



A kép illusztráció / The picture is illustration

Molnár Pál¹

Érkezett/Received: 2014. január/January – Elfogadva/Accepted: 2014. február/February

Alakfelismerési kutatások néhány eredménye érzékszervi élelmiszer-minősítő módszerek továbbfejlesztéséhez sütőipari termékekre

1. Összefoglalás

A számítógépen futtatható többváltozós statisztikai módszerek az élelmiszerek érzékszervi tulajdonságainak osztályba sorolására is alkalmazhatók. Az érzékszervi vizsgálatokkal a „kiváló”, „jó”, „közepes”, „megfelelő” és „nem megfelelő” kategóriák a termékek bírálati adatainak normálása, majd statisztikai feldolgoása révén az érzékszervi bírálatoknál alkalmazott hagyományos minősítési eljárás helyett szoftveresen is létrehozhatók. A dolgozatban sütőipari termékek alakjának, héjának, szagának, ízének és bélzetének érzékszervi bírálata során kapott pontszámok és súlyozó faktorok felhasználásával vázlatszerű áttekintést kapunk a termékek osztályba sorolásáról. A hagyományos bírálati számítások és az alakfelismerésen alapuló szoftveres értékelés a vizsgált termékek esetében jó egyezést mutatott. A kidolgozott programok – megfelelő adathalmaz esetén – más termékekre is alkalmazhatók. További finomításokkal, pl. homogenitás-vizsgálattal az alakfelismerés módszerei jelentősen elősegíthetik nemcsak az érzékszervi, hanem a komplex élelmiszerminősítés további korszerűsítését is.

2. Bevezetés

Az élelmiszerminősítés területén a minőségfogalom összetettsége, dinamikus változása és viszonylagossága számos olyan problémát vet fel, amelyek megoldásához, a döntésekhez elengedhetetlen a rendszerelemzés eszközeinek felhasználása. A típusalkotás és osztályozás, a hasonlóság vagy eltérés kimutatása, az egyes ismérvek, jellemzők fontosságának, szerepének felismerése és számszerű kitzé-ése, a lényeges tulajdonságok közötti kapcsolat megállapítása igen bonyolult és összetett feladat. Ehhez a hasonlóságelmélet vagy alakfelismerés címszó alá tartozó matematikai módszerek nyújtanak segítséget.

A hasonlóságelmélet általában nagyszámú ismérveiben, tulajdonságaiban azonos, de számszerű jellem-

zőiben és dimenzióiban eltérő absztrakt vagy valós alakzatok: tárgyak, elemek, rendszerek, objektumok, esetenként élőlények cselekvéseiből származó eredmények, állapotok stb. hasonlóságának vagy eltéréseinek tudományos eszközök útján való megismerésével, kifejezésével foglalkozik, azért, hogy az egyes ismérvek, tulajdonságok fontosságát, szerepét, jelentőségét kellő módon felismerjük. A Molnár, Liszónyi, és Őrsi dolgozatában [2] közölt vizsgálatsorozat folytatásaként kapott ismeretek révén pedig preferálást, rendszerezést, minősítést, osztályozást vagy rangsorolást végeztünk, ami által újabb ismeretekre tettünk szert az ítéletalkotások és döntések egzaktabbá, megbízhatóbbá és hatékonyabbá tételére.

Az alakfelismeréssel foglalkozó tudományos módszerek alapfogolata Martens és Martens szerint az, hogy - a hasonlóságelmélet alapján - a felismerni szándé-

¹ Szegedi Tudományegyetem, Mérnöki Kar

¹ University of Szeged, Faculty of Engineering

kozott tárgyakat mérhető tulajdonságaik, ismérveik adatait számítógéppel vizsgálják, kiválasztva, csoportosítva a lényegeseket, amelyek az adott felismereni kívánt egyedre jellegzetesek [4]. Az alkalmazott módszerek: a cluster-analízis, diszkriminancia-analízis vagy ezek kombinációja. Legmagasabb szintjén a tanuló algoritmusok érik el, amelyek a feldolgozott adatok számának növekedésével egyre nagyobb biztonsággal képesek a helyes felismerésre.

