209. P. 109415. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109415

116. Fiems L. O., De Campeneere S., De Smet S., Van de Voorde G., Vanacker J. M., Boucqué C. V. Relationship between fat depots in carcasses of beef bulls and effect on meat colour and tenderness. *Meat Science*. 2000. Vol. 56. Issue 1. P. 41–47. https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00017-6

117. Filin S., Bal-Prylypko L., Nikolaenko M., Holembovska N., Kushnir Yu. Development of technology for plant-based minced semi-finished products. *Animal Science and Food Technology*. 2023. Vol. 14. Issue 2. P 100–112. https://doi.org/ 10.31548/animal.2.2023.100

118. Flowers S., Hamblen H., Leal-Gutiérrez J. D., Elzo M. A., Johnson D. D., Mateescu R. G. Fatty acid profile, mineral content, and palatability of beef from a multibreed Angus-Brahman population. *Animal Science*. 2018. Vol. 96. Issue 10. P. 4264–4275. https://doi.org/10.1093/jas/sky300

119. Foraker B. A., Frink J. L., Woerner D. R. Invited review: A carcass and meat perspective of crossbred beef × dairy cattle. *Transl. Anim. Sci.* 2022. Vol. 6. txac027. https://doi.org/10.1093/tas/txac027

120. Foraker B. A., Johnson B. J., Brooks J. C., Miller M. F., Hardcastle, N. C. & Woerner, D. R. Carcass Yield and Subprimal Cutout Value of Beef, High- and Low-

Yielding Beef × Dairy, and Dairy Steers. *Meat and Muscle Biology*. 2024. Vol. 8. Issue 1. 17004. P 1–16. https://doi.org/10.22175/mmb.17004

121. Forrest J. C. «New techniques for estimation of carcass composition». Quality and grading of carcasses of meat animals. *CRC Press*. 2020. P. 157–171.

122. Fořtová J, Del Mar Campo M, Valenta J, Needham T, Řehák D, Lebedová N, Bartoň L, Klouček P, Bureš D. Preferences and acceptance of Czech and Spanish consumers regarding beef with varying intramuscular fat content. *Meat Science*. 2022. Vol. 192. 108912. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108912

123. Gagaoua M., Bonnet M., Picard B. Protein array-based approach to evaluate biomarkers of beef tenderness and marbling in cows: Understanding of the underlying mechanisms and prediction. *Foods*. 2020. Vol. 9. Issue 9. article number 1180. https://doi.org/10.3390/foods9091180

124. Gagaoua M., Hughes J., Terlouw E. C., Warner R. D., Purslow P. P., Lorenzo J. M., Picard B. Proteomic biomarkers of beef colour. *Trends in Food Science & Technology*. 2020. Vol. 101. P. 234–252. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.05.005

125. Gagaoua M., Picard B., Monteils V. Associations among animal, carcass, muscle characteristics, and fresh meat color traits in Charolais cattle. *Meat science*. 2018. 14. P. 145–156. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.03.004

126. Gardner, G. E., Calnan, H. B., Connaughton, S. L., Stewart, S. M., Mc Gilchrist, P., Steele, C., Brown, D.J., Pitchford, W.S., Pethick, D.W.,Marimuthu, J., Apps, R. Changing Australia's trading language has enhanced the implementation of objective carcase measurement technologies. *Meat science*. 2025 Vol. 219. 109625. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2024.109625

127. 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. Estimation of relationships between mineral concentration and fatty acid composition of longissimus muscle and beef palatability traits. *Journal of Animal Science*. 2011. Vol. 89. Issue 9. P. 2849–2858. https://doi.org/10.2527/jas.2010-3497

128. Geay Y., Bauchart D., Hocquette J. F., Culioli J. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants,

consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. *Reproduction Nutrition Development*. 2001. Vol. 41. Issue 1. P. 1–26. https://doi.org/10.1051/rnd:2001108

129. Geletu U. S., Usmael M. A., Mummed Y. Y., Ibrahim A. M. Quality of cattle meat and its compositional constituents. *Veterinary Medicine International*. 2021. Vol. 2021. Issue 1. P. 7340495–7340504. https://doi.org/10.1155/2021/7340495

130. Giannico F., Petrontino A., Bozzo F., Karatosidi D., Selvaggi M., Carbonara C., Tarricone S., Ragni M., Colonna M. A. Grape pomace in diets for Podolian and crossbred young bulls: effects on growth performance, meat quality, and economic analysis of meat production. *Frontiers in Animal Science*. 2025. Vol. 6. 1547585. https://doi.org/10.3389/fanim.2025.1547585

131. Giaretta E., Mordenti A.L., Canestrari G., Brogna N., Palmonari A., Formigoni A. Assessment of muscle Longissimus thoracis et lumborum marbling by image analysis and relationships between meat quality parameters. *PLoS One*. 2018. Vol. 13. Issue 8. article number e0202535. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202535

132. Gomes R. D. C., Menezes G. R. D. O., Favero R., Kazama R., Altrak G., Mizubuti, I. Y., Gomes M. N. B., Feijó G. L. D., Montagner D. B., Campos de Araújo T. L. A., Júnior D. M. L., Júnior R. A. A. T., Bonin M. D. N. Strategies of virginiamycin supplementation in the postweaning phase on growth performance and carcass quality of beef cattle. *Tropical Animal Health and Production*. 2024. Vol. 56. Issue 61. https://doi.org/10.1007/s11250-024-03895-2

133. Green M. M., Ford H. R., Tegeler A. P., Benitez O. J., Johnson B. J., Strieder-Barboza C. A Single-Cell Assessment of Intramuscular and Subcutaneous Adipose Tissue in Beef Cattle. *Agriculture*. 2025. Vol. 15. Issue 14. P. 1545. https://doi.org/10.3390/agriculture15141545

134. Greenwood P.L. Review: An overview of beef production from pasture and feedlot globally, as demand for beef and the need for sustainable practices, increase. *Animal*. 2021. Vol. 15. Issue 1. article number 100295. https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100295

135. Guzek D., Głąska D., Pogorzelski G., Kozań K., Pietras J., Konarska M., Sakowska A., Głąski K., Pogorzelska E., Barszczewski J., Wierzbicka A. Variation of

meat quality parameters due to conformation and fat class in limousin bulls slaughtered at 25 to 27 months of age. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2013. Vol. 26. Issue 5. P. 716–722. https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12525

136. Haderlie S. A., Hieber J. K., Boles J. A., Berardinelli J. G., Thomson J. M. Molecular Pathways for Muscle and Adipose Tissue Are Altered between Beef Steers Classed as Choice or Standard. *Animals*. 2023. Vol. 13. Issue 12. P. 1947. https://doi.org/10.3390/ani13121947

137. Hanson M. Dairy production. Crossbreeding Improves Most Dairy Beef. (n. d.). 2023. Retrieved from https://www.dairyherd.com/news/dairy-production/crossbreeding-improves-most-dairy-beef-issues

138. Hastie M., Hepworth G., Hillman A., Pfeiffer C., Cowled B., Warner R. Bushfire exposure is associated with darker color of beef loin at grading. *Livestock Science*. 2024. Vol. 287. P. 105527.

139. Heggli A., Alvseike O., Bjerke F., Gangsei L. E., Kongsro J., Røe M., Vinje H. Carcase grading reflects the variation in beef yield–a multivariate method for exploring the relationship between beef yield and carcase traits. *Animal*. 2023. Vol. 17. Issue 6. P. 100854–100863. https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100854

140. Heggli A., Gangsei L. E., Røe M., Alvseike O., Vinje H. Objective carcass grading for bovine animals based on carcass length. *Acta Agriculturae Scandinavica*. Section A – Animal Science. 2021. Vol. 70. Issue 2. P. 113–121. https://doi.org/10.1080/09064702.2021.1906940

141. Herva T., Huuskonen A., Virtala A. M., Peltoniemi O. On-farm welfare and carcass fat score of bulls at slaughter. *Livestock Science*. 2011. Vol. 138. Issue 1-3. P. 159–166. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.12.019

142. Hessle A., Dahlström F., Lans, J., Karlsson A. H., Carlsson A. Beef production systems with dairy× beef heifers based on forage and semi-natural grassland. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*. 2024. P. 1–12. https://doi.org/10.1080/09064702.2024.2305366

143. Hirai S, Kawai A, Mizuno Y, Sasaki S, Iida F. Effect of intramuscular fat content on the sensory characteristics and dynamic flavor attributes of Japanese black

cattle beef. *Anim Sci J.* 2023. Vol. 94. Issue 1. e13841. https://doi.org/10.1111/asj.13841

144. Hoa V. B., Song D. H., Seol K. H., Kang S. M., Kim H. W., Bae I. S., Kim E. S., Park Y. S. Cho S. H. A Comparative Study on the Carcass and Meat Chemical Composition, and Lipid-Metabolism-Related Gene Expression in Korean Hanwoo and Brindle Chikso Cattle. *Current Issues in Molecular Biology*. 2023. Vol. 45. Issue 4. P. 3279–3290. https://doi.org/10.3390/cimb45040214

145. Hoa V. B., Song D. H., Seol K. H., Kang S. M., Kim H. W., Jang S. S. Cho S. H. Half-castration is a newly effective method for increasing yield and tenderness of male cattle meat. *Animal Bioscience*. 2022. Vol. 35. Issue 8. P. 1258–1269. https://doi.org/10.5713/ab.21.0536

146. Hocquette J. F., Gondret F., Baéza E., Médale F., Jurie C., Pethick D. W. Intramuscular fat content in meat-producing animals: development, genetic and nutritional control, and identification of putative markers. *Animal*. 2010. Vol. 4. Issue 2. P. 303–319. https://doi.org/10.1017/S1751731109991091

147. Holló G., Húth B., Holló I., Anton I. X-Ray computed tomography evaluation of intramuscular fat content in Hungarian simmental cattle. *Acta Alimentaria*. 2018. Vol. 47. Issue 2. P. 220–228. https://doi.org/10.1556/066.2018.0002

148. Honig A. C., Inhuber V., Spiekers H., Windisch W., Götz K. U., Ettle T. Influence of dietary energy concentration and body weight at slaughter on carcass tissue composition and beef cuts of modern type Fleckvieh (German Simmental) bulls. *Meat science*. 2020. Vol. 169. P. 108209–108217. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108209

149. Hossain M. A., Aung S. H., Park J. Y., Kim S. H., Lee S. S., Nam K. C. Effects of gender and slaughter age on physicochemical and quality traits of Korean Hanwoo striploin. *Journal of Animal Science and Technology*. 2024. Vol. 66. Issue 3. P. 614–629. https://doi.org/10.5187/jast.2023.e127

150. Hudson N.J., Reverter A., Griffiths W.J., Yutuc E., Wang Y., Jeanes A., McWilliam S., Pethick D.W., Greenwood P.L. Gene expression identifies metabolic and functional differences between intramuscular and subcutaneous adipocytes in cattle.

BMC Genomics. 2020. Vol. 21. Issue 1. article number 77. https://doi.org/10.1186/s12864-020-6505-4

151. Hughes J., Clarke F., Li Y., Purslow P., Warner R. Differences in light scattering between pale and dark beef longissimus thoracis muscles are primarily caused by differences in the myofilament lattice, myofibril and muscle fibre transverse spacings. *Meat Science*. 2019. Vol. 149. P. 96–106. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.11.006

152. Huuskonen A., Hietala S., Pesonen M., Manni K. Effects of replacing timothy silage by red clover silage on environmental impacts, growth performance and carcass traits of finishing beef bulls. *Livestock Science*. 2025. P. 105755. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2025.105755

153. Ijaz M., Li X., Zhang D., Hussain Z., Ren C., Bai Y., Zheng X. Association between meat color of DFD beef and other quality attributes. *Meat Science*. 2020. Vol. 161. P. 107954. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107954

154. Im C., Song S., Cheng H., Park J., Kim G. D. Changes in meat quality and muscle fiber characteristics of beef striploin (*m. longissimus lumborum*) with different intramuscular fat contents following freeze-thawing. *LWT*. 2024. Vol. 198. P. 116081. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116081.

155. Indurain G., Goni V., Horcada A., Insausti K., Hernández B., Beriain M. J. Colour differences among carcasses graded with similar score for conformation and fatness. *Animal*. 2008. Vol. 2. Issue 7. P. 1093–1100. https://doi.org/10.1017/S1751731108002243

156. Inoue K., Shoji N., Honda T., Oyama K. Genetic relationships between meat quality traits and fatty acid composition in Japanese black cattle. *Animal Science Journal*. 2017. Vol. 88. Issue 1. P. 11–18. https://doi.org/10.1111/asj.12613

157. 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.

158. Irie M. A review: Fat quality and eating quality of wagyu beef. *Nihon Chikusan Gakkaiho*. 2021. Vol. 92. Issue 1. P. 1–16. https://doi.org/10.2508/chikusan.92.1

159. Irshad A., Kandeepan G., Kumar S., Ashish K. A., Vishnuraj M. R., Shukla V. Factors influencing carcass composition of livestock: A review. *J. Anim. Prod. Adv*. 2013. Vol. 3. Issue 5. P. 177–186.

160. ISO/IEC 17025:2005. (2006). Retrieved from http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=50873

161. Janiszewski P., Borzuta K., Lisiak D., Grześkowiak E., Powałowski K. Meat quality of beef from young bull carcases varying in conformation or fatness according to the EUROP classification system. *Italian Journal of Animal Science*. 2018. Vol. 17. Issue 2. P. 289–293. https://doi.org/10.1080/1828051X.2017.1398054

162. Janiszewski P., Borzuta K., Lisiak D., Powałowski K., Samardakiewicz Ł. Effect of carcass conformation and fatness on beef pH and characterization of the purchase structure of domestic beef cattle. *Scient. Ann. Pol. Soc. Anim.* Prod. 2015. Vol. 11. Issue 3. P. 56–67.

