

## **Trichromatické hodnotenie zmien farby fermentovanej salámy počas zrenia**

AUGUSTÍN PAULEN - LADISLAV STARÚCH - MILAN SUHAJ

Súhrn. V predloženom príspevku uvádzame výsledky trichromatických meraní zmien farby salámových výrobkov, v ktorých sa použila štartovacia kultúra pre urýchlenie procesu zrenia a v ktorých sa študoval stabilizujúci účinok rôznych prídavkov askorbátu sodného na farbu výrobkov i pozitívneho vplyvu na iné, najmä technologické vlastnosti výrobkov. Merania trichromatických veličín  $L^*$ ,  $a^*$  a  $b^*$  preukázali stabilizujúci účinok antioxidantu, poskytli podklad na určenie optimálneho prídavku a naznačili aj zvýšenie tvorby neželateľných farebných produktov pri vyšších prídavkoch askorbátu sodného.

Významným ukazovateľom kvality potravinárskych výrobkov je farba, ktorú spotrebiteľ vníma a hodnotí oveľa viac, ako výživnú hodnotu nakupovanej potraviny. Pretože donedávna neexistovali objektívne metódy, bolo hodnotenie farby len subjektívne a preto málo spoľahlivé. Požiadavka, vyjadriť farbu spôsobom, ktorý by nebol závislý od individuálneho posudzovateľa, viedla komisiu CIE k vytvoreniu medzinárodného systému na meranie farieb, ktorý definoval a špecifikoval štandardné zdroje osvetlenia, podmienky osvetlenia a pozorovania, normály odrazivosti, štandardného pozorovateľa, sústavu farebných zložiek X, Y, Z a farebný priestor XYZ [1]. Trichromatické zložky nahradzujú do určitej miery funkciu ľudského oka, matematicky opisujú farbu a získavajú sa výpočtom na základe nameraných hodnôt remisie

---

Ing. Augustín Paulen, Ing. Milan Suhaj, CSc., Výskumný ústav potravinársky, Priemyselná 4, 820 06 Bratislava, Ing. Ladislav Staruch, Katedra sacharidov a konzervácie potravín, Chemickotechnologická fakulta STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava.

alebo priepustnosti pre jednotlivé vlnové dĺžky viditeľného spektra. Normovaný systém CIE, ktorý vyjadruje každú farbu číslom - trom trichromatickými zložkami X, Y a Z, dáva obraz o uložení farieb v priestore. Trichromatické zložky možno vyjadriť aj v podobe trichromatických súradníc  $x$ ,  $y$  a  $z$ , ktoré slúžia na zobrazenie odtieňa v plošnom diagrame CIE. Rozdiely medzi určitými farbami možno určiť tiež objektívne, výpočtami pomocou vzorcov CIELAB 77, ktorými sa trichromatické zložky prepočítavajú na hodnoty  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  (DIN 6174). Hodnota svetlosti  $L^*$  udáva polohu na ose jas-temnota (zákal), hodnota  $a^*$  polohu na ose zelená-červená a  $b^*$  na ose modrá-žltá. Meraním hodnôt  $L^*$ ,  $a^*$  a  $b^*$  viacerých vzoriek môžeme z rozdielu týchto parametrov posúdiť, ktorá vzorka je jasnejšia, kalnejšia, žltšia, červenšia, zelenšia alebo modrejšia [1, 2, 3]. Sledovanie týchto parametrov v jednej vzorke v určitých časových intervaloch kvalitne a objektívne charakterizuje aj také prípadné zmeny farby, ktoré by subjektívne pozorovania nemohli vôbec postrehnúť. Takéto merania v súčasnosti umožňujú moderné spektrofotometre vybavené špeciálnymi programami na meranie trichromatických hodnôt.

V predložennom príspevku uvádzame výsledky trichromatických meraní, ktoré sme získali aplikáciou programovej kazety Colour measurement pre spektrofotometer Specord M40 v rámci hodnotenia zmien farby salámových výrobkov, v ktorých sa použila štartovacia kultúra pre urýchlenie procesu zrenia a v ktorých sa študoval stabilizujúci účinok rôznych prídavkov askorbátu sodného za účelom stabilizácie farby výrobkov i pozitívneho vplyvu na iné, najmä technologické vlastnosti výrobkov. Sfarbenie mäsových výrobkov súvisí s obsahom hemoglobínu (farbivo červených krviniek) a myoglobínu (červené farbivo svalového tkaniva). Zmeny farby mäsových výrobkov súvisia s oxidáciou hemových farbív a možno ich účinne spomaliť prídavkom rôznych antioxidantov.

