

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ**ПРОМЕНИ В ЦВЕТА И ОКИСЛЕНИЕТО НА ЛИПИДИТЕ  
В *M. LONGISSIMUS DORSI* В ПРОЦЕС  
НА ХЛАДИЛНО СЪХРАНЕНИЕ ПРИ ТЕЛЕТА КРЪСТОСКИ  
С ПОРОДАТА ЛИМУЗИН**

ТЕОДОРА ПОПОВА, ВЕСЕЛКА ВАСИЛЕВА, КРАСИМИРА ЛИДЖИ,  
ПЕНКА МАРИНОВА, ЯНКО ГОРИНОВ  
Институт по животновъдни науки - Костинброд

Важен критерий при определяне на пазарната стойност на месото са неговите органолептични показатели, като цвят, аромат и вкус, които оказват силно влияние върху предпочитанията на консуматорите. По време на съхранение в тях настъпват изменения, дължащи се на протичането на окислителни процеси главно в липидите на месото, в резултат на което то губи предпочитания си ярко червен цвят, формират се продукти, които влошават неговия вкус и аромат (McMillin, 1996), намаляват хранителната му стойност (Trout et al., 2003; Insani et al., 2008) и са вредни за човешкото здраве (Guardiola, 1996; Kritchesvky, 1998; Kanner, 2007).

Степента на окисление на месото зависи от продължителността и температурата на съхранение (Sun et al., 2002, Smet et al., 2005, Tan and Chen, 2005), както и от присъствието на кислород в средата. При хладилно съхранение и замразяване, окислителните процеси протичат с намалена интензивност, но не спират, тъй като формираните радикали са стабилни при ниски температури (Zarzycky and Swiniarska, 1993).

Целта на проведеното изследване бе проследяване на промените в цвета и окислението на липидите в *m. Longissimus dorsi* на телета

месодайни кръстоски по време на хладилно съхранение.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ**

Проучването бе проведено с телета от месодайните кръстоски Кафяво x Лимузин ( $n=6$ ) и Черношарено x Лимузин ( $n=7$ ) на възраст 24 месеца при средно живо тегло 450 kg. Животните бяха отглеждани на паша, като последните три месеца бяха настанени свободно в боксове и хранени с концентрирана смеска и груби фуражи. Клането на животните бе извършено според изискванията на ЕС. Изследван бе *m. Longissimus dorsi* (*m.LD*), отпрепариран 24 h след клането на животните. Взетите проби бяха съхранявани при хладилни условия (+4 °C) в продължение на 6 дни.

Промените в цвета бяха проследени чрез измерване на рефлексивността на пробите при дължина на вълната 525 nm със Spekol 11, а окислението на липидите - чрез измерване на количеството на малоновия диалдехид (МДА), натрупан в процеса на съхранение (Lynch and Frei, 1993, модифициран от Mercier et al., 1998).

За статистическата обработка на получените резултати бе използван програмният пакет JMP v.7 (2007). Проведен беше двуфакторен

дисперсионен анализ (ANOVA) за установяване влиянието на породните особености на животните и времето на съхранение на пробите от *m. Longissimus dorsi*, а при наличие на достоверни различия, за статистическа оценка бе използван *t* - критерий на Student, при  $P > 0.05$ - NS,  $P < 0.05$  - \*,  $P < 0.01$  - \*\*,  $P < 0.001$  - \*\*\*.

## РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

Резултатите от проведения двуфакторен анализ (табл. 1) показват достоверно влияние ( $P < 0.001$ ) на продължителността на съхранение върху цвета и окислението на липидите в *m. Longissimus dorsi* на телетата и отсъствие на ефект на породните особености върху двата изследвани показателя.

Установява се намаляване на стойностите на рефлексивността до края на периода при двете групи животни (фиг. 1 и фиг. 2). При животните от кръстоската Кафяво х Лимузин, установените различия в стойностите на рефлексивността са доказани при висока степен на достоверност ( $P < 0.001$ ) за интервалите между 1-ия и 4-ия ден, както и 1-ия и 6-ия ден. Достоверни разлики се установяват и между 1-ия и 2-ия и 2-ия и 6-ия ден, доказани при  $P < 0.01$ .