163. János T., Natasa F., Salah K. A., Márton S. Selection possibilities for frame size in Limousin and blonde d'Aquitaine candidate bulls. *Natural Resources and Sustainable Development*. 2023. Vol. 13. Issue 1. P. 49–60. https://doi.org/10.31924/nrsd.v13i1.117

164. Janssen J., Cammack K., Legako J., Cox R., Grubbs J. K., Underwood K., Hansen J., Kruse C., Blair A. Influence of grain-and grass-finishing systems on carcass characteristics, meat quality, nutritional composition, and consumer sensory attributes of bison. *Foods*. 2021. Vol. 10. Issue 5. P. 1060. https://doi.org/10.3390/foods10051060

165. Jeon E., Cho S., Park M., Ahn S.I., Ditengou I.C.P. Jr Kim K.B., Shin S.S., Choi N.J. Relationship between rib fat thickness and carcass price among different carcass weight groups in Korean native cattle. *Czech J. Anim. Sci.* 2024. Issue 69. P. 211–218. https://doi.org/10.17221/57/2024-CJAS

166. Jeremiah L. E. A review of factors affecting meat quality. Lacombe Research Station Technical Bulletin 1. 1978.

167. Jeremiah L. E., Dugan M. E. R., Aalhus J. L., Gibson L. L. Assessment of the chemical and cooking properties of the major beef muscles and muscle groups. *Meat Science*. 2003. Vol. 65. Issue 3. P. 985–992. https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00308-X

168. Jia J., Dawson T. P., Wu F., Han Q., Cui X. Global meat demand projection: Quo Vadimus?. *Journal of Cleaner Production*. 2023. Vol. 429. 139460. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139460

169. JMGA. Beef carcass grading standart. Japan meat grading association. – (2000). Tokyo, Japan. https://twinwoodcattle.com/sites/default/files/publications/2017-06/TWRA120_Japan_Beef_Carcass_Grading_Standard.pdf

170. Ju M. S., Jo Y. H., Kim Y. R., Ghassemi Nejad J., Lee J. G., Lee H. G. Supplementation of complex natural feed additive containing (C. militaris, probiotics and red ginseng by-product) on rumen-fermentation, growth performance and carcass characteristics in Korean native steers. *Frontiers in Veterinary Science*. 2024. Vol. 10. P. 1300518. https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1300518

171. Juárez M., Aldai N., López-Campos Ó., Dugan M. E. R., Uttaro B., Aalhus J. L.. Beef texture and juiciness. *Handbook of meat and meat processing*. 2012. Vol. 9. P. 177–206. http://dx.do.org/10.1201/b11479-13

172. Jung S., Nam K. C., Lee K. H., Kim J. J., Jo C. Meat quality traits of Longissimus dorsi muscle from carcasses of Hanwoo steers at different yield grades. *Food Science of Animal Resources*. 2013. Vol. 33. Issue 3. P. 305–316. http://dx.do.org/10.5851/kosfa.2013.33.3.305

173. Kaić, A., Škorput, D., Luković, Z., Salajpal, K., Kljak, K., Radovčić, N. M., Karolyi, D. Effect of Linseed Feeding on Carcass and Meat Quality and Intramuscular Fatty Acid Profile of Simmental Bulls Slaughtered at Different Ages. *Foods*. 2025. Vol. 14. Issue 7. 1098. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2025.109807

174. Kamani M.H., Meera M.S., Bhaskar N., Modi V.K. Partial and total replacement of meat by plant-based proteins in chicken sausage: evaluation of mechanical, physico-chemical and sensory. *Journal of Food Science and Technology*. 2019. Vol. 56. P. 2660–2669. https://dx.doi.org/10.1007/s13197-019-03754-1

175. Karolyi D., Đikić M., Salajpal K., Čubrić Čurik V., Jurić I. Carcass traits of young Simmental bulls and heifers classified according to the EUROP system. *Acta Agraria Kaposváriensis*. 2006. Vol. 10. Issue 2. P. 135–141. https://journal.uni-mate.hu/index.php/aak/article/view/1787

176. Kause A., Mikkola L., Strandén I., Sirkko K. Genetic parameters for carcass weight, conformation and fat in five beef cattle breeds. *Animal*. 2015. Vol. 9. Issue 1. P. 35–42. https://dx.doi.org/10.1017/S1751731114001992

177. Keele J. W., Foraker B. A., Boldt R., Kemp C., Kuehn L. A., Woerner D. R. Genetic parameters for carcass traits of progeny of beef bulls mated to dairy cows. *Journal of Animal Science*. 2024. https://doi.org/10.1093/jas/skae075

178. Kelava Ugarković N., Kućar J., Prpić Z., Ivanković A., Konjačić M. The rib-eye area in cattle determined by different methods. Conference: 59th Croatian & 19th International Symposium on Agriculture. 2024. P. 11–16. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17095.88486

179. Kempster A. J., Harrington G. The value of «fat-corrected» conformation as an indicator of beef carcass comoosition within and between breeds. *Livest. Prod. Sci*. 1980. Vol. 7. P. 361–372.

180. Kempster A. J., Cuthbertson A., Harrington G. Carcase evaluation in livestock breeding, production and marketing. 1982. 306 p.

181. Kern S. A., Pritchard R. H., Blair A. D., Scramlin S. M., Underwood K. R. The influence of growth stage on carcass composition and factors associated with marbling development in beef cattle. *Journal of animal science.* 2014. Vol. 92. Issue 11. P. 5275–5284. https://doi.org/10.2527/jas.2014-7891

182. Khaled M. A., Ismail M. A., El-Hossiany A. A., Fouda A. E. A. S. Novel pyrimidine-bichalcophene derivatives as corrosion inhibitors for copper in 1 M nitric acid solution. *RSC advances*. 2021. Vol. 11. Issue 41. P. 25314–25333. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12781

183. Khatri Y., Huff-Lonergan E. Eating Quality of Ribeye Steaks From Young Bulls and Steers Is Comparable: A Study Examining the Effect of Sex, Frame Size, and

Feed Time on Palatability Attributes. 2025. *Food Science & Nutrition*. Vol. 13. Issue 7. P. 1–17. e70359. https://doi.org/10.1002/fsn3.70359

184. Kim H., Lee S., Kumar S. A., Jung H., Kim H., Gil J., Sun C., Jo C. «Comparison of Meat Quality From Hanwoo Cattle Having Yellow and White Carcass Fat». *Meat and Muscle Biology*. 2023. Vol. 7. Issue 1. 16878. P. 1–11. https://doi.org/10.22175/mmb.16878

185. King D. A., Hunt M. C., Barbut S., Claus J. R., Cornforth D. P., Joseph P., Kim Y. H., Lindahl G., Mancini R. A., Nair M. N., Merok K. J., Milkowski A., Mohan A., Pohlman F., Ramanathan R., Raines C.R., Seyfert M., Sørheim O., Suman S. P., Weber M. American Meat Science Association Guidelines for Meat Color Measurement. *Meat and Muscle Biology*. 2023. Vol. 6. Issue 4. P. 1–81. https://doi.org/10.22175/mmb.12473

186. 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. Effect of feeding a low-vitamin A diet on carcass and production characteristics of steers with a high or low propensity for marbling. *Animal*. 2020. Vol. 14. Issue 11. P. 2308–2314. https://doi.org/10.1017/S1751731120001135

187. Kocakaya A., Özbeyaz C. Slaughter weight and rib-eye area as a predictor of some carcass characteristics and premium meat production in three cattle breeds. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2025. Vol. 72. Issue 4. P. 405–413. https://doi.org/10.33988/auvfd.1549150

188. Kocyigit R., Yanar M., Özdemir V. F., Aydin R., Diler A. Effects of Slaughter Weight and Muscle Types on Carcass and Meat Quality Characteristics of Holstein Friesian Bulls. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*. 2023. Vol. 74. Issue 4. P. 6669–6676. https://doi.org/10.12681/jhvms.31980

189. Koknaroglu H., Loy D. D., Wilson D. E., Hoffman M. P., Lawrence J. D. Factors affecting beef cattle performance and profitability. *The Professional Animal Scientist*. 2005. Vol. 21. Issue 4. P. 286–296. https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31220-1

190. Kokemohr L. Sustainability of European cattle farming: Status Quo and ways forward analysed with a farm-level optimisation model: Doctoral dissertation. Universitäts-und Landesbibliothek Bonn. 2025. 152 p. https://doi.org/10.48565/bonndoc-549

191. Korea Institute for Animal Products Quality Evaluation (KAPE). 2019. Livestock products grading. Retrieved from https://www.ekape.or.kr/english/contents/list.do?menuId=menu156582&boardInfoNo

192. Kostusiak P., Slósarz J., Gołębiewski M., Sakowski T., Puppel K. Relationship between Beef Quality and Bull Breed. *Animals*. 2023. Vol. 13. Issue 16. P. 2603–2619. https://doi.org/10.3390/ani13162603.

193. Krauskopf M. M., de Araújo C. D. L., dos Santos-Donado P. R., Dargelio M. D. B., Manzi J. A. S., Venturini A. C., Balieiro J. C. de C., Delgado E. F., Castillo C. J. C. The effect of succinate on color stability of Bos indicus bull meat: pH-dependent effects during the 14-day aging period. *Food Research International*. 2024. Vol. 175. P. 113688. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113688

194. Kruk O., Ugnivenko A. Characteristics of beef traits in crossbred bulls with different degrees of its marbling. *Animal Science and Food Technology*. 2025. Vol. 16. Issue 1. P. 25–37. https://doi.org/10.31548/animal.1.2025.26

195. Kruk O., Ugnivenko A. Morphological composition and quality characteristics of carcasses of Ukrainian Black-and-White dairy breed bulls depending on muscle tissue colour. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*. 2024. Vol. 20. Issue 5. P. 79–89. https://doi.org/10.31548/dopovidi/5.2024.79

196. Kruk O., Ugnivenko A. Quality characteristics of beef depending on its marbling. *Animal Science and Food Technology*. 2024 a. Vol. 15. Issue 3. P. 58–71. https://doi.org/10.31548/animal.3.2024.58.

197. Kruk O., Ugnivenko A. Relationship between the chemical composition, physical, technological, and sensory properties of beef and the colour of muscle tissue. *Animal Science and Food Technology*. 2024 b. Vol. 15. Issue 1. P. 42–54. https://doi.org/10.31548/animal.1.2024.42

198. Kruk O., Ugnivenko A., Antoniuk T., Kolisnyk O., Nosevych D., Drachuk I., Kolesnikova O., Zhurenko V., Shtonda O., Vakulenko V. Quality of bull beef of the Ukrainian black and white dairy breed in dependence on the development of subcutaneous adipose tissue. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2023. Vol. 17. P. 997–1008. https://doi.org/10.5219/1917

199. Kruk O., Ugnivenko A., Antoniuk T., Kolisnyk O., Slobodyanyuk N., Nosevych D., Naumenko T., Gruntkovskyi M. Evaluation of beef carcass quality using the muscle eye area *m. longissimus dorsi*. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2024 d. Vol. 18. P. 619–632. https://doi.org/10.5219/1989

200. Kruk O., Ugnivenko A., Nosevych D., Antoniuk T., Slobodianiuk N., Israelian V., Holembovska, N., Naumenko, T. Beef quality and sensory traits in relation to subcutaneous fat color in dairy bulls. *Scifood.* 2025. P. 327–342. https://doi.org/10.5219/scifood.35

201. Kruk O., Ugnivenko A., Nosevych D., Natalich O., Gruntkovskyi M., Kharsika I., Androshchuk O., Stetsiuk I. The effect of the carcass fat thickness on the qualitative technological and sensory attributes of beef. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2024 e. Vol. 18. P. 977–992. https://doi.org/10.5219/2021

202. Kruk O., Ugnivenko A. The area of loin eye in bulls of the Ukrainian Black-and-White dairy breed and its relationship with beef characteristics. *Animal Science and Food Technology*. 2024 c. Vol. 15. Issue 2. P. 93–106. https://doi.org/10.31548/animal.2.2024.93

203. Kruk O. P. Technological, chemical and tasting properties of the meat of Ukrainian black-spotted dairy cows of different ages and live weight. *Scientific reports National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine.* 2016. Vol. 3. Issue 60. https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/6830. http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2016.03.007

204. Kryzhova Y., Slobodianiuk N., Moskalenko I. Application of modern technologies to improve the quality of sausage products. *Animal Science and Food Technology*. 2023. Vol. 14. Issue 1. P. 49–64. https://doi.org/10.31548/animal.1.2023.43

205. Kuhmonen T., Kuhmonen I., Huuskonen A. Sustainability-driven regime shifts in Complex Adaptive Systems: The case of animal production and food system. *Sustainable Production and Consumption*. 2024. Vol. 52. P. 469–486. https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.11.022

206. Kul E., Şahin A., Aksoy Y., Uğurlutepe E. 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*. 2019. Vol. 52. Issue 1. P. 159–165. https://doi.org/10.1007/s11250-019-01996-x

207. Lee B., Yoon S., Choi Y. M. Comparison of marbling fleck characteristics between beef marbling grades and its effect on sensory quality characteristics in high-marbled Hanwoo steer. *Meat science*. 2019. Vol. 152. P. 109–115.

208. Lee J. M., Choe J. H., Park H. K., Kim Y. H., Park B. Y., Kim K. T., Koh K.-Ch., Seo S.-Ch., Hwang K. S. Effect of backfat thickness on the carcass grade factors and carcass price in Hanwoo cows and steers. *Food Science of Animal Resources.* 2011. Vol. 31. Issue 2. P. 280–289. https://doi.org/10.5851/kosfa.2011.31.2.280.

