

TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF CHILLED BEEF OF VARIOUS COLOR CLASSES

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОХЛАЖДЁННОЙ ГОВЯДИНЫ РАЗЛИЧНЫХ ЦВЕТОВЫХ КЛАССОВ

Kozyrev I.V., Mittelshtein T.M., Pchelkina V.A., Lisitsyn A.B.

The V.M. Gorbatov All-Russian Meat Research Institute, Moscow, Russia

Ключевые слова: говядина, цвет мышечной ткани, качество мяса.

Keywords: beef, meat colour, meat quality.

Аннотация

Исследованы технологические свойства охлаждённой говядины, полученной от скота пород герефорд (мясное направление продуктивности) и чёрно-пёстрая (мясо-молочное направление продуктивности) различных классов по цвету мышечной ткани. Цвет мышечной ткани на длиннейшей мышце спины (*L. dorsi*) в цветовом пространстве CIELab исследовали в условиях конвейера спектрофотометрически на спектрофотометре Konica Minolta CM-2300d. На основе измерения цвета мышечной ткани проводили классификацию по эталонам цвета. Говядину по различиям в цветовой гамме рассортировали на три класса по показателям L^* , a^* , b^* и эталонам: 1 класс (в среднем 41,41, 22,16, 18,46), 4 класс (в среднем 34,75, 22,0, 14,0), 5 класс (в среднем 28,92, 13,10, 9,24). В условиях конвейера также измеряли величину pH через 24 часа после убоя, она составила 5,28–5,36 для 1 класса, 5,59–5,60 для 4 класса, 6,50–6,51 для 5 класса. В образцах говядины ($n=15$) определяли следующие лабораторные параметры: влагоудерживающая способность (ВУС), потери влаги при термической обработке, структурно-механические и микроструктурные свойства. Для установления корреляционной зависимости между цветом и технологическими свойствами говядины был выбран показатель L^* (светлота), который наиболее всего различался между образцами. Установлены корреляционные зависимости между показателем L^* (светлота) и технологическими свойствами: отрицательная с величиной pH (–0,95) и с влагоудерживающей способностью (–0,92), положительная с потерями влаги при термической обработке (0,99) и с показателем напряжения среза (0,96).

Abstract

Technological properties were studied for chilled beef of different classes concerning the color of muscle tissue obtained from Hereford (beef cattle) and White-and-Black (beef and dairy cattle) breeds. The color of Longissimus dorsi muscle in CIELab units was examined using Konica Minolta CM-2300d spectrophotometer. Based on the measurement of muscle tissue color, the classification was carried out according to color standards. According to differences in color, beef was sorted into three groups using color standards and L^* , a^* , b^* values: Class 1 (41.41, 22.16, 18.46 in average), Class 4 (34.75, 22.0, 14.0 in average), Class 5 (28.92, 13.10, 9.24 in average). In a conveyor environment, pH was also measured 24 hours after slaughter: 5.28 to 5.36 for Class 1, 5.59 to 5.60 for Class 4, 6.50 to 6.51 for Class 5. In beef samples ($n = 15$), the following laboratory parameters were determined: water holding capacity (WHC), moisture loss during heat treatment, structural and mechanical properties, microstructural properties. To establish the relationship between color and technological properties of beef, the L^* (lightness) parameter was chosen, which was the most different between the samples. Correlations between L^* (lightness) and technological properties were established: negative with pH (0.95) and with water holding capacity (0.92), positive with moisture loss during thermal treatment (0.99) and with shear force (0.96).

Введение

В последние годы производство говядины в России неуклонно возрастает. По данным Росстата, в 2016 году было произведено 263,43 тыс. тонн говядины, что составляет 103,3% от показателей 2015 года. При этом доля парной, остывшей и охлаждённой говядины в общем объёме производства в 2016 году, составила около 80%. Крупнейшими российскими регионами-производителями говядины являются Брянская и Московская область, Алтайский край [1].

Важнейшим инструментом повышения количества производимой говядины является выращивание и откорм молодняка крупного рогатого скота мясного направления продуктивности. Однако в России до сих пор доля крупного рогатого скота мясных пород составляет в общем поголовье чуть более 10%, тогда как в странах,

Introduction

In recent years, the production of beef in Russia has been steadily increasing. According to the Federal State Statistics Service, in 2016, 263.43 thousand tons of beef were produced, which is 103.3% of the 2015 indicators. At the same time, in 2016, the proportion of fresh, cool and chilled beef in total production was about 80%. The largest producers of beef among Russian regions are Bryansk and Moscow regions, and Altai Territory [1].

The most important tool to increase the production of beef is growing and fattening of young beef cattle. However, up to date the proportion of beef cattle in the total number of livestock in Russia is slightly over 10%, while in

считающихся лидерами в мировом производстве говядины, эта доля колеблется от 40 до 85% [2].

Во многом это связано с тем, что мясное скотоводство является одним из самых трудоёмких процессов в сельском хозяйстве, требующим длительных инвестиций, прежде чем наступает окупаемость. В настоящее время в России действуют программы поддержки мясного скотоводства, но его развитие сталкивается с целым рядом проблем, таких, как отсутствие собственного генофонда, небольшое количество племенных хозяйств, относительно невысокое число пробонитированных быков-производителей, зависимость от импорта быков-производителей и бычьей спермы [3, 4]. Также развитие мясного скотоводства сдерживают отсутствие инфраструктуры во многих регионах РФ и нехватка квалифицированных кадров. Однако, несмотря на существующие проблемы, мясное скотоводство в России развивается, во многом благодаря реализации крупных проектов и строительству новых предприятий полного цикла — от выращивания и откорма до производства упакованного мяса.