Времето на хладилно съхранение на *m. LD* при животните от кръстоската Черношарено х Лимузин води до достоверни различия между интервалите, доказани при висока степен на достоверност ( $P < 0.001$ ). И при двете групи не се установяват достоверни различия в рефлексивността между 4-ия и 6-ия ден от съхранението на пробите.

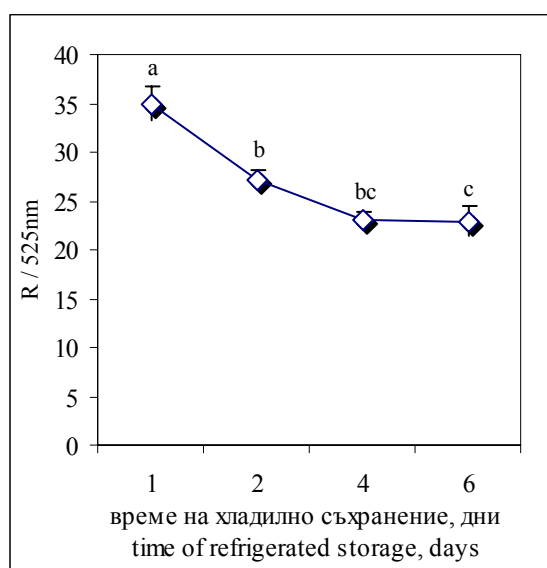
Установените от нас промени в рефлексивността по време на съхранение на месото се дължат на изменения в молекулата на миоглобина и образуването на метмиоглобин, който е причина за потъмняването на цвета и респективно по-ниските стойности на рефлексивност (Tang et al., 2003; Lindahl, 2005).

Стойностите на рефлексивност са максимални на 1-ия ден при двете кръстоски (табл. 2) и достигат своя минимум на 6-ия ден от съхранението (35-33.4; 22.94-22.29, съответно за Кафяво х Лимузин и Черношарено х Лимузин). Прави впечатление, че въпреки установените различия стойностите на рефлексивност в периода от 2-ия до 6-тия ден на съхранение са близки. Един от основните фактори, определящи формирането на метмиоглобин в мускулите по време на съхранение, е степента на консумация на кислород в тъканите (Renner, 2000). Образуването на метмиоглобин е най-

Таблица 1. Ефект на продължителността на хладилно съхранение и породните особености на телетата от кръстоски Кафяво х Лимузин и Черношарено х Лимузин върху промените в цвета и окислението на липидите в *m. LD*

Table 1. Effect of refrigerated storage duration and breed characteristics of crossbreed Brown × Limousin and Black-White × Limousin calves on the colour and lipid oxidation in *m. LD*

	Цвят, R/525nm Colour, R/525nm				МДА, mg / kg MDA, mg / kg			
	df	SS	MS	F	df	SS	MS	F
<i>Източници на вариране</i> <i>Source of variation</i>								
Време на хладилно съхранение Time of refrigerated storage	3	1345.73	448.58	49.56***	3	0.653	0.218	25.35***
Породни особености Breed characteristics	1	0.013	0.013	0.96	1	0.003	0.003	0.39
Грешка Error	44	398.23	9.051		44	0.378	0.008	
Общо Total	51				51			

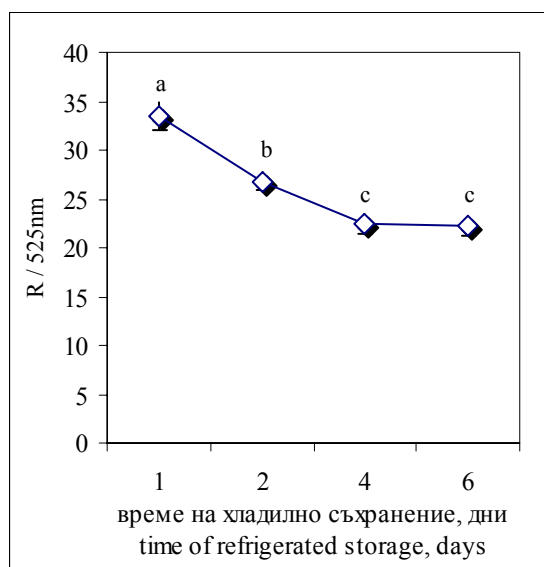


\* Между интервалите на измерване, свързани с различни букви съществуват статистически достоверни разлики,  $P < 0.01$ ,  $P < 0.001$

