

Novšie metódy a spôsoby vyhodnotenia výsledkov senzorickej analýzy

JOLANA KAROVIČOVÁ — IVANA MANASOVÁ

Súhrn. V práci sa uvádzajú novšie metódy senzorického hodnotenia a niektoré novšie spôsoby vyhodnotenia výsledkov laboratórneho senzorického hodnotenia výrobkov. Výsledky hodnotenia metódou zvýšenia efektívnosti senzorickej analýzy sú vyhodnotené pomocou R -indexu, neparametrickým ukazovateľom χ^2 sú vyhodnotené výsledky hodnotenia metódou „A“ — nie „A“. Matematickoštatistické metódy sa použili na vyhodnotenie výsledkov hodnotenia párovou a poradovou metódou a pre výsledky poradovej metódy je uvedený aj vhodný program.

Senzorická analýza slúži na zistenie senzorickej hodnoty potravín. Táto vyjadruje akosť výrobku, ktorú možno zachytiť ľudskými zmyslami a vyjadriť slovnou alebo číselnou charakteristikou podľa použitej metódy [1]. Pri senzorickej akosti musíme mať na zreteli tri hlavné aspekty;

- pôvod potraviny,
- meracia technika a hodnotenie,
- hodnotitelia.

Metódami senzorickej analýzy sa hodnotí vzhľad, farba, chuť, vôňa, konzistencia a iné vlastnosti, ktoré vytvárajú senzorickú akosť výrobku. V záujme spresnenia výsledkov senzorickej analýzy je nevyhnutná maximálna objektivizácia hodnotenia [1, 2].

Viacerí autori rozpracovali a odporúčali metódy senzorického hodnotenia a spôsoby vyhodnotenia ich výsledkov. My sme sa zamerali na štúdium a spôsob hodnotenia niektorých kvalitatívnych znakov vo výrobkoch párovou a poradovou metódou, metódou zvýšenia efektívnosti senzorickej analýzy a metódou „A“ — nie „A“.

Ing. Jolana Karovičová, CSc., Katedra chémie a technológie sacharidov a potravín, Chemickotechnologická fakulta SVŠT, Kollárovo nám. 9, 812 37 Bratislava.

Ing. Ivana Manasová, Slovlik, n. p., podnikové riaditeľstvo, 911 00 Trenčín.

Experimentálna časť

1. Metódy zvýšenia efektívnosti senzorickej analýzy [3]

Súbor hodnotiteľov. Pri uskutočnení metódy sme pracovali so súborom 7 hodnotiteľov, ktorí boli vybraní na základe týchto testov: rozlišovanie základných chutí, zisťovanie prahovej citlivosti, určenie prahových rozdielov, rozoznanie rozdielov v intenzite farby a rozoznanie základných vôní. Hodnotiteľov môžeme zaradiť do skupiny — necvičení posudzovatelia [4], ktorí boli oboznámení so spôsobom a významom senzorickeho hodnotenia. Tabuľka 1 uvádza výsledky preskúšania hodnotiteľov (stĺpec 1).

Použitá vzorka, spôsob hodnotenia. Na hodnotenie sme použili vzorky chloridu sodného: vzorka A — 0,18 % NaCl a vzorka B — 0,20 % NaCl.

Obe porovnávacie vzorky sme podali ako štandardy A a B. Hodnotitelia hodnotili 5 párov vzoriek (5A, 5B). Hodnotiteľ vzorky ochutnal, porovnal so

Tabuľka 1. Výsledky testov preskúšania hodnotiteľov
Table 1. Results of testing the evaluating experts

Testy ¹	% správnych odpovedí pre metódu ²		
	1	3	4
Rozlišovanie základných chutí ³			
sladká chuť ⁴	100	100	100
slaná chuť ⁵	85,7	83,3	100
kyslá a horká chuť ⁶	85,7	58,3	100
Zisťovanie prahovej citlivosti ⁷			
a — slaná chuť ⁵			
koncentrácia ⁸ [%]: 0,05	100	50,0	75
0,10	100	33,3	16,7
b — sladká chuť ⁴			
koncentrácia ⁸ [%]: 0,10	28,6	16,7	16,7
0,20	14,3	25,0	16,7
0,30	42,9	41,7	50,0
c — kyslá chuť			
koncentrácia ⁸ [%]: 0,001	14,3	8,3	41,7
0,002	57,1	33,3	25,0
d — horká chuť ¹⁰			
koncentrácia ⁸ [%]: 0,00005	14,3	25,0	25,0
0,00013	57,1	16,7	66,7
Test prahových rozdielov ¹¹			
slaná chuť ⁵	78,6	54,2	50,0
sladká chuť ⁴	57,1	50,0	70,8
kyslá chuť ⁹	21,4	20,8	41,7
horká chuť ¹⁰	7,1	16,7	8,3
Hodnotenie farby poradovým testom ¹²	100	66,7	80,0

¹Tests; ²% of correct answers for the method; ³Distinguishing of basic tastes; ⁴Sweet taste; ⁵Salty taste; ⁶Sour and bitter taste; ⁷Determination of threshold sensitivity; ⁸Concentration; ⁹Sour taste;

¹⁰Bitter taste; ¹¹Test of threshold differences; ¹²Colour evaluation by order test.

