

# VLIV IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ NA BARVU A AKTIVITU LAKTÁT DEHYDROGENÁZY U VEPŘOVÉHO MASA

## EFFECT OF IONIZING RADIATION ON THE COLOUR AND ACTIVITY OF LACTATE DEHYDROGENASE OF PORK

**Dvořák, P. Šalplachta, J. Grolichová, M.**

Ústav biochemie, chemie a biofyziky, Fakulta veterinární hygieny a ekologie,  
Veterinární a farmaceutická univerzita Brno  
Výzkumný ústav veterinárního lékařství v Brně  
dvorakp@vfu.cz

### ABSTRACT

The most significant sensory and quality characteristic of meat is colour. The effect of irradiation of pork was studied in relation to color changes. Samples of *M. longissimus lumborum et thoracis* were obtained from the pork carcasses 24 h post mortem. Samples were irradiated using a  $^{60}\text{Co}$  source, at dose of 2,5 and 5 kGy; dose rate of  $2,86 \text{ kG}\cdot\text{h}^{-1}$ . Unirradiated controls were stored in the same condition as irradiated samples. Measurement of colour was realised with portable spectrophotometer Superchroma S-Spex in CIELAB system. The colour of a freshly cut interior surface of control and irradiated pork was measured before and after irradiation.  $L^*$  and  $b^*$  values of controls and irradiated pork did not change after irradiation. The  $a^*$  values (red colour) of irradiated pork were significantly higher than unirradiated. The activity of lactate dehydrogenase of pork was measured after irradiation. The activity did not change after irradiation.

**Key words:** Pig, meat, enzyme, gamma radiation.

## ÚVOD

Technologie ozařování potravin je nejvíce rozšířena v USA, kde je dokonce snaha prosadit ozařování nejen k zabezpečení zdravotní nezávadnosti, ale také k technologickým účelům jako je např. zlepšení barvy masných výrobků (Byun, et al., 1999).

I když je ozařování masa nadějnou technologií, na druhou stranu použití tohoto ošetření s sebou přináší fyzikálně-chemické a biochemické změny (Dogbevi, Vachon, Lacroix, 1999), které mohou narušit nutriční hodnotu a sensorické vlastnosti ozářeného masa (Giroux, Lacroix, 1998). Mezi nejvýznamnější sensorické a zároveň jakostní parametry, které zákazník při koupi masa sleduje, patří barva (Hood, 1980, Dvořák et al. 2001). Luchsinger (1996) uvádí, že při ozáření dávkou do 5 kGy nedochází ke změně barvy ozářeného masa. Podobně Nanke et al. (1999) popisuje, že po ozáření masa dávkami do 5 kGy dochází sice u jednotlivých parametrů barvy k určitým změnám, ale výslednou barvu masa neovlivňují. Ahn et al. (2000) uvádí, že ostatní sensorické a teplotní změny jsou při nízkodávkovém ozáření masa (do 5 kGy) nevýrazné, ale při dávkách vyšších než 5 kGy se teplota ozářeného masa zvyšuje a jsou zde patrné sensorické změny, jako je nežádoucí pach nebo zhnědnutí. Hwang et al. (1995) uvádí, že enzymaticky katalyzované změny jsou jednou z hlavních příčin rozkladných procesů po ozáření čerstvého masa. Při ozáření drůbežího masa dávkami do 10 kGy vykazovaly enzymy  $\text{Ca}^{2+}$  dependentní proteáza a katepsin D určitý stupeň rezistence, ale jejich aktivita se snižovala s rostoucí dávkou. Naproti tomu James et al. (1992) uvádí, že ozářením lze udržet čerstvost masa díky inhibici enzymů, které narušují buněčnou integritu. K charakteristickým ukazatelům průběhu zrání patří kromě barvy masa také aktivita enzymu laktát dehydrogenázy, která byla v této práci sledována.

## MATERIÁL A METODIKA

Bylo odebráno 15 vzorků vepřového masa z *M. longissimus lumborum* et *thoracis*. Vzorky byly odebrány 24 hodin post mortem a následně byly ozářeny dávkami 2,5 a 5 kGy, při dávkovém příkonu  $2,86 \text{ kGy}\cdot\text{h}^{-1}$ . Jako zdroj záření byl použit  $^{60}\text{Co}$ . Vzorky byly rozříznuty pro tři skupiny: 1. pokusná skupiná, která byla ozářena dávkou