Lásztity és Őrsi szerint az élelmiszerminősítés egyik sarkalatos kérdése a számszerűsítés a termékminőség elhelyezkedésének kifejezésére egy adott standard-skálán [1]. A helyes minősítés jelentős segítséget nyújthat egy-egy termék, termékcsoporthoz vagy iparág minőségi színvonalának vagy pl. termékfejlesztésre irányuló élelmiszertudományi eredményességének megítéléséhez. Az utóbbi időben napirendre került az élelmiszerminősítést kifejező mérőszám, a minőségmutató koncepcionális továbbfejlesztése. E minősítő eljárás korszerűsítésénél Molnár szerint különösen a következő feladatok megoldásához hasznosíthatók az alakfelismerés módszerei [3].

3. Az alakfelismerés alkalmazási lehetőségei a minősítési eljárásban

3.1. A termékminősítést döntően meghatározó tulajdonságok kiválasztása

A termék minősítéséhez nem szükséges a termék valamennyi tulajdonságát vizsgálni - ami pl. egy tudományos igényű összetétel-elemzésnél követelmény - hanem csak azokat, amelyek a termékminőség determinálásához feltétlenül szükségesek. A termékminősítést meghatározó és ugyanakkor egymással is kölcsönhatásban lévő tulajdonságok közül azokat célszerű kiválasztani, amelyek a legegyszerűbben, a legkisebb ráfordítással és még kielégítő pontossággal meghatározhatók.

3.2. A kiválasztott jellemzők súlyozása

Könnyen belátható, hogy a kiválasztott jellemzők és tulajdonságcsoporthoz különböző súllyal determinálják az élelmiszerminősítést. A súlyozó faktorok objektív, tudományosan megalapozott megállapítása az élelmiszerminősítés egyik sokat vitatott kérdése.

3.3. A termékek minőségi osztályozása

1. táblázat. Az osztályba soroláshoz szükséges adathalmaz sütőipari termékekre vonatkozóan
Table 1 Data set necessary for classification of bakery products

Termék / Product	Mintaszám / Sample number		
	I. sorozat / Series I	II. sorozat / Series II	Σ
1 kg-os fehér kenyér / White bread, 1 kg	15	34	49
1 kg-os burgonyás kenyér / Potato bread, 1 kg	14	21	35
2 kg-os fehér kenyér / White bread, 2 kg	23	32	55
0,5 kg-os kalács / Kalács (sweet bread), 0.5 kg	13	25	38
Tejes kifli / Milk crescent	17	23	40
Vizes zsemle / Wet roll	14	25	39

Gyakorlati igényként jelentkezik a minősített termék osztályba sorolása megalapozott határértékek alapján. Az osztályhatárok vonatkozhatnak mind az egyes tulajdonságcsoporthoz, mind a komplex minősítés transzformált és összegzett paramétereire.

3.3.1. Vizsgálati program

Kutatási program keretén belül sütőipari termékek érzékszervi minősítő rendszerének továbbfejlesztéséhez, amely a komplex minőségértékelés egyik legfontosabb része, azaz a kiválasztott érzékszervi súlyozó faktorok és az osztályba sorolás összpontszámában kifejezett határértékeinek felülvizsgálatához alkalmaztuk az alakfelismerés néhány módszerét. Az érzékszervi minősítéshez kidolgoztuk a 20 pontos súlyozó faktoros bírálati módszert kenyérfélékre, vizes termékekre és kalácsfélékre. Az öt-, ill. hatfokozatú bírálati előírás alapján összesen több mint 20 érzékszervi bíráló bevonásával két egymástól térben és időben eltérő vizsgálatosorozatot végeztünk.