štandardmi a hodnotil zatriedením do jednej zo 4 skupín (určite A, asi A, asi B, určite B). Hodnotenie sa uskutočnilo v chemickom laboratóriu pri dennom osvetlení.

Spôsob vyhodnotenia. Výsledky hodnotenia vzoriek sme vyhodnotili vzájomným porovnávaním každej vzorky s každou a výsledok vyjadrili v percentách použitím *R*-indexu [1]. Matematicky *R*-index udáva vzťah:

$$R = \frac{a(f + g + h) + b(g + h) + ch + 1/2(ae + bf + cg + dh)}{n_S n_N}$$

kde n_S je suma odpovedí a, b, c, e, f, g, h , n_N — suma odpovedí, pričom a, e znamená určite S; b, f — asi S?; c, g — asi N?; d, h — určite N.

2. Metóda „A“ — nie „A“

Súbor hodnotiteľov. Pri uskutočnení metódy sme pracovali so súborom 20 hodnotiteľov, necvičených posudzovateľov, ktorí boli vybraní na základe testov uvedených pri metóde 1 (tab. 1).

Použité vzorky a spôsob hodnotenia. Na hodnotenie sme použili 2 vzorky: vzorku „A“ — 4 % sacharóza a vzorku nie „A“ — umelé sladidlo sacharín T 110 (0,36364 g/l vody). Sacharín T 110 — výrobca Chemopetrol, k. p. Spolana Neratovice, 110-krát sladší ako sacharóza, je zdravotne nezávadný [5].

Obidve vzorky boli predložené vo vodnom roztoku v koncentrácii takej intenzity sladkosti, ktorá je ekvivalentná sladkosti vyvolanej rozpustením 40 g sacharózy/l vody. Hodnotiteľ nepozná presný počet vzoriek „A“ a nie „A“. Vzorky sú náhodne usporiadané a okódované. Pred vlastným hodnotením sa predloží vzorka „A“. Hodnotiteľ je povinný zapamätať si ju a pri hodnotení ostatné vzorky s ňou porovnáva. K jednotlivým kódom pripisuje pojmy ako vzorka „A“, vzorka nie „A“. Úlohou hodnotenia je rozlíšenie sladkej chuti sacharózy (stimul A) od sladkej chuti vyvolanej sladidlom (stimul nie A). Metódu sme uskutočnili dvoma spôsobmi, ktoré sa líšia počtom predložených vzoriek „A“ a nie „A“. Hodnotenie sa uskutočnilo v chemickom laboratóriu pri dennom osvetlení.

Spôsob vyhodnotenia. Na vyhodnotenie výsledkov sme použili výpočet ukazovateľa χ^2 a porovnali sme s $\chi^2_{\text{krit.}}$ [6]. Výsledky hodnotiteľov sa zaznamenajú do tabuľky podľa záznamu (tab. 2).

Na vyhodnotenie metódy sa počíta neparametrický ukazovateľ χ^2 podľa vzťahu [6]:

$$\chi^2 = \frac{\sum (E_0 - ET)^2}{ET},$$

kde E_0 je pozorovaný počet odpovedí v priehradke, ET' — teoretický počet odpovedí v priehradke (daný súčinom celkového počtu v riadku s celkovým počtom v stĺpci k sume všetkých odpovedí).

Tabuľka 2. Záznam odpovedí pri metóde „A“ — nie „A“ [6]
Table 2. Record of answers in the „A“ — non „A“ method [6]

		Predložená vzorka ¹		
		A	nie A ² (\bar{A})	Σ
Odpoveď hodnotiteľa ³ nie A ²	A	n_{AA}	$n_{\bar{A}A}$	$n \cdot A$
	(\bar{A})	$n_{A\bar{A}}$	$n_{\bar{A}\bar{A}}$	$n \cdot \bar{A}$
	Σ	n_A	$n_{\bar{A}}$	n

n_{AA} , $n_{\bar{A}A}$, $n_{A\bar{A}}$, $n_{\bar{A}\bar{A}}$ — počet odpovedí; number of answers. n_A , $n_{\bar{A}}$ — celkový počet v stĺpci; total number of answers in the column.

$n \cdot A$, $n \cdot \bar{A}$ — celkový počet v riadku; total number in the line; n — suma všetkých odpovedí; sum of all answers.

