

## Spôsoby hodnotenia farby rajčínového pretlaku

M. DRDÁK — A. PRÍBELA — J. GAJDOŠÍKOVÁ

Pri hodnotení farby potravinárskych výrobkov sa využívajú jednak zmyslové (subjektívne), jednak objektívne spôsoby. V prvom prípade sa hodnotí farba výrobku zrakom buď na základe skúseností a predstáv posudzovateľa, buď sa porovnáva hodnotená vzorka s vhodným, spravidla schváleným (predpísaným) štandardom. V druhom prípade sa farba hodnotí na základe merania kolority výrobku vhodným objektívnym prístrojom alebo iným objektívne meraným ukazovateľom, ktorý má k farbe produktu kvantitatívny vzťah.

Senzorická analýza potravín sa všeobecne uznáva a je neoddeliteľnou súčasťou celkového hodnotenia potravín. Senzorická analýza vychádza prakticky zo subjektívnych vnemov posudzovateľa. Ak sa tieto vnemy vhodne (matematicko-štatisticky) spracujú a ak sa na posudzovanie vyberá dostatočne veľký súbor školených pracovníkov, nadobúda analýza určité znaky objektívnosti. Na jednej strane je zmyslové hodnotenie nenáročné na laboratórne vybavenie a do istej miery i na odborné znalosti posudzovateľa, na druhej strane však môže byť konečný výsledok ovplyvnený mnohými subjektívnymi a objektívnymi činiteľmi. Nepôsobí tu iba variabilita fyziologických a psychických funkcií, ale aj vplyvy vonkajšieho prostredia. Tieto fakty sa prejavujú tak, že objektívne rovnaké vlastnosti nevyvolávajú rovnaké zmyslové vnemy. Preto sa v ostatnom čase venuje veľká pozornosť objektivizácii senzorickej analýzy.

Problém objektivizácie senzorického posudzovania spočíva v hľadaní jednoduchých vzťahov a vzájomných súvislostí medzi zmyslovým kvantitatívnym znakom a objektívnou hodnotou tohto znaku zistenou vhodným prístrojom alebo pomôckou.

Farba patrí medzi kvantitatívne ukazovatele, ktoré sa dajú objektívne merať. Vyplýva to z toho, že fyziológia vnímania farby, ako aj teória farby je zatiaľ najhlbšie preštudovaná zo všetkých zmyslových kvalít. Ťažkosti sú najmä pri vyjadrovaní farby jedinou hodnotou, ktorá by vyhovovala psychofyzikálnemu i psychosenzorickému vnemu. Na posúdenie vzťahu senzorického hodnotenia a objektívnych kritérií (fyzikálne, chemické) sa odporúča posúdenie na základe určenia ich vzájomnej závislosti. Najjednoduchší spôsob vyjadrenia vzájomnej závislosti spočíva v určení korelačného koeficientu [1].

Určitý stupeň objektivizácie typicky senzorických metód predstavujú porovnávacie testy, kde sa využívajú farebné štandardy, ku ktorým sa hodnotené vzorky priradujú na základe vizuálneho porovnania. Tým sa zrýchľuje a najmä spresňuje posúdenie vzoriek, aj keď sa v podstate využíva princíp subjektívneho hodnotenia. Pri tomto spôsobe posudzovania zisťujeme, či sú rozdiely medzi štandardom a hodnotenou vzorkou (ide o tzv. metódu zisťovania rozdielov v akosti — quality difference analysis), alebo sa vzorka priradí k farebne najbližšiemu štandardu, a tým sa zatriedi do akostnej skupiny, ktorú štandard predstavuje (ide o metódu hodnotenia čiastkovej akosti — quality evaluation analysis). Prvky objektivnosti pri týchto spôsoboch hodnotenia sú v tom, že sa hodnotí na základe fyziologických podmienene objektívnych zmyslových meraní, pričom sa neprihliada na subjektívne pocity posudzovateľov. Na druhej strane môže hodnotenie ovplyvniť výber, prípadne definíciu štandardných vzoriek alebo etalónov.

V praxi sa výber štandardov robí tak, že sa zo škály etalónov vyčlenia tie, ktoré farebne najlepšie zodpovedajú posudzovaným výrobkom, alebo sa posúdi veľké množstvo vzoriek, roztriedi sa do kvalitatívnych skupín a farba sa meria objektívnym prístrojom. Podľa nameraných hodnôt sa potom zhotovia štandardy za použitia poznatkov koloristiky.