Помимо низкой рентабельности и отсутствия достаточного количества племенных хозяйств крупного рогатого скота мясного направления продуктивности, производители сталкиваются с отсутствием объективной системы оценки говядины и, как следствие, прозрачного ценообразования. В зарубежной практике оцениваются такие показатели, как цвет мышечной и жировой ткани, мраморность, степень окостенения (развития костной ткани) и другие [5, 6, 7, 8].

Цвет мяса является индикатором практически всех физиологических, биохимических и технологических процессов, и поэтому является важным критерием при оценке качества продукта. Кроме того, цвет — важный параметр качества мяса, как для потребителя, так и для переработки. Цвет взаимосвязан со многими показателями качества говядины, поэтому сортировка по цвету применима в качестве экспресс-метода в условиях конвейера.

В рамках разработки российской экспресс-системы оценки говядины на основе цвета мышечной ткани, позволяющей в условиях конвейера с помощью эталонов сортировать мясо в зависимости от его качества, была проведена оценка технологических свойств охлаждённой говядины различных цветовых классов.

Материалы и методы

Для определения цвета мышечной ткани в цветовом пространстве CIELab и принадлежности к тому или иному цветовому классу [9] в производственных условиях использовали спектрофотометр Konica Minolta CM-2300d (Япония) и эталоны цвета.

Все измерения проводили при источнике освещения D65 (стандартный дневной свет) с углом наблюдения 2°, каждое измерение проводили однократно.

countries considered the leaders in the world production of beef this value ranges from 40% to 85% [2].

This is mainly due to the fact that beef cattle breeding is one of the most time-consuming processes in agriculture and requires long-term investments before the payback comes. Currently, Russia has programs to support beef cattle breeding, but its development is facing a number of problems, such as the lack of own breeding animals, small number of breeding farms, relatively low number of valued bulls, dependence on imports of bulls and bull sperm [3, 4]. Also, the development of beef cattle breeding is hindered by the lack of infrastructure and qualified personnel in many regions of the Russian Federation. However, despite the existing problems, beef cattle breeding in Russia is developing, largely due to the implementation of major projects and the construction of new full-cycle enterprises — from growing and fattening to the production of packaged meat.

In addition to low cost effectiveness and the lack of sufficient number of beef cattle breeding farms, producers face the lack of objective system for assessing beef and, as a result, for transparent pricing. In foreign practice, such indicators as color of muscle and fatty tissue, marbling, degree of ossification (development of bone tissue), and others [5, 6, 7, 8] are estimated.

The color of meat is an indicator of almost all physiological, biochemical and technological processes, and therefore is an important criterion in assessing the quality of the product. In addition, color is important quality parameter both for the consumer and for processing. Color is related to many indicators of beef quality, so classification by color is suitable as an express method in a conveyor environment.

As a part of the development of the Russian express system for beef assessment based on muscle tissue color, which allows meat sorting depending on its quality in a conveyor environment using color standards, an evaluation was made of the technological properties of chilled beef of various color classes.

Materials and methods

To determine the color of muscle tissue in CIELab units and sort it into a particular color class [9], the Konica Minolta CM-2300d spectrophotometer (Japan) and color standards were used in production conditions.

All measurements were made with light source D65 (standard daylight) with an observation angle of 2°; each measurement was carried out once.

Для сортировки туш на различные классы по цвету мышечной ткани использовали эталоны (Табл. 1).

Измерения проводили на длиннейшей мышце спины (*L. dorsi*) 178 туш молодняка (с от 18 до 24 месяцев) крупного рогатого скота пород герефорд и чёрно-пёстрая. Измерения проводили на ООО «Пушкинский мясной двор» (Россия, г. Пушкино). Измерения проводили между 12 и 13 ребрами. Все измерения проводились через 24 часа после убоя.

Оценку структурно-механических характеристик (величину напряжения среза) говядины проводили с помощью испытательной машины «Shimadzu» серии AGS-X, предназначенной для измерения сдвиговых, поверхностных и компрессионных характеристик.

Массовую долю влаги определяли по ISO 1442–97.

Влагоудерживающую способность мяса определяли методом прессования по Грау и Хамму в модификации ВНИИМП [10].

Для определения величины pH с помощью pH-метра с диапазоном измерения 0–14 pH, и точностью измерения 0,1 pH. Прибор предварительно калибровали, используя буферные растворы с известным значением pH. При проведении измерений электрод погружали в толщу мышечной ткани *L. dorsi* на глубину не менее 3 см. За окончательный результат принимали среднее арифметическое значение трех единичных измерений.

Гистологические исследования образцов говядины различных классов проводили на срезах толщиной 14 мкм изготовленных на криостате «Mikrom-HM525» (Thermo Scientific) и окрашенных гематоксилином Эрлиха и 1%-ым водно-спиртовым раствором эозина («БиоВитрум»). Изучение гистологических препаратов и их фотографирование осуществляли на световом микроскопе «AxioImager A1» (Carl Zeiss, Германия) с подключенной видеокамерой «AxioCam MRc 5». Обработку изображений производили с применением компьютерной системы анализа изображений «AxioVision 4.7.1.0» (Carl Zeiss, Германия). Исследования проводили в соответствии с принципами системного количественного анализа и трехкратной повторностью эксперимента.

To sort the carcasses into different classes according to the color of muscle tissue, color standards were used (Table 1).

The measurements were carried out on *Longissimus dorsi* muscles from 178 carcasses of young cattle (18 to 24 months) of Hereford and White-and-Black breeds. The measurements were performed at “Pushkinskiy myasnoy dvor” LLC (Russia, Pushkino) between 12th and 13th ribs. All measurements were carried out 24 hours after slaughter.