¹Presented sample; ²Non A; ³Answer of the evaluating expert.

3. Párová metóda

Súbor hodnotiteľov. Pri uskutočnení párovej metódy sme pracovali so súborom 20 hodnotiteľov (necvičení posudzovatelia), ktorí boli vybraní na základe testov pre metódu 3 (tab. 1).

Použitá vzorka, spôsob hodnotenia. Na hodnotenie sme použili 2 výrobky sterilizovaného rajčinového pretlaku od dvoch výrobcov:

vzorka A — sterilizovaný rajčinový pretlak, SKAL Rim. Sobota,

vzorka B — sterilizovaný rajčinový pretlak, Agrokomplex — MPV-NP — Nitra, Konzerváreň Chrenová.

Úlohou hodnotiteľov bolo určiť z páru vzorky, ktorá je podľa kvalitatívneho znaku (vzhľad a farba, konzistencia, chuť, vôňa) lepšia. Hodnotenie sa uskutočnilo v chemickom laboratóriu pri dennom osvetlení.

Spôsoby vyhodnotenia. Na vyhodnotenie výsledkov sme použili tieto matematickoštatistické metódy:

1. vyhodnotenie podľa binomickej teórie [7],
2. chíkvadrátovú metódu vyhodnotenia (χ^2 -metódu) [7]

$$\chi^2 = \sum \frac{N^2}{M} - \sum M,$$

kde χ^2 je vypočítaný parameter na porovnanie s Pearsonovým-Helmertovým rozdelením (χ^2 -rozdelenie), N — skutočný počet správnych výsledkov, M — teoretický počet náhodne určených výsledkov.

4. Poradová metóda

Súbor hodnotiteľov. Pri uskutočnení poradovej metódy sme pracovali so súborom 12 hodnotiteľov, ktorí boli vybraní na základe testov pre metódu 4 (tab. 1).

Použitá vzorka, spôsob hodnotenia. Na hodnotenie sme použili 5 výrobkov sterilizovaného rajčinového pretlaku od rozličných výrobcov (Slovlik Dunajská Streda, Cukrovar Š. Majora Sládkovičovo, Cukrovar Pohronský Ruskov). Dva výrobky sa líšili dňom výroby v príslušných závodoch.

Vzorky po prenesení do Petriho misiek boli označené A, B, C, D, E a úlohou hodnotiteľov bolo zoradiť vzorky v zostupnom poradí podľa vzhľadu a farby, podľa požiadaviek ČSN 56 9310 [8] a označením poradia 1 až 5. Hodnotenie sa uskutočnilo v chemickom laboratóriu pri dennom osvetlení.

Spôsoby vyhodnotenie. Výsledky hodnotenia výrobkov poradovou metódou sme vyhodnotili:

1. metódou konkordantného koeficienta W podľa Kendalla [7]

$$KG = \frac{(\sum \sum \text{poradie})^2}{kn},$$

$$W = \frac{s_p^2 - \frac{1}{k}}{s_G^2 + \frac{1}{k}}$$

$$F_{\text{vyp.}} = \frac{(k-1)W}{1-W}$$

$$f_1 = (n-1) - \frac{2}{k},$$

$$f_2 = (k-1) \left[(n-1) - \frac{2}{k} \right],$$

kde KG je oprava radu, W — konkordantný koeficient, s_p^2 — variancia výrobku KG , s_G^2 — celková variancia KG , k — počet hodnotiteľov, n — počet vzoriek, f_1, f_2 — počet stupňov voľnosti;

2. metódou poradového korelačného koeficienta R podľa Spearmana [7] použitím vzťahov

$$R = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n^3 - n}$$

$$t = R \sqrt{\frac{n-2}{1-R^2}},$$

kde R je poradový korelačný koeficient, d — diferencia medzi poradím vzoriek 2 hodnotiteľov, n — počet vzoriek, t — testovaná hodnota tabelovaná;

3. metódou podľa Quaranta a Pereza [9, 10], ktorí uvádzajú štatistické tabuľky s párovými hodnotami X , Y , (X — dolná hraničná hodnota, Y — horná hraničná hodnota). Na výpočet treba určiť symboly: L — najnižšia suma poradia, H — najvyššia suma poradia, B — najlepšia suma poradia (počet hodnotiteľov), W — najhoršia suma poradia (počet hodnotiteľov \times počet vzoriek). Vypočítané hodnoty rozdielov $L - B$, $W - H$ sa porovnávajú s tabulkovými X a Y pre danú hladinu významnosti.

Výsledky a diskusia

1. Metódy zvýšenia efektívnosti senzorickej analýzy potravín

Výsledky hodnotenia 5 párov vzoriek chloridu sodného súborom 7 hodnotiteľov uvádza tabuľka 3.