209. Lee W.Y., Dinh P.T.N., Chung Y., Lee H-J., Koh Y.J., Kim H.J. Precise phenotyping method using image data for carcass marbling score in Hanwoo cattle. *PLoS ONE*. 2025. Vol. 20. Issue 1. e0318058. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0318058

210. Leighton P. L., Pietrasik Z., López-Campos O., Rodas-González A., Aalhus J., Prieto N. Towards improving classification of Canadian dark-cutting beef carcasses: Consumer sensory evaluation. *Meat Sci*. 2023. Vol. 195. P. 109008. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.109008

211. Li P., Yin Y., Fan S., Zhou L., Tian H., Zhang L., Li J., Ma K., Hu J., Yu Y., Zhou Q., Yang Y., Wang Y., Peng R., Zhang Y., Gao X., Qin Y., Zhang J., Tang C. Multi-omics Analysis of Lipids and Aroma Compounds in Beef under Grain-fed and Grass-fed Production Methods. *Current Research in Food Science*. 2025. P. 101216. https://doi.org/10.1016/j.crfs.2025.101216

212. Li X., Fu, X., Yang, G. Du, M. Enhancing intramuscular fat development via targeting fibro-adipogenic progenitor cells in meat animals. *Animal*. 2020. Vol. 14. Issue 2. P. 312–321. https://doi.org/10.1017/S175173111900209X

213. Li Y., Cheng G., Yamada T., Liu J., Zan L., Tong B. Effect of expressions and SNPs of candidate genes on intramuscular fat content in Qinchuan cattle. *Animals*. 2020 a. Vol. 10. Issue 8. article number 1370. https://doi.org/10.3390/ani10081370

214. Lim H., Song E. Beef Carcass Grading with EfficientViT: A Lightweight Vision Transformer Approach. *Applied Sciences*. 2025. Vol. 15. Issue 11. P. 6302. https://doi.org/10.3390/app15116302

215. Listrat A., Gagaoua M., Normand J., Andueza D. J., Gruffat D., Mairesse G., Chesneau G., Mourot B.-P., Gobert C., Picard B. Are there consistent relationships between major connective tissue components, intramuscular fat content, and muscle fiber types in cattle muscle? *Animal*. 2020. Vol. 14. Issue 6. P. 1204–1212. https://doi.org/10.1017/s1751731119003422

216. Liu J., Chriki S., Ellies-Oury M. P., Legrand I., Pogorzelski G., Wierzbicki J., Farmer L., Troy D., Polkinghorne R., Hocquette J. F. European conformation and fat scores of bovine carcasses are not good indicators of marbling. *Meat Science*. 2020. Vol. 170. P. 108233. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108233

217. Liu J., Ellies-Oury M. P., Stoyanchev T., Hocquette J. F. Consumer perception of beef quality and how to control, improve and predict it? Focus on eating quality. *Foods*. 2022. Vol. 11. Issue 12. 1732. https://doi.org/10.3390/foods11121732

218. Liu J., Pogorzelski G., Neveu A., Legrand I., Pethick D., Ellies-Oury M. P., Hocquette J. F. Are marbling and the prediction of beef eating quality affected by different grading sites? *Frontiers in Veterinary Science.* 2021. Vol. 8. P. 611153. https://doi.org/10.3389/fvets.2021.611153

219. Liu J., Zhu Y., Liu X., Zhang J., Liu C., Zhao Y., Yang S., Chen A. Zhao, J. Multi-Omics Mining of Characteristic Quality Factors Boosts the Brand Enhancement of the Geographical Indication Product – Pingliang Red Cattle. *Foods*. 2025. Vol. 14. Issue 10. P. 1770. https://doi.org/10.3390/foods14101770

220. Liu S., Yang Y., Luo H., Pang W., Martin G. B. Fat deposition and partitioning for meat production in cattle and sheep. *Animal Nutrition*. 2024. Vol. 17. P. 376–386. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2024.03.003

221. Liu T., Wu J-P., Lei Z-M., Zhang M., Gong X-Y., Cheng S-R., Liang Y., Wang J-F. Fatty Acid Profile of Muscles from Crossbred Angus-Simmental, Wagyu-Simmental, and Chinese Simmental Cattles. *Food Science Animal Resour*. 2020 a. Vol. 40. Issue 4. P. 563–577. https://doi.org/10.5851/kosfa.2020.e33

222. Liu Y., Yang X., Liu Y., Dong P., Liang R., Hopkins D. L., Holman W.B., Luo X., Zhu L., Yang Z., Zhang Y. Chinese consumer perception and purchasing behavior of beef–Mainly in North and East China. *Meat Science*. 2025 a. 220. P. 109696. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2024.109696

223. Lunesu M. F., Mellino M. R., Carta S., Battacone G. Zgheib E., Pulina G., Nudda A. Comparative analysis of production performance, carcase traits, and meat quality in yearling beef of Limousine, Sardo-Bruna, and their crosses. *Italian Journal of Animal Science*. 2024. Vol. 23. Issue 1. P. 1491–1506. https://doi.org/10.1080/1828051X.2024.2412246

224. Lyu Y., Wu F., Wang Q., Liu G., Zhang Y., Jiang H., Zhou M. A review of robotic and automated systems in meat processing. *Frontiers in Robotics and AI*. 2025. Vol. 12. 1578318. 10.3389/frobt.2025.1578318

225. Ma X., Zhang D., Yang Z., Sun M., Mei C., Zan L. Bta-miR-484 regulates proliferation and apoptosis of bovine intramuscular preadipocytes via targeting MAP3K9 to inhibit the JNK signaling pathway. *International Journal of Biological Macromolecules.* 2025. Vol. 286. P. 138082. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.138082

226. Macedo F. International beef evaluation for Carcass traits. *Interbull Bulletin*. 2023. Vol. 59. Issue 26–27. P. 197–201.

227. Maia Research Analysis. 2020. Global meat wastage at store or losses due to discoloration of meat 2015 – 2020. https://www.maiaresearch.com.(open in a new window). Report purchased on July 20, 2020.

228. Malheiros J. M., Balsassini W. A., Dias V. A. D., Silva J. A. I. V., Curi R. A., Chardulo L. A. L. Chemical and sensory meat characteristics of Nellore cattle (Bos indicus) finished with different levels of backfat thickness in the longissimus thoracic muscle. *Boletim de Indústria Animal*. 2015. Vol. 72. Issue 4. P. 341–348. https://doi.org/10.17523/bia.v72n4p341

229. Manni K., Hietala S., Pesonen M., Huuskonen A. Effects of grass silage-based feeding strategies and carcass weight on performance and environmental impacts of finishing beef on dairy crossbred heifers. *Animal.* 2025. P. 101676. https://doi.org/10.1016/j.animal.2025.101676

230. Mareira F. B., Souza N. E. D., Matsushita M., Prado I. N. D., Nascimento W. G. D. Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of Bos indicus and Bos indicus x Bos taurus crossbred steers finished in pasture systems. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 2003. Vol. 46. Issue 4. P. 609–616. https://doi.org/10.1590/S1516-89132003000400016

231. Marenčić D, Ivanković A, Kozačinski L, Popović M, Cvrtila Ž. The effect of sex and age at slaughter on the physicochemical properties of baby-beef meat. *Veterinarski arhiv*. 2018. Vol. 88. Issue 1. P. 101–110. https://doi.org/10.24099/vet.arhiv.160720

232. Marimuthu J., Loudon K. M. W., Smith L. J., Gardner G. E. Comparison of ultra-wide band microwave system and ultrasound in live cattle to predict beef carcase subcutaneous fatness. *Meat science*. 2024. P. 109694. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2024.109694

233. Marino R., Caroprese M., Santillo A., Sevi A., Albenzio M. Impact of Dietary-Forage-to-Concentrate Ratio on Podolian Young Bulls' Performance and Nutritional Properties of Meat. *Animals.* 2025. Vol. 15. Issue 2. P. 166. https://doi.org/10.3390/ani15020166

234. Martín N. P., Schreurs N. M., Morris S. T., López-Villalobos N., McDade J., Hickson R. E. Meat quality of beef-cross-dairy cattle from Angus or Hereford sires: A case study in a pasture-based system in New Zealand. *Meat Science*. 2022. Vol. 190. P. 108840. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108840

235. Martínez A., Aldai N., Celaya R., Osoro K. Effect of breed body size and the muscular hypertrophy gene in the production and carcass traits of concentrate-finished yearling bulls. *Journal of animal science*. 2010. Vol. 88. Issue 4. P. 1229–1239. https://doi.org/10.2527/jas.2009-2025

236. Maughan C., Tansawat R., Cornforth D., Ward R., Martini S. Development of a beef flavor lexicon and its application to compare the flavor profile and consumer acceptance of rib steaks from grass- or grain-fed cattle. *Meat Sci*. 2012. Vol. 90. P. 116–121. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.06.006

237. McGee M., Regan M., Moloney A. P., O'Riordan E. G., Lenehan C., Kelly A. K., Crosson P. Grass-based finishing of early-and late-maturing breed bulls within suckler beef systems: Performance, profitability, greenhouse gas emissions and feed-food competition. *Livestock Science*. 2024. Vol. 279. P. 105392. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2023.105392

238. McKinzie T. B., Garmyn A. J., McKinzie C. C., Koohmaraie M., Legako J. F., Woerner D. R., Miller M. F. Identifying Premium-Quality Beef in the United States – A Comparison of Beef Palatability from Grain-Finished Young and Mature Beef Cattle with Varying Marbling Scores. *Foods*. 2025. Vol. 14. Issue 4. P. 676. https://doi.org/10.3390/foods14040676

239. McNamee A., Keane M. G., Kenny D., O'Riordan E., Dunne P. G., Moloney A. Colour of subcutaneous adipose tissue and colour and tenderness of the longissimus thoracis et lumborum muscle from Holstein–Friesian, Norwegian RedxHolstein–Friesian and JerseyxHolstein-Friesian cattle slaughtered at two live weights as bulls or steers. *Agricultural and Food Science.* 2014. Vol. 23. Issue 4. P. 266–277. https://doi.org/10.23986/afsci.46431

240. McPhee M. J. Predicting fat cover in beef cattle to make on-farm management decisions: a review of assessing fat and of modeling fat deposition. *Translational Animal Science*. 2024. Vol. 8. P. 1–16. https://doi.org/10.1093/tas/txae058

241. Meat and Livestock Australia. 2022. MLA state of industry report. NSW, Australia: MLA, North Sydney; P. 1–21. Available from https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/prices-markets/documents/trends--

analysis/soti-report/2879-mla-state-of-industry-report-2022_d6_low-res_spreads.pdf [assessed March 27, 2024]

242. Meat Standards Australia (MSA). (2015). Retrieved from https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/marketing-beef-and-lamb/documents/meat-standards-australia/msa-sheep-brochure_web.pdf

243. Meat standards Australia annual outcomes report 2022–2023 (p. 28).

244. Mehtiö T., Pitkänen T., Leino A. M., Mäntysaari E. A., Kempe R., Negussie E., Lidauer M. H. Genetic analyses of metabolic body weight, carcass weight and body conformation traits in Nordic dairy cattle. *Animal*. 2021. Vol. 15. Issue 12. P. 100398. https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100398

245. Mendizabal J. A., Ripoll G., Urrutia O., Insausti K., Soret B., Arana A. Predicting Beef Carcass Fatness Using an Image Analysis System. *Animals. Carcass and Meat Quality in Ruminants.* 2021. Vol. 2021. Issue 11. P. 2897. https://doi.org/10.3390/ani11102897

246. Meng X., Li C., Hei Y., Zhou X., Zhou G. Comparative alternative polyadenylation profiles in differentiated adipocytes of subcutaneous and intramuscular fat tissue in cattle. *Gene.* 2024. Vol. 894. P. 147949. https://doi.org/10.1016/j.gene.2023.147949

247. Meškinytė E., Jukna V., Zigmantaitė V., Ilina O., Kučinskas A. The Effectiveness of the Use of Ultrasound Methodology (Applied to Live Animals) to Assess the Quality of Meat. *Animals*. 2025. Vol. 15. Issue 6. P. 872. https://doi.org/10.3390/ani15060872

248. Ministry for Food, Agriculture, Forestry, and Fisheries (MFAFF). Processing standard for meat products act, Grading, fabrication and cutting of beef carcass. 2007. Seoul, Korea: Ministry for Food, Agriculture, Forest and Fisheries. 82 p.

249. Mojto J, Zaujec K, Gondeková M. Effect of age at slaughter on quality of carcass and meat in cows. *Slovak Journal Animal. Sciences*. 2009. Vol. 42. Issue 1. P. 34–37.

250. Moloney A. P., O'Riordan E. G., Monahan F. J., Richardson R. I. The colour and sensory characteristics of longissimus muscle from beef cattle that grazed grass or

consumed concentrates prior to slaughter. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2022. Vol. 102. Issue 1. P. 113–120. https://doi.org/10.1002/jsfa.11337

251. Monteils V., Picard B., Soulat J. Exploring rearing factors to predict potential sensory quality of heifer meat throughout the farm-to-fork continuum. *Italian Journal of Animal Science*. 2024. Vol. 23. Issue 1. P. 639–650. https://doi.org/10.1080/1828051X.2024.2346261

252. Monteils V., Sibra C., Ellies-Oury M.-P., Botreau R., de La Torre A., Laurent C. A set of indicators to better characterize beef carcasses at the slaughterhouse level in addition to the EUROP system. *Livest. Sci.* 2017. Vol. 202. P. 44–51. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.05.017.