The evaluation of beef structural and mechanical characteristics (shear force) was carried out using the Shimadzu testing machine of the AGS-X series designed to measure shear, surface and compression characteristics.

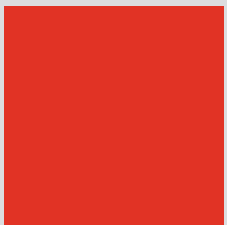
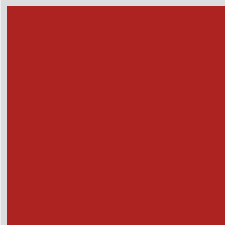
Moisture content was determined according to ISO 1442–97.

Water holding capacity of meat was determined according to Grau-Hamm pressing method with modification by VNIIMP [10].

To determine the pH value, pH-meter was used with measurement range of 0–14 and accuracy of 0.1. The instrument was pre-calibrated using buffer solutions of known pH value. During the measurements, the electrode was immersed in the muscle tissue of *Longissimus dorsi* to a depth of at least 3 cm. The final result was the average of three single measurements.

Histological studies of beef samples of various color classes were carried out on 14 µm sections produced with Mikrom-HM525 cryostat (Thermo Scientific) and stained with Ehrlich hematoxylin and 1% aqueous-alcoholic eosin solution (BioVitrum). Histological specimens were studied and photographed using AxioImager A1 light microscope (Carl Zeiss, Germany) with AxioCam MRc 5 video camera connected. Image processing was performed using AxioVision 4.7.1.0 computer image analysis system (Carl Zeiss, Germany). The studies were carried out in accordance with the principles of systemic quantitative analysis and triplicate experiment.

Table 1. Color standards for muscle tissue | Таблица 1. Эталоны цвета мышечной ткани

CIELab values Цветовая модель	Color ranges Диапазоны цвета				
	1	2	3	4	5
L	42 ± 2	39 ± 1.5	36 ± 1.5	33 ± 1.5	29 ± 2.5
a	25 ± 2	22 ± 2	21 ± 2	20 ± 2	16 ± 2
b	20 ± 1.5	16 ± 2	15 ± 1	12 ± 2	9 ± 1
Visual color display Визуальное отображение цвета					

Потери массы при термической обработке определяли как отношение массы сырого образца к массе термически обработанного до температуры 72 °C в толще мышц.

Математическую обработку результатов исследований, выполненных с 3–5-кратной повторностью, а также расчет корреляционных зависимостей осуществляли общепринятым параметрическим методом (t-критерий Стьюдента) с применением программы «Statistica 10.0».

Результаты и обсуждение

По результатам оценки цвета мышечной ткани в системе CIELab в соответствии с разработанными эталонами цвета мышечной ткани была проведена сортировка туш на три группы (Табл. 2). Туши первой группы отнесены к 1 (n=21), 2-й группы к 4 (n=44) и 3-й группы к 5 классам (n=113). Установлено, что туши отличались, прежде всего, показателем *L (светлота). Из каждой группы различных классов по цвету отобрали по 2 образца для проведения исследований технологических свойств.

Результаты исследований образцов говядины различных цветовых характеристик (*L. dorsi*) представлены в Табл. 3.

Результаты исследований напряжения среза образцов говядины различных классов по цвету мышечной ткани представлены в Табл. 4.

Данные Табл. 4 свидетельствуют о том, что образцы с различным цветом мышечной ткани отличаются и по структурно-механическим характеристикам. Определена корреляционная зависимость между цветом и показателями качества говядины выбран показатель *L (светлота). Установлена высокая степень корреляции между показателем *L (светлота) и влагоудерживающей способностью, величиной pH, потерями массы при термической обработке и напряжением среза (Табл. 5).

Weight loss during heat treatment was determined as the ratio of crude sample weight to the weight of sample heated to core temperature of 72 °C.

Mathematical processing of the results of studies (3 to 5 replicates), as well as calculation of the correlations, were carried out using the common parametric method (Student's t-test) in Statistica 10.0 software.

Results and discussion

Based on the results of muscle tissue color evaluation in CIELab units, according to the developed standards of muscle tissue color, the carcasses were sorted into three groups (Table 2). Carcasses in first group were assigned to Class 1 (n = 21), carcasses in second group were assigned to Class 4 (n = 44) and carcasses in third group were assigned to Class 5 (n = 113). It was found that carcasses differed mainly by L* (lightness) value. Two samples were selected from each group for technological properties studies.

The results of color characteristics studies in beef samples (*Longissimus dorsi*) are presented in Table 3.

The results of shear force studies in beef samples of various classes by muscle tissue color are presented in Table 4.

Data in Table 4 indicate that samples with different colors of muscle tissue differ in their structural and mechanical characteristics. A correlation between color and beef quality was determined. L* value (lightness) was chosen as an indicator. A strong correlation was found between L* (lightness) value and water holding capacity, pH, weight loss during heat treatment and shear force (Table 5).