Tabuľka 3. Výsledky hodnotenia metódou zvýšenia efektívnosti
Table 3. Results of evaluation by the method of inered efficiency

Vzorka ¹	Určite A ²	Asi A ³	Asi B ⁴	Určite B ⁵	Spolu ⁶
A	18	10	5	2	35
B	1	9	9	16	35

¹Sample; ²Definitively A; ³Probably A; ⁴Probably B; ⁵Definitively B; ⁶Total.

Celkový počet porovnávacích párov je 1225. Vzorka A bola 18-krát označená ako určite A, čím bola dostatočne odlišená od 16 vzoriek určite B, 9 vzoriek asi B a 9 vzoriek asi A. Výsledok je $18(9 + 9 + 16) = 612$ správnych odpovedí a 18 nerozhodných odpovedí. Podobne 10 vzoriek označených ako asi A bude správne odlišených od 9 vzoriek asi B a 16 vzoriek určite B. Výsledok je $10(9 + 16) = 250$ správnych odpovedí, 90 nerozhodných a 10 správnych (keď 9 vzoriek B bolo označených ako asi A a 1 vzorka B ako určite A). Aj 5 vzoriek A, označených ako asi B, rozlíšime od 16 vzoriek určite B v páre. Dostaneme 80 správnych, 45 nerozhodných a 50 nesprávnych odpovedí. Po zhodnotení 2 vzoriek A, označených ako určite B, dostaneme 32 nerozhodných a 38 nesprávnych odpovedí. Celkovo z 1225 porovnávaní získame 942 správnych, 185 ne-

rozhodných a 98 nesprávnych odpovedí. Ak z nerozhodných odpovedí bude 50 % správnych a 50 % nesprávnych, spolu získame 1034,5 správnych odpovedí.

Záverom môžeme povedať, že súbor 7 hodnotiteľov v 84,5 % správne rozlíšil vzorky. R -index podľa matematického vzťahu (udáva stupeň hodnotenia v percentách ako celkový počet správnych odpovedí (správne + 1/2 nerozhodné)) má rozsah od 50 do 100 % pravdepodobnosti správneho rozlíšenia medzi dvoma vzorkami. R -index podľa našich údajov je 84,448 %.

Výsledky hodnotenia 5 párov vzoriek 1 hodnotiteľom uvádza tabuľka 4.

Keďže každú vzorku A porovnávame s každou vzorkou B, dostaneme 25 porovnávacích párov. Celkovo získame 20 správnych, 3 nerozhodné a 2 nespráv-

Tabuľka 4. Výsledky hodnotenia metódou zvýšenia efektívnosti
Table 4. Results of evaluation by the method of increased efficiency

Vzorka ¹	Určite A ²	Asi A ³	Asi B ⁴	Určite B ⁵	Spolu ⁶
A	4	0	0	1	5
B	0	1	1	3	5

For 1—6 see Table 3.

ne odpovede. Ak uvažujeme, že z nerozhodných odpovedí je 50 % správnych a 50 % nesprávnych, ako konečný výsledok dostaneme 21,5 správnych odpovedí. Na záver môžeme povedať, že hodnotiteľ v 86 % správne rozlíšil vzorky. R -index podľa matematického vzťahu je $R = 86$ %.

Tabuľka 5. Výsledky hodnotenia metódou „A“ — nie „A“
Table 5. Results of evaluation by the „A“ — non „A“ method

		Predložená vzorka je ¹		
		A	nie A ²	Σ
Počet prednesených odpovedí vyhlasujúcich, že vzorka ³	je A ⁴	75	46	121
	nie A ²	25	54	79
	Σ	100	100	200

Vypočítané hodnoty pre priehradku:

Calculated values for counter:

$\bar{A}A : ET = 60,5$ $E_0 = 75$;

$\bar{A}\bar{A} : ET = 39,5$ $E_0 = 25$;

$\chi^2_{\text{vyp.}} = 17,59$.

$\bar{A}A : ET = 60,5$ $E_0 = 46$;

$\bar{A}\bar{A} : ET = 39,5$ $E_0 = 54$;

¹Presented sample is; ²Non A; ³Number of presented answers stating that the sample; ⁴Is A;

⁵ $\chi^2_{\text{calc.}}$

Výhody tejto metódy sú v tom, že sa získa viac údajov relatívne menším počtom vzoriek aj hodnotiteľov. Pri doteraz používaných rozdielových metódach sa podáva viac vzoriek, aby sa získal správnejší výsledok. Pre veľký počet údajov si metóda nevyžaduje vysokú odbornosť hodnotiteľov.

2. Metóda „A“ — nie „A“

Spôsob uskutočnenia metódy. Počet hodnotiteľov bol 20 a počet vzoriek 5 „A“ a 5 nie „A“. Tabuľka 5 uvádza výsledky hodnotenia.