\* Points, connected with different letters are significantly different,  $P < 0.01$ ,  $P < 0.001$

Фиг. 1. Динамика на промени в цвета на *m.LD* при телета от кръстоската Кафяво x Лимузин

Fig. 1. Dynamics of change in colour of *m.LD* in Brown x Limousin calves



\* Между интервалите на измерване, свързани с различни букви съществуват статистически достоверни разлики,  $P < 0.001$

\* Points, connected with different letters are statistically different,  $P < 0.001$

Фиг. 2. Динамика на промени в цвета на *m.LD* при телета от кръстоската Черношарено x Лимузин

Fig. 2. Dynamics of change in colour of *m.LD* in Black-White x Limousin calves

Таблица 2. Стойности на рефлексивността на *m.LD*, измерени по време на хладилно съхранение при телета кръстоски Кафяво x Лимузин и Черношарено x Лимузин

Table 2. Reflectance in *m.LD*, measured during refrigerated storage in Brown x Limousin and Black-White x Limousin calves

Време на хладилно съхранение, дни Time of refrigerated storage, days	R/525 nm	
	Кафяво x Лимузин Brown x Limousin	Черношарено x Лимузин Black-White x Limousin
	$x \pm Sd$	$x \pm Sd$
1	35 ± 1.80	33.43 ± 1.39
2	27.19 ± 0.94	26.83 ± 0.86
4	23.09 ± 0.84	22.46 ± 1.04
6	22.94 ± 1.53	22.29 ± 1.07

Таблица 3. Количество на МДА в *m.LD*, измерено по време на хладилно съхранение при телета кръстоски Кафяво x Лимузин и Черношарено x Лимузин

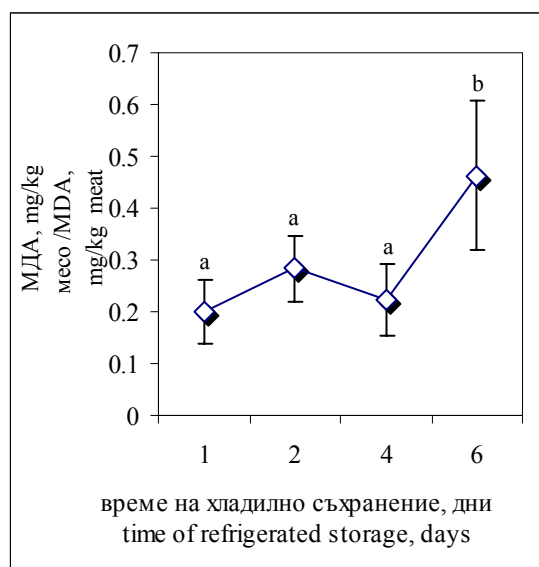
Table 3. Amount of MDA in *m.LD*, measured during refrigerated storage in Brown x Limousin and Black-White x Limousin calves

Време на хладилно съхранение, дни Time of refrigerated storage, days	МДА (mg/kg) MDA (mg/kg)	
	Кафяво x Лимузин Brown x Limousin	Черношарено x Лимузин Black-White x Limousin
	$x \pm Sd$	$x \pm Sd$
1	0.20 ± 0.06	0.22 ± 0.07
2	0.28 ± 0.06	0.26 ± 0.06
4	0.22 ± 0.06	0.23 ± 0.06
6	0.46 ± 0.14	0.52 ± 0.15

ускорено до 3 дни след клането на животните, когато степента на консумация на кислород в митохондриите е все още висока (Vernam and Sutherland, 1995). С течение на времето тя намалява поради изчерпване на субстратите и разграждане на ензимите, участващи в дихателните процеси (O'Keeffe and Hood, 1982). В изследване на Bendall and Taylor (1972) се установява намалена консумация на кислород в продължение на 2 до 6 дни при съхранение

на месо при 2 °С, което би могло да обясни наблюдаваните от нас близки стойности на рефлексивност в същия период и при двете групи животни.