Table 2. Mean values of muscle tissue color evaluation | Таблица 2. Средние значения оценки цвета мышечной ткани

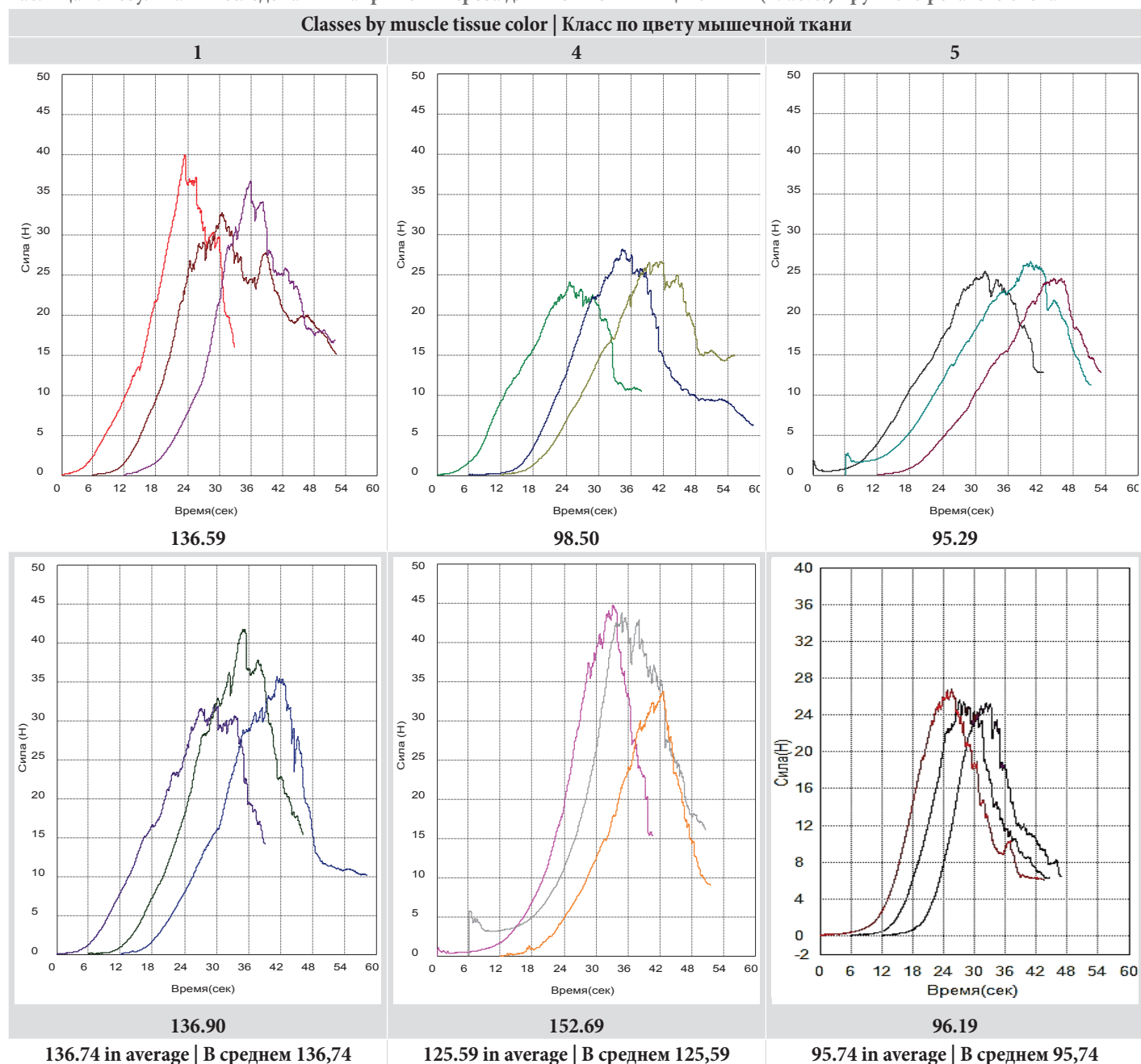
CIELab values Цветовая модель	Muscle tissue color (mean values) Цвет мышечной ткани (средние значения)		
	Group 1 Группа 1	Group 2 Группа 2	Group 3 Группа 3
L	41.41	34.75	28.92
a	22.16	22.0	13.10
b	18.46	14.0	9.24

Table 3. The results of muscle tissue studies (mean values)

Таблица 3. Результаты исследований образцов мышечной ткани (средние значения)

n = 6

Parameter Наименование показателя	Class by muscle tissue color Класс по цвету мышечной ткани		
	Class 1 (L 42.2 ± 2) 1 (L 42,2 ± 2)	Class 4 (L 33 ± 4) 4 (L 33 ± 4)	Class 5 (L 29 ± 2.5) 5 (L 29 ± 2,5)
pH24 Величина pH24	5.28–5.36	5.59–5.60	6.50–6.51
WHC, % of total moisture ВУС, % к общей влаге	66.58	67.21	70.14
Moisture content, % Массовая доля влаги, %	76.0	75.70	74.7
Weight loss during heat treatment, % Потери массы при термической обработке, %	50.40	44.9	42.1
Shear force, N/m ² Напряжение среза, Н/м ²	136.74	125.59	95.74

Table 4. The results of shear force studies in beef samples (*Longissimus dorsi*)Таблица 4. Результаты исследования напряжения среза длиннейшей мышцы спины (*L. dorsi*) крупного рогатого скота

Данные Табл. 5 свидетельствуют о том, что с увеличением показателя L^* (светлота) мясо становится светлее, величина pH и ВУС уменьшаются, а потери влаги при термической обработке и напряжение среза увеличиваются.

Зависимость различных показателей от цвета говядины и возможность прогнозирования технологиче-

Data in Table 5 indicate that with the increase of L^* (lightness) value meat becomes lighter, pH and WHC decrease, loss of moisture during heat treatment and shear force increase.