Zo štatistickej tabuľky v prílohe A [6] nájdeme pre 5 % hladinu významnosti a 1 stupeň voľnosti $\chi^2_{\text{krit.}} = 3,84$.

Na záver môžeme povedať, že v rozpoznávaní dvoch sladkých chutí je preukazný rozdiel, lebo je splnená podmienka $\chi^2_{\text{vyp.}} > \chi^2_{\text{krit.}}$ ($17,59 > 3,84$).

Spôsob uskutočnenia metódy. Počet hodnotiteľov bol 20 a počet vzoriek: 4 „A“ a 6 nie „A“. Tabuľka 6 uvádza výsledky hodnotenia.

Na záver môžeme povedať, že aj v tomto prípade je preukazný rozdiel v rozpoznávaní dvoch sladkých chutí, lebo je splnená podmienka: $\chi^2_{\text{vyp.}} > \chi^2_{\text{krit.}}$ ($18,27 > 3,84$). Použitím tejto metódy sa dokázalo, že možno s istotou rozlíšiť sladkú chuť sacharózy od sacharínu T 110.

Tabuľka 6. Výsledky hodnotenia metódou „A“ — nie „A“
Table 6. Results of evaluation by the „A“ — non „A“ method

		Predložená vzorka je ¹		
		A	nie A ²	Σ
Počet prednesených odpovedí vyhlasujúcich, že vzorka ³	je A ⁴	56	47	103
	nie A ²	24	73	97
	Σ	80	120	200

Vypočítané hodnoty pre priehradku:

Calculated values for the counter:

AA : ET = 41,2 $E_0 = 56$,

AA : ET = 38,8 $E_0 = 24$,

$\chi^2_{\text{vyp.}} = 18,27$

$\chi^2_{\text{krit.}} = 3,84$ (pre 5 % hladinu významnosti a 1 stupeň voľnosti).

For 1—5 see Table 5; $\chi^2_{\text{krit.}}$ (for 5% significance level and 1 degree of freedom).

AA : ET = 61,8 $E_0 = 47$,

AA : ET = 58,2 $E_0 = 73$,

3. Párová metóda

Výsledky hodnotenia dvoch vzoriek sterilizovaného rajčinového pretlaku súborom 20 hodnotiteľov uvádza tabuľka 7.

Výsledky sme vyhodnotili metódami:

1. Vyhodnotenie podľa binomickej teórie — vypočítaním pravdepodobnosti

$$\begin{aligned}
 (p + q)^{20} &= p^{20} + 20p^{19}q(1/2 + 1/2)^{20} = 0,000000954 + 0,000019, \\
 &+ 20p + q^{19} &+ 0,000019, \\
 &+ &q^{20} &+ 0,000000954.
 \end{aligned}$$

Senzorický rozdiel medzi vzorkou A a B je štatisticky významný pri 99,9 % pravdepodobnosti. Z tabuľky 7 pri hodnotení konzistencie hlasovalo 18 hodnotiteľov pre vzorku B. Celková suma posledných 3 členov je 0,00019. Pravdepodobnosť náhody je menšia ako 0,001 ($0,00019 < 0,001$). Môžeme vyhlásiť, že pri hodnotení konzistencie je rozdiel medzi vzorkami A a B preukazný pri 99,9 % pravdepodobnosti a vzorka B je lepšia.

Tabuľka 7. Počet hlasov pre vzorku A a B
Table 7. Number of votes for the sample A and B

Kvalitatívny znak ¹	A	B
Vzhľad a farba ²	10	10
Konzistencia ³	2	18
Chuť ⁴	4	16
Vôňa ⁵	10	10

¹Quality sign; ²Appearance and colour; ³Consistency; ⁴Flavour; ⁵Smell.

2. Chíkvadrátová metóda vyhodnotenia (χ^2 -metóda). Tabuľka 8 uvádza výsledky hodnotenia konzistencie 2 vzoriek a hodnoty potrebné na vyhodnotenie pomocou χ^2 -metódy. Aby bola splnená podmienka $\chi^2_{\text{vyp.}} \geq \chi^2_{\text{tab.}}$ [7], musí platiť, že $\chi^2_{\text{tab.}} (0,001; 1) = 10,83$. Pri hodnotení konzistencie je medzi vzorkami A a B preukazný rozdiel pri 99,9 % pravdepodobnosti. Konzistencia vzorky B je lepšia.

Tabuľka 9 uvádza výsledky hodnotenia chuti 2 vzoriek a hodnoty potrebné na vyhodnotenie výsledkov pomocou χ^2 -metódy. Aby bola splnená podmienka $\chi^2_{\text{vyp.}} \geq \chi^2_{\text{tab.}}$, musí platiť, že $\chi^2_{\text{tab.}} (0,01; 1) = 6,64$ [7]. Pri hodnotení chuti je medzi vzorkami A a B preukazný rozdiel pri 99 % pravdepodobnosti. Vzorka B je lepšia.

