

biological processes. Perhaps increased dosage adversely affects the production of growth hormone. For an objective answer to the questions necessary to conduct comprehensive studies.

Keywords: broilers , nanocomposite iron , weight gain , clinical condition.

УДК 363.033:636.22

## **ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ МАРМУРОВОСТІ М'ЯСА**

**Гетманець О.М., к. ф.-м. н., доцент, [getmanets\\_oleg@ukr.net](mailto:getmanets_oleg@ukr.net)**

**Дроздов О.О., ст. викладач,**

**Ізвєков М.Є., к. с.-г. н., доцент**

*Харківська державна зооветеринарна академія, м. Харків*

**Анотація.** *Визначення ступеня мрамуровості м'яса містить підготовку зразка, сканування його ділянки певної площі в чорно-білому режимі з наступною комп'ютерною обробкою зображення, а потім обчислення коефіцієнту мрамуровості, як відношення загальної площі світлих включень до загальної площі виділеної ділянки зразка, яке помножують на 100 %.*

**Ключові слова:** *аналіз зображень, м'ясо, мрамуровість.*

**Актуальність проблеми.** М'ясо є багатокомпонентним, варіабельним за своїм складом і властивостями продуктом тваринного походження. Згідно банку стандартизованих науково-технічних термінів ДП УкрНДНЦ: «мрамуровість м'яса – це жирові прошарки в середині м'язів, що надають м'ясу подібності до мрамру» [1]. Саме ці прошарки роблять смак м'яса соковитим і ніжним. Існує багато способів визначення мрамуровості м'яса. Для оцінки мрамуровості яловичини в Америці (національний стандарт U.S.D.A. Quality Grade), Австралії та Новій Зеландії (національний стандарт Beef Marbling Reference Standards), Японії (національний стандарт JVGA. New beef carcass grading standards) та багатьох інших країнах використовується досить точна технологія: робиться зріз відрубку з найдовшого м'яза спини в строго визначеному місці (на рівні 12-го ребра), цей зріз порівнюють з еталоном. При цьому також враховується вік тварини. У результаті комбінації двох основних параметрів (вік і ступінь мрамуровості) всієї туші привласнюється один з рангів якості. В Росії існує національний стандарт [2], згідно якому виділяють чотири класи мрамуровості яловичини: 1) насичену; 2) добру; 3) помірну; 4) невелику. Для визначення мрамуровості високоякісної яловичини використовують етalonну шкалу мрамуровості. Але усі ці способи ґрунтуються на системі бальних оцінок якості м'яса і тому носять певною мірою суб'єктивний характер.

Відомий спосіб оцінки мрамуровості високоякісної яловичини за допомогою комп'ютерного аналізу зображення поперечного перерізу зразка [3]. Зразок сканують, потім кольорові зображення перетворюють до цифрового вигляду. Далі виділяють 3 – 5 ділянок («плям») на зображенні зразка діаметром 2,5 – 3 см кожна і в автоматичному режимі обробляють їх зображення. Ступінь мрамуровості визначають, як відношення площі жирової фракції (білих включень на зображенні) до площі м'язової тканини (червоних ділянок м'язу) в кожній плямі. Недоліком відомого способу є те, що ступінь мрамуровості м'яса визначають з аналізу кольорового зображення зразка. При цьому порівняння кольорів проводять по відношенню до фіксованого відтінку червоного. Але відомо, що з віком червоні відтінки м'яса становлять більш насиченими: чим старіша тварина, тим сильніше змінюється колір її м'яса від рожевого до рівномірно червоного, а потім до темно-червоного. На колір м'яса також впливають порода, умови відгодівлі та утримання худоби, тому вірогідність визначення ступеня мрамуровості м'яса викликає певні питання.