253. Moreira F. B., Souza N. E. D., Matsushita M., Prado I. N. D., Nascimento W. G. D. Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of Bos indicus and Bos indicus x Bos taurus crossbred steers finished in pasture systems. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 2003. Vol. 46. P. 609–616. https://doi.org/10.1590/S1516-89132003000400016

254. Mueller L. F., Balieiro J. C. C., Ferrinho A. M., Martins, T. da S., Silva Corte, R. R. P., Amorim, T. R., Jesus Mangini Furlan, J., Baldi, F., Pereira, A. S. C. Gender status effect on carcass and meat quality traits of feedlot Angus × Nellore cattle. *Animal Science Journal*. 2019. Vol. 90. Issue 8. P. 1078–1089. https://doi.org/10.1111/asj.13250

255. Muizniece I., Kairisa D. Slaughter Results, Meat Chemical Composition and pH of Aberdinangus, Hereford and Limousin bulls. *Rural Sustainability Research*. 2021. Vol. 46. Issue 341. P. 13–21. https://doi.org/10.2478/plua-2021-0013

256. Muižniece I., Kairiša D. Effect of sex and age on beef cattle meat pH. *Agric. Sci. Pract*. 2020. Vol. 7. Issue 2. P. 55–60. https://doi.org/10.15407/agrisp7.02.055

257. Murray A. C. Factors affecting beef color at time of grading. *Canadian Journal of Animal Science*. 1989. Vol. 69. Issue 2. P. 347–355. https://doi.org/10.4141/cjas89-039

258. Naserkheil M., Lee, D., Chung K., Park M. N., Mehrban H. Estimation of Genetic Correlations of Primal Cut Yields with Carcass Traits in Hanwoo Beef Cattle. *Animals (Basel)*. 2021. Vol. 11. Issue 11. P. 3102. https://doi.org/10.3390/ani11113102

259. Nechyporenko O., Kryvenko N., Liudvenko D., Rud V., Nosenko Yu. Status and prospects of beef and veal production in Ukraine in the context of international economic integration. *Scientific Horizons*. 2024. Vol. 27. Issue 2. P. 154–169. https://doi.org/10.48077/scihor2.2024.154

260. Newton C. J., O'Sullivan L. M., Underwood K. R., Grubbs J. K., Bakker C. E., Cammack K. M., Dinh T., Kruse C., Blair A. D. «Influence of Finishing Systems on Carcass Characteristics, Composition, and Fatty Acid Profile of Bison Bulls». *Meat and Muscle Biology*. 2024. Vol. 8. Issue 1. https://doi.org/10.22175/mmb.16999

261. Ngapo T. M., Rubio Lozano M. S., Varela D. B. Mexican consumers at the point of meat purchase. Pork choice. *Meat Science*. 2018. Vol. 135. P. 27–35. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.08.005

262. Nguyen D. V., Nguyen O. C., Malau-Aduli A. E. Main regulatory factors of marbling level in beef cattle. *Veterinary and Animal Science*. 2021. Vol. 14. P. 100219. https://doi.org/10.1016/j.vas.2021.100219

263. Nikolaenko M. S. Optimization of the technology of production of functional semi-finished meat products covered in pastry. *Animal Science and Food Technology*. 2021. Vol. 12. Issue 1. P. 19–27. https://dx.doi.org/10.31548/animal/2021.01.019.

264. Nogalski Z., Pogorzelska-Przybyłek P., Sobczuk-Szul M., Nogalska A., Modzelewska-Kapituła M., Purwin C. Carcass characteristics and meat quality of bulls and steers slaughtered at two different ages. *Italian Journal of Animal Science*. 2018. Vol. 17. Issue 2. P. 279–288. https://doi.org/10.1080/1828051X.2017.1383861

265. Nogalski Z., Pogorzelska-Przybyłek P., Sobczuk-Szul M., Purwin C. The effect of carcase conformation and fat cover scores (EUROP system) on the quality of meat from young bulls. *Italian Journal of Animal Science*. 2019. Vol. 18. Issue 1. P. 1–6. https://dx.doi.org/10.1080/1828051X.2018.1549513

266. Nogalski Z., Wronski M., Wielgosz-Groth Z., Purwin C., Sobczuk-Szul M., Mochol M., Pogorzelska P. The Effect of Carcass Conformation Class (Europ System)

on the Slaughter Quality of Young Crossbred Beef Bulls and Holstein-Friesians. *Annals of Animal Science*. 2013. Vol. 13. Issue 1. P. 121–131. https://doi.org/10.2478/v10220-012-0064-9

267. Nogoy K. M. C., Sun B., Shin S., Lee Y., Li X. Z., Choi S. H., Park S. Fatty acid composition of grain-and grass-fed beef and their nutritional value and health implication. *Food Science of Animal Resources*. 2022. Vol. 42. Issue 1. P. 18–33. https://doi.org/10.5851/kosfa.2021.e73

268. Nusri-Un J., Kabsuk J., Binsulong B., Sommart K. Effects of Cattle Breeds and Dietary Energy Density on Intake, Growth, Carcass, and Meat Quality under Thai Feedlot Management System. *Animals*. 2024. Vol. 14. Issue 8. P. 1186. https://doi.org/10.3390/ani14081186

269. Oler A., Głowinska B. Młynek K. Slaughter and carcass characteristics, chemical composition and physical properties of longissimus lumborum muscle of heifers as related to marbling class. Archives Animal Breed. 2015. Vol. 58. P. 145–150.

270. Oliván M., Martínez A., Osoro K., Sañudo C., Panea B., Olleta J. L., Campo M. M., M. Oliver A., Serra X., Gil M., Piedrafita J. Effect of muscular hypertrophy on physico-chemical, biochemical and texture traits of meat from yearling bulls. *Meat science*. 2004. Vol. 68. Issue 4. P. 567–575. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.05.008

271. Oliveira C. P., Baldassini W. A., Chardulo L. A., Coutinho M., Rovadoscki G., Torrecilhas J. A., Pereira G. L., Curi R. A., Torres R. N. S. Machado Neto O. R. Medium Voltage Electrical Stimulation and Aging Enhance Meat Quality in Crossbred Bulls. *Food and Bioprocess Technology*. 2025. Vol. 18. Issue 5. P. 4491–4501.

272. O'Quinn T. G., Legako J. F., Woerner D. R., Kerth C. R., Nair M. N., Brooks J. C., Lancaster J. M. Miller R. K. A current review of US beef flavor II: Managing beef flavor. *Meat Science*. 2024. Vol. 209. P. 109403. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109403

273. Otto J. R., Mwangi F. W., Pewan S. B., Adegboye O. A., Malau-Aduli A. E. O. 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*. 2024. Vol. 20. Issue 1. P. 95–110. https://doi.org/10.1186/s12917-024-03906-2

274. Oyan O., Şenyüz H. H., Arköse C. Ç. Comparison of carcass weight and carcass characteristics in some cattle breeds. Research and Practice in Veterinary and Animal Science (REPVAS). 2024. Vol. 1. Issue 1. P. 1–8.

275. Ozdemir V. F., Kocyigit R., Yanar M., Aydin R., Diler A., Palangi V., Lackner M. An investigation of slaughter weight and muscle type effects on carcass fatty acid profiles and meat textural characteristics of young Holstein Friesian bulls. *Heliyon*. 2024. P. 1–14. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e2731

276. Pacheco R. F., Machado D. S., Restle J., Sartori D. B. S., Costa P. T., Vaz R. Z. Metanálise da qualidade da carne de bovinos abatidos com diferentes espessuras de gordura subcutânea. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2024. Vol. 58. P. 03110. https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2023.v58.03110

277. Page J. K., Wulf D. M., Schwotzer T. R. A survey of beef muscle color and pH. *Journal of animal science*. 2001. Vol. 79. Issue 3. P. 678–687. https://doi.org/10.2527/2001.793678x

278. Papanikolopoulou V., Dokou S., Tsitsos A., Priskas S., Vouraki S., Argyriadou A., Arsenos G. Economic Performance and Meat Quality Traits of Extensively Reared Beef Cattle in Greece. *Animals*. 2025. Vol. 15. Issue 11. P. 1601. https://doi.org/10.3390/ani15111601

279. Park M. K., Choi Y. S. Effective strategies for understanding meat flavor: A review. *Food Science of Animal Resources*. 2025. Vol. 45. Issue 1. P. 165–184. https://doi.org/10.5851/kosfa.2024.e124

280. 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. Genetic, management, and nutritional factors affecting intramuscular fat deposition in beef cattle – A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2018. Vol. 31. Issue 7. P. 1043–1061. https://doi.org/10.5713/ajas.18.0310

281. Parkinson J. T., Cochran H. J., Kieffer J. D., Relling A. E., Boyles S. L., Kopec R. E., Garcia L. G. The effects of different feeding strategies providing different

levels of vitamin A on animal performance, carcass traits, and the conversion rate of subcutaneous fat color in cull-cows. *Translational Animal Science.* 2024. Vol. 8. txae071. https://doi.org/10.1093/tas/txae071

282. Pascoal L. L., Lobato J. F. P., Restle J., Vaz F. N., Vaz R. Z., Menezes L. F. G. D. Beef cuts yield of steer carcasses graded according to conformation and weight. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2010. Vol. 39. P. 1363–1371.

283. Patinho I., Cavalcante C. L., Saldaña E., Gagaoua M., Behrens J. H., Contreras-Castillo C. J. Assessment of beef sensory attributes and physicochemical characteristics: A comparative study of intermediate versus normal ultimate pH striploin cuts. *Food Research International*. 2024. Vol. 175. 113778. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113778

284. Patterson D., Moore C., Steen R. The effects of plane of nutrition and slaughter weight on the perfomence and carcass composition of continental beef bulls given high forage diets. *Animal Science*. 1994. Vol. 58. Issue 1. P. 41–47. https://doi.org/10.1017/S0003356100007066

285. Pauly J. F., Ferracini J. G., Freire H. R., Saraiva B. R., Velandia M. V., Guerrero A., Prado M. F., Prado I. N. D. Animal Performance and Carcass Characteristics of Crossbred Bulls Finished in Different Production Systems in the Tropics. *Applied Sciences*. 2025. Vol. 15. Issue 15. P. 8497. https://doi.org/10.3390/app15158497

286. Peña-Gonzalez E., Alarcon-Rojo A.D., Garcia-Galicia I., Carrillo-Lopez L., Huerta-Jimenez M. Ultrasound as a potential process to tenderize beef: Sensory and technological parameters. *Ultrasonics Sonochemistry*. 2020. Vol. 53. P. 134–141. https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2018.12.045

287. Peripolli V., Gadotti G. A., Martins C. E. N., dos Santos B. R. C., Bianchi I., Moreira F., Schwegler E., Philippe M. G., Garcia A. R., Félix M., Nörnberg J. L. Finishing systems on the carcass and meat characteristics and fatty acid profile of the longissimus thoracis muscle of Hereford steers in southern Brazil. *Applied Food Research*. 2025. Vol. 5. Issue 1. P. 100776. https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.100776

288. Pesonen M. Growth performance, carcass characteristics and meat quality of different beef breeds in typical Finnish production systems: Doctoral Dissertation: Natural Resources Institute Finland. 2020. 91 p.

289. Philippe M.G., Clementino F.M.M., Gadotti G.A., Puel A.C., Martins C.E.N., Moreira F., Oliveira Júnior J.M. de, Peripolli V. Características da carcaça e da carne de bovinos de corte certificados. *Brazilian Journal of Development*. 2020. Vol. 6. P. 52942–52951. https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-805

290. Picard B., Cougoul A., Couvreur S., Bonnet M. Relationships between the abundance of 29 proteins and several meat or carcass quality traits in two bovine muscles revealed by a combination of univariate and multivariate analyses. Journal of Proteomics. 2023. Vol. 273. 104792. https://doi.org/10.1016/j.jprot.2022.104792

291. Pimentel-Concepción M., Jaborek J. R., Schweihofer J. P., Garmyn A. J., McKendree M. G. S., Bradford B. J., Hentschl A. Buskirk D. D. Growth performance, carcass traits, and feeder calf value of beef × Holstein and Holstein feedlot steers. *Applied Animal Science*. 2024. Vol. 40. Issue 1. P. 56–68. https://doi.org/10.15232/aas.2023-02454

292. Pitchford W. S., Trotta C. M., Hebart M. L., Miller S. M., Rutley D. L. Yield measurement is valuable for pricing beef carcasses. *Animal production science*. 2020. Vol. 61. Issue 3. P. 287–293. https://doi.org/10.1071/AN20151

293. Pogorzelska – Przybyłe P., Nogalski Z., Wielgosz – Groth Z. Prediction of the carcass value of young Holstein-Friesian bulls based on live body measurements. *Ann. Anim. Sci*. 2014. Vol. 14. Issue 2. P. 429–439. https://doi.org/10.2478/aoas-2014-0004

294. Pogorzelska J., Miciński J., Ostoja H., Kowalski I. M., Szarek J., Strzyżewska E. Quality traits of meat from young Limousin, Charolais and Hereford bulls. *Pakistan Veterinary Journal*. 2013. Vol. 33. Issue 1. P. 65–68.

295. Polkinghorne R., Philpott J., Gee A., Doljanin A., Innes J. Development of a commercial system to apply the Meat Standards Australia grading model to optimise the return on eating quality in a beef supply chain. *Australian Journal of*

Experimental Agriculture. 2008. Vol. 48. Issue 11. P. 1451–1458. https://doi.org/10.1071/EA05181

296. Ponnampalam E. N., Priyashantha H., Vidanarachchi J. K., Kiani A., Holman B. W. B. Effects of Nutritional Factors on Fat Content, Fatty Acid Composition, and Sensorial Properties of Meat and Milk from Domesticated Ruminants: An Overview. *Animals*. 2024. Vol. 14. Issue 6. P. 840–879. https://doi.org/10.3390/ani14060840

297. Potthast K. Fleischfarbe, Farbstabilität und Umrötung. Fleischwirtschaft. 1987. Vol. 67. Issue 1. P. 7155–7160.

298. Poveda-Arteaga A., Krell J., Gibis M., Heinz V., Terjung N., Tomasevic I. Intrinsic and extrinsic factors affecting the color of fresh beef meat – comprehensive review. *Applied Sciences*. 2023. Vol. 13. Issue 7. P. 4382. https://doi.org/10.3390/app13074382

299. Pritchard T. C., Wall E., Coffey M. P. Genetic parameters for carcase measurements and age at slaughter in commercial cattle. *Animal.* 2021. Vol. 15. Issue 2. P. 100090–100097. https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100090

300. Pylypchuk O., Tyshchenko L., Israelian A., Mushtruk N. Influence of parameters of marinating meat Semi-Finished Products on the Quality of the Finished product. *Animal Science and Food Technology*. 2022. Vol. 13. Issue 2. P. 44–52. https://dx.doi.org/10.31548/animal/13(2)

301. Qin X., He X., Chen L., Han Y., Yun Y., Wu J., Sha L., Borjigin G. Transcriptome analysis of adipose tissue in grazing cattle: Identifying key regulators of fat metabolism. *Open Life Sciences*. 2024. Vol. 19. Issue 1. P. 20220843. https://doi.org/10.1515/biol-2022-0843

302. Rahman M. F., Iqbal A., Hashem M. A., Adedeji A. A. Quality assessment of beef using Computer Vision Technology. *Food Science of Animal Resources*. 2020. Vol 40. Issue 6. P. 896–907. https://doi.org/10.5851/kosfa.2020.e57