Spôsob výpočtu a vyhodnotenie uvádzame iba pre kvalitatívne znaky: konzistenciu a vôňu.

Z uvedených spôsobov vyhodnotenia výsledkov párovej metódy je chíkvadrátová metóda výhodnejšia, lebo je rýchlejšia, má jednoduchý záznam údajov, jednoduchý výpočet a môže sa použiť pri väčšom počte vzoriek i väčšom súbore hodnotiteľov. Vyhodnotenie podľa binomickej teórie má prednosť v tom, že môžeme vypočítať hladinu významnosti a určiť pravdepodobnosť výskytu kladného výsledku bez použitia štatistických tabuliek. Napriek tomu výpočet je veľmi zdĺhavý. Obidva spôsoby vyhodnotenia dávajú rovnaké výsledky.

Tabuľka 8. Výsledky hodnotenia konzistencie párovou metódou
Table 8. Results of evaluation consistency by the pair method

	A	B	Spolu ¹
N	2	18	20
M	10	10	20
N ²	4	324	
N ² /M	0,4	32,4	32,8

$$\chi^2_{\text{vyp.}} = 12,8$$

¹Total; ² $\chi^2_{\text{calc.}}$

Tabuľka 9. Výsledky hodnotenia chuti párovou metódou
Table 9. Results of taste evaluation by the pair method

	A	B	Spolu ¹
N	4	16	20
M	10	10	20
N ²	16	256	
N ² /M	1,6	25,6	27,2

$$\chi^2_{\text{vyp.}} = 7,2$$

For 1, 2 see Table 8.

4. Poradová metóda

Výsledky senzorického hodnotenia 5 vzoriek sterilizovaného rajčinového pretlaku súborom 12 hodnotiteľov sú v tabuľke 10.

Na vyhodnotenie získaných výsledkov uvedených v tabuľke 10 sme použili metódy:

1. Metódu konkordantného koeficienta W — tabuľka 11 uvádza vypočítané hodnoty na vyhodnotenie metódy. Pre danú metódu a pre $F_{\text{tab.}}$ platí $F_{\text{tab.}}$ (0,05; 3,83; 42,17) = 2,64 [10]. $F_{\text{tab.}} : 2,64 < F_{\text{vyp.}} : 37,80$. Zistené poradie je preukazné pri 95 % pravdepodobnosti, lebo je splnená podmienka $F_{\text{tab.}} (p_i; f_1; f_2) \leq F_{\text{vyp.}}$ [11].

2. Metódu poradového korelačného koeficienta R [7]. Na vyhodnotenie výsledkov touto metódou sme museli určiť poradie vzoriek od 2 hodnotiteľov, ktoré uvádza tabuľka 12.

3. Vyhodnotenie podľa Quarantu a Pereza [9, 10):

Pre $L = 15$, $H = 60$, $B = 12$, $W = 60$ platí $X = 13$ a $Y = 16$ pre 5 % hladinu významnosti [9]. Pretože $L - B < X$ ($3 < 13$) a $W - H < X$ ($0 < 13$) môžeme vyhlásiť, že medzi vzorkami je preukazný rozdiel. Aj $L - B < Y$ ($3 < 16$) vyhlásime, že vzorka E je lepšia ako ostatné vzorky. Aj $W - H < Y$ ($0 < 16$) vyhlásime, že vzorka C je horšia ako ostatné.

Tabuľka 10. Výsledky hodnotenia vzhľadu a farby poradovou metódou
Table 10. Results of evaluation of appearance and colour by the order method

Hodnotiteľ ¹	Vzorky/poradie ²				
	A	B	C	D	E
1	3	2	5	4	1
2	4	1	5	2	3
3	4	2	5	3	1
4	4	2	5	3	1
5	4	3	5	2	1
6	2	3	5	4	1
7	3	4	5	2	1
8	4	3	5	2	1
9	3	2	5	4	1
10	4	3	5	2	1
11	4	3	5	1	2
12	4	2	5	3	1
Σ	43	30	60	32	15
\bar{x}	3,58	2,5	5,0	2,67	1,25
Poradie ³	IV	II	V	III	I

¹Evaluating expert; ²Samples/sequence; ³Sequence.