Veľmi významným činiteľom pri vývoji zodpovedajúcich štandardov je komisia posudzovateľov, ktorá zodpovedne roztriedi výrobky, resp. štandardy na základe skúseností a vedomostí zo senzoriky a technológie. Členovia komisie musia byť preskúšaní na schopnosť posúdiť základné farebné odtiene a rozlišovať aj malé diferencie vo farbe. Okrem toho komisia musí mať autoritu, ktorú uznávajú výrobné i spotrebné zložky. Ďalšou dôležitou podmienkou úspechu pri používaní štandardov je sama ich príprava, najmä pokiaľ ide o materiál, tvar, štruktúra povrchu a optické vlastnosti, ktorými sa majú čo najviac približovať hodnoteným produktom. Predpokladom úspešného používania štandardov je ich príprava zo stabilných farieb a ostatných komponentov tak, aby boli stále niekoľko rokov. Povrch štandardov má byť odolný proti mechanickému poškodeniu a opotrebovaniu.

V experimentálnej práci sme sa okrem iného zaoberali porovnaním u nás používaných štandardov na hodnotenie farby rajčinových pretlakov vyrobených roku 1965 vo Výskumnom ústave LIKO [2]. Na posúdenie ich použiteľnosti a vhodnosti sme po viac ako desiatich rokoch zvolili tento postup. Hodnotiteľská skupina (17 členov vo veku 22—24 rokov) mala za úlohu opakovane zatriediť výrobky do štyroch kvalitatívnych skupín. Najskôr sa jednotlivým hodnotiteľom predložili sady vzoriek, ktoré mali zatriediť na základe absolútneho hodnotenia (pri ktorom sa produkt posudzuje podľa predstavy o kvalite podobných produktov). Potom sme hodnotiteľov poučili o spôsobe hodnotenia porovnávacou metódou za použitia vyvinutých štandardov. Po predložení tých istých sád (značené iným číselným kódom) sme opäť požadovali zatriedenie do štyroch kvantitatívnych skupín porovnávacou metódou. Zatriedenie do kvantitatívnych skupín v porovnaní od najlepšej k najhoršej bolo zhodné v oboch prípadoch. Po kvantifikácii zatriedenia vypočítaný korelačný koeficient pre vzťah absolútneho hodnotenia a hodnotenia porovnávacou metódou mal hodnotu  $r = 0,997$ , čo znamená, že sa zistila takmer funkčná závislosť, hoci hodnotitelia vo všetkých prípadoch označili etalóny za netypické pre predloženú skupinu vzoriek. Poukazuje to na uprednostnenie absolútneho

hodnotenia, čím možno vysvetliť i vysoký korelačný koeficient. Pri absolútnom hodnotení bola početnosť v jednotlivých skupinách nižšia. Výsledky potvrdzujú, že pri používaní porovnávacích metód štandardov, ako rozhodujúcich metód pre zaradenie do kvalitatívnych skupín, treba venovať pozornosť tak vlastnému zhodnoteniu štandardov a ich obnove, ako aj ich pravidelnej kontrole na základe merania kolority. Takto sa zabezpečí hodnotenie za porovnateľných podmienok i sledovanie vhodnosti štandardov pre ďalšie používanie.

Po získaní uvedených výsledkov nás ďalej zaujímalo, aké sú farebné odlišnosti medzi sadami používaných štandardov. Porovnanie farby dvoch sád štandardov uvádzame v tabuľke 1. Parametre, ktoré charakterizujú farbu etalónov, sme získali meraním na prístroji Momecolor a príslušnými výpočtami [9]. Z tabuľky vyplýva, že medzi stanovenými hodnotami sú v jednotlivých skupinách podstatné rozdiely. Rozdielne výsledky môžu byť čiastočne ovplyvnené rôznym spôsobom uchovávanía štandardov, mechanickým poškodením a opotrebovaním, čo môže meniť ich optické vlastnosti.