303. Ramanathan R., Denzer M., Kiyimba F., Harr K., Suman S. P., Hunt M., Pfeiffer, M., Mafi G. G., Kim Y. H. B. Role of postmortem bioenergetics in beef colour chemistry. *Italian Journal of Animal Science.* 2023. Vol. 22. Issue 1. P. 711–727. https://doi.org/10.1080/1828051X.2023.2240357

304. Randhawa I. A. S., McGowan M. R., Porto-Neto L. R., Hayes B. J., Lyons R. E. Comparison of Genetic Merit for Weight and Meat Traits between the Polled and Horned Cattle in Multiple Beef Breeds. *Animals*. 2021. Vol. 11. Issue 3. P. 870. https://doi.org/10.3390/ani11030870

305. Rapiya M., Mndela M., Truter W., Ramoelo A. Assessing the Economic Viability of Sustainable Pasture and Rangeland Management Practices: A Review. *Agriculture*. 2025. Vol. 15. Issue 7. 690. https://doi.org/10.3390/agriculture15070690

306. 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. Advances of Molecular Markers and Their Application for Body Variables and Carcass Traits in Qinchuan Cattle. *Genes*. 2019. Vol. 10. Issue 9. P. 717. https://doi.org/10.3390/genes10090717

307. Realini C. E., Kallas Z., Pérez-Juan M., Gómez I., Olleta J. L., Beriain M. J., Albertí P., Sañudo C. The relative importance of cues underlying Spanish consumers' beef choice and segmentation, and consumer liking of beef enriched with n-3 and CLA fatty acids. *Food Quality and Preference*. 2014. Vol. 33. P. 74–85. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2013.11.007

308. Regulation (EU) No 1308/2013 of the European Parliament and of the Council of 17 December 2013 establishing a common organization of the markets in agricultural products and repealing Council Regulations (EEC) No 922/72, (EEC) No 234/79, (EC) No 1037/2001 and (EC) No 1234/2007

309. Ren Y., Tang C., Li, J., Zhao Q., Zhang J., Bai Y. Characterization of lipid distribution and volatile profile in high-marbling beef of Jiaxian Red cattle. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2025. P. 107374. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2025.107374

310. Resconi V. C., Campo M. M., Font i Furnols, M., Montossi, F., Saudo, C.. Sensory quality of beef from different finishing diets. *Meat Science*. 2010. Vol. 86, Issue 3. P. 865–869. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.07.012

311. Riabovol M. V., Bal-Prylypko L. V. Justification and development of sausage technology with health properties. *Animal Science and Food Technology*. 2021. Vol. 12. Issue 1. P. 39–47. https://doi.org/10.31548/animal2021.01.039

312. Ribeiro C. C. D. S., Contreras-Castillo C. J., Santos-Donado P. R. D., Venturini A. C. New alternatives for improving and assessing the color of dark – cutting beef – a review. *Scientia Agricola*. 2021. Vol. 79. e20200079. https://doi.org/10.1590/1678-992X-2020-0079

313. Riley R. R., Savell J. W., Murphey C. E., Smith G. C., Stiffler D. M., Cross H. R. Effects of electrical stimulation, subcutaneous fat thickness and masculinity traits on palatability of beef from young bull carcasses. *Journal of Animal Science*. 1983. Vol. 56. Issue 3. P. 584–591. https://doi.org/10.2527/jas1983.563584x

314. Ripoll G, Albertí P, Álvarez Rodríguez J, Blasco I, Sanz Pascua A. Body size, carcass and meat quality of three commercial beef categories of «Serrana de Teruel» breed. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 2016. Vol. 14. Issue 3. e0604. https://doi.org/10.5424/sjar/2016143-9122

315. Rodrigues R. C., Baldassini W. A., Tagiariolli M. A., Coutinho M. A., Rovadoscki G., Cônsolo N. R., Ocampos F. M., Colnago L. A., Torrecilhas J. A., Pereira G. L., Curi R. A., Torres R. N. S., Neto O. R. M., Chardulo, L. A. Impact of Tenderness, Intramuscular Fat, and Metabolites on the Sensory Quality of Nellore Beef. *ACS Food Science & Technology*. 2025. P. 1–12. https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.5c00594

316. Rodriguez E. E., Hamblen H., Flowers S., Leal J. D., Carr C., Scheffler T., Mateescu R. G. Carcass and meat quality traits in Brangus steers. Translational Animal Science. 2023. Vol. 7. Issue 1. txad021. https://doi.org/10.1093/tas/txad021

317. Romo-Valdez A. M., Pérez-Linares C., Ríos-Rincón F. G., Figueroa-Saavedra F., Barreras-Serrano A., Castro-Pérez B. I., Sánchez-López E., Cazarez G. V. C. Influencia del espacio vital en corral sobre las variables productivas, calidad de la canal y carne en novillos Holstein. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 2024. Vol. 15. Issue 2. P. 393–403. https://doi.org/10.22319/rmcp.v15i2.6449

318. Ruchay A., Kolpakov V., Gerasimov N., Ryazanov V., Platonov S., Guo H., Pezzuolo A. Ultrasound and optical measurement data fusion for assessing the morphological traits and weight of Aberdeen Angus cattle. *Computers and*

Electronics in Agriculture. 2025. Vol. 233. P. 110203. https://doi.org/10.1016/j.compag.2025.110203

319. Ruedt C., Gibis M., Weiss J. Meat color and iridescence: Origin, analysis, and approaches to modulation. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2023. Vol. 22. Issue 4. P. 3366–3394. https://doi.org/10.1111/1541-4337.13191

320. Runowska G. C., Grześ B., Pospiech E., Komisarek J., Okulicz M., Stanisławski D., Kęszycka M. M. Meat Quality of Limousin Young Bulls Slaughtered at 6, 9 and 12 Months of Age. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2017. Vol. 29. Issue 10. P. 792–798. https://doi.org/10.9755/ejfa.2017.v29.i10.1297

321. Rutherford N. H., Gordon A. W., Arnott G., Lively F. O. The effect of beef production system on the health, performance, carcass characteristics, and meat quality of Holstein Bulls. *Animals*. 2020. Vol. 10. Issue 10. P. 1922 – 1935. https://doi.org/10.3390/ani10101922

322. Sakowski T., Grodkowski G., Gołebiewski M., Slósarz J., Kostusiak P., Solarczyk P. Puppel K. Genetic and environmental determinants of beef quality – A Review. *Frontiers in Veterinary Science*. 2022. Vol. 9. P. 819605–819613. https://doi.org/10.3389/fvets.2022.819605

323. Salamończyk E., Grzeszek K., Guliński P., Wrzecińska M. Influence of the genotype and gender of young beef cattle on the value of carcasses purchased by one of the Polish meat processing plants. *Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis Agricultura Alimentaria Piscaria et Zootechnica*. 2022. Vol. 64. Issue 4. P. 68–75. https://doi.org/10.21005/AAPZ2022.64.4.8

324. Salatta B. M., Muniz M. M., Fonseca L. F., Mota L. F., Teixeira C. S., Serna-García M., Arikawa L. M., Schmidt P. I., Caivio Nasner S. L., dos Santos Silva D. B., Cravo Pereira A. S., Baldi F., Frezarim G. B., Albuquerque L. G. Differentially expressed messenger RNA isoforms in beef cattle skeletal muscle with different fatty acid profiles. *Meat Science*. 2025. P. 109751

325. Salim A. P. A. A., Ferrari R. G., Monteiro M. L. G., Mano S. B. Effect of different feeding systems on color of longissimus muscle from Bos cattle: A

systematic review and meta-analysis. *Meat Science*. 2022. Vol. 192. P. 108871. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108871

326. Santana M. H. A., Rossi Jr P., Almeida R., Cucco D. C. Feed efficiency and its correlations with carcass traits measured by ultrasound in Nellore bulls. *Livestock Science*. 2012. Vol. 145. Issue 1 – 3. P. 252–257. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.02.012

327. 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. Post-mortem muscle proteome of crossbred bulls and steers: Relationships with carcass and meat quality. *Journal of Proteomics*. 2023. Vol. 278. P. 104871. https://doi.org/10.1016/j.jprot.2023.104871

328. Santinello M., Katende J. S., Costa A., Rampado N., Hocquette J. F., De Marchi M., Penasa M. The marbling score assessed with Meat Standards Australia is heritable in Charolais cattle. *Italian Journal of Animal Science*. 2025. Vol. 24. Issue 1. P. 1182–1188. https://doi.org/10.1080/1828051X.2025.2505210

329. Santinello M., N., Rampado M., Penasa J.-F., Hocquette D., Pethick M., De Marchi M. The Meat Standards Australia carcass grading site affects assessment of marbling and prediction of meat-eating quality in growing European beef cattle. *Meat Science*. 2024. Vol. 213. 109501. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2024.109501

330. Santinello M., Penasa M., Goi A., Rampado N., Hocquette J. F., De Marchi M. Relationships between European carcass evaluation and meat standards Australia grading scheme applied to young beef cattle. *Meat Science*. 2024 a. P. 109575. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2024.109575

331. Santos D., Monteiro M. J., Voss H. P., Komora N., Teixeira P., Pintado M. The most important attributes of beef sensory quality and production variables that can affect it: A review. *Livestock Science*. 2021. Vol. 250. P. 104573. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104573

332. Schönfeldt, H. C., Strydom, P. E. Effect of age and cut on tenderness of South African beef. *Meat Science*. 2011. Vol. 87. Issue 3. P. 206–218. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.10.011

333. Schulz L., Sundrum A. Determining relationships between marbling scores and carcass yield traits of German beef bull carcasses using video-image analysis at the 12th and 10th rib position of Longissimus thoracis and EUROP classification. *Applied Sciences*. 2020. Vol. 11. Issue 1. article number 269. https://doi.org/10.3390/app11010269

334. Scollan N., Hocquette J. F., Nuernberg K., Dannenberger D., Richardson I., Moloney A. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat science*. 2006. Vol. 74. Issue 1. P. 17–33. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.05.002

335. Shu Y., Lv J., Lou A., Quan W., Shen Q. W. Protein lysine acetylation regulates beef color stability during storage. *LWT*. 2025. P. 117468. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.117468

336. Simunović S., Tomasevic I., Djordjevic V. Ž., Baltić T., Simunovic S., Ćirić J., Djekic I. Meat Color, Marbling, and the Evaluation of Defects in Beef and Pork at the Point of Purchase. *Applied Sciences*. 2024. Vol. 14. Issue 15. P. 6797. https://doi.org/10.3390/app14156797

337. Smith G.C., Carpenter Z.L., Cross H.R., Murphey C.E., Abraham H.C., Savell J.W., Davis G.W., Berry B.W., Parrish F.C. Relationship of USDA marbling groups to the palatability of cooked beef. *J. of Food Quality*. 1985. Vol. 7. Issue 4. P. 289–308. https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.1985.tb01061.x

338. Sobczuk-Szul M., Mochol M., Nogalski Z., Pogorzelska-Przybyłek P., Momot M. Fattening of Polish Holstein-Friesian × Limousin Bulls under Two Production Systems and Its Effect on the Fatty Acid Profiles of Different Fat Depots. *Animals*. 2021. Vol. 11. P. 3078. https://doi.org/10.3390/ani11113078

339. Soji-Mbongo Z., Mpendulo T. C. Knowledge Gaps on the Utilization of Fossil Shell Flour in Beef Production: A Review. *Animals*. 2024. Vol. 14. Issue 2. P. 333–347. https://doi.org/10.3390/ani14020333.

340. Song Z., Hwang I. Objective meat quality from quality grade and backfat thickness of Hanwoo steers. *Food Science of Animal Resources*. 2023. Vol. 43. Issue 3. P. 531–539. https://doi.org/10.5851/kosfa.2023.e15

341. Soulat J., Picard B., Bord C., Monteils V. Characterization of four rearing managements and their influence on carcass and meat qualities in charolais heifers. *Foods*. 2022. Vol. 11. Issue 9. P. 1262–1284. https://doi.org/10.3390/foods11091262

342. Stanek P., Domaradzki P., Żółkiewski P., Florek M., Januś E., Kowalczyk M. Effect of the genotype and ageing time on physicochemical parameters of skeletal muscles in young bulls fattened in a semi intensive system. *Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica*. 2023. Vol. 22. Issue 2. P. 3–16.

343. Statista. Export Volume of Beef and Veal Worldwide from 2019 to 2023 by Country. Available online: https://www.statista.com/statistics/617458/beef-and-veal-export-volume-worldwide-by-country/ (accessed on 14 November 2023).

344. Statista. Production of Meat Worldwide from 2016 to 2023. Available online: https://www.statista.com/statistics/237644/global-meat-production-since-1990/ (accessed on 14 November 2023).

345. Stimbirys A., Shernienė L., Prusevichus V., Jukna V., Shimkus A., Shimkienė A. The influence of different factors on bulls carcass conformation class in Lithuania. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2016. Vol. 22. Issue 4. P. 627–634.

