

## SROVNÁNÍ OBRAZOVÉ ANALÝZY BARVENÝCH A NEBARVENÝCH NÁRKOJŮ MASNÝCH VÝROBKŮ

### COMPARISON OF COLORED SECTION AND UNCOLOURED SECTION OF THE MEAT PRODUCTS USING IMAGE ANALYSIS

*Matej Pospiech, Radek Horák, Petra Čáslavková, Bohuslava Tremlová, Alena Saláková,  
Jozef Kameník*

**Abstract:** The article comparing two methods of the image analysis for analysis of the fat particles in the section of the dry salami. The section were analyzed uncolored and after staining with methylen blue using SW for image analysis. The images were recorded in RGB format. For segmentation were used hue and brightness. After segmentation were analyzed total area and size of the fat particles. Analysis of total area show that correlation coefficient of uncolored sections were  $r = -0,46$  and colored sections were  $r = -0,17$ . Analysis of size show that between both methods are significant difference for the fat particles smaller than 3 mm. The results show than more accurate is uncolored methods.

**Keywords:** sausage, dry salami, computer vision, fat analysis

#### ÚVOD

Vizuální hodnocení potravin je běžně používaná metoda pro určení kvality masných výrobků a je využívána také spotřebiteli při výběru výrobku (Brosnan and Sun, 2004). Spotřebitel se tedy při výběru, opírá o své smysly tedy zejména zrak. Vnímání každého jedince je však subjektivní a může být ovlivněno řadou faktorů. Pro přesnou analýzu vizuálního stavu potravin je možné použít metody obrazové analýzy (OA) nazývané také počítačové vidění (computer vision, machine vision). Možnostmi aplikace těchto metod se zabývá řada autorů a stručně je shrnuta v přehledu Brosnan and Sun (2004). Autoři poukazují na využití metod v řadě potravinářských odvětví, jako jsou pekárny, zpracování masa a ryb, ovocnářství, zelinářství.

U masných výrobků byla obrazová analýza úspěšně použita na hodnocení zastoupení tukové tkáně v mase. Zejména se jedná o studie popisující vztahy mezi mramorovitostí masa, mezisvalovou tukovou tkání a celkovým obsahem tuku. Vztah mezi tukem a libovou svalovinou u m. longissimus dorsi touto metodou nebyl nalezen jak uvádí práce (McDonald and Chen, 1990). Avšak na možnost použití OA pro průkaz tuku poukazují další práce kde Gerrard et al. (1996) potvrdili korelaci mezi libovým masem a mramorováním u 60 stejků. Korelační koeficient ( $r$ ) byl v rozmezí od 0,84 do 0,86. Chmiel and Dasiewicz (2009) potvrdil možnost stanovení tuku u poraženého skotu a prasat s  $r = 0,94$  ve srovnání s chemickou analýzou celkového tuku. U drůbeže bylo použití OA pro stanovení tuku rovněž ověřeno s  $r = -0,83$  až  $r = -0,86$  dle použitého pozadí pro snímané vzorky (Chmiel et al., 2011).

Srovnání vizuálního vnímání spotřebitelů (hodnotitelů v hodnotících panelech) s OA bylo také předmětem řady studií. Jackman et al. (2010) srovnával OA RGB (red, green, blue) modelu se senzorickým panelem. Výsledky pro líbivost  $r^2 = 0,86$  (koeficient spolehlivosti), měkkost  $r^2 = 0,76$ , štavnatost  $r^2 = 0,69$  a aroma  $r^2 = 0,78$  ukazují že OA lze tedy aplikovat na predikci hodnocení spotřebitelů. Z další autorů Lu et al., (2000) srovnal senzorické hodnocení s OA RGB a HSI ((hue, saturation and intensity) modelu u vepřového hřbetu. Se srovnání rovněž vyplývá, že obě metody měly vzájemný vztah ( $r = 0,75$  a  $r = 0,55$  pro neurální síť)

Cílem práce bylo ověřit možnost stanovení obsahu tuku ve fermentovaných masných výrobcích a srovnání dvou metod hodnocení nákrojů. Zvoleny byly metody nebarvených nákrojů a pro zvýšení kontrastu hodnocení nákrojů obarvených methylnovou modří.