Tabuľka 1. Hodnoty trichromatických zložiek a trichromatických súradníc štandardov používaných pri hodnotení farby rajčínových pretlakov z dvoch rôznych sád

Štandard	$X_1$	$X_2$	$X$	$Y$	$Z$	$x$	$y$	$\Delta E_{AN42}$
0	7,91	0,20	8,11	4,79	0,82	0,5911	0,3491	1,04
	7,85	0,20	8,05	4,84	0,84	0,5883	0,3525	
1	7,82	0,22	8,04	4,98	0,99	0,5739	0,3555	1,11
	7,70	0,17	7,87	4,80	0,85	0,5821	0,3550	
2	5,75	0,14	5,89	3,71	0,77	0,5680	0,3778	2,10
	5,65	0,10	5,75	3,52	0,58	0,5838	0,3574	
3	6,65	0,20	6,85	4,58	1,21	0,5419	0,3623	1,08
	6,55	0,20	6,75	4,43	1,10	0,5496	0,3608	
4	7,30	0,25	7,55	5,51	1,21	0,5328	0,3818	4,89
	7,25	0,16	7,41	5,20	0,88	0,5493	0,3855	

$X, Y, Z$  — trichromatické zložky ( $X_1 + X_2 = X$ );  $x, y$  — trichromatické súradnice;  
 $\Delta E_{AN42}$  — farebná diferencia určená podľa Adamsa-Nickersona [3]

$$x = \frac{X}{X + Y + Z}, \quad y = \frac{Y}{X + Y + Z}.$$

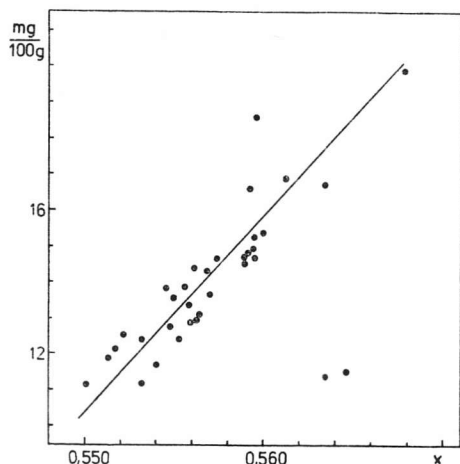
V tejto súvislosti je na mieste otázka porovnania výsledkov merania farby pôvodných štandardov uvedených v [2] a našich výsledkov. Treba si však uvedomiť, že aplikácia nie je jednoduchá, pretože výsledky sa získali za principiálne odlišných spôsobov merania farby, t. j. i na konštrukčne odlišných prístrojoch (Lovibondov systém a Medzinárodný systém CIE). V prípade mechanického porovnávania farieb špecifikovaných na určitom type prístroja a meraných na inom s odlišnou geometriou alebo v inom farebnom systéme treba chápať a posudzovať tak, ako keby bola snaha prisudzovať vizuálnym

štandardom vlastnosti absolútnej kolorimetrie. Týmto sa samozrejme nevylučuje možnosť kalibrovať trojrozmerné parametre na jednom type prístroja v hodnotách odlišného typu prístroja. Vede to tak k regresným rovniciam na korekciu stupnice jedného prístroja v hodnotách druhého, čo podľa typov prístroja môže viesť k rozlične komplikovaným postupom.

Pri celkovom hodnotení dosiahnutých výsledkov, keď používame spôsob charakterizovania farby na základe priradenia vzorky k jednému zo štyroch používaných štandardov, treba uviesť, že limitujúcim faktorom ich ďalšieho používania je čas od ich zavedenia. Poukazuje to na potrebu ich obnovy, resp. aspoň jednotného premerania ich kolority a posúdenie ich súčasnej vhodnosti. Podľa našich skúseností používanie farebných štandardov odstraňuje i mnohé ťažkosti spojené so školením hodnotiteľov, ale nezabezpečuje rovnaké posúdenie výrobkov rôznymi komisiami hodnotiteľov, jednotlivými hodnotiteľmi a sú rozdiely i medzi posudkami toho istého posudzovateľa. Neodstraňuje ani ďalšie subjektívne faktory, a to na jednej strane prípadnú zainteresovanosť hodnotiteľov na výsledku a na druhej strane, čo je často predmetom kritiky, vizuálny systém odstupňovania neodstraňuje tendenciu posudzovateľov mierniť svoje posudky na základe všeobecnej kvality výrobku.

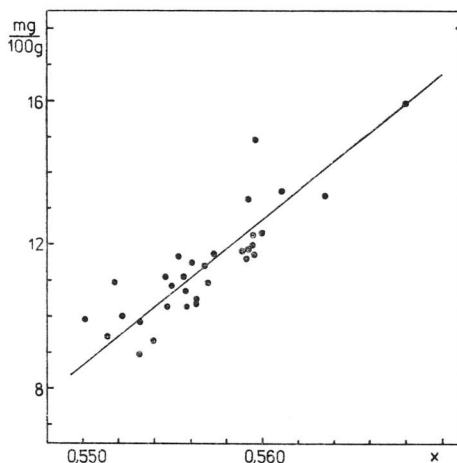
Skupinu metód objektivizácie hodnotenia farby tvoria metódy chemického stanovenia vhodnej zložky, ktorá je v korelácii s farbou výrobku (chemical score) alebo priame meranie farby vhodným prístrojom.