A bírálók pontszámaiból érzékszervi jellemzőként („alak”, „hég”, „szag”, „íz” és „bélzet”) átlagértékeket képeztünk. Az összpontszámot a jellemzők átlagpontszámainak súlyozott összege adja. A súlyozó faktorokat előzetesen a Delphi-módszerrel, azaz a többszörösen ismételt szakértői megkérdezés módszerével határoztuk meg. Az osztályhatárokat tapasztalati úton, minden termékre egységesen, összpontszámok formájában rögzítettük. Az érzékszervi vizsgálatok során minden bíráló azt is feladatul kapta, hogy a termék összbemomása alapján és saját részpontszámai ismeretében sorolja minőségi osztályba a vizsgált terméket az alábbi kategóriák szerint:

I.	„kiváló”
II.	„jó”
III.	„közepes”
IV.	„megfelelő”
V.	„nem megfelelő”

Az osztályba sorolás átlagértékei képezték a további számítások y-értékeit. Kontrollként 20-30 fogyasztó átlagos értékítéletét hasznosítottuk.

A vizsgálati program elvégzése alapján az értékeléshez az **1. táblázatban** feltüntetett adathalmaz állt rendelkezésre:

Some results of shape recognition research for the improvement of sensory food testing methods of bakery products

Pál Molnár¹

1. Summary

Multivariate statistical methods that can be run on computers, can also be used for the classification of the sensory properties of foods. Sensory testing categories of „excellent”, „good”, „average”, „suitable” and „unsuitable” that are usually determined via a traditional classification procedure, can also be created by the normalization and statistical processing of product testing data with the help of a software. In this paper, a rough overview of the classification of bakery products, using numerical values obtained during sensory testing of product shape, crust, smell, taste and crumb, and weighting factors is given. Traditional classification calculations and computerized evaluation based on shape recognition showed good agreement in the case of the products tested. The programs developed – in case of a suitable data population – can be applied to other products as well. With further refinements, such as homogeneity analysis, shape recognition methods can help greatly the further development of not only sensory, but complex food testing.

2. Introduction

In the area of food classification, the complexity of the concept of quality, its dynamic change and relativity raise several problems, the solution of which, as well as decision making, inescapably need the application of the tools of system analysis. Type creation and classification, detection of similarities and differences, recognition and numerical quantification of the importance and the role of individual criteria and properties, establishing the connection between important characteristics is a very difficult and complex task. These are greatly aided by mathematical methods under the heading similarity theory or shape recognition.

Similarity theory generally deals with the understanding and expression, with the help of scientific tools, of the similarities and differences of large numbers of abstract or real shapes that have identical criteria or properties, but different numerical characteristics and dimensions: objects, elements, systems, sometimes the results or states originating from the actions of living organisms etc., in order to recognize properly the importance, role and significance of the individual criteria and properties. With the help of the knowledge obtained through the continuation of the series of analyses published in the paper of Molnár, Liszanyi and Órsi [2], we performed preferring, organization, qualification, classification or ranking, which provided us with new information to make judging and decision-making more exact, reliable and efficient.

According to Martens and Martens, the basic idea of scientific methods of shape recognition is that – based on similarity theory – measurable properties, criteria of the objects to be recognized are subjected to computerized analysis, selecting, grouping relevant ones which are characteristic of the individuals to be recognized [4]. The methods applied are the following: cluster analysis, discriminant analysis or a combination of these. Its highest levels are reached by

learning algorithms, whose recognition reliability increases with the number of data processed.

According to Lásztity and Órsi, one of the cardinal questions of food qualification is quantifying the position of product quality on a given standard scale [1]. Correct qualification can be very helpful in judging the quality level of a product, product group or industrial sector, or the success food research aimed at product development. Lately, conceptual development of an index expressing food quality, a quality indicator has been on the agenda. According to Molnár, when updating the qualification procedure, shape recognition methods can be utilized especially for solving the following problems [3].

3. Application possibilities of shape recognition in the qualification procedure

3.1. Selection of crucial properties determining product quality

It is not necessary for product qualification to consider every property of a product – which is a requirement for a scientific analysis of composition, for example – only those that are absolutely necessary for product quality determination. Of the properties determining product quality and, at the same time, interacting with each other, it is practical to select those that can be ascertained most easily, with the lowest use of resources, but still with sufficient accuracy.

3.2. Weighting of the selected properties

It is obvious that the selected characteristics and property groups have different weights in determining food quality. Objective, scientifically supported determination of weighting factors is one of the much discussed questions of food qualification.