## **Materiál a metódy**

Pomocou programovej kazety Colour measurement spektrofotometra Specord M40 pre veľkosť zorného poľa  $2^\circ$ , bol hodnotený vývoj farby Prešporskej salámy s rôznymi prídavkami asorbátu sodného (100, 200 a 400 mg/kg) v rôznych fázach zrenia a vyrobených v technologických podmienkach uvedených v tabuľke 1. Vzorky boli vyrobené v Mäsozá-

Tabuľka 1. Technologické podmienky údenia, zrenia a sušenia podľa THN [6].  
Table 1. Technological conditions of smoking, maturation and drying according to technical standard [6].

Fáza výroby <sup>a</sup>	Trvanie <sup>b</sup>	Teplota <sup>c</sup>	RVV <sup>d</sup>	Poznámka <sup>e</sup>
1. Vyrovnávanie teplôt	4 h	24 °C	80 %	bez dymu
2. Vyfarbenie	24 - 36 h	20 - 22 °C	90 - 92 %	bez dymu
3. Údenie	48 h	22 °C	88 %	3 h dymu
	24 h	20 °C	86 %	2 h prest. 2 h dymu 2 h prest.
4. Koniec údenia	max. 24 h	nechá sa pomaly klesať teplota a RVV, nechá sa vypustiť dym		
5. Sušenie	6 - 21 dní	16 °C	vlhkosť klesá z 80 % až na 75 %	

RVV - relatívna vlhkosť vzduchu.

a - production phase, b - continuance, c - temperature, d - relative air temperature, e - note.

vode "KOŠICKÁ" Bratislava v množstve po 100 kg, pričom ako štartovacia bola použitá kultúra Bessastart 8920. Pri výrobe sa vychádzalo z technicko-hospodárskej normy pre Prešporskú salámu [6].

Na programovaný výpočet trichromatických zložiek X, Y, Z, súradníc x, y, z a farebných hodnôt L\*, a\* a b\* sa využili merania transmisných spektier vzoriek v rozsahu od 380 do 780 nm v intervale 10 nm pre normované svetlá A, C a D<sub>65</sub>. Na meranie spektier sa použil prefiltrovaný extrakt 10 g zhomogenizovanej vzorky salámy získaný z 30 ml okysleného acetónu. Okyslené extrahovadlo bolo použité aj na nasnímanie korekčných hodnôt. Podmienky spektrofotometrického stanovenia: spektrálna šírka štrbiny 0 cm<sup>-1</sup>, integračný čas 1 s, zosilnenie 5 a rýchlosť zápisu 2 mm.s<sup>-1</sup>.

## Výsledky a diskusia

Namerané hodnoty trichromatických veličín vzoriek Prešporskej salámy v diele a v rôznych fázach zrenia sú uvedené v tabuľkách 2. až 4. pre rôzne štandardné zdroje osvetlenia A, C a D<sub>65</sub>. V tabuľke 5. a 6.

Tabuľka 2. Výsledky trichromatického merania farby vzoriek Prešporskej salámy pre štandardný zdroj osvetlenia - zdroj A.

Table 2. Results of trichromatic measurement of Prešporská saláma samples colour with standard source of light - Source A.

Fáza zrenia [deň] <sup>1</sup>	Kontrolná vzorka <sup>2</sup>			Prídavok 100 mg AS <sup>3</sup>			Prídavok 200 mg AS <sup>4</sup>			Prídavok 400 mg AS <sup>5</sup>		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
dielo <sup>6</sup>	82,67	15,45	26,42	82,98	15,00	27,31	82,30	15,55	25,60	82,15	16,65	24,07
2.	83,04	14,96	27,30	82,32	15,73	26,85	83,16	14,84	27,37	83,57	14,48	27,36
6.	83,18	15,08	27,56	72,74	24,77	34,05	72,80	25,62	34,60	71,91	26,31	34,93
12.	72,06	23,93	34,98	73,24	22,97	34,03	72,93	22,91	34,86	69,90	23,77	37,52
19.	68,25	33,97	36,92	70,83	30,61	34,91	68,26	34,78	38,38	70,48	28,28	35,86
26.	65,64	28,23	37,65	66,47	26,97	36,73	66,59	25,53	36,60	62,58	23,63	39,07
35.	63,40	41,82	40,04	64,48	40,96	39,48	64,44	40,93	39,23	62,47	42,70	40,97
49.	65,53	38,41	39,08	64,00	39,19	39,87	63,86	40,54	40,61	63,45	42,30	41,00

1 - maturation phase [day], 2 - control sample, 3 - addition of 100 mg of natrium ascorbate, 4 - addition of 200 mg of natrium ascorbate, 5 - addition of 400 mg of natrium ascorbate, 6 - work.