Dependence of various indicators on beef color and the ability to predict the technological properties of meat based on color assessment is currently being studied quite

Table 5. Correlation between muscle tissue color and beef quality indicators

Таблица 5. Корреляционная зависимость между цветом мышечной ткани и показателями качества

Parameters Показатель	Correlation coefficient r Коэффициент корреляции r
L^* (lightness) and pH L^* (светлота) и pH	-0.95
L^* (lightness) and WHC L^* (светлота) и ВУС	-0.92
L^* (lightness) and weight loss during heat treatment L^* (светлота) и потери влаги при термической обработке	0.99
L^* (lightness) and shear force L^* (светлота) и напряжение среза	0.96

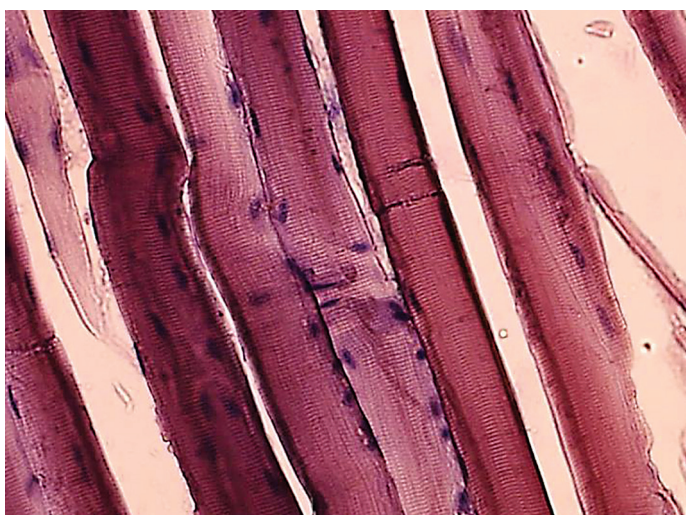


Figure 1. Microstructure of Class 1 beef sample (longitudinal section of muscle fibers, 40x magnification)

Рис. 1. Микроструктура образца говядины 1-го класса (продольный срез мышечных волокон, об.40х)

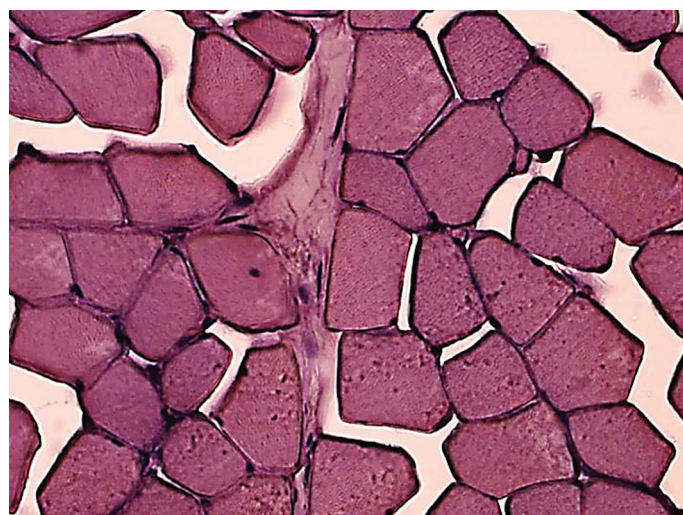


Figure 2. Microstructure of Class 1 beef sample (cross section of muscle fibers, 40x magnification)

Рис. 2. Микроструктура образца говядины 1-го класса (поперечный срез мышечных волокон, об.40х)

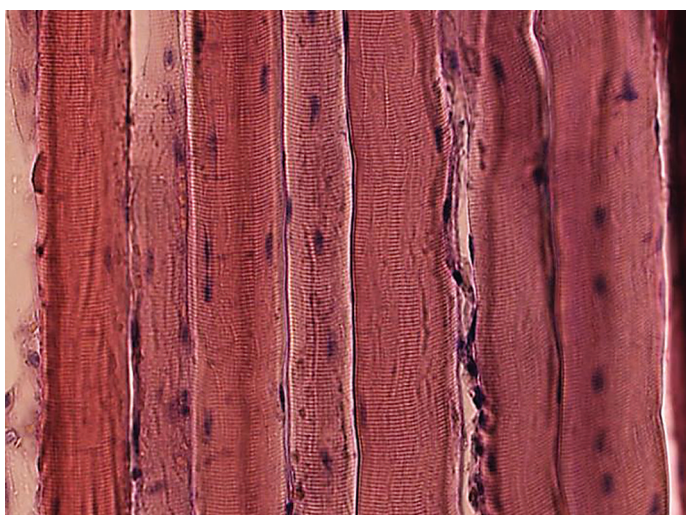


Figure 3. Microstructure of Class 4 beef sample (longitudinal section of muscle fibers, 40x magnification)

Рис. 3. Микроструктура образца говядины 4-го класса (продольный срез мышечных волокон, об.40х)

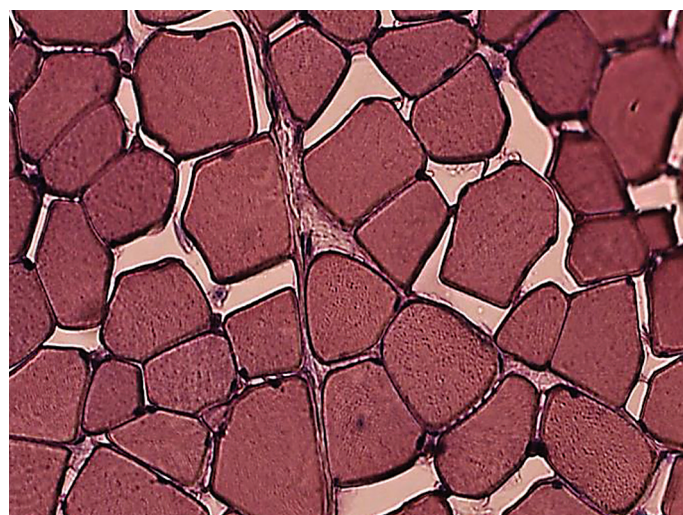


Figure 4. Microstructure of Class 4 beef sample (cross section of muscle fibers, 40x magnification)