3.3. Product classification

It is a practical demand to classify qualified products, based on pre-set limit values. Class limits can apply to transformed and integrated parameters of individual property groups or the complex qualification.

3.3.1. Analytical program

Several methods of shape recognition were applied within the framework of a research program for the improvement of a sensory qualification system of bakery products, which is one of the most important parts of complex quality evaluation, i.e. for the review of limit values of selected sensory weighting factors and classification, expressed as a total score. For sensory qualification, a 20-point evaluation method with weighting factors was developed for different breads, wet products and sweet breads (kalács). Based on the 5- and 6-grade evaluation prescription, two testing series were performed, separated from each other in space and time, involving more than 20 sensory testers.

From the scores of the testers, average values were calculated for each sensory property („shape”, „crust”, „smell”, „taste” and „crumb”). The overall score is the weighted sum of the average scores of the characteristics. Weighting factors were determined in advance using the Delphi method, i.e. with the method of multiple repetition expert inquiry. Class limits were recorded empirically, uniformly for each product, as total scores. It was also the task of each tester during sensory analysis to classify the product, based on the overall impression of the product and his or her own partial scores, as belonging into one of the following categories:

3.3.2. Az értékelő számítások eredményei

A statisztikai elemzés során először parciális többszörös regressziós analízissel igazoltuk az érzékszervi jellemzők és az osztályba sorolás értékei közötti

lineáris összefüggést. A t-próbával bizonyított többszörös korrelációs koefficiens (R) magas értékei mutatják, hogy a bírálók az osztályba sorolást a jellemzőkkel összhangban és valamennyi figyelembevételével végezték el (**2. táblázat**).

2 táblázat. t-próbával igazolt többszörös korrelációs koefficiensek
Table 2 Multiple correlation coefficients verified by t-tests

Termék / Product	Többszörös korrelációs koefficiens (R) / Multiple correlation coefficient (R)	
	I. sorozat / Series I	II. sorozat / Series II
1 kg-os fehér kenyér / White bread, 1 kg	0,953	0,998
1 kg-os burgonyás kenyér / Potato bread, 1 kg	0,989	0,643
2 kg-os fehér kenyér / White bread, 2 kg	0,961	0,939
0,5 kg-os kalács / Kalács (sweet bread), 0.5 kg	0,992	0,881
Tejes kifli / Milk crescent	0,976	0,827
Vizes zsemle / Wet roll	0,992	0,839

A lineáris összefüggés igazolja a további számítások jogosságát, bár az 1 kg-os burgonyás kenyérra a II. sorozatban kapott feltűnően kis értékre eddig még nem találtunk magyarázatot.

A path koefficiensek (π_i), valamint a parciális regressziós egyenlettel becsülhető összhatást képviselő R^2 felbontásával az egyes érzékszervi jellemzőkre kapott r_{yx} π_i értékek segítségével vizsgáltuk a súlyozó faktorok alakulását. Ezek az EMG-666-os asztali kalkulátoron végzett számítások azonban csak egyes esetekben adtak egyértelmű eredményt; többször túlzottan növelték az „alak” és a „szag” súlyát, illetve hoztak ki negatív előjelű súlyozó faktorokat.

I. és II. sorozat adatainak együttes számításait a súlyozó faktorok és az osztályhatárok meghatározására cluster-analízissel és nem-lineáris diszkriminancia-analízissel is elvégeztük. Mindkét program PL/I nyelven íródott, amelyeket a BME R-32 számítógépen futtattuk.

A cluster-analízis program 200 maximálisan 20 jellemzővel rendelkező adat feldolgozására alkalmas. Az adatokat bevitel után normálja. A csoportosítandó egyedeket a program vektoroknak tekinti és a számszerű jellemzők (jelen esetben az egyes tulajdonságokra adott pontszámok) képezik a vektor koordinátáit. A vektorok hasonlóságát a vektorok távolságával jellemezzük, amelyet a következő egyenlet definiál:

$$d^2 = \sum [x_1(i) - x_2(i)]^2$$

ahol

$x_1(i)$ = 1. vektor i. koordinátája

$x_2(i)$ = 2. vektor i. koordinátája

d = két vektor távolsága

n = vektorkoordináták száma

Az a két vektor hasonló a legjobban, amelyek távolsága az összes lehetséges vektorpár távolsága közül a legkisebb.