Tabuľka 3. Výsledky trichromatického merania farby vzoriek Prešporskej salámy pre štandardný zdroj osvetlenia - zdroj C.

Table 3. Results of trichromatic measurement of Prešporská saláma samples colour with standard source of light - Source C.

Fáza zrenia [deň] <sup>1</sup>	Kontrolná vzorka <sup>2</sup>			Prídavok 100 mg AS <sup>3</sup>			Prídavok 200 mg AS <sup>4</sup>			Prídavok 400 mg AS <sup>5</sup>		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
dielo <sup>6</sup>	80,21	9,08	26,35	80,71	8,18	27,46	79,99	9,53	25,23	79,74	11,49	23,00
2.	80,77	8,21	27,33	79,97	9,41	26,53	80,90	8,04	27,45	81,72	7,51	27,62
6.	80,90	8,24	27,64	69,25	19,05	31,54	69,28	19,18	32,27	68,34	19,68	32,50
12.	68,54	18,99	32,32	69,86	17,89	31,64	69,55	17,56	32,59	66,37	18,29	35,17
19.	64,07	25,70	33,70	66,96	22,95	32,03	64,00	25,96	35,29	66,69	21,70	32,99
26.	61,81	21,74	34,80	62,80	20,29	34,25	63,04	19,01	34,36	59,15	17,08	37,26
35.	58,44	33,13	35,44	59,61	32,19	35,07	59,60	32,04	34,88	57,40	33,99	36,22
49.	60,88	30,08	34,99	59,23	31,10	35,51	58,97	32,15	36,15	58,42	33,54	36,32

1 - maturation phase [day], 2 - control sample, 3 - addition of 100 mg of natrium ascorbate, 4 - addition of 200 mg of natrium ascorbate, 5 - addition of 400 mg of natrium ascorbate, 6 - work.

Tabuľka 4. Výsledky trichromatického merania farby vzoriek Prešporskej salámy pre štandardný zdroj osvetlenia - zdroj D<sub>65</sub>.  
Table 4. Results of trichromatic measurement of Prešporská saláma samples colour with standard source of light - Source D<sub>65</sub>.

Fáza zrenia [deň] <sup>1</sup>	Kontrolná vzorka <sup>2</sup>			Prídavok 100 mg AS <sup>3</sup>			Prídavok 200 mg AS <sup>4</sup>			Prídavok 400 mg AS <sup>5</sup>		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
dielo <sup>6</sup>	80,03	10,76	25,12	80,52	10,05	26,41	79,80	11,38	24,23	79,54	13,33	24,23
2.	80,58	10,06	26,32	79,78	11,29	25,52	80,72	9,89	26,44	81,18	9,34	26,60
6.	80,71	10,10	26,61	68,98	21,35	30,35	69,03	21,43	31,09	68,09	21,90	31,35
12.	68,25	21,41	31,08	69,57	20,25	30,42	69,27	19,91	31,37	66,08	20,70	33,92
19.	63,86	27,80	32,61	66,75	25,06	30,94	63,81	28,04	34,19	66,45	23,96	31,83
26.	61,56	23,99	33,65	62,57	22,49	33,11	62,81	21,21	33,21	58,92	19,26	36,14
35.	58,24	35,19	34,38	59,42	34,24	34,01	59,41	34,07	33,83	57,20	36,04	35,16
49.	60,67	32,21	33,90	59,02	33,25	34,42	58,76	34,28	35,06	58,23	35,61	35,27

1 - maturation phase [day], 2 - control sample, 3 - addition of 100 mg of natrium ascorbate, 4 - addition of 200 mg of natrium ascorbate, 5 - addition of 400 mg of natrium ascorbate, 6 - work.

prikladáme doplňujúce údaje o zmenách hodnoty pH a sušiny výrobkov v procese zrenia, keďže tieto charakteristiky majú podstatný vplyv na farbu výrobkov. Vplyv ostatných charakteristík je diskutovaný na inom mieste [4].