2,5 kGy a barva u ní byla měřena dvakrát – v čase před a po ozáření, 2. pokusná skupina, která byla ozářena dávkou 5 kGy a barva u ní byla měřena dvakrát - v čase před a po ozáření a na skupinu kontrolní, která ozářena nebyla, ale barva u ní byla měřena také dvakrát a to ve stejném okamžiku jako u skupin pokusných. Změna barvy masa po ozáření byla sledována spektrofotometricky v systému CIELAB pomocí přenosného spektrofotometru Superchroma S-Spex. Barva masa byla měřena na čerstvém řezu, vždy na pěti místech řezné plochy a výsledná hodnota byla průměrem z těchto pěti měření. Naměřené hodnoty byly statisticky zpracovány párovým t-testem. Vzorky pro stanovení laktát dehydrogenázy byly odebrány, rozděleny a ozářeny dávkami 2,5 a 5 kGy, stejně jako vzorky pro měření barvy. Enzymatická aktivita laktát dehydrogenázy byla stanovena v tkáňových homogenátech pomocí komerčního setu BIO-LA-TEST firmy Lachema.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Jak je patrné z tabulky č. 1, u parametrů  $L^*$  a  $b^*$  nebyl nalezen statisticky významný rozdíl mezi ozářenými skupinami (2,5 a 5 kGy) a neozářenou skupinou, zatímco parametr  $a^*$ , který představuje změnu v oblasti vlnových délek červené barvy vykázal statisticky vysoce významný rozdíl mezi pokusnou a kontrolní skupinou. U ozářených vzorků (2,5 kGy i 5 kGy) byly hodnoty parametru  $a^*$  vyšší než u vzorků neozářených ( $\alpha < 0,01$ ). Intenzivnější červené zabarvení ozářených vzorků masa bylo patrné již při vizuálním hodnocení. Nanke et al. (1999) podobně uvádí, že hodnoty  $L^*$  se po ozáření dávkou 4,5 kGy nezměnily. Naopak u hodnot parametru  $a^*$  uvádí, že při ozáření dávkou 1,5 a 3,0 kGy došlo k jejich snížení ( $\alpha < 0,01$ ) a následně při dávce 4,5 se zvýšily, při čemž ale tyto hodnoty byly stále nižší než hodnoty u neozářených kontrol. Stejně tak u hodnot parametru  $b^*$  uvádí, že při dávce 1,5 a 3,0 kGy došlo k jejich snížení a při dávce nad 4,5 kGy k jejich opětovnému zvýšení. Luchsinger et al. (1996) naproti tomu uvádí, že hodnoty parametru  $a^*$  se po ozáření nezměnily. Z tabulky č.1 je patrný rozdíl v hodnotách parametru  $a^*$  u kontrolní neozářené skupiny, kde barva byla měřena ve stejné době jako pokusné skupiny před ozářením a po ozáření. Tento rozdíl je však statisticky neprůkazný a je dán dynamikou zrání masa.

Při sledování aktivity laktát dehydrogenázy bylo zjištěno, že se obsah enzymu ve tkáni po ozáření dávkami 2,5 a 5 kGy nemění. Nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi skupinou kontrolní a skupinami ozářenými (tab. č. 2). V literatuře jsou v souvislosti s problematikou enzymů v ozářených potravinách uváděny rozporuplné údaje. Podle Hwanga et al. (1995) vykazují enzymy  $\text{Ca}^{2+}$  dependentní proteáza a katepsin D při ozáření drůbežního masa dávkami do 10 kGy určitý stupeň rezistence. Naproti tomu James et al. (1992) uvádí, že ozářením lze udržet čerstvost masa díky inhibici enzymů, které narušují buněčnou integritu. Při studování problematiky ozářených potravin lze pohlížet na enzymy jako na indikátory poškození proteinů, jednotlivých buněk a tkání. V předkládané práci byly sledován obsah celkové laktát dehydrogenázy, jejíž aktivita je dána součtem aktivit jednotlivých izoenzymů (Šalplachta, 1997). Z literatury je známo, že se tkáňové izoenzymové složení mění po působení vnějších faktorů (Šalplachta a Nečas, 2001). Protože je laktát dehydrogenáza klíčovým enzymem v procesu zrání masa, bylo by vhodné ověřit vliv ionizujícího záření na jednotlivé izoenzymy.