K prvej skupine patria metódy, ktoré majú priamy vzťah k farbe výrobku a zakladajú sa na stanovení dominantných farbív. Vo väčšine prípadov použitia týchto metód sa dosahuje vysoká korelácia medzi obsahom farbív a parametrami charakterizujúcimi farbu. V našej práci sme medzi trichromatickou súradnicou  $x$  a obsahom celkových karotínoidov pre 32 vzoriek rajčinového pretlaku zistili vysokú koreláciu, kde  $r = 0,950$  a medzi  $x$  a obsahom lykopénu  $r = 0,911$  (obr. 1, 2). Podobne medzi súradnicou  $y$  a obsahom celkových karotínoidov  $r = -0,844$ , resp. pre lykopén  $r = -0,807$ . Hodnoty korelačných koeficientov vypočítané pre  $\beta$ -karotén boli nižšie — pre súradnice  $x$   $r = 0,765$  a pre  $y$   $r = -0,752$  [4].



Obr. 1. Vzťah medzi trichromatickými súradnicami  $x$  a celkovými karotínoidmi.

Z uvedeného je zrejmé, že na základe korelácie medzi obsahom dominantných farieb a hodnotami, ktoré charakterizujú farebný odtieň a sýtosť možno považovať farebný odtieň za rozhodujúci pri posúdení farby rajčinových pretlakov. Pri zisťovaní korelácie medzi senzorickým hodnotením (poradový test) a hodnotami trichromatických súradníc  $x$  a  $y$  sa tiež nedala jednoznačne určiť



Obr. 2. Vzťah lykopénu a trichromatických súradníc  $x$ .

preferencia. Korelačný koeficient medzi trichromatickými súradnicami  $x$  a senzorickým hodnotením bol v závislosti od zloženia panelu rozdielny a pohyboval sa od hodnoty 0,713 do 0,839 a pre súradnicu  $y$  od 0,748 do 0,855. Výsledok na jednej strane potvrdzuje, že je obťažné na základe jedného parametra charakterizujúceho farbu v trojrozmernom priestore zatriediť výrobky do kvalitatívnych skupín. Na druhej strane je výsledok v súlade s poznatkami, že aplikácia metód, kde sa určia dominantné farbivá, je limitovaná napr. tým, že vo väčšine prípadov je oveľa nižšia korelácia medzi senzorickým hodnotením a obsahom pigmentov ako medzi obsahom pigmentov a jednotlivými parametrami farby. Avšak z vypočítanej vysokej korelácie medzi obsahom dominantných farieb a hodnotami  $x$ , resp.  $y$  logicky vystupuje do popredia otázka opačne zameraná, t. j. na základe merania farby vzoriek určovať obsah dominantných farieb. Širšie uplatnenie ako extrakcia dominantných pigmentov majú metódy, ktoré sa orientujú na vyjadrenie negatívnych zmien farby, napr. neenzymatickým hndnutím. Na ich sledovanie sa používajú kalitatívne kritériá, ako je napr. obsah vo vode rozpustných farebných látok alebo analyticky ľahko stanoviteľné produkty Amadoriho prešmyku, 5-hydroxymetyl-furaldehyd-2 (HMF), štiepne produkty termických reakcií a pod. Tieto metódy sú vhodné najmä pre výrobky, kde hnedé produkty môžu vyvolávať značné poškodenie farby, pretože sa dajú ľahko realizovať. Pri hodnotení výrobkov sa v takýchto prípadoch posudzovatelia apriori orientujú na negatívne zmeny farby, čo môže viesť k určitému zjednodušovaniu posudzovania kolority. Z tejto skupiny sme overili metódu stanovenia HMF a množstva vo vode rozpustných farebných látok. Pre rutinnú kontrolu sa ukázala vhodná najmä druhá metóda [6], na základe ktorej sme navrhli metódu fotometrického stanovenia farby rajčinových pretlakov [1, 7]. Za konečné riešenie objektivizácie

hodnotenia farby potravín treba považovať vlastné meranie farby. Všeobecné použitie merania farby je ovplyvňované tým, že zatiaľ ani v krajinách, kde sa meranie farby považuje za dôležité kvalitatívne kritérium, nie je zavedený jeden farebný systém. Používanie rôznych farebných priestorov je mnohokrát dané nielen ich rozličnou vhodnosťou, ale najmä rozšírením jednotlivých typov prístrojov konštruovaných na rozličných princípoch a farebných systémoch.