Pri sledovaní hodnôt pH (tabuľka 5.) v kontrolnej vzorke bez prídavku askorbátu sodného a vo vzorkách s odstupňovaným prídavkom tejto antioxidačnej látky vidíme, že prídavok nemal výrazný vplyv na hodnotu pH (soľ slabšej kyseliny a silnej zásady). Hodnota pH poklesla až po niekoľkých dňoch následkom tvorby kyseliny mliečnej štartovacou kultúrou, po 12 dňoch dosahuje najnižšiu hodnotu (pH 4,1) a potom sa už tvorba kyseliny mliečnej spomaľuje. Znížením hodnoty pH sa proces oxidácie hemových farbív urýchljuje.

Výrazný vplyv na farebné charakteristiky má aj klesajúci obsah vody v hotových výrobkoch počas zrenia. Vzorky so zväčšujúcou sa stratou hmotnosti počas zrenia (tabuľka 6.) tmavnú rýchlejšie.

Namerané hodnoty trichromatických veličín v diele (tabuľky 2. - 4.)

Tabuľka 5. Zmeny hodnoty pH Prešporskej salámy v podmienkach zrenia.  
Table 5. pH values changes of Prešporská saláma in maturation conditions.

Fáza zrenia [deň] <sup>1</sup>	pH			
	Kontrolná vzorka <sup>2</sup>	Prídavok AS 100 mg/kg <sup>3</sup>	Prídavok AS 200 mg/kg <sup>4</sup>	Prídavok AS 400 mg <sup>5</sup>
dielo <sup>6</sup>	5,89	5,80	5,80	5,80
2.	5,38	5,27	5,35	5,32
6.	4,94	4,92	4,97	4,93
12.	4,19	4,10	4,13	4,05
19.	4,82	4,73	4,83	4,83
26.	4,89	4,80	4,93	4,96
35.	4,90	4,88	5,13	4,83
49.	4,51	4,60	4,72	4,43

AS - askorbát sodný

1 - maturation phase [day], 2 - control sample, 3 - addition of 100 mg/kg of natrium ascorbate, 4 - addition of 200 mg/kg of natrium ascorbate, 5 - addition of 400 mg/kg of natrium ascorbate, 6 - work.

Tabuľka 6. Hmotnostné straty vo vzorkách Prešporskej salámy vyjadrené v [%]  
vzhľadom na dielo (0. deň).

Table 6. Wright losses in samples of Prešporská saláma in % with regard to work (0-th day).

Fáza zrenia [deň] <sup>1</sup>	Kontrola <sup>2</sup>	100 mg AS <sup>3</sup>	200 mg AS <sup>4</sup>	400 mg AS <sup>5</sup>
dielo <sup>6</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00
6.	9,13	8,26	8,30	8,19
12.	18,07	14,65	15,82	19,12
19.	26,71	22,22	22,36	26,24
26.	31,97	30,28	30,27	32,29
35.	37,33	36,67	37,30	38,53

1 - maturation phase [day], 2 - control sample, 3 - addition of 100 mg of natrium ascorbate, 3 - addition of 200 mg of natrium ascorbate, 3 - addition of 400 mg of natrium ascorbate, 6 - work.

Tabuľka 7. Trichromatické hodnoty svaloviny niektorých mias [5].  
Table 7. Trichromatic values of some meats muscle [5].

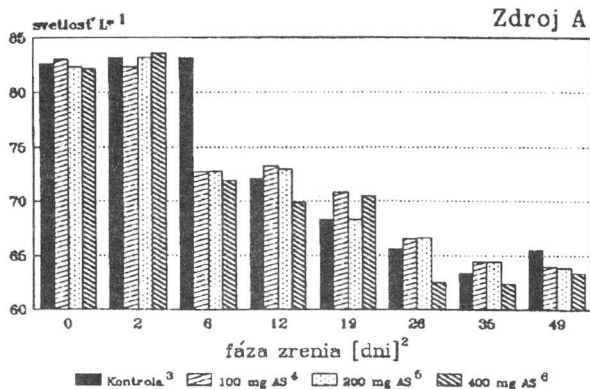
MLD druh mäsa <sup>1</sup>	a*	b*	L*
daniel <sup>2</sup>	22,9	10,4	22,9
diviak <sup>3</sup>	23,2	6,9	35,4
srnec <sup>4</sup>	26,4	8,3	30,5
jeleň <sup>5</sup>	25,7	10,2	24,8
muflón <sup>6</sup>	23,6	10,3	24,3
hovädzie <sup>7</sup>	28,9	14,2	31,1
bravčové <sup>8</sup>	20,2	8,0	47,1
baranina <sup>9</sup>	21,7	9,1	30,1