**Завданням дослідження** є удосконалення способу визначення ступеня мрамуровості м'яса шляхом підвищення вірогідності вимірювання коефіцієнта мрамуровості в автоматичному режимі аналізу цифрового зображення перерізу зразка. Для розв'язання поставленого завдання було застосовано чорно-біле цифрове зображення зразка з виділенням ділянок фіксованої площі. Якщо цифрове зображення обробляють в стандартній моделі RGB, то глибина кольору для кольорового зображення складає 24 біт, а для чорно-білого (з 256 відтінками сірого) лише 8 біт. Тому при виділенні

світлих ділянок на чорно-білому зображенні розкид схожих пікселів менший, ніж на кольоровому зображенні внаслідок меншої глибини кольору. Саме тому відношення жирових включень до повної площі зразка є пропорційним відношенню загальної площі світлих включень на певній ділянці зразка до загальної площі цієї ділянки незалежно від насиченості червоного кольору м'яса.

**Матеріал і методи дослідження.** Було відібрано 24 зрізів відрубів яловичини з різних туш віком від 9 до 40 місяців з найдовшого м'яза спини на рівні 12-го ребра 2 см завтовшки. Кожний зразок спочатку сканували, а потім його зображення обробляли на комп'ютері за допомогою програми «Adobe Photoshop CS6 13.1.2». Для цього усі зображення були отримані у чорно-білому вигляді, далі на кожному з них у середині зразка виділяли ділянку розміром 20x20 пікселів, тобто загальною площею 400 пікселів. На кожній ділянці автоматично вимірювали загальну площу світлих включень (також у пікселях).

**Результати дослідження.** Дані вимірювань, які упорядковані за мірою спадання площі світлих включень, наведено в таблиці 1. За допомогою методів кластерного аналізу усі результати можна розбити на 4 групи, як це показано в таблиці. Кожній групі відповідає свій певний ступень мармуровості м'яса: 1-й – насичений; 2-й – добрий; 3-й – помірний; 4-й – невеликий. Розподіл результуючої ознаки всередині кожної групи був наближеним до нормального. Середні значення процентного відношення повної площі світлих включень до загальної площі ділянки були наступними: для 1-ї групи – 15,83 %; для 2-ї – 9,50 %; для 3-ї – 5,63 %; для 4-ї – 2,29 %. Відповідні стандартні відхилення ( $\sigma$ ) становили: для 1-ї групи – 1,51 %; для 2-ї – 0,76 %; для 3-ї – 0,96 %; для 4-ї – 0,62 %. Надійна ймовірність різниці групових середніх за Стьюдентом перевищувала 99,9 % (бо ця різниця була більшою за  $3\sigma$ ). Якщо за значенням результуючої ознаки побудувати криві нормального розподілу для кожної групи, то вони мають наступні точки перетину: на межі 1-2 груп – близько 12 %; на межі 2-3 груп – близько 8 %; на межі 3-4 груп – близько 4 %. Тобто, якщо значення процентного відношення повної площі світлих включень до повної площі ділянки перевищує 12 %, то ступень мармуровості м'яса насичений; якщо це відношення знаходиться в діапазоні 8 % – 12 %, то ступень мармуровості добрий; якщо в діапазоні 4 % – 8 %, то ступень мармуровості помірний; якщо процентне відношення є нижчим за 4 %, то ступень мармуровості невеликий. Таким чином, відношення повної площі світлих включень до повної площі ділянки, помножене на 100 %, можна тлумачити як коефіцієнт мармуровості м'яса.

Таблиця 1

**Результати вимірювання площі світлих включень**

№ зразка	Загальна площа світлих включень, пікселів	Відношення загальної площі світлих включень до повної площі ділянки у відсотках	Групи
1	72	18,00	1
2	68	17,00	
3	65	16,25	
4	60	15,00	
5	59	14,75	
6	56	14,00	
7	43	10,75	2
8	40	10,00	
9	38	9,50	
10	36	9,00	
11	36	9,00	
12	35	8,75	
13	28	7,00	3
14	25	6,25	
15	24	6,00	
16	21	5,25	
17	19	4,75	
18	18	4,50	
19	13	3,25	4
20	11	2,75	
21	9	2,25	

## **Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини**

22	8	2,00
23	8	2,00
24	6	1,50

### **Висновки**

Запропонований спосіб визначення ступеня мрамуровості м'яса дозволяє:

1. Об'єктивно і вірогідно визначати ступень мрамуровості м'яса.
2. Бути реалізованим повністю в автоматичному режимі.
3. За своєю простотою і надійністю знайти застосування в органах ветеринарної експертизи, а також на підприємствах торгівлі та громадського харчування.