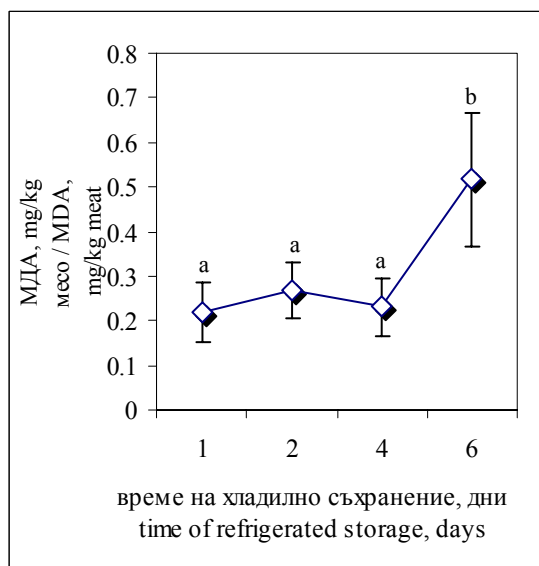
Динамиката на промени в съдържанието на МДА (фиг. 3 и фиг. 4) показва влияние на продължителността на съхранение върху неговото количество. Максимални стойности на МДА се установяват на 6-ия ден от съхранението на пробите (табл. 2), като различията с останалите интервали са доказани при  $P < 0.001$  за животните от двете кръстоски. Това кореспондира с намаляването на стойностите на рефлексивността и респ. потъмняването на цвета на месото, което показва взаимната връзка между процесите на окисление на пигментите и липидите в мускулната тъкан по време на съхранение (Renner and Labadie, 1993). Съдържанието на МДА варира в границите 0.20 mg/kg - 0.46 mg/kg; 0.22 mg/kg - 0.52 mg/kg, (съответно за Кафяво x Лимузин и Черношарено x Лимузин). В изследване върху качеството на телешко месо в процес на хладилно съхранение Campo et al., (2006) установяват стойност на МДА 2.3 mg/kg като праг за появата на отрицателни изменения във вкуса и аромата на месото. Измерените от нас количества на МДА през целия период на съхранение не надвишават посочената критична стойност, което е показател за ниска интензивност на процесите на окисление в изследваните проби. Това би могло да се дължи на пашата на животните, тъй като е известно, че в тревата се съдържат естествени антиоксиданти под формата на  $\alpha$ - и  $\beta$ -каротен и токоферол в количества, които в мускулната тъкан са достатъчни да потиснат протичането на липидното окисление (Realini et al., 2004; Descalzo et al., 2004). В изследване на Mouty et al., (2002) се съобщава за отсъствие на промени в липидната пероксидация на *m. Rectus abdominis* и *m. Semitendinosus* при телета, хранени с трева, независимо от повишеното съдържание на полиненаситени мастни киселини, което отдават на по-високо количество на антиоксидантите в тревата. От друга страна,



\* Между интервалите на измерване, свързани с различни букви съществуват статистически достоверни разлики,  $P < 0.001$  / \* Points, connected with different letters are statistically different,  $P < 0.001$

Фиг. 3. Динамика на промени в съдържанието на МДА на *m. LD* при телета от кръстоската Кафяво x Лимузин

Fig. 3. Dynamics of change in MDA content in *m. LD* in Brown x Limousin calves



\* Между интервалите на измерване, свързани с различни букви съществуват статистически достоверни разлики,  $P < 0.001$  / Points, connected with different letters are statistically different,  $P < 0.001$

Фиг. 4. Динамика на промени в съдържанието на МДА на *m. LD* при телета от кръстоската Черношарено x Лимузин

Fig. 4. Dynamics of change in MDA content of *m. LD* in Black-White x Limousin calves

при говеда, отглеждани на паша **Descalzo et al.** (2000), **Mercier et al.** (2004) съобщават за висока активност на ензимите супероксиддизмутаза и каталаза. Според тези автори действието на двата ензима и антиоксидантите в тревата повишават значително антиоксидантния статус на мускулите.