Samostatnú oblasť otázok tvorí použitie nameraných parametrov, ktoré charakterizujú farbu potravín a ich korelácia s vizuálnym hodnotením, čo dokumentujeme na týchto výsledkoch: pri sledovaní farebných zmien rajčínových pretlakov v systéme XYZ a v kolorimetrickom trojuholníku sa ukázalo, že na vystihnutie farebných zmien a rozdielov je nedostatočné charakterizovať farbu iba jednotlivými hodnotami trichromatických súradníc. Pre závislosť zmyslového hodnotenia a hodnôt  $x$  a  $y$  sme určili korelačné koeficienty blízke 0,8 v závislosti od zloženia panelu, ale neurčili sme jednoznačnú preferenciu sledovaných parametrov.

Pri objektivizácii väčšie možnosti poskytuje priama lokalizácia vzoriek vo farebnom priestore. V trojrozmernom priestore je interpretácia výsledkov sťažená, najmä ak priestor nie je euklidovský, preto je snaha vyjadrovať farbu nie na základe troch parametrov, ale na základe jedného. Vhodnou cestou je používanie farebných diferencií, t. j. určenie priestorovej vzdialenosti medzi dvoma farbami. Spôsoby výpočtu farebných diferencií sú dané na jednej strane počtom farebných priestorov a na druhej strane snahou vyjadriť túto hodnotu tak, aby zodpovedala komplexnému vnemu farby. Kritériom je korelácia s vizuálnym hodnotením.

Z odporúčaných farebných diferencií sme vybrali spôsob výpočtu podľa Adamsa—Nickersona—Stultz  $\Delta E_{AN42}$  [8].

$$\Delta E_{AN42} = 42[(0,23 \Delta V_Y)^2 + (\Delta(V_X - V_Y))^2 + (0,4 \Delta(V_Y - V_Z))^2]^{1/2},$$

kde hodnota  $V$  je Munsellova funkcia jasnosti.

Vypočítaný korelačný koeficient  $r = 0,924$  pre závislosť zmyslového hodnotenia a farebných diferencií v Nickersonovom jednotnom farebnom priestore USC (ANLAB) poukazuje na možnosť po vhodnej interpretácii a vybavení pracovísk jednotným prístrojom na meranie farby používať farebné diferencie ako kritérium na zaradenie rajčínových pretlakov do jednotlivých kvalitatívnych skupín [9].

Základný problém pri riešení objektivizácie spočíva v tom, ako vyjadriť diferencie medzi dvoma farebnými stupňami s rovnomerným vizuálnym delením, čo je podstata pojmu farebnej tolerancie. Spotrebiteľ má záujem kúpiť si výrobok charakteristickej farby, t. zn., že požaduje, aby bol v oblasti určitých farebných špecifickostí. Nejde mu o presné špecifikovanie farby na základe prístrojového určenia. Vývoj a výskum v oblasti hodnotenia a merania farby rieši otázku, ktorá farba je pre konkrétny druh výrobku ideálna. Potom je dôležité rozšíriť informáciu o ideálnej farbe zainteresovaným pracovníkom. Najjednoduchšou formou sa zdá predložiť reprezentatívne vzorky, resp. etalóny. Pri vizuálnom systéme tolerancií možno použiť napr. Munsellove zlomky. Objem určeného telesa Munsellovými zlomkami môže vylučovať nežiadúce vzorky. Vždy však treba zistiť veľkosť limitujúcich zlomkov pre každý z troch parametrov ako veličiny vonakajších odporúčaných limit.