## MATERIAL A METODIKA

**Odběr vzorků:** byly odebrány vzorky trvanlivých fermentovaných masných výrobků Poličan přímo z tržní sítě, kde byly tyto trvanlivé masné výrobky nabízeny konečnému spotřebiteli. Vzorky byly odebrány od čtyř různých výrobců a označeny písmeny A, B, C, D v třech výrobních šaržích. Vzorky byly odebírány vcelku v množství jednoho vakuově baleného kusu (cca 750g).

**Zpracování vzorků:** Vzorky byly po schlazení na 8 C nakrájeny na sedm nákrojů z kterých byl pořízeny digitální záznamy fotoaparátem Canon EOS 450D (Canon, Japan). Režim fotografování byl 1/100, F8, velikost snímků L, ISO100, RAW+, blesk a redukce červených očí vypnuta. Osvětlení při digitalizaci snímků bylo světlem EASY LIGHT – 3, 3\*28 W a 5000 – 5500 K při osvětlení 1150 luxů (Volcraft LX-1108, Czech). Po digitazlizaci byly vzorky barveny methylenovou modří (30 minut) a nákroj byl znovu digitalizován s dodržením stejného postupu.

**Obrazová analýza:** Digitální snímky byly analyzovány programem Adaptive Contrast Controler Structure and Object Analyser verze 6.1 (ACC Sofo, 2002, Czech). Předzpracování snímků zahrnovalo zmenšení velikosti snímku (resize) na 50 %, nastaveno absolutního měřítka a mediánový filtr 6x6. Identifikace tukové tkáně byla provedena pomocí segmentace digitálního snímku nárezu. Vybranými parametry segmentace byly jas a saturace barvy. U segmentovaného obrazu byly analyzovány celková plocha, plocha jednotlivých objektů, a velká poloosa Legendreovy elipsy měřená ve standartní soustavě souřadné.

**Chemická analýza:** Na ověření množství tuku byla použita chemická metoda pro stanovení celkového obsahu tuku extrakcí v Soxhletově extraktoru dle ČSN ISO 1443 (570147).

**Statistické vyhodnocení:** Statistické vyhodnocení bylo provedeno pomocí programu UNISTAT 6.0 (UNISTAT Ltd. 2012, Czech) za použití kontingenční tabulky 2x2 a chí - kvadrát testu. Z každé šarže hodnoceného výrobku bylo získáno 7 snímků. Celkem bylo analyzováno 84 snímků pro barvené nákroje a 84 snímků pro nebarvené nákroje. Četnost tukových částic rozdělených do intervalů 0 mm – 0,3 mm; 0,3 mm – 1,0 mm; 1,0 mm – 3,0 mm; 3,0 mm – 6,0 mm a 6,0 mm a více byla vyhodnocena pomocí MS Excel 2010 (MS Windows, 2010, USA). Pro stanovení celkového obsahu tuku byla hodnocena celková plocha po segmentaci obrazu.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Četnost tukové tkáně v jednotlivých výrobcích je pro lepší přehlednost shrnuta v tabulce č. 1. a uvedené hodnoty jsou průměrnou hodnotou pro jeden nákroj. Zvolené intervaly byly vybrány jako ukazatel technologie výroby a jakostních znaků masných výrobků. Ideální zrnitost tukové tkáně pro fermentované masné výrobky by měla být v rozmezí 1 – 3 mm. České normy pro masné výrobky uvádí 2 - 2,5 mm (Šedivý, 1996). Tato třída má vypovídací schopnost v pozitivním směru o stupni zrnění, stejnoměrnosti rozdělení vločky a je jedním ze senzorických kritérií při analýze tohoto druhu výrobku. V současné legislativě však tento parametr je stanoven jen pro kabanos, debrecínský párek, gothajský salám a český salám ze skupiny tepelně opracovaných masných výrobků. Dále pro vysočinu, selský salám a turistický trvanlivý salám ze skupiny tepelně opracovaných trvanlivých masných výrobků. U trvanlivých fermentovaných masných výrobků je limit stanoven jen pro dunajskou klobásu a lovecký salám (Vyhláška, 2001). Na rozdíl od senzorického