MLD - musculus longissimus dorsi

1 - kind of meat, 2 - fallow deer, 3 - wild boar, 4 - roe-deer, 5 - red-deer, 6 - moufflon, 7 - beef, 8 - pork, 9 - mutton.

môžeme prirovnať k hodnotám, aké boli napríklad namerané v homogénatoch svaloviny rôznych druhov mäsa lovnej i chovnej zveriny, tabuľka 7. [5], pretože v tejto práci boli farebné charakteristiky určené meraním reflektčných spektier. Hodnoty svetlosti sú tu o niečo nižšie ako v prípade transmisného stanovenia farebných charakteristík v acetónovom extrakte testovanej salámy.

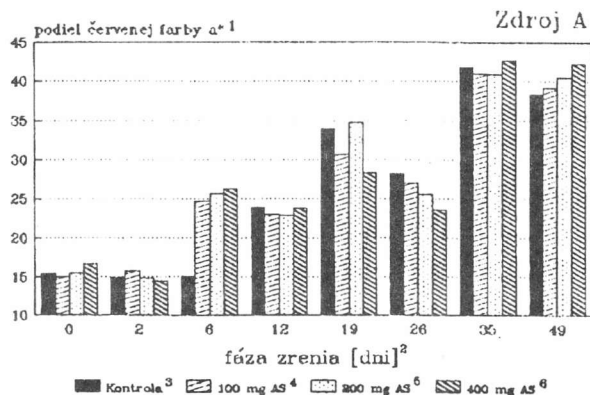
Podľa hodnôt farebných charakteristík  $L^*$ ,  $a^*$  a  $b^*$  počas zrenia Prešporskej salámy (tabuľka 2., 3. a 4.) vidíme, že zmeny týchto trichromatických veličín sú pri sledovaných štandardných zdrojoch osvetlenia A, C a  $D_{65}$  takmer rovnaké. Priebeh týchto zmien počas zrenia salámy s rôznym prídavkom askorbátu sodného je znázornený na obrázkoch 1., 2. a 3. pri zdroji osvetlenia A. Vo všetkých vzorkách svetlosť  $L^*$  v priebehu zrenia klesala (vzorky tmavli) hlavne z dôvodu straty vody, najviac v kontrolnej vzorke bez prídavku askorbátu a vo vzorke s najvyšším prídavkom antioxidantu. Pozitívny vplyv antioxidantu sa prejavil najmä po prvom týždni zrenia výrobku. Tento vplyv je ešte lepšie demonštrovaný vzrastom podielu červenej farby  $a^*$  (obr. 2.), ktorý je v tomto čase výrazne vyšší ako v nestabilizovanej kontrolnej vzorke. Podiel červenej farby sa v ďalších fázach zrenia proporcionálne zvyšuje a je intenzívnejší



Obr.1. Zmeny svetlosti L\* počas zrenia.

Fig.1. Changes of luminosity L\* during maturation.

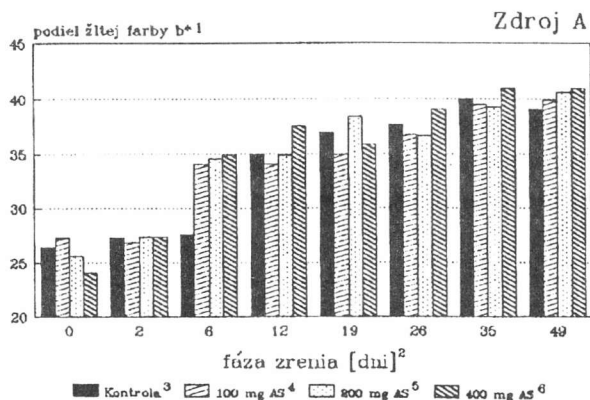
1 - luminosity L\*, 2 - maturation phase (days), 3 - control, 4 - 100 mg of sodium ascorbate, 5 - addition of 200 mg of sodium ascorbate, 6 - addition of 400 mg of sodium ascorbate.