Рис. 4. Микроструктура образца говядины 4-го класса (поперечный срез мышечных волокон, об.40х)

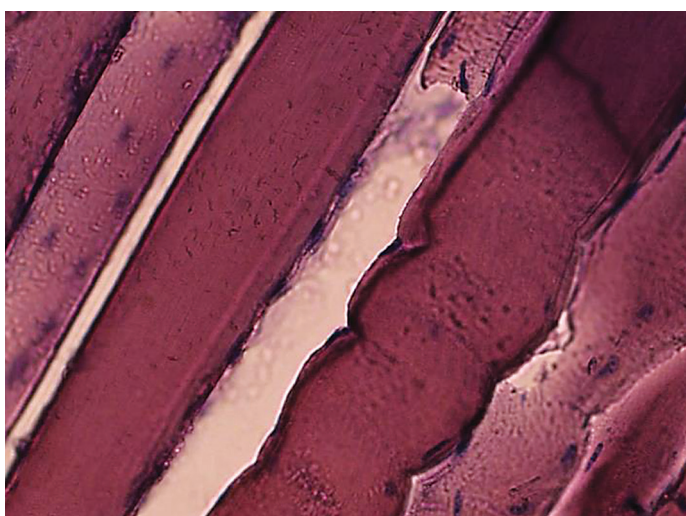


Figure 5. Microstructure of Class 5 beef sample (longitudinal section of muscle fibers, 40x magnification)

Рис. 5. Микроструктура образца говядины 5-го класса (продольный срез мышечных волокон, об.40х)



Figure 6. Microstructure of Class 5 beef sample (cross section of muscle fibers, 40x magnification)

Рис. 6. Микроструктура образца говядины 5-го класса (поперечный срез мышечных волокон, об.40х)

ских свойств мяса с помощью оценки цвета в настоящее время изучается достаточно широко. Высокую степень корреляции между колориметрическими показателями и величиной pH установили Abril M. с соавторами [11]. Также величина pH сырого мяса значительно влияет на цвет готового продукта (жареных говяжьих стейков), в особенности на показатель a^* [12]. Величина pH имеет высокую корреляционную зависимость со структурно-механическими и органолептическими свойствами говядины [13], следовательно, сортировка мяса по цвету, который коррелирует с величиной pH (см. выше), является объективным экспресс-методом оценки качества.

S.M. Keady, S.M. Waters с соавторами [14] отмечают, что показатели напряжения среза, нежности и общего органолептического восприятия имеют высокую корреляцию с цветом говядины, что позволяет со значительной достоверностью прогнозировать восприятие мяса потребителем.

Проведенные гистологические исследования позволили установить характерные особенности микроstructures образцов говядины различных цветовых классов. Так образцы 1-го класса характеризуются однотипным состоянием ткани, рыхлым расположением мышечных волокон, присутствием поперечно-щелевидных трещин и единичных разрывов мышечных волокон (Рис. 1, 2). Данная микроstructure соответствует сырому с низким значением pH.

Структура мышечной ткани образцов 4-го класса соответствует сырому с нормальным значением pH, процессы созревания мяса находятся на начальном этапе формирования, существенных деструктивных изменений мышечных волокон не выявлено (Рис. 3, 4).

В образцах 5-го класса отмечается наиболее плотная компоновка мышечных волокон в первичном пучке, диаметр волокон больше, чем в других образцах, отмечается сглаживание поперечной и продольной исчерченности, присутствуют волокна с извилистой формой (Рис. 5, 6). Данные показатели характерны для сырого с высоким значением pH.

Данные гистологических исследований свидетельствуют о взаимосвязи между величиной pH, цветом и микроstructureй мышечной ткани, что согласуется с исследованиями Nurainia H. [15] и Palka K. [16].

Выводы

Установлена высокая степень корреляции между цветом и показателями pH, ВУС, потерями массы при варке и микроstructureй мышечной ткани.

Установленные взаимосвязи указывают на возможность проведения непосредственно на конвейере оценки и сортировки говядины на качественные группы по технологическим свойствам с помощью эталонов цвета для определения дальнейшего направления рационального использования.

widely. M. Abril et al. [11] established a strong correlation between the colorimetric parameters and the pH value. Also, the pH of raw meat significantly affects the color of the finished product (fried beef steaks), in particular a^* value [12]. The pH value shows a strong correlation with the structural and mechanical properties and sensory properties of beef [13], therefore, the sorting of meat by color, which correlates with pH (see above), is an objective express method for assessing quality.

S.M. Keady, S.M. Waters et al. [14] reported that shear force, tenderness and overall sensory perception show a strong correlation with the color of beef, which allows to predict the perception of meat by the consumer with considerable certainty.

The histological studies allowed to establish the characteristic features in the microstructure of beef samples of different color classes. Thus, samples of Class 1 are characterized by homogeneity of tissue properties, loose arrangement of muscle fibers, the presence of transverse slit cracks and single ruptures of muscle fibers (Figures 1, 2). This microstructure corresponds to raw material with low pH.

The structure of muscle tissue in samples of Class 4 corresponds to raw material with normal pH; meat ageing processes are at the initial stage; no significant destructive changes in muscle fibers have been detected (Figures 3, 4).

Samples of Class 5 have the densest arrangement of muscle fibers in the primary bundle; the diameter of fibers is larger than in other samples; the smoothing of transverse and longitudinal striation is noted; fibers with a sinuous shape are present (Figures 5, 6). These indicators are typical for raw materials with high pH.