## Potravinářstvo

vyhodnocení (velikosti, tvar, barva objektů apod.), které je zatíženo subjektivností lidského pozorování (Pudil, 1996) OA touto chybou zatížena není. Možnost použití OA byla u masných výrobků pro analýzu tuku ověřena řadou autorů (Cernadas et al., 2002; Bahelka aj. 2006).

**Tabulka 1 Četnost tukové tkáňe v nákrejích ve zvolených intervalech**

Nebarvené nákreje												
šarže četnost	A			B			C			D		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
interval 0-0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
interval 0,3-1	36	27	15	27	19	12	25	27	20	20	21	20
interval 1-3	65	39	37	52	30	33	59	43	38	50	39	44
interval 3-6	18	11	12	16	8	13	14	13	10	15	10	13
interval nad 6	7	4	6	5	3	5	2	6	4	6	7	5
Barvené nákreje												
interval 0-0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
interval 0,3-1	44	36	23	48	33	24	31	30	30	27	31	37
interval 1-3	79	51	58	76	47	49	61	51	47	70	45	67
interval 3-6	15	9	15	17	11	13	12	12	10	11	10	13
interval nad 6	4	3	5	5	3	4	3	5	5	2	5	4

Ze srovnání obou metod vyplývá že byly zjištěny statisticky významné rozdíly u velikostních kategorií 0,3 – 1 mm ( $p < 0,01$ ) a 1 – 3 mm ( $p < 0,01$ ) mezi oběma metodami. U velikostních kategorií 1 - 3; 3 - 6; nad 6 mm nebyl statisticky významný rozdíl. Lze tedy říci, že metody se od sebe liší zejména v analýze objektů pod 3 mm. (tabulka č. 2.).

**Tabulka 2 Srovnání OA barvených a nebarvených nákrejů**

interval	Použita metoda*	Četnost				
		N	B	N	B	
interval 0,3-1	N	548	410	501	428	$p < 0,01$
	B	722	729	635	664	
interval 1-3	N	985	804	978	930	$p < 0,01$
	B	1318	1197	1109	1268	
interval 3-6	N	286	254	258	269	$p < 1$
	B	273	282	241	241	
interval nad 6	N	110	97	85	125	$p \square 1$
	B	80	86	87	79	

\* N - nebarvený nákrej, B - barvený nákrej

Pro ověření OA byly vzorky vyšetřeny referenční metodou pro stanovení celkových lipidů. Korelační koeficient s chemickou analýzou u nebarvených nárojů byl  $r = -0,46$  ( $p < 1$ ) u barvených  $r = -0,17$  ( $p < 1$ ). Z výsledků tedy vyplývá, že blíže k referenční metodě byla metoda nebarvených řezů. U Obou se ale jedná o slabou korelaci. Ve srovnání s prací Chmiel et.al. (2011) ve které byla korelace mezi OA a chemickou analýzou  $r = -0,83$  do  $r = -0,86$  u drůbežního masa. Námi testovaná metoda tedy dosahovala nižší korelace. Důvodem může být nevhodně nastavená segmentace obrazu nebo nevhodně zvolené pozadí. Problematické pro OA je také různé druhové složení masa, které se může od sebe barevně lišit. Pro srovnání u hovězího a vepřového masa korelace chemické analýzy a OA dosahuje  $r = 0,94$  (Chmiel and Dasiewicz, 2009).