### **Література**

1. ДСТУ 3938-99. М'ясна промисловість. Продукти забою тварин. Терміни та визначення. – Введ. 2000-01-07. – К. : Держстандарт України, 2000.
2. ГОСТ Р 55445-2013. Мясо. Говядина высококачественная. Технические условия. – Введ. 2014-07-01. М. : Изд-во стандартов, 2013.
3. Irie M. Simple spot method of image analysis for evaluation of highly marbled beef / M. Irie, K. Kohira // Asian-Australian J. Anim. Sci. – 2012. – No 25 (4). – P. 592 – 596.

### **ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ МРАМОРНОСТИ МЯСА.**

Гетманец О.М., Дроздов А.А., Извеков М.Е. E-mail: [getmanets\\_oleg@ukr.net](mailto:getmanets_oleg@ukr.net)

Аннотация. Определение степени мраморности мяса включает подготовку образца, сканирование его участка определенной площади в черно-белом режиме с последующей компьютерной обработкой изображения, а затем вычисление коэффициента мраморности, как отношение общей площади светлых включений к полной площади выделенного участка образца, которое умножают на 100%.

Ключевые слова: анализ изображений, мясо, мраморность.

### **APPLICATION OF MODERN COMPUTER TECHNOLOGIES TO DEFINITION OF MEAT MARBLING DEGREE**

Getmanets O.M., Drozdov A.A., Izvekov M.E. E-mail: [getmanets\\_oleg@ukr.net](mailto:getmanets_oleg@ukr.net)

Summary. The aim of the paper is improvement of the method of determination the degree of meat marbling by increasing the reliability of measuring the marbling automatically by computer analysis of the digital image of sample cross section. For solving this problem black-and-white digital image of the sample with the allocation of plots of a fixed area has been applied. If the digital image is processed in the standard model RGB, then the color depth for color images is 24 bits, and for black-and-white images (with 256 shades of gray) only 8 bits. Therefore, the allocation of light areas in black-and-white digital image variation of similar pixels is smaller than that in the color image due to the lower color depth. Consequently, the ratio of fat inclusions to the total area of the sample is proportional to the ratio of the total area of light inclusions to the total area of the site of sample, regardless of the saturation of red color of meat.

Determination of the meat marbling degree includes sample preparation, scanning of their certain site in black-and-white regime with further computer white-and-black digital image analysis, and then the calculation of marbling coefficient as the ratio of the area of the light inclusions to the total area of the site of sample, which is multiplied by 100 %.

The method of evaluating highly marbled meat has been tested by black-and-white digital image analysis. The images of the cross section of the longissimus dorsi muscle at the level of 12th rib thickness of 2 cm were obtained from 24 carcasses of cattle from 9 months to 40 months. By the cluster analysis method all the results of measuring the marbling coefficient were divided into 4 groups. Each group corresponds to a certain degree of meat marbling: 1 – rich; 2 – good; 3 – moderate; 4 – small. It has been shown, that, if the value of marbling coefficient exceeds 12 %, then the degree of marbling is rich; in the range of 8 % – 12 % the degree of marbling is good; in the range of 4 % – 10 % the degree of marbling is moderate; if the value is below 4 %, the degree of marbling is small. The proposed method allows to determine the degree of meat marbling objectively and reliably and to be realized in fully automatic mode.

Key words: image analysis, meat, marbling.