Tabuľka 11. Vypočítané hodnoty na vyhodnotenie metódy
Table 11. Calculates values for the method evaluation

KG	s_p^2	s_G^2	W	$F_{vyp.}^1$	f_1	f_2
540	93,17	120	0,7746	37,80	3,83	42,17

¹ $F_{calc.}$

Tabuľka 12. Poradie na výpočet koeficienta R
Table 12. Sequence for calculation of R -coefficient

Hodnotiteľ ¹	Vzorky/poradie ²				
	A	B	C	D	E
4	4	2	5	3	1
5	4	3	5	2	1
d	0	1	0	-1	0
d^2	0	1	0	1	0
$\Sigma d^2 = 2$ $R = 0,9$	$t_{vyp.}^3 = 3,58$			$f = n - 2 = 3$	

¹Evaluating expert; ²Samples/sequence; ³ $t_{calc.}$

Autori Quaranta a Perez [9] uvádzajú, že ich metódu môžeme vyhodnotiť aj pomocou počítača pre počet vzoriek 18 a pre maximálne 54 hodnotení. Preto

sme na vyhodnotenie urobili v spolupráci s Ústavom výpočtovej techniky SVŠT v Bratislave uvedený program.

Poradová metóda je vhodná najmä pre vývoj výrobku a prieskum trhu. Používa sa aj pri výchove a preskúšaní hodnotiteľov. My sme ju však použili, aby sme porovnali rozličné matematické metódy jej vyhodnotenia.

```

1      PROGRAM PORADIA
2 C DIMENZIE PROGRAMU: POČET HODNOTITELOV 54, POČET VZORIEK 18
3 C FORMÁTOVÉ PŘÍKAZY SÚ NA KONCI PROGRAMU
4      DIMENSION IBODY (54, 18), ISBOD (18), III (18)
5 1111 READ (5, 10) KHDON, NVZOR, IX, IY, IQ
6      IF (IQ, EQ, O) GO TO 888
7      WRITE (6, 140)
8      WRITE (6, 20) NVZOR, KHODN
9      READ (5, 30) ((IBODY (I, J), J = 1, NVZOR), I = 1, KHODN)
10     IH = 1
11     IL = 18
12     DO 222 K = 1, NVZOR
13         ISBOD (K) = 0
14         DO 111 L = 1, KHODN
15             ISBOD (K) = ISBOD (K) + IBODY (L, K)
16 111 CONTINUE
17         IF (ISBOD (K), LE, IL) IL = ISBOD (K)
18         IF (ISBOD (K), GE, IH) IH = ISBOD (K)
19 222 CONTINUE
20     WRITE (6, 40)
21 333 DO 444 J = 1, NVZOR
22     III (J) = J
23 444 CONTINUE
24     WRITE (6, 50) (III)(J), J = 1, NVZOR)
25     WRITE (6, 60)
26     DO 666 M = 1, KHODN
27         WRITE (6, 70) M, (IBODY (M, J), J = 1, NVZOR)
28 666 CONTINUE
29     WRITE (6, 60)
30     WRITE (6, 80) (ISBOD (K), K = 1, NVZOR)
31     WRITE (6, 60)
32     ILMIN = IL
33     IHMAX = IH
34     WRITE (6, 90) ILMIN, IHMAX
35     IB = KHODN + 1
36     IW = KHODN + NVZOR
37     IF ((ILMIN — IB), GE, IX) GO TO 777
38     IF ((ILMIN — IB), LT, IY) WRITE (6, 100)
39     IF ((IW — IHMAX), GE, IX) GO TO 777
40     IF ((IW — IHMAX), LT, IY) WRITE (6, 110)
41     GO TO 1111

```

```

42 777 WRITE (6, 120)
43 GO TO 1111
44 888 WRITE (6, 130)
45 C FORMÁTOVÉ PRÍKAZY:
46 10 FORMÁT (515)
47 20 FORMÁT (/ / / / 14 H POČET VZORIEK, 7X, 2HN = ,13/23H POČET
48 HODNOTITELOV K = ,12/ / /)
49 30 FORMÁT (1415)
50 40 FORMÁT (2X, 23H MATICA VSTUPNÝCH ÚDAJOV / /)
51 50 FORMÁT (8X 18 (13, 2H.))
52 60 FORMÁT (1 x ,109 (1H +))
53 70 FORMÁT (54 (4x, 12, 18 (2H +, 13))) / /)
54 80 FORMÁT (/ 2X, 4H SUMA, 18 (15))
55 90 FORMÁT (/ / / 38H NAJNIŽŠIA PRAKTICKÁ SUMA PORADIA L = ,15
56 / / 38H NAJvyšŠIA PRAKTICKÁ SUMA PORADIA H = ,15 / /)
57 100 FORMÁT (40H MEDZI VZORKAMI JE SIGNIFIKANTNÝ ROZDIEL / /
58 64H VZORKA S NAJNIŽŠOU SUMOU PORADIA L JE LEPŠIA AKO
OSTATNÉ VZORKY / /)
59 110 FORMÁT (64H VZORKA S NAJvyšŠOU SUMOU PORADIA H JE HOR-
60 ŠIA AKO OSTATNÉ VZORKY / /)
61 120 FORMÁT (62H NEMOŽNO PREHLÁSIŤ, ŽE MEDZI VZORKAMI JE
62 SIGNIFIKANTNÝ ROZDIEL / /)
63 130 FORMÁT (/ / / / / 2X, 13H KONIEC VÝPOČTU / / / /)
64 140 FORMÁT (/ / / / 1H1, 109 (1HH) / / / /)
65 STOP
66 END