### ZÁVER

Z obou srovnávaných metod dosahovala lepší korelaci s referenční metodou metoda nebarvených nárojů  $r = -0,46$  ( $p \square 1$ ). Důvodem nižší korelace u barvených nárojů je pravděpodobně zastření tukové tkáně při použití methylenové modré pro následnou segmentaci obrazu. Ze srovnání barvených a nebarvených nárojů dále vyplývá, že za shodné lze obě metody považovat pro analýzu tukových částic o velikosti nad 3mm. Statisticky významné rozdíly jsou u tukových částic o velikosti pod 3mm ( $p \square 0,01$ ). Z pohledu technologie výroby a spotřebitele jsou považovány za významné tukové částice o velikosti 1 - 3mm a z tohoto důvodu je vhodnější pro analýzu obrazu použití metody nebarvených nárojů. Pro použití metody pro analýzu celkového obsahu tuku je nutno metodu kalibrovat aby byla dosažena silná korelace s referenčním stanovením tuku  $r \square 0,8$ .

### LITERATÚRA

- BAHELKA, I., TOMKA, J., DEMO, P., HANUSOVÁ, E. 2006. Využitie ultrasonografie a počítačovej analýzy obrazu pri stanovení obsahu intramuskulárneho tuku ošípaných. *Acta fytotechnica at zootechnica*, Mimořádné číslo, 169-172.
- BROSNAN, T., SUN, DW. 2004. Improving quality inspection of food products by computer vision—a review. *Journal of Food Engineering*, 61, 3–16.
- ŠEDIVÝ, V. *Spotřební normy pro masné výrobky*. 3. vyd., Tábor: OSIS, 1998. s. 77-100.
- CERNADAS, E., DURÁN, M., ANTEQUERA, T. 2002. Recognizing marbling in dry-cured iberian ham by multiscale analysis. *Pattern recognition letters*, 23, 1311-1321.
- CHMIEL, M., DASIEWICZ, K. 2009. The use of digital image analysis to estimate fat content in beef trimmings. *Technological Progress in Food Processing*, 19/34, 61-64.
- CHMIEL, M., SLOWINSKI, M., DASIEWICZ K. 2011. Application of computer vision systems for estimation of fat content in poultry meat. *Food Control*, 22, 1424-1427.
- ČSN ISO 1443 (570147). 1994. *Maso a masné výrobky. Stanovení celkového obsahu tuku*. Praha: Český normalizační institut. 8 s.
- GERRARD, D.E., GAO, X., TAN, J. 1996. Beef marbling and colour score determination by image processing. *Journal of Food Science*, 61 145–148.
- JACKMAN, P., SUN, D.W., ALLEN, P., BRANDON, K., WHITE, A.M. 2010 Correlation of consumer assessment of longissimus dorsi beef palatability with image colour, marbling and surface texture features. *Meat Science*, 84, 564-568.
- LU, J., TAN, J., SHATADAL, P., & GERRARD, D. E. 2000. Evaluation of pork color by using computer vision. *Meat Science*, 56, 57–60.
- MCDONALD, T., CHEN, Y.R. 1990. Separating connected muscle tissues in images of beef carcass ribeyes Transactions of the ASAE, 33, 2059–2065.
- PUDIL, F., SCHWARZOVÁ, M., PIPEK, P. Kontrola kvality analýzou obrazu. *Náš chov*. 1996, 8, s. 16 – 17.
- VYHLÁŠKA MINISTERSTVA ZEMĚDELSTVÍ č. 326/2001 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, pro maso, masné výrobky, ryby, ostatní vodní živočichy a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich v platném znění k 10.2.2013. *Sbírka zákonů*, 2001, č. 126, s. 7414 – 7444.

**Poděkování:** Práce byla podpořena Výzkumným záměrem MŠMT č. 6215712402 (Veterinární aspekty bezpečnosti a kvality potravin).

**Kontaktná adresa:** MVDr. Matej Pospiech Ph.D. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Palackého tř. 1/3, 612 42 Brno. E-mail: [mpospiech@vfu.cz](mailto:mpospiech@vfu.cz)