Prístrojovým meraním určená farebná tolerancia sa dá vymedziť objemom telesa ako  $\pm$  hodnoty v trojrozmernom priestore. To predstavuje zjednodušenie, pretože definované pásmo je pravouholník. (Môže totiž nastať situácia, že hodnotená vzorka leží na uhlopriečke v blízkosti jedného uhla, resp. priesečníka hrán. Takáto farba môže byť síce prijatá, ale bude mať vyššiu hodnotu farebnej diferencie ako farby určené veľkosťou tolerancie jednotlivých strán.) V takom prípade je jednoduchšie objem telesa definovať ako elipsoid, pričom možno v oboch prípadoch previesť trojrozmerný priestor na dvojrozmerný znázornením na dvoch alebo troch plochách s príslušnými farebnými hodnotami. Použitie a aplikácia je jednoduchšia v systémoch s približne rovnomernými vizuálnymi vzdialenosťami, ktoré sa používajú v celom farebnom priestore. K takýmto priestorom patrí napr. Hunterov, ktorý je značne rozšírený v oblasti farby potravín. Systém farebných diferencií možno za uvedených požiadaviek použiť ako systém farebných tolerancií, pričom veľkosť sa dá meniť podľa špecifickej potreby na základe aproximačných metód. To nie vždy rešpektuje potrebu merať každú vlastnosť farby podľa jej dôležitosti (farebný odtieň, jas, sytosť). Nevýhoda použitia totálnej farebnej diferencie je teda v tom, že odlišnosť vzorky od štandardu (prípadne ideálnej farby) nie je evidentná v tomto ponímaní [5].

## Súhrn

V práci sa diskutujú otázky zmyslového a objektívneho hodnotenia farby rajčínového pretlaku. Študovala sa problematika používaných farebných štandardov, vývoja objektívnych kritérií na posúdenie farby (dominantné farbivá a kritériá poukazujúce na negatívne zmeny farby 5-hydroxymetylfuraldehyd-2, množstvo vo vode rozpustných farebných látok) a otázky vlastného merania farby. Dosiahnuté výsledky, ich vhodnosť a úspešnosť sa posudzujú na základe jednoduchej korelácie s vizuálnym hodnotením.

## Literatúra

1. PRÍBELA, A. a spol.: Vypracovanie objektívnej metódy na hodnotenie farby rajčínových pretlakov. Záverečná správa VÚ LIKO, ČHTF ŠVŠT, Bratislava 1978.
2. MOĽČAN, R.: Stanovenie farebných štandardov pre vybrané druhy konzervárenských a liehovárenských výrobkov. Záverečná správa VÚ LIKO, Bratislava 1965.
3. McLAREN, K.: *J. Dyers Coloriests*, 86, 1970, s. 354.
4. DRDÁK, M. — BIELICKÁ, D. — PRÍBELA, A.: *Prům. Potr.*, 28, 1977, s. 529.
5. DRDÁK, M.: Možnosti objektivizácie hodnotenia farby rajčínových pretlakov (v tlači).
6. DRDÁK, M. — PRÍBELA, A.: Neenzymatické hndnutie a farba rajčínových pretlakov. Zborník prác ČHTF ŠVŠT (v tlači).
7. PRÍBELA, A. — DRDÁK, M. — KLEMPA, Š.: Fotometrické stanovenie farby rajčínových pretlakov. *Bull. VÚP* (v tlači).
8. BILLMAYER, J.: *J. Opt. Soc. Amer.*, 53, 1963, s. 1317.
9. DRDÁK, M. — PRÍBELA, A. — PETRIKOVÁ, D.: Využitie farebných diferencií na hodnotenie rajčínového pretlaku. *Bull. VÚP* (v tlači).

Дрдак, М., Прибела, А., Гайдошикова, Й

**Способы оценки цвета томатного пюре**

**Выводы**

В работе ведется дискуссия об вопросах чувственной и объективной оценки цвета томатного пюре. Исследована проблематика использованных цветных стандартов, развития объективных критерий для оценки цвета (доминантные красители и критерии отмечающие негативные изменения цвета 5-оксиметилфурфуролдегид-2, количество в воде растворимых цветных веществ) как и проблемы собственного измерения цвета. Достигнутые результаты, их годность и успешность оценены на основе простой корреляции с визуальной оценкой.

Drdák, M. — Příbela, A. — Gajdošíková, J.

**Evaluation methods of tomato ketchup colour**

**Summary**

In the paper questions of sensuous and objective evaluation of tomato ketchup colour are discussed. Problems of applied colour standards, development of objective criteria to colour appreciation (dominant dyestuffs and criteria referring to a negative colour changes 5-hydroxymethyl-furaldehyde-2, quantity of in water soluble colour materials) and questions of proper colour measuring were studied. Results attained, their convenience and success on the basis of a simple correlation with the visual evaluation are appreciated.