```

Záver

Aj keď sa zvyšuje výroba prístrojov na senzorické hodnotenie, predsa vzrastá záujem o nové rýchle a krátke metódy i o spôsoby vyhodnotenia, ktoré vedú k úspore času a sú aj ekonomicky výhodné.

Použitie *R*-indexu na vyhodnotenie rozdielových metód je jednoduché a urýchľuje celkové vyhodnotenie metódy. Metódou „A“ — nie „A“ sa môže ohodnotiť každá jednotlivito podávaná vzorka, kým pri iných metódach treba na získanie jediného výsledku podávať 2 alebo 3 vzorky. Hodnotenie môžeme urobiť aj inak, ak sa vzorka nie „A“ skladá z dvoch rozdielných sladidiel: nie „A₁“ a nie „A₂“.

Na vyhodnotenie výsledkov poradovej metódy sme použili viacero metód, pričom je známe i jednoduché vyhodnotenie použitím Kramerových tabuliek [11]. Metódou konkordantného koeficienta *W* treba na vyhodnotenie vypočítať viacero hodnôt, čím je získanie výsledku zdĺhavejšie. Pre nás je najzaujímavejšia metóda autorov Quarantu a Pereza, ktorí umožňujú po zostavení správneho programu zaviesť výpočtovú techniku, zabezpečujúcu rýchly pokrok aj v oblasti vyhodnotenia výsledkov senzorickej analýzy.

Literatúra

1. WILLIAMS, A. A. — ATKIN, R. K.: Sensory Quality in Foods and Beverages: Definition, Measurement and Control. London, Society of Chemical Industry 1983, s. 488.
2. BARVÍŘ, J.: Standardizace metod senzorického zkoušení aromatických látek v poživatinách. In: Zborník prednášok z V. celoštátneho sympózia o aromatických látkach v poživatinách, Bratislava, 4.—5. feb. 1981, s. 29.
3. POKORNÝ, J. — VEJRYCHOVÁ, E. — DAVÍDEK, J., Prům. Potravin, 33, 1982, č. 9, s. 492.
4. PRÍBELA, A. — DRDÁK, M.: Senzorická analýza potravín. Bratislava, ES SVŠT 1982, s. 123.
5. DAVÍDEK, J. — JANÍČEK, G. — POKORNÝ, J.: Chemie potravin. Praha, SNTL — Bratislava, Alfa 1983, s. 632.
6. ISO/TC 34/sc 12. France-3: Analyse sensorielle — Methodologie. Essai „A“ — non „A“. 1983, s. 10.
7. NEUMANN, R. — MOLNAR, P. — ARNOLD, S.: Sensorische Lebensmitteluntersuchung. Leipzig, VEB Fachbuchverlag 1983, s. 258.
8. ČSN 56 9310. Rajčatový protlak. 1967.
9. QUARANTA, H. O. — PEREZ, S. S., Lebensmittelindustrie, 29, 1982, č. 5, s. 206.
10. QUARANTA, H. O. — PEREZ, S. S., Lebensm.-Ind., 29, 1982, č. 8, s. 345.
11. BARYLKO-PIKIELNA, N.: Zarys analizy sensorycznej zywności. Warszawa, Wydawnictwo naukowo-techniczne 1975, s. 483.

Новейшие методы и способы оценки результатов сенсорного анализа

Резюме

В работе рассматриваются новейшие методы сенсорной оценки и некоторые новейшие способы обработки результатов лабораторной сенсорной оценки изделий. Результаты оценки методом повышения эффективности сенсорного анализа обработаны индексом R , непараметрическим показателем χ^2 обработаны результаты оценки по методу „A“ — не „A“. Математическо-статистические методы применены для оценки результатов обработки парным и порядковым методом и для результатов порядкового метода приведена также подходящая программа.

The more recent methods and ways of evaluating the results of sensory analysis

Summary

The study presents more recent methods of sensory evaluation and some more recent ways of evaluating the results of laboratory sensory evaluation of products.

The results of evaluation by the method of increasing the efficiency of sensory analysis are evaluated by R -index, the non-parametric indicator χ^2 is applied for evaluating the results of evaluation by „A“ — non „A“ method. The mathematical and statistical methods are used for evaluating the results of evaluation by pair and order method and a suitable program is presented for the results of order method.