Histological data indicate the relationship between the pH, color and microstructure of the muscle tissue, which is consistent with the studies of H. Nurainia [15] and K. Palka [16].

Conclusions

A strong correlation between the color and quality indicators (pH, WHC, weight loss during cooking and microstructure) of muscle tissue was established.

Established relationships support the possibility to assess and sort the beef into groups by technological properties in a conveyor environment using color standards to determine the further direction of rational use.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Еженедельный информационно-аналитический обзор Министерства сельского хозяйства Российской Федерации // № 4, 05.02.2016.
2. Соколова, А.П. Основные тенденции и перспективы развития мясного скотоводства в РФ / А.П. Соколова, Г.Н. Литвиненко, А.А.Исаева, С.А. Устьян // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. — 2016. — № 117. — С. 525–239.
3. Состояние племенной базы мясного скотоводства России / Шаркаев В.И., Шаркаева Г.А. // В сборнике: Повышение конкурентоспособности животноводства и задачи кадрового обеспечения. Материалы международной научно-практической конференции. ФГБОУ РАМЖ. 2016. С. 130–136.
4. Мирошников, С.А. Отечественное мясное скотоводство: проблемы и решения / С.А. Мирошников С.А. // Вестник мясного скотоводства. — 2011. — Т. 3. — № 64. — С. 7–12.
5. MSA Standards Manual for Beef Grading // Meat & Livestock Australia Limited — ISBN 1 74036 660 3, 2008.
6. Aalhus, J.L. Canadian beef grading — opportunities to identify carcass and meat quality traits valued by consumers / J.L. Aalhus, O. López-Campos, N. Prieto, A. Rodas-Gonzalez, M.E.R. Dugan, B. Uttaro, M. Juárez // Canadian Journal of Animal Science. — 2014. — V. 94. — № 4. — P. 545–556.
7. United States Standards for Livestock and Meat Marketing Claims, Doc. No. LS-02-02, FEDERAL REGISTER. — Vol. 67. — No. 250.
8. Meat Standards Australia beef information kit, Published by Meat & Livestock Australia Limited ABN: 39 081 678 364 © Meat & Livestock Australia, 2011 Released: January 2017.
9. Лисицын А.Б., Козырев И.В. Исследование цветовых характеристик мышечной и жировой тканей и мраморности говядины. Теория и практика переработки мяса. 2016;1(4):51–56. DOI:10.21323/2414-438X-2016-1-4-51-56.
10. Воловинская, В.Н. Разработка методов определения влагопоглощаемости мяса: научные труды ВНИИМП / В.Н. Воловинская, Б.Н. Кельман. — М.: ВНИИМП. — 1962. — Вып. 11. — С. 128–138.
11. Abril, M. Beef colour evolution as a function of ultimate pH / M. Abril, M.M. Campo, A. Onenc, C. Sanudo, P. Alberti, A.I. Negueruela, // Meat Science. — 2001. — V. 58. — № 1. — P. 69–78.
12. Ramanathan, R. Effects of succinate and pH on cooked beef color / R. Ramanathan, R.A. Mancini, G.A. Dady, C.B. Van Buiten // Meat Science. — 2013. — V. 93. — № 4. — P. 888–892.
13. Holdstock, J. The impact of ultimate pH on muscle characteristics and sensory attributes of the longissimus thoracis within the dark cutting (Canada B4) beef carcass grade / J. Holdstock, J.L. Aalhus, B.A. Uttaro, Ó. López-Campos, I.L. Larsen, H.L. Bruce // Meat Science. — 2014. — V. 98. — № 4. — P. 842–849.
14. Keady, S.M. Compensatory growth in crossbred Aberdeen Angus and Belgian Blue steers: Effects on the colour, shear force and sensory characteristics of longissimus muscle / S.M. Keady, S.M. Waters, R.M. Hamill, P.G. Dunne, M.G. Keane, R.I. Richardson, D.A. Kenny, A.P. Moloney. // Meat Science. — 2017. — V. 125. — P. 128–136.
15. Nurainia, H. Histomorphology and physical characteristics of buffalo meat at different sex and age / H. Nurainia, A. Winartob, C. Sumantria // Media Peternakan. — 2013. — Vol. 36. — No. 1. — P. 6–13.
16. Palka, K. The influence of post-mortem ageing and roasting on the microstructure, texture and collagen solubility of bovine semitendinosus muscle / K. Palka // Meat Science. — 2003. — Vol. 64. — P. 191–198.