346. Subiabre I., Rodríguez R. A., Aldai N., Allende R., Morales R. Pasture type effects over beef quality: A comparison. *Chilean journal of agricultural research*. 2024. Vol. 84. Issue 5. P. 620–631. http://dx.doi.org/10.4067/s0718-58392024000500620

347. Sugii S., Wong C. Y. Q., Lwin A. K. O., Chew L. J. M. Reassessment of adipocyte technology for cellular agriculture of alternative fat. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2022. Vol. 21. Issue 5. P. 4146–4163. https://doi.org/10.1111/1541-4337.1302154

348. Suchenko Y., Suchenko V., Mushtruk M., Vasyliv V., Boyko Y. Changing the quality of ground meat for sausage products in the process of grinding. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 4. Issue 11 (88). P. 56–63. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.108876

349. Tamagawa Y., Takahashi M., Hagiya K., Kuchida K. Image analysis traits of multiple muscles and intermuscular/subcutaneous fat influence Japanese Black beef

carcass price and genetic parameters. *Animal Bioscience*. 2024. Vol. 37. Issue 9. P. 1526–1534. https://doi.org/10.5713/ab.23.0330

350. Taussat S., Saintilan R., Krauss D., Maupetit D., Fouilloux M. N., Renand G. Relationship between feed efficiency and slaughter traits of French Charolais bulls. *Journal of Animal Science*. 2019. Vol. 97. Issue 6. P. 2308–2319. https://doi.org/10.1093/jas/skz108

351. Tefera T. D., Mummed Y. Y., Kurtu M. Y., Leta M. U., O'Quinn T. G., Vipham J. L. Eating Quality of Beef from Arsi, Borana, and Harar Cattle Breed, Oromia National Regional State, Ethiopia. *Journal of Animal Sciences*. 2021. Vol. 11. Issue 2. P. 255–268. https://doi.org/10.4236/ojas.2021.112020

352. Tegeler A. P., Ford H. R., Fiallo-Diez J. F., Michelotti T. C., Johnson B. J., Benitez O. J., Woerner D. R., Strieder-Barboza C. Transcriptome and Cellular Evidence of Depot-Specific Function in Beef Cattle Intramuscular, Subcutaneous, and Visceral Adipose Tissues. *Biology*. 2025. Vol. 14. Issue 7. 848. https://doi.org/10.3390/biology14070848

353. Terevinto A., Saadoun A., Cabrera M. C. 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*. 2020. Vol. 18. Issue 1. P. 698–703. https://doi.org/10.1080/19476337.2020.1843543

354. Testa M. L., Grigioni G., Panea B., Pavan E. Color and marbling as predictors of meat quality perception of Argentinian consumers. *Foods*. 2021. Vol. 10. Issue 7. 1465. https://doi.org/10.3390/foods10071465

355. Thannithi W., Intawicha P., Kongmuang N., Inyawilert W., Tiantong A., Saengwong S. Understanding smallholder beef production: cost structures, market channels, and pathways to enhanced profitability. *Adv. Anim. Vet. Sci*. 2025. Vol. 13. Issue 1. P. 16–25. https://dx.doi.org/10.17582/journal.aavs/2025/13.1.16.25

356. Thies A. J., Holloway M., Altmann B. A., Countryman A. M., Smith C., Nair M. N. Addressing Retail Meat Waste: A Focus Group Study on Discolored Beef. *Food and Humanity*. 2025. Vol. 4. P. 100639. https://doi.org/10.1016/j.foohum.2025.100639

357. Thirawong P., Oluodo L. A., Hnokaew P., Buaphan S., Yammuen-Art S. Growth performance, carcass traits, and meat quality of Wagyu crossbred with Kamphaengsaen, Brahman, and Thai Holstein Friesian cattle. *Veterinary Integrative Sciences*. 2025. Vol. 23. Issue 1. P. 1–11. https://doi.org/10.12982/VIS.2025.027

358. Thompson J.M. The effects of marbling on flavour and juiciness scores of cooked beef, after adjusting to a constant tenderness. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 2004. Vol. 44. Issue 7. P. 645–652. https://doi.org/10.1071/EA02171

359. Trammell T. Fat deposition, β-carotene, and vitamin a metabolism in bulls, steers, and heifers. 2024. https://digitalcommons.wku.edu/theses/3785

360. Troy D. J., Tiwari B. K., Joo S. T. Health implications of beef intramuscular fat consumption. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. 2016. Vol 36. Issue 5. P. 577–582. https://doi.org/10.5851/kosfa.2016.36.5.577

361. Tsitsos A., Dokou S., Chatzimanou T., Giannenas I., Economou V., Arsenos G. Improvement of the Meat Quality of Holstein Bulls Fed a Diet Enriched with Oregano Oil. *Animals*. 2024. Vol. 14. Issue 23. P. 3408. https://doi.org/10.3390/ani14233408

362. Turan A., Yalcintan H., Orman A., Ekiz B. Effects of gender and slaughter age on meat quality of Anatolian water buffaloes. Tropical Animal Health and Production 2021. Vol. 53. P. 1–8. https://doi.org/10.1007/s11250-021-02835-8

363. Ugnivenko A., Getya A., Nosevych D., Antoniuk T., Kruk O., Slobodyanyuk N., Ivaniuta A., Omelian A., Gryshchenko S., Israelian V. The study of «muscle eye» in bulls of Ukrainian black-spotted dairy-meat breed as a factor in improving the properties of meat products. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2022. Vol. 16. P. 519–529. https://doi.org/10.5219/1762

364. Ugnivenko A., Kos N., Nosevych D., Mushtruk M., Slobodyanyuk N., Zasukha Y., Otchenashko V., Chumachenko I., Gryshchenko S., Snizhko O. The yield of adipose tissue and by-products in the course of the slaughter of inbred and outbred bulls of the Ukrainian beef breed. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2022 a. Vol. 16. P. 307–319. https://doi.org/10.5219/1758.

365. Ugnivenko A., Kruk O., Nosevych D., Antoniuk T., Kryzhova Y., Gruntovskyi M., Prokopenko N., Yemtcev V., Kharsika I., Nesterenko N. The expressiveness of meat forms of cattle depending on the content of adipose tissue under the skin and between the muscles. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2023. Vol. 17. P. 997–1008. https://doi.org/10.5219/1869

366. Ugnivenko A., Slobodyanyuk N., Shtonda O., Antoniuk T., Pylypchuk O., Karpovskyi V., Kruk O. Influence of the features of weight gain, age and direction of breed productivity on the quality parameters of beef. *Food Science & Technology*. 2021. Vol. 15. Issue 1. P. 108–116. https://doi.org/10.15673/fst.v15i1.1963

367. Ugnivenko, A. N., Tokar, Y. I. Peculiarities of adipose tissue and internal organs in bulls with different growth rates. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. Vol. 7. Issue 4. P. 106–110. https://doi.org/10.15421/2017_92

368. Ugnivenko, A., Nosevych, D., Antoniuk, T., Chumachenko, I., Ivaniuta, A., Slobodyanyuk, N., Kryzhova, Y., Rozbytska, T., Gruntovskyi, M., Marchyshyna, Y. Manifestation of living and post-slaughter traits of productivity in inbred and outbred bull calves of Ukrainian meat cattle breed. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2022 b. Vol. 16. P. 356–366. https://doi.org/10.5219/1769.

369. Ujan J. A., Zan L. S., Ujan S. A., Adoligbe C., Wang H. B. Back fat thickness and meat tenderness are associated with a 526 T→ A mutation in the exon 1 promoter region of the MyF-5 gene in Chinese Bos taurus. *Genet. Mol. Res.* 2011. Vol. 10. Issue 4. P. 3070–3079. http://dx.doi.org/10.4238/2011

370. United States Department of Agriculture (USDA). United States standards for grades of feeder cattle. 2000. Retrieved from https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/Feeder_Cattle_Standard%5B1%5D.pdf.

371. USDA. United States Standards for Grades of Feeder Cattle. 2001. Available at http://www.ams.usda. gov/lsg/stand/standards/fedr-cat2000.pdf. Accessed 2/8/04.

372. Vasylieva Yu.O. Technological aspects of the use of beef in sausage production and its consumer properties. *Bulletin of the Sumy NAU. Series "Livestock*. 2008. Vol. 10. Issue 15. P. 30–33.

373. Vaz F. N., Maysonnave G. S., Pascoal L. L., Vaz R. Z., Severo M. M., Fabrício E. D. Á. Analysis of added value in bovines sold for the angus meat program in the south of Brazil. *Ciência Animal Brasileira*. 2021. Vol. 22. e-57079. https://doi.org/10.5216/1809-6891v22e-57079

374. Vázquez-Mosquera J. M., Fernandez-Novo A., de Mercado E., Vázquez-Gómez M., Gardon J. C., Pesántez-Pacheco J. L.,. Revilla-Ruiz Á, Patrón-Collantes R., Maria L., Pérez-Solana M. L., Villagrá A., Martínez D., Sebastián F., Pérez-Garnelo S. S., Astiz S. Beef nutritional characteristics, fat profile and blood metabolic markers from purebred Wagyu, crossbred Wagyu and crossbred European steers raised on a fattening farm in Spain. *Animals*. 2023. Vol. 13. Issue 5. P. 864–883. https://doi.org/10.3390/ani13050864

375. Velásquez C., Cancino-Baier D., Quiñones-Diaz J., Huaiquipan R., Muñoz A., Becker N. S., Rommy D., Paz E. A., Velázquez L., Sepúlveda G., Tapia D., Olivares F. In the search for pastoral livestock systems that improve the meat quality: An exploratory study. *Renewable Agriculture and Food Systems.* 2024. Vol. 39. e18. https://doi.org/10.1017/S1742170524000127

376. Venkata Reddy B, Sivakumar AS, Jeong DW, Woo YB, Park SJ, Lee SY, et al. Beef quality traits of heifer in comparison with steer, bull and cow at various feeding environments. *Anim Sci. J.* 2015. Vol. 86. Issue 1. P. 1–16. https://doi.org/10.1111/asj.12266

377. Vinay V., Piña C., Peraza-Mercado G., Hernández B. Using ultrasound for the estimation of carcass characteristics in crossbreed (Bos taurus/Bos indicus) bulls. *Research Opinions in Animal and Veterinary Sciences*. 2014. Vol. 4. Issue 12. P. 639–643.

378. Virtuoso M. C. S., Aalhus J. L., Juárez M., Lopez-Campos O., Bruce H. L., Li C., Basarab J. A., Graham Plastow G., Valente T. S. Genetic parameters and genomic insights for meat colour traits of Canadian crossbred beef cattle. *Canadian Journal of Animal Science*. 2025. Vol. 105. P. 1–13.

379. Wang Z., Ma J., Ma G., Yu Q., Han L., Zhang L. The mitochondrial functional characteristics and microstructure play an important role in yak meat color during wet

curing. *Food Chemistry:* X. 2025. 102095. https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.102095

380. Warner R. D. The eating quality of meat: IV – Water holding capacity and juiciness. *Lawrie's meat science*. 2023. P. 457 – 508.

381. Webb E. C., O'neill H. A. The animal fat paradox and meat quality. *Meat science*. 2008. Vol. 80. Issue 1. P. 28–36. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.05.029

382. Wicks J., Beline M., Gomez J. F. M., Luzardo S., Silva S. L., Gerrard D. Muscle energy metabolism, growth, and meat quality in beef cattle. *Agriculture*. 2019. Vol. 9. Issue 9. P. 195. https://doi.org/10.3390/agriculture9090195

383. Wilkinson J. M., Lee M. R. F. Use of human-edible animal feeds by ruminant livestock. *Animal.* 2018. Vol. 12. Issue 8. P. 1735–1743. https://doi.org/10.1017/S175173111700218X

384. Winarski R., Wajda S. Fat thickness and the longest back muscle measurement of carcasses of fatteners slaughtered at different weight. *Polish journal of natural sciences.* 2009. Vol. 24. Issue 2. P. 113–121. https://doi.org/10.2478/v10020-009-0011-0

385. Winebold D. M., Tollefson R. L., Deaton C., King A., Case R., Robertson J., Church E., Holder A. PSV-1 A comparison of Holstein-cross cattle and beef-cross cattle in terms of performance and carcass quality. *Journal of Animal Science*. 2024. 102 (Supplement_2). P. 270–271. https://doi.org/10.1093/jas/skae102.307

386. Wnek K., Golebiewski M., Przysucha T., Wozniak A., Wierzbicki J. Differences in the assessment of beef carcasses in EUROP system. Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW. *Animal Science*. 2015. Vol. 54. Issue 1. P. 105–113.

387. Xie X., Meng Q., Cui Z., Ren L. Effect of cattle breed on meat quality, muscle fiber characteristics, lipid oxidation and fatty acids in China. *Asian-Australasian journal of animal sciences*. 2012. Vol. 25. Issue 6. P. 824. https://doi.org/10.5713/ajas.2011.11462

388. Yang J., Chen X., Duan X., Li K., Cheng H., Sun G., Luo X., Hopkins D. L., Holman B. W. B., Zhang Y., Song E. Investigation of oxygen packaging to maintain beef color stability and microbiology safety after periods of long-term superchilled storage. *Meat Science*. 2024. 215. P. 109548. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2024.109548

389. Yamada T. Intramuscular adipogenesis in cattle: Effects of body fat distribution and macrophage infiltration. *Animal Science Journal*. 2022. Vol. 93. Issue 1. P. e13785. https://doi.org/10.1111/asj.13785

390. Yamada T., Kamiya M., Higuchi M. Fat depotspecific effects of body fat distribution and adipocyte size on intramuscular fat accumulation in Wagyu cattle. *Animal Science Journal*. 2020. Vol. 91. Issue 1. https://doi.org/10.1111/asj.13449

391. Yar M. K., Jaspal M. H., Ali S., Badar I. H., Ijaz M., Hussain J. Muscle-Specific Effects of Genotype, Animal Age, and Wet Aging Duration on Beef Color, Tenderness, and Sensory Characteristics. *Animals*. 2024. Vol. 14. Issue 24. P. 3593. https://doi.org/10.3390/ani14243593

392. Yarali E. Sensory Analysis In Meat and Meat Products. *International Journal of Agricultural Science*. 2023. Vol. 8. P. 27 – 37. http://iaras.org/iaras/journals/ijas

393. Yu H., Yu S., Guo J., Wang J., Mei C., Abbas Raza S. H., Gong C., Zan L. Comprehensive Analysis of Transcriptome and Metabolome Reveals Regulatory Mechanism of Intramuscular Fat Content in Beef Cattle. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2024. Vol 72. Issue 6. P. 2911–2924. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c07844

394. Yu X., Chen L., He X., Han Y., Huang Y., Sha R., Borjigin G. Change in adipose tissue characteristics and lipid metabolism in natural grazing Mongolian cattle with age. *Animal Bioscience*. 2025. Vol. 38. Issue 8. P. 1784–1797. https://doi.org/10.5713/ab.24.0706

395. Yüksel S., Karaçuhalilar A. Slaughter and carcass characteristics, and meat quality in Holstein Friesian, Eastern Anatolian Red and crossbreed (F1) bulls fed at high altitude. *Journal of Central European Agriculture*. 2024. Vol. 25. Issue 4. P. 866–875. https://doi.org/10.5513/JCEA01/25.4.4349