Obr.2. Zmeny podielu červenej farby a\*.

Fig.2. Changes of red colour a\* proportion.

1 - red colour a\* proportion, 2 - maturation phase (days), 3 - control, 4 - 100 mg of sodium ascorbate, 5 - addition of 200 mg of sodium ascorbate, 6 - addition of 400 mg of sodium ascorbate.



Obr.3. Zmeny podielu žltej farby b\*.

Fig.3. Changes of yellow colour b\* proportion.

1 - yellow colour b\* proportion, 2 - maturation phase (days), 3 - control, 4 - 100 mg of sodium ascorbate, 5 - addition of 200 mg of sodium ascorbate, 6 - addition of 400 mg of sodium ascorbate.



vo vzorkách s prídavkom askorbátu sodného. Cennou informáciou z trichromatických pozorovaní sú aj údaje o zmenách podielu žltej farby  $b^*$ . Tento podiel počas zrenia narastá najmä u vzoriek s vyššími koncentráciami askorbátu sodného. Najnižší prídavok je porovnateľný s kontrolnou vzorkou. Je veľmi pravdepodobné, že nárast podielu žltej farby, ktorý subjektívne pozorovania nemôžu zachytiť, súvisí s tvorbou farebných produktov v rámci reakcií neenzymatického i enzymatického hnednutia.

Merania trichromatických veličín ukázali komplexnejšie ako prebiehal farebný vývoj počas zrenia mäsového výrobku, Prešporskej salámy, v ktorej sa aplikoval rôzny prídavok askorbátu sodného. Ukázalo sa, že stabilizujúci účinok tohto antioxidantu sa prejavuje najmä v prvých dňoch procesu zrenia. Možno tak očakávať, že aplikácia askorbátu sodného bude najefektívnejšia najmä do výrobkov krátkej trvanlivosti. Merania tiež ukázali, že zvyšovať koncentráciu tohto antioxidantu nad určitú hodnotu nemá zmysel aj napriek tomu, že hygienické požiadavky na cudzorodé látky v požívatinách dovoľujú aplikovať do mäsových výrobkov až 500 mg/kg askorbátu sodného [8]. Optimálny prídavok pre testovaný druh salámy môže byť podľa hodnotenia farebných charakteristík v medziach 100 až 200 mg/kg. Vyšší obsah prídavku, ako to trichromatické meranie v prípade sledovania podielu žltej farby naznačuje, má za následok vznik žltých pigmentov vo väčšej miere ako v kontrolnej vzorke. K prevažnej časti týchto farebných pigmentov patria zlúčeniny, ktoré sú z hľadiska hygienicko-toxikologického dosť problematické.

## Literatúra

1. SROKOVÁ, I.: Koloristika, SVŠT - ČHTF, Bratislava, 1987, 134 s.
2. Vybrané instrumentální metody analitiky kovů, Spektrofotometr Specord M40, Dům techniky ČSVTS, Ostrava, 131 s.
3. DRDÁK, M.: Objektivizácia hodnotenia farby niektorých potravín, Veda vydavateľstvo SAV, Bratislava, 1985, 181 s.
4. PAULEN, A.: Vplyv kyseliny askorbovej na stabilitu farby FMV, Diplomová práca, ČHTF - STU, 1994, 96 s.
5. PROKÚPKOVÁ, L. - PIPEK, P.: Barva masa lovné zvěře, Maso, č.6, 1992, s.7-12.
6. ČSN 576099, Mäsové výrobky - spoločné ustanovenia, Bratislava, 1989, 435 s.
7. THN 76443196, Prešporská saláma - Podniková norma š.p. "Košická", Bratislava, 1991, 3 s.

8. Vyhláška MZ SR, ktorou sa ustanovujú hygienické požiadavky na cudzorodé látky v požívat-  
inách, Zbierka zákonov č.2/1994, s.7-51.

Do redakcie došlo 14.11.1994.

## **Trichromatic evaluation of colour changes of meat and meat products**

### **Summary**

Results of trichromatic evaluation of colour changes evaluation of salami products, in which starting culture for maturation process acceleration was used, and stabilising effect of various addition of natrium ascorbate upon product colour was studied as well as positive influence upon other especially technological products properties are given in the paper. Measurements of trichromatic values  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  showed stabilising effect of antioxidant, gave a basis for optimal addition determination, and indicated higher creation of undesirable colour products with higher addition of natrium ascorbate.