#### ИЗВОДИ

Резултатите от двуфакторния анализ показват достоверно влияние ( $P < 0.001$ ) на продължителността на съхранение върху цвета и окислението на липидите в *m. Longissimus dorsi* на телетата и отсъствие на ефект на породните особености върху двата изследвани показателя.

Стойностите на рефлексивността намаляват до края на периода на съхранение и при двете групи животни.

Установените количества на МДА за целия период на съхранение са показател за ниска интензивност на процесите на окисление в изследваните проби.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Bendall, J. R., A. A. Taylor**, 1972. Consumption of oxygen by the muscles of beef animals and related species. 2. Consumption of oxygen by post-rigor muscle. *J. Sci Food Agric.*, 23, 707.
- Campo, M. M., G. R. Nute, S. I. Hughes, M. Enser, J. D. Wood, R. I. Richardson**. 2006. Flavour perception of oxidation in beef. *Meat Sci.*, 72, 303-311.
- Descalzo, A. M., E. M. Insani, A. Biolatto, A. M. Sancho, P. T. Garcia, N. A. Pensel, J. A. Josifovich**, 2005. Influence of pasture or grain-based diets supplemented with vitamin E on antioxidant/oxidative balance of Argentine beef. *Meat Sci.*, 70, 35-44.
- Guardiola F., R. Codony, P. B. Addis, M. Rafecas, J. Boatella**, 1996. Biological effects of oxysterols: Current status. *Food Chem. Toxicol.*, 34, 193-211.
- Insani, E. M., A. Eyherabide, G. Grigioni, A. M. Sancho, N. A. Pensel, A. M. Descalzo**, 2008. Oxidative stability and its relationship with natural antioxidants during refrigerated retail display of beef produced in Argentina. *Meat Sci.*, 79, 444-452.
- JMP, Version 7**. SAS Institute Inc. 2007, Cary, NC.
- Kanner, J.**, 2007. Dietary advanced lipid oxidation endproducts are risk factors to human health. *Molecular Nutrition & Food Research*, 51, 1094-1101.
- Kritchevsky, D.** 1998. Fats and Oils in Human Health, In: "Food Lipids", (C. C. Akoh and D. B. Min Eds.) Marcel Dekker, New York, pp. 449-462.
- Lindahl, G.**, 2005. Color characteristics of fresh pork. Ph.D Thesis. Swedish University of Agriculture Science.
- Lynch, S. M., B. Frei**, 1993. Mechanisms of copper- and iron-dependent oxidative modification of human low-density lipoprotein. *J. Lipid Res.* 34, 1745-1751.
- McMillin, K. W.** 1996. Initiation of oxidative processes in muscle foods. *Reciprocal Meat Conferences Proceedings* 49, 53-64.
- Mercier, Y., P. Gatellier, M. Viau, H. Remignon, M. Rennerre**, 1998. Effect of dietary fat and vitamin E on colour stability and on lipid and protein oxidation in turkey meat during storage. *Meat Sci.*, 48, 301-318.
- Mouty, D., D. Durand, D. Dozias, D. Micol, I. Ortigues-Marty, D. Bauchart**, 2002. Lipoperoxidation et statut en antioxidants du plasma, du foie et des muscles de bouillons engraisés avec un régime à base d'herbe. *Rencontres Recherche Ruminants*, 8.
- O'Keeffe, M., D. E. Hood**, 1982. Biochemical factors influencing metmyoglobin formation on beef from muscles of differing colour stability. *Meat Sci.*, 7, 209-228.
- Realini, C. E., S. K. Duckett, Q. W. Brito, M. Dalla Rizza, D. De Mattos**, 2004. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition and quality of Uruguayan beef. *Meat Sci.* 66, 567-577.
- Rennerre, M.**, 2000. Oxidative processes and