396. Zhang M., Bai H., Wang R., Zhao Y., Yang W., Liu J., Zhang Y., Jiao P. Impact of dietary lysophospholipids supplementation on growth performance, meat quality, and lipid metabolism in finishing bulls fed diets varying in fatty acid saturation. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2025. Vol. 16. Issue 1. P. 7. https://doi.org/10.1186/s40104-024-01138-w

397. Zhao G, Zhang T., Liu Y., Wang Z., Xu L., Zhu B., Gao X., Zang L.P., Gao H., Liu G. Genome-Wide Assessment of Runs of Homozygosity in Chinese Wagyu Beef Cattle. *Animals*. 2020. Vol. 10, Issue 8. P. 1425. https://doi.org/10.3390/ani10081425

398. Zhou M., Zhu Z., Sun H. Z., Zhao K., Dugan M. E., Bruce H., Fitzsimmons C., Guan L. L. Breed dependent regulatory mechanisms of beneficial and non-beneficial fatty acid profiles in subcutaneous adipose tissue in cattle with divergent feed efficiency. *Scientific Reports*. 2022. Vol. 12. Issue 1. P. 4612–4628. https://doi.org/10.1038/s41598-022-08572-8

399. Zhu H., Wang X., Sun T., He C., Zhang L., Ma T., Chen D. Development and Effect Verification of Beef Cattle Carcass Grading Camera Equipment System. *Frontiers in Business, Economics and Management*. 2023. Vol. 12. Issue 1. P. 54–66. https://doi.org/10.54097/fbem.v12i1.13758

400. Zorrilla-Ríos J. M., Lancaster P. A., Goad C. L., Horn G. W., Hilton G. G., Galindo J. G. Quality evaluation of beef carcasses produced under tropical conditions of México. *Journal of Animal Science*. 2013. Vol. 91. Issue 1. P. 477–482. https://doi.org/10.2527/jas.2012-5495

401. Zurbriggen G. A., Maglietti C. S., Pouzo L. B., Testa M. L., Riffel S. L., Elizalde J. C., Pavan E. Extending the feeding period beyond 8.0 mm of subcutaneous fat reduces feed efficiency without improving meat colour and tenderness of non-implanted feedlot steers. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 2022. Vol. 31. Issue 4. P. 1–11. https://doi.org/10.22358/jafs/151153/2022

ДОДАТКИ

Додаток А

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи
та інноваційної діяльності
Національного університету біоресурсів
і природокористування України
доктор сільськогосподарських наук,
професор
_____ Оксана ТОНХА
«___»_____ 2025 р.

ПОГОДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної
роботи та цифрової трансформації
Національного університету біоресурсів
і природокористування України
доктор педагогічних наук, професор
_____ Олена ГЛАЗУНОВА
«___»_____ 2025 р.

А К Т
про впровадження/використання результатів
дисертації на здобуття наукового ступеня доктора наук
у навчальний процес

Цим актом стверджується, що результати дисертації на тему:
«ОБҐРУНТУВАННЯ ЯКІСНИХ ОЗНАК ЯЛОВИЧИНИ ВІДПОВІДНО ДО НАЦІОНАЛЬНИХ І МІЖНАРОДНИХ СИСТЕМ ОЦІНЮВАННЯ ТУШ»,
яку представлено на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук зі спеціальності 06.02.04 – технологія виробництва продуктів тваринництва, виконаної
Крук Ольгою Павлівною

впроваджено у навчальну програму під час викладання дисципліни «Технологія виробництва молока та яловичини», «Директиви ЄС та стандарти у тваринництві» на кафедрі технологій у тваринництві
ОС Бакалавр, за напрямом Аграрні науки, зі спеціальності 204 – технологія виробництва і переробки продукції тваринництва
у Національному університеті біоресурсів і природокористування України.

Результати дисертаційних досліджень використовуються, як на практичних так і теоретичних заняттях з визначення м'ясної продуктивності великої рогатої худоби. Практично проводити оцінювання яловичини за її кольором, мармуровістю, визначати площу «м'язового вічка», колір та товщину підшкірної жирової тканини. Теоретично використовувати огляд літератури дисертаційного дослідження для порівняння національних та світових стандартів оцінювання туш великої рогатої худоби, основні якісні та кількісні ознаки, які враховують у них та залежність вартості м'яса від їх величини.

Декан факультету (ННІ)
(канд. вет. наук,доцент) Руслан КОНОНЕНКО

Директор НДІ
(канд. с.-г. наук, доцент) Дмитро УМАНЕЦЬ

в. о. Завідувач кафедри
(доктор с.-г. наук, професор) Вадим ЛИХАЧ

Додаток Б

ПОГОДЖУЮ

Проректор з наукової роботи та інноваційної діяльності Національного університету біоресурсів і природокористування України, доктор сільськогосподарських наук, професор

Оксана ТОНХА

_____ 2025 р.

М. П.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ТОВ «Еком'ясо Полісся»

Василь ШЕВЧУК

«___» _____ 2025 р.

М. П.

А К Т

про впровадження у виробництво

результатів дисертації на здобуття наукового ступеня доктора наук

Цим актом стверджується, що Крук Ольгою Павлівною, апробовано у ТОВ «Еком'ясо Полісся» методику оцінювання туш великої рогатої худоби згідно з системою EUROP, яка передбачена в її дисертації на тему: «Обґрунтування якісних ознак яловичини відповідно до національних і міжнародних систем оцінювання туш», яку представлено на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук наук зі спеціальності 06.02.04 – технологія виробництва продуктів тваринництва.

1. **Вид впроваджуваних результатів:** апробація методичних рекомендації щодо оцінювання туш великої рогатої худоби відповідно до європейських стандартів (EUROP).

2. **Новизна отриманих результатів:** вперше в виробничих масштабах проведено оцінювання туш великої рогатої худоби згідно з системою EUROP.

3 **Значущість отриманих результатів:** ознайомлення ветспеціалістів і технологів підприємства з методиками оцінювання туш в ЄС та інших країнах світу. Проведення оцінювання туш за умов забійного підприємства.

4. **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами:** освоєння методик оцінювання туш великої рогатої худоби відповідно до системи EUROP виконано згідно з планом науково-дослідних робіт кафедри технологій виробництва молока та м'яса Національного університету біоресурсів і природокористування України за темою: «Обґрунтування якісних ознак яловичини відповідно до національних і міжнародних систем оцінювання туш» (номер державної реєстрації 0124U002511).

Начальник науково-дослідної частини НУБіП України

Володимир ОТЧЕНАШКО

«___»_____ 2025 р.

Керівник підрозділу, де безпосередньо апробовані результати оцінювання туш великої рогатої худоби

Михайло Миндрик

«___»_____ 2025 р.

Директор НДІ

Дмитро УМАНЕЦЬ

«___»_____ 2025 р.

Фінансових претензій до підприємства не маю.

Здобувач

Ольга КРУК

«___»_____ 2025 р.

Додаток В

Institutional and Policy Reform for Smallholder Agriculture (IPRSA)
EuropeAid/140723/DH/SER/UA

REQUEST FOR APPROVAL OF NON-KEY JUNIOR EXPERT

Olga Kruk

Cattle Carcass Evaluation Expert

RFA Ref: 218 **Non-Key Junior Expert: Olga Kruk** **Work Plan Reference: Project result area 1.** **WD: Up to 15 working days** **Period: From date of approval until 31st May 2024** **Approved by Beneficiary: Yes**

Background

The overall objective of the Project Institutional and Policy Reform for Smallholder Agriculture (IPRSA) EuropeAid/140723/DH/SER/UA is to contribute to a more inclusive, sustainable, and competitive growth-orientated agricultural sector that respects the environment, increases rural incomes, and slows down migration from rural areas.

The purpose of the project is to improve the capacity of central government and decentralised Oblast/ATC entities to create a positive enabling environment for the sustainable private sector development in rural areas in general, and the agriculture sector specifically, thereby improving livelihoods of smallholder farmers, encouraging the use of good agricultural practices (GAPs), and supporting ongoing reforms in the fisheries and forestry sectors. The three main project's beneficiaries are the Ministry of Agrarian Policy and Food (MAPF), Ministry of Economy (MoE) and the Ministry of Ecology and Natural Resources (MENR).

This work relates to the following IPRSA project result area and activities:

Result 1: Functioning and reformed Ministry able to implement an approved ARD strategic action plan, including further legal approximation related to the AA/DCFTA and the ministry's priorities.

Activity 1.2: Technical assistance to support MAPF in approximating national legislation to EU Law in line with the (a) AA/DCFTA (b) MAPF (current) four priority pillars of land reform, food safety, SoE privatisation and smallholder farm

development.

The development of draft of the MAPF Order "On Cattle, Swine and Sheep Carcasses Classification Methodology" is an item of the annual plan for IPRSA legal support to MAPF for 2024. The Order is a part of the Association Agreement's legislation list in agriculture in the sphere of the marketing standards for products of livestock origin.

The development of the order includes conducting a field approbation of draft methodology for the classification of cattle, pig and sheep carcasses in order to assess its appropriateness in the real-life conditions of sample of selected Ukrainian operators that slaughter cattle, pigs, and sheep. The feedback from the application of the methodology will be used to refine the content of the draft before its finalization and the approval procedure as well as to show the way of future integration of the classification methodology into the production protocols of the operators.
The implementation of the field activities of the methodology approbation requires the engagement of local carcass evaluation expert for each of 3 different animal types (cattle, pigs, and sheep). This request is related to expert for evaluation of methodology for cattle carcasses.

Scope of Work

The overall objective of the assignment is to assess the draft methodology for classification and grading of the cattle carcasses in order to confirm its relevance in production conditions at the slaughter line. To that goal, two slaughterhouses processing cattle will be selected.
The scope of work will be to:
Familiarize with the criteria for sorting cattle carcasses by participating in carcass evaluation training delivered by IPRSA Carcass Methodology Expert, and consequently, develop research scheme for implementing the testing in two slaughterhouses.

Test the draft carcass evaluation methodology including the following activities:

- get acquaintance of the slaughterhouses staff with the carcasses evaluating method,

- sort carcasses in the production environment, using the criteria for determining classification (related to the factors of weight, size, fat content, and meat quality) and the classification procedures as defined in the draft methodology,

- assess the requirements for inspection methods and equipment, standards for labeling and record-keeping of the methodology in the production conditions,

- keep the records on the results obtained during the testing of the classification methodology, and

- collect feedback from slaughterhouses staff and management,

- Participate in the analysis of the results led by the IPRSA Carcass Methodology Expert for determining the need for refinements to the carcasses classification methodology in the sphere of cattle carcasses.

- Provide technical assistance to the IPRSA legal expert responsible in the development of the respective draft by-law and the package of supporting documentation.

- If required, participate in MAPF technical working groups and other events concerning the presentation of the outcomes from the field testing.

- Regularly inform Carcass Methodology Expert and the involved legal expert as well as if requested the Key Legal Approximation Expert and the Team Leader on the progress of performing the assignment and advice on the options.

Deliverables

The following deliverables are expected before the end of the expert input period:

- Developed research scheme for assessing the draft methodology for classification of cattle carcasses in two slaughterhouses.

- Draft methodology is presented to the slaughterhouses staff, and so they become familiarized with the upcoming activities.

- Testing of the draft methodology for classification of cattle conducted in the production conditions at the line of slaughtering, including of the criteria, procedures, requirements for inspection methods, labeling and record-keeping, and the feedback from slaughterhouses staff and management collected.

- Written records on the results obtained during the classification methodology testing kept in line with the instructions from the Carcass Methodology Expert

- Support provided to the Carcass Methodology Expert in analyzing the testing results aimed at determining the specific needs for refining the cattle carcasses classifying methodology as well as to the IPRSA legal expert on the development of the draft by-law

- Approbation results presented and regular progress reported to Carcass Methodology Expert, the IPRSA Legal Approximation Expert and the Team Leader.

Duty Station and Reporting

The expert's work base will be Kyiv. Testing of carcass evaluation methodology of

maximum 5 days will be conducted in the place of the specified slaughterhouses selected for the approbation.

The expert will report to Project Team Leader for contractual and administrative matters and to the IPRSA Carcass Methodology Expert and the IPRSA Legal Approximation expert for planning and performing day to day work. The expert will also be expected to work closely with the legal expert on marketing standards and other the staff from MAPF, implementing agencies and other IPRSA experts as appropriate.

Duration: Up to 15 expert working days from the date of approval until 31st May 2024.

Додаток Г

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
НАКАЗ
12.12.2024 № 4296

Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 27 грудня 2024 року за № 2020/43365

Про затвердження Вимог щодо класифікації туш великої рогатої худоби, свиней і овець

{Із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства аграрної політики та продовольства № 4448 від 31.12.2024}

Відповідно до пункту 6 частини першої статті 7 Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів», пунктів 1157–1162 та 1256–1268 Плану заходів з виконання Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 25 жовтня 2017 року № 1106, підпункту 14 пункту 121 Плану заходів з виконання рекомендацій Європейської Комісії, представлених у Звіті про прогрес України в рамках Пакета розширення Європейського Союзу 2023 року, затвердженого розпорядженням Кабінету Міністрів України від 09 лютого 2024 року № 133-р, та пункту 8 Положення про Міністерство аграрної політики та продовольства України, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 лютого 2021 року № 124, **НАКАЗУЮ:**

{Преамбула із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства аграрної політики та продовольства № 4448 від 31.12.2024}

1. Затвердити Вимоги щодо класифікації туш великої рогатої худоби, свиней і овець, що додається.

2. Департаменту аграрного розвитку забезпечити в установленому законодавством порядку подання цього наказу на державну реєстрацію до Міністерства юстиції України.

3. Цей наказ набирає чинності з дня його офіційного опублікування та вводиться в дію з 01 січня 2026 року.

4. Установити, що м’ясо великої рогатої худоби, свиней та овець, яке відповідає вимогам законодавства у сфері безпечності та окремих показників якості харчових продуктів, що діяло до введення в дію цього наказу, та було введено в обіг до 01 січня 2026 року, може перебувати в обігу до закінчення мінімального терміну придатності.

5. Контроль за виконанням цього наказу покласти на заступника Міністра згідно з розподілом обов’язків.