REFERENCES

1. The weekly informational and analytical review of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation // No. 4, 02.05.2016.
2. Sokolova, A.P. The main tendencies and the prospects of the development of meat cattle breeding in the Russian Federation / A.P. Sokolova, G.N. Litvinenko, A.A. Isaeva, S.A. Ustyan // Multidisciplinary online scientific journal of Kuban State Agrarian University. — 2016. — No. 117. — P. 525–239.
3. The condition of the breeding stock for meat cattle breeding in Russia / Sharkaev, V.I., Sharkaeva, G.A. // In the digest: Increasing the competitiveness of livestock and the staffing problem. Materials of the international scientific and practical conference. FGBOU Russian Academy of Management in Animal Production. — 2016. — P. 130–136.
4. Miroshnikov, S.A. Modern condition and development prospects of Russian beef cattle / S.A. Miroshnikov // The herald of beef cattle breeding. — 2011. — Vol. 3. — No. 64. — P. 7–12.
5. MSA Standards Manual for Beef Grading // Meat & Livestock Australia Limited — ISBN 1 74036 660 3, 2008.
6. Aalhus, J.L. Canadian beef grading — opportunities to identify carcass and meat quality traits valued by consumers / J.L. Aalhus, O. López-Campos, N. Prieto, A. Rodas-Gonzalez, M.E.R. Dugan, B. Uttaro, M. Juárez // Canadian Journal of Animal Science. — 2014. — V. 94. — № 4. — P. 545–556.
7. United States Standards for Livestock and Meat Marketing Claims, Doc. No. LS-02-02, FEDERAL REGISTER. — Vol. 67. — No. 250.
8. Meat Standards Australia beef information kit, Published by Meat & Livestock Australia Limited ABN: 39 081 678 364 © Meat & Livestock Australia, 2011 Released: January 2017.
9. Lisitsyn, A.B., Kozыrev, I.V. Researching of meat and fat color and marbling in beef. Theory and practice of meat processing. 2016;1(4):51–56. (In Russ.) DOI: 10.21323/2414-438X-2016-1-4-51-56.
10. Volovinskaya, V.N. Development of methods for determining the moisture absorption of meat: scientific works of VNIIMP / V.N. Volovinskaya, B.N. Kelman. — M.: VNIIMP. — 1962. — Vol. 11. — P. 128–138.
11. Abril, M. Beef colour evolution as a function of ultimate pH / M. Abril, M.M. Campo, A. Onenc, C. Sanudo, P. Alberti, A.I. Negueruela, // Meat Science. — 2001. — V. 58. — № 1. — P. 69–78.
12. Ramanathan, R. Effects of succinate and pH on cooked beef color / R. Ramanathan, R.A. Mancini, G.A. Dady, C.B. Van Buiten // Meat Science. — 2013. — V. 93. — № 4. — P. 888–892.
13. Holdstock, J. The impact of ultimate pH on muscle characteristics and sensory attributes of the longissimus thoracis within the dark cutting (Canada B4) beef carcass grade / J. Holdstock, J.L. Aalhus, B.A. Uttaro, Ó. López-Campos, I.L. Larsen, H.L. Bruce // Meat Science. — 2014. — V. 98. — № 4. — P. 842–849.
14. Keady, S.M. Compensatory growth in crossbred Aberdeen Angus and Belgian Blue steers: Effects on the colour, shear force and sensory characteristics of longissimus muscle / S.M. Keady, S.M. Waters, R.M. Hamill, P.G. Dunne, M.G. Keane, R.I. Richardson, D.A. Kenny, A.P. Moloney. // Meat Science. — 2017. — V. 125. — P. 128–136.
15. Nurainia, H. Histomorphology and physical characteristics of buffalo meat at different sex and age / H. Nurainia, A. Winartob, C. Sumantria // Media Peternakan. — 2013. — Vol. 36. — No. 1. — P. 6–13.
16. Palka, K. The influence of post-mortem ageing and roasting on the microstructure, texture and collagen solubility of bovine semitendinosus muscle / K. Palka // Meat Science. — 2003. — Vol. 64. — P. 191–198.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Козырев Илья Владимирович — научный сотрудник, руководитель направления, Отдел научно-прикладных и технологических разработок, Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности им. В.М. Горбатова
109316, г. Москва, ул. Талалихина, 26.

Тел.: +7-495-676-97-71

E-mail: ikozyrev@vniimp.ru

Миттельштейн Татьяна Михайловна — старший научный сотрудник, Отдел научно-прикладных и технологических разработок, Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности им. В.М. Горбатова
109316, г. Москва, ул. Талалихина, 26

Тел.: +7-495-676-97-71

E-mail: pervichka@vniimp.ru

Пчелкина Виктория Александровна — кандидат технических наук, старший научный сотрудник, экспериментальная клиника-лаборатория биологически активных веществ животного происхождения, Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности им. В.М. Горбатова
109316, г. Москва, ул. Талалихина, 26

Тел.: +7-495-676-69-71

E-mail: pchelkina@vniimp.ru

Лисицын Андрей Борисович — доктор технических наук, профессор, академик РАН, директор, Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности имени В.М. Горбатова
109316, г. Москва, ул. Талалихина, 26

Тел.: +7-495-676-95-11

E-mail: info@vniimp.ru

Критерии авторства

Авторы в равных долях имеют отношение к написанию рукописи и одинаково несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 10.04.2017

AUTHOR INFORMATION

Affiliation

Kozyrev Ilya Vladimirovich — research scientist, head of department, Department of applied scientific and technological development, The V.M. Gorbатов All-Russian Meat Research Institute
109316, Moscow, Talalikhina str., 26

Tel.: +7-495-676-97-71

E-mail: ikozyrev@vniimp.ru

Mittelstein Tatyana Mikhailovna — senior research scientist, Department of applied scientific and technological development, The V.M. Gorbатов All-Russian Meat Research Institute
109316, Moscow, Talalikhina str., 26

Tel.: +7-495-676-97-71

E-mail: pervichka@vniimp.ru

Pchelkina Viktoriya Alexandrovna — candidate of technical sciences, senior research scientist, Experimental clinic — laboratory of biologically active substances of an animal origin, The V.M. Gorbатов All-Russian Meat Research Institute
109316, Moscow, Talalikhina str., 26

Tel.: +7-495-676-69-71

E-mail: pchelkina@vniimp.ru

Lisitsyn Andrey Borisovich — doctor of technical sciences, professor, academician of the Russian Academy of Sciences, Director, The V.M. Gorbатов All-Russian Meat Research Institute
109316, Moscow, Talalikhina str., 26

Tel.: +7-495-676-95-11

E-mail: info@vniimp.ru

Contribution

The authors equally contributed to the writing of the manuscript and are equally responsible for plagiarism.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 10.04.2017