- myoglobin. In A. M. Pearson and T. R. Dutson (Eds), *Advances in Meat Research: Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products* (pp 113-133). Glasgow, U.K., Chapman and Hall.
17. **Renner, M., J. Labadie**, 1993. Review: fresh meat packaging and meat quality. In *Proceedings of the 39<sup>th</sup> international congress of meat science and technology 1-6 August, Canada, Calgary* pp. 344-352.
  18. **Smet, K., K. Raes, G. Huyghebaert, L. Haak, S. Arnouts, S. de Smet**, 2005. Influence of the feed enriched with natural antioxidants on the oxidative stability of frozen broiler meat, *Proc. 51<sup>st</sup> ICoMST, Baltimore, Maryland, USA, 7-12 August 2005. Section 4, F.18, p.134.*
  19. **Sun, Q., A. Senecal, P. Chinachoti, C. Faustman**, 2002. Effects of water activity on lipid oxidation and protein solubility in freeze-dried beef during storage. *Journal of Food Science*, 67, pp. 2512-2516.
  20. **Tan, F., R. Chen**, 2005. Quality characteristics of Chinese-style sausage made different raw materials and stored under refrigeration, *Proc., 51<sup>st</sup> ICoMST, Baltimore, Maryland, USA, 7-12 August 2005, Section 4, F.29, p.139.*
  21. **Tang, J., C. Faustman, S. Lee, T. A. Hoagland**, 2003. Effect of glutathione on oxymyoglobin oxidation. *J. Agric. Food Chem.*, 51, 1691-1695.
  22. **Trout, G. R.** 2003. Biochemistry of lipid and myoglobin oxidation in post mortem muscle and processed meat products - Effect on rancidity. *Proceedings 49th International Congress of Meat Science and Technology; 2<sup>nd</sup> Brazilian Congress of Meat Science and Technology, 31 August - 5 September 2003, Campinas, Brazil*, pp. 50-55.
  23. **Vernam, A., J. Sutherland**, 1995. Conversion of meat into muscle. *Meat and meat products*. p 94. London, UK, Chapman and Hall.
  24. **Zarzycki, B., J. Swinarska**, 1993. Whey as cryoprotective substance in storage of frozen ground cooked pork, *J. Agric. Food Chem.*, 12, 105-113.

CHANGES IN COLOUR AND LIPID OXIDATION  
IN *M. LONGISSIMUS DORSI* DURING REFRIGERATED STORAGE  
IN CALVES OF LIMOUSIN CROSSBREDS

*T. Popova, V. Vasileva, K. Lidji, P. Marinova, Y. Gorinov*  
*Institute of Animal Science - Kostinbrod*

SUMMARY

The changes in colour and lipid oxidation in *m. Longissimus dorsi* during refrigerated storage (+4°C) are studied in crossbred Brown x Limousin and Black and White x Limousin calves. The changes in colour are determined by reflectance measurements (525 nm), and the lipid oxidation - by the amounts of the malondialdehyde at the 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, 4<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> days of storage.

The duration of the refrigerated storage has significant influence ( $P < 0.001$ ) on the changes in colour and lipid oxidation in *m. LD* in the animals of both groups. The reflectance values decrease till the end of the storage period as the differences between the intervals are significant unless between 2<sup>nd</sup> and 4<sup>th</sup> day in Brown x Limousin and the 4<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> day in both groups. Maximal values of MDA amounts are measured on the 6<sup>th</sup> day of the storage, as the differences with the rest of the intervals are significant ( $P < 0.001$ ) for both groups. No significant difference in the studied parameters is found when comparing the two cross-breeds.

**Key words:** *calves, colour, lipid oxidation*

tlpopova@yahoo.com