Міністр **Віталій КОВАЛЬ**

ПОГОДЖЕНО:

Голова Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів Сергій ТКАЧУК

Міністр охорони здоров'я України Віктор ЛЯШКО

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України
12 грудня 2024 року № 4296

Зареєстровано в Міністерстві юстиції України
27 грудня 2024 року
за № 2020/43365

Вимоги
щодо класифікації туш великої рогатої худоби, свиней і овець

I. Загальні положення

1. Ці Вимоги застосовуються для яловичих, свинячих та овечих туш і методів їх оцінки.

Вимоги, що застосовуються для класифікації туш овець можуть бути застосовані до туш кіз.

2. Ці Вимоги визначають:

1) категорії та класи туш великої рогатої худоби, свиней і овець;

2) маркування туш великої рогатої худоби, свиней і овець;

3) облік класифікації туш великої рогатої худоби, свиней і овець на бійнях.

3. Ці Вимоги поширюються на бійні, які проводять забій великої рогатої худоби або свиней, або овець.

4. Ці Вимоги застосовують до туш великої рогатої худоби, свиней і овець, забитих з 01 січня 2026 року, призначених для реалізації та експорту, а також імпортованих на митну територію України.

5. У цих Вимогах наведені нижче терміни вживаються у таких значеннях:

1) жировий покрив - показник класифікації туш великої рогатої худоби і овець, який відображає ступінь розвитку жирової тканини;

2) категорія туші - показник класифікації, який враховує для туш великої рогатої худоби вік і стать забитої тварини; для туш овець - вік забою; для туш ягнят - масу та якість;

3) кваліфікований персонал - фахівці, які мають сертифікат, що підтверджує достатній рівень технічних знань і навичок для проведення класифікації туш відповідного виду тварин;

4) клас туші - показник класифікації, який враховує для туш великої рогатої худоби і овець показники конформації і жирового покриву, визначені за відповідними шкалами, а для туш свиней - відсотковий вміст пісного м'яса;

5) конформація - показник класифікації туш великої рогатої худоби і овець, який відображає розвиненість мускулатури (м'ясистість);

6) метод класифікації туші - спосіб класифікації туші за допомогою обладнання (залежно від технічного приладу, може бути автоматизованим, напівавтоматизованим або ручним) та формули для відповідного розрахунку;

7) напівтуша - продукт, отриманий шляхом симетричного розділення туші через центр кожного шийного, грудного, поперекового та крижового хребців та по центру грудини і лобково-сідничного зрощення;

8) туша - для великої рогатої худоби та овець це тіло забитої тварини після знекровлення, знімання шкіри, видалення нутрощів (потрошіння), відокремлювання голови, ніг та хвоста; для свиней це тіло забитої свині після знекровлення, видалення щетини та нутрощів (потрошіння), ціла або розділена вздовж центральної лінії.

У цих Вимогах термін «бійня» вживається у значенні, наведеному у Вимогах до забезпечення благополуччя тварин під час забою та умертвіння, затверджених наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 29 серпня 2022 року № 628, зареєстрованих в Міністерстві юстиції України 14 жовтня 2022 року за № 1244/38580.

6. Класифікацію туш здійснює кваліфікований персонал шляхом візуальної класифікації туші та/або використовуючи автоматизовані, напівавтоматизовані або ручні методи класифікації.

Допускаються до використання методи класифікації туш, які були авторизовані для застосування в іншій державі-члені ЄС.

7. Бійні, на яких проводять класифікацію туш з використанням автоматизованих методів класифікації, повинні:

1) ідентифікувати категорію туші великої рогатої худоби з використанням даних системи ідентифікації та реєстрації великої рогатої худоби;

2) вести щоденні контрольні звіти про застосування автоматизованих методів класифікації, включаючи будь-які виявлені недоліки та вжиті за необхідності дії.

Класифікація за допомогою автоматизованих методів класифікації є дійсною тільки, якщо представлення туш є ідентичними представленню використаному під час авторизаційного випробування в іншій державі-члені ЄС.

У випадках, якщо автоматизовані методи класифікації не дають можливості класифікувати туші, класифікацію цих туш проводять у день забою або якщо необхідний період між забоєм

і зважуванням сплив, якомога швидше у день після забою.

8. Ідентифікація віку відбувається з урахуванням даних супровідної документації та/або даних ідентифікації та реєстрації тварин.

9. Зважування парної туші відбувається якомога швидше після забою, але не пізніше ніж через 60 хвилин після забою великої рогатої худоби та/або овець та 45 хвилин після забою свиней.

Масу туш, яку слід брати до уваги (залікова маса), є маса охолодженої туші, що відповідає масі парної туші, з вирахуванням 2 %.

У випадку, якщо 45-хвилинний період між забоєм і зважуванням туш свиней не може бути дотриманий, вирахування у 2 % необхідно зменшити на 0,1 відсоткові пункти за кожні додаткові 15 хвилин або менше, що минули понад період у 45 хвилин між забоєм і зважуванням.

10. Маркування туш проводиться під час класифікації та здійснюється за допомогою клейма або етикетки із зазначенням:

1) категорії туш великої рогатої худоби та/або овець, класу за конформацією та жировим покривом;

2) класу туші свиней або розрахункової частки пісного м’яса у відсотках.

Маркування туш може не проводитися у випадках коли:

1) на кожну тушу складається офіційний протокол, який містить принаймні такі дані, як: індивідуальна ідентифікація туші будь-яким незмінним способом; маса парної туші та результат класифікації;

2) всі туші перенаправляються в постійному режимі, на потужності з розбирання та обвалювання м’яса, що функціонують на бійні.

Маркування наносять на поверхню кожної:

1) четвертини туші великої рогатої худоби;

2) туші або напівтуші овець;

3) напівтуші свиней.

Маркування клеймом наносять на зовнішню поверхню туші. Етикетки можна розміщувати на зовнішній або внутрішній поверхні туші.

Маркування клеймом повинні бути чітко розбірливими і виконані з використанням незмивних, нетоксичних і термостійких чорнил.

Етикетки повинні бути чітко розбірливими, захищені від підроблення і міцно прикріплені до туш.

Клейма виготовляють і наносять відповідно до Інструкції з товарознавчої оцінки та

маркування м’яса, затвердженої наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 01 листопада 2011 року № 587, зареєстрованої в Міністерстві юстиції України 17 листопада 2011 року за № 1317/20055.

11. Бійні повідомляють постачальника тварин про результати класифікації. Таке повідомлення повинно бути у паперовій або електронній формі та зазначати для кожної туші:

1) результати класифікації за використання відповідних літер або цифрових позначень;

2) масу туші із зазначенням стану охолодження;

3) товарний вигляд туші, застосований у момент зважування та класифікації із зазначенням представлення туші;

4) метод класифікації, зокрема із зазначенням, чи оцінювання проведене за допомогою автоматизованої техніки класифікації.

12. Обов’язкова класифікація туш може не застосовуватись для боєнь, які забивають:

1) менше ніж 150 голів великої рогатої худоби віком 8 місяців або старше за тиждень у середньому на рік;

2) менше ніж 500 голів свиней за тиждень в середньому на рік.

Класифікація туш овець може не застосовуватись для боєнь за умови наявності об’єктивних і недискримінаційних критеріїв.

Обов’язкова класифікація туш тварин може не застосовуватись для:

1) туш великої рогатої худоби або туш свиней, отриманих з тварин, що належать бійні, якщо не відбуваються комерційні операції з їх купівлі;

2) туш свиней локальних порід або при особливих способах реалізації, якщо анатомічна будова тіла свиней унеможливлює однорідну та стандартизовану класифікацію туш.

ІІ. Вимоги щодо класифікації туш великої рогатої худоби

1. Туші і напівтуші великої рогатої худоби повинні бути представлені в такому вигляді:

1) без голови і ніг; голова повинна бути відокремлена від туші в ділянці атланто-потиличного суглобу, а ноги повинні бути відділені в ділянці зап’ястково-п’ясткового або заплесно-плеснового суглобів;

2) без органів, що містяться в грудній та черевній порожнинах, без нирок (з нирками лише туші тварин віком до 8 місяців), з навколонирковим і тазовим жиром;

3) без статевих органів і прилеглих м’язів, а також без вим’я або жиру молочної залози.

Не допускається видалення жирової, м’язової або іншої тканини з туші великої рогатої худоби перед зважуванням, класифікацією та маркуванням, окрім випадків, коли застосовуються ветеринарні вимоги.

Туші великої рогатої худоби зважують і класифікують за категоріями. Для туш тварин віком 8 місяців і старше проводять додаткову класифікацію, яка враховує конформацію і жировий покрив туші.

Класифікацію туш великої рогатої худоби здійснюють на бійні під час визначення маси парної туші.

2. Туші великої рогатої худоби поділяють на такі категорії:

V: туші тварин віком до 8 місяців;

Z: туші тварин віком від 8 місяців до 12 місяців;

A: туші некастрованих самців віком від 12 місяців до 24 місяців;

B: туші некастрованих самців віком від 24 місяців;

C: туші кастрованих самців віком від 12 місяців;

D: туші самиць, які вже телилися;

E: туші інших самиць віком від 12 місяців.

3. Класифікація туш великої рогатої худоби віком 8 місяців і старше за конформацією з урахуванням розвитку мускулатури її основних частин (стегна, спини, лопатки) здійснюється згідно з додатком 1 до цих Вимог.

4. Класифікація туш великої рогатої худоби віком 8 місяців і старше за жировим покривом з урахуванням кількості жиру на зовнішній стороні туші та грудній клітці здійснюється згідно з додатком 2 до цих Вимог.

III. Вимоги щодо класифікації туш свиней

1. Туші свиней повинні бути представлені без язика, щетини, ратиць, статевих органів, ниркового жиру, нирок та діафрагми.

Не допускається видалення жирової, м’язової або іншої тканини з туші свині перед зважуванням, класифікацією та маркуванням, окрім випадків, коли застосовуються ветеринарні вимоги.

2. Класифікація застосовується щодо туш свиней, яких не використовували для розведення.

Класифікацію здійснюють на бійні під час визначення маси парної туші.

Класифікація туш свиней відповідно до очікуваного вмісту в них пісного м’яса здійснюється згідно з додатком 3 до цих Вимог.

Вміст пісного м’яса оцінюють за допомогою методів градації. Можуть використовуватись тільки статистично перевірені методи оцінювання на основі фізичного вимірювання однієї або декількох анатомічних частин туші свині. Надання дозволу для методів градації здійснюється за умови дотримання максимально прийнятної величини статистичної помилки під час оцінювання.

Допускається використання додаткових критеріїв класифікації туш, з урахуванням ознак якості, споживчої та технологічної цінності м'яса та окремих частин туші свиней. Комерційна вартість туш свиней може визначатись не лише за очікуваним вмістом пісного м'яса, а враховувати й інші параметри.

IV. Вимоги щодо класифікації туш овець

1. Туші та половини туш овець повинні бути представлені без голови (відокремленої на рівні атланто-потиличного суглобу), ніг (відділених у ділянці зап'ястково-п'ясткового або заплесно-плеснового суглобів), хвоста (відділеного в ділянці між шостим і сьомим хвостовими хребцями), вимені, статевих органів, печінки та субпродуктів. Нирки та нирковий жир відносяться до туші.

Туші овець зважують і класифікують за категоріями і за класами, які враховують конформацію і розвиток жирового покриву.

Не допускається видалення жирової, м'язової або іншої тканини з туші овець перед зважуванням, класифікацією та маркуванням, окрім випадків, коли застосовуються ветеринарні вимоги.

Класифікацію туш овець здійснюють на бійні під час визначення маси парної туші.

2. Туші овець поділяють на такі категорії:

A: туші овець віком до 12 місяців;

B: туші інших овець.

3. Класифікація туш овець з урахуванням розвитку мускулатури її основних частин (задньої четвертини, спини, лопатки) здійснюється згідно з додатком 4 до цих Вимог.

4. Класифікація туш овець за жировим покривом з урахуванням кількості жиру на зовнішній стороні туші та в грудній клітці здійснюється згідно з додатком 5 до цих Вимог.

5. Класифікація туш ягнят масою до 13 кг здійснюється згідно з додатком 6 до цих Вимог.

Директор Департаменту аграрного розвитку **Ігор ВІШТАК**

Додатог Г

ПОРЯДОК ДЕННИЙ
засідання робочої групи з питань розвитку м'ясної галузі

14 травня 2024 року
Час проведення: 11:00 – 12:00 год.
онлайн на платформі Zoom

Вступне слово (до 5 хв).

Тарас ВИСОЦЬКИЙ – перший заступник Міністра аграрної політики та продовольства України, голова робочої групи

1. Про стан перевірок міжнародних ветеринарних сертифікатів при перетині державного кордону вантажів з продукцією тваринного походження, зокрема м'яса та м'ясопродукції, за останній звітний період (до 5 хв).

Коментар – представник Держпродспоживслужби

2. Про стан перевірок вантажів з м'ясною продукцією, які надходять в Україну за останній звітний період (до 10 хв).

Коментар – представники Держмитслужби

3. Про епізоотичний стан стосовно АЧС з початку року, в тому числі за квітень 2024 року (до 5 хв).

Коментар – представник Держпродспоживслужби

4. Про презентацію напрацювань щодо адаптації вимог Регламенту Європейського Парламенту і Ради (ЄС) № 1308/2013, в частині розроблення Методики класифікації туш великої рогатої худоби, свиней та овець (до 20 хв).

Дмитро НОСЕВИЧ – доцент Національного університету біоресурсів і природокористування України

Антон ФЕДУН – експерт проекту ЄС «Інституційна та політична реформа дрібномасштабного сільського господарства в Україні» (IPRSA)

5. Різне (до 10 хв).

Заключне слово (до 5 хв).

Тарас ВИСОЦЬКИЙ – перший заступник Міністра аграрної політики та продовольства України, голова робочої групи

Додаток Д

Структура раціону годівлі тварин від 18 до 24 місячного віку у ФГ «Журавушка»

Корми	% у складі раціону
Зелена маса	38,4
Силос	13,1
Сінаж	6,4
Сіно	11,8
Солома	5,1
Концентрати	25,2