Tab. č.1: Závislost parametrů barvy veřpového masa na ozáření dávkou 2,5 kGy (při expozici 0,88 h) a 5 kGy (při expozici 1,75 h), dávkový příkon 2,86 kGy.h<sup>-1</sup>

PARAMETR BARVY			L*	a*	b*
0 kGy	před ozářením	x	52,58	0,95	7,42
		s	4,876	1,119	1,393
		s <sub>x</sub>	1,258	0,289	0,360
	po ozáření	x	52,28	1,13	7,48
		s	4,234	1,352	1,368
		s <sub>x</sub>	1,093	0,349	0,353
2,5 kGy	před ozářením	x	51,60	<b>0,80</b>	6,92
		s	5,114	0,979	1,548
		s <sub>x</sub>	1,320	0,253	0,400
	po ozáření	x	52,44	<b>2,74 ++</b>	7,00
		s	5,280	0,857	1,121
		s <sub>x</sub>	1,363	0,221	0,289
5 kGy	před ozářením	x	51,90	<b>0,75</b>	7,11

		<b>s</b>	4,499	0,962	1,156
		<b>s<sub>x</sub></b>	1,161	0,248	0,298
	<b>po ozáření</b>	<b>x</b>	51,74	<b>3,05 ++</b>	7,17
		<b>s</b>	5,400	1,740	1,598
		<b>s<sub>x</sub></b>	1,394	0,449	0,413

x...aritmetický průměr

s...směrodatná odchylka

s<sub>x</sub>...směrodatná odchylka průměru

Tab. č.2: Aktivita laktát dehydrogenázy ve vepřové svalovině po ozáření dávkou 2,5 kGy (při expozici 0,88 h) a 5 kGy (při expozici 1,75 h), dávkový příkon 2,86 kGy.h<sup>-1</sup>

<b>Laktát dehydrogenáza [ <math>\mu\text{kat.g}^{-1}</math> ]</b>			
	<b>0 kGy</b>	<b>2,5 kGy</b>	<b>5 kGy</b>
<b>x</b>	805	795	793
<b>s</b>	148	254	186
<b>s<sub>x</sub></b>	46,8	80,3	58,8

x...aritmetický průměr

s...směrodatná odchylka

s<sub>x</sub>...směrodatná odchylka průměru

## **ZÁVĚR**

Bylo prokázáno, že již při dávce 2,5 kGy dochází ke změnám barvy vepřového masa, stejně tak i při dávce 5 kGy. Tato senzorická změna by mohla být hodnocena příznivě, jelikož výraznější červené vybarvení masa je pro zákazníka atraktivnější. Dále bylo prokázáno, že při použití nízkých dávek ionizujícího záření (do 5 kGy) nedochází ke změnám aktivity laktát dehydrogenázy – klíčového enzymu v procesu zrání masa.

## ACKNOWLEDGEMENTS:

This study was funded by the grant no. MSM6215712402 from the Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic.

## LITERATURA

**Ahn DU, Jo C, Olson DG, 2000:** Analysis of Volatile Components and the Sensory Characteristics of Irradiated Raw Pork, *Meat Science*, 54: (3) 209-215

**Byun MW, Lee JW, Yook HS, Lee KH, Kim KP, 1999:** The Improvement of Color and Shelf Life of Ham by Gamma Irradiation, *Journal of Food Protection*, 62: (10) 1162-1166

**Dogbevi MK, Vachon C, Lacroix M, 1999:** Physicochemical and Microbiological Changes in Irradiated Fresh Pork Loins, *Meat Science*, 51: (4) 349-354

**Dvořák P, Musilová H, Švarcová I, 2001:** On-line Measurements of Colour of Pork, *Fleischwirtschaft* 81: (7) 89-91

**Giroux, M, Lacroix, M, 1998:** Nutritional Adequacy of Irradiated Meat - a review, *Food Research International*, 31: (4) 257-264

**Hood DE, 1980:** Factors Affecting the Rate of Metmyoglobin Accumulation in Prepackaged Beef, *Meat Science*, 4: 247-265

**Hwang HI, Hau LB, 1995:** Effects of Ionizing-radiation on the Enzyme-activities and Ultrastructural-changes of Poultry, *Radiation Physics and Chemistry*, 46 (4-6) 713-716

**Luchsinger SE, Kropf DH, Garcia Zepeda CM, Hunt MC, Marsden JL, Rubio Canas EJ, Kastner CL, Kuecker WG, Mata T, 1996:** Color and Oxidative Rancidity of Gamma and Electron Beam Irradiated Boneless Pork Chops, *Journal of Food Science*, 61: 1000-1005, 1093

**Nanke KE, Sebranek JG, Olson DG, 1999:** Color Characteristics of Irradiated Aerobically Packaged Pork, Beef and Turkey, *Journal of Food Science*, 64: (2) 272-278

**Šalplachta J, 1997:** The sum of vectors method (SV) applied to lactate dehydrogenase isoenzymes and creatine kinase isoforms, *Clin. Chim. Acta*, 259: 51-71

**Šalplachta J, Nečas J, 2001:** Lactate dehydrogenase (LD) pattern in serum of calves with a total artificial heart (TAH), *Inter. Artif. Organs*, 24: 222-228