A számítás a következő lépéseket követi:

- Meghatározzuk minden lehetséges vektorpár távolságát [k vektor esetén $k[k-1]/2$] és kiválasztjuk a legkisebbet, ezeket egyesítjük. Az egyesítésnél figyelembe vesszük, hogy előzőleg melyikben hány vektort egyesítettünk.
- Megvizsgáljuk, hogy elértünk-e már a számítás befejezéséhez
 - az előírt csoportszámot,
 - az utolsó minimális távolság túllépett bizonyos előírt határértéket.

Ha e számítás még nem fejeződött be, ismétlődik az a) lépés.

Minden lépésnél kiírjuk a minimális, maximális és átlagos távolságot, valamint az egyesített vektorok sorszámát. A számítások befejezésekor kiírjuk az egyesített vektorok sorszámát, vektorkoordinátáit és átlagos távolságukat, valamint a vektor hosszát. Mindezen adatok felhasználásával megszerkeszthető a cluster dendrogramja.

A nem lineáris diszkriminancia-analízis program az adatok előzetes osztálybasorolását igényli. A számítások kiindulópontja a kovariancia mátrix kiszámítása. Az adatok sűrűségfüggvényét az alábbi egyenlet közelíti:

$$f_k(x) = \text{EXP} \left(B_{ko} - \sum_{m=1}^M B_{km} x_m \right)$$

ahol

B_{ko} és B_{km} a diszkriminancia egyenlet együtthatói a k . csoportban

$f_k(x)$ a sűrűségfüggvény értéke

I.	„excellent”
II.	„good”
III.	„average”
IV.	„suitable”
V.	„unsuitable”

Average classification values served as y values of further calculations. As a control, the average opinion of 20 to 30 consumers was used.

Based on the completion of the testing program, the data set listed in **Table 1** was available for evaluation:

3.3.2. Results of evaluating calculations

During statistical analysis, linear correlation of sensory characteristics and classification values was first verified using partial multiple regression analysis. High values of the multiple correlation coefficient (R), verified by t-tests, show that classification was performed by the testers in accordance with the characteristics and taking all of them into account (**Table 2**).

The linear relationship confirms the legitimacy of further calculations, although no explanation have been found so far for the extremely low value obtained for the 1 kg potato bread in series II.

Evolution of the weighting factors was investigated with the help of the r_{yx} x pi values obtained for the individual sensory characteristics by breaking down path coefficients (pi) and the R^2 representing the overall effect that can be estimated with the partial regression equation. However, the results of these calculations performed on an EMG-666 desktop calculator were clear only in certain cases; in several instances the weights of „shape” and „smell” were excessively high, while in other cases negative weighting factors were obtained.

To determine weighting factors and class limits, combined calculations of the data obtained from series I and II were also performed using cluster analysis and non-linear discriminant analysis. Both programs were written in PL/I language, and were run on the BME R-32 computer.

The cluster analysis program is capable of processing 200 data, having a maximum of 20 characteristics. Data are normalized after input. Specimens to be grouped together are considered by the program as vectors, and the coordinates of the vector are the numerical characteristics (in this case, the scores given for the different properties). Similarity of the vectors is characterized by the distance of the vectors, as defined by following equation:

$$d^2 = \sum [x_1(i) - x_2(i)]^2$$

where

- $x_1(i)$ = the i^{th} coordinate of vector 1
- $x_2(i)$ = the i^{th} coordinate of vector 2
- d = the distance of the two vectors
- n = the number of vector coordinates

The two vectors that are most similar will have the smallest distance of all possible vector pairs.

The calculation consists of the following steps:

- a) The distance of all possible vector pairs [in the case of k vectors: $k[k-1]/2$] is determined, the smallest one is selected and the vectors are combined. When combining the vectors, it is taken into account how many

vectors were combined in each vector previously.

- b) It is then tested whether

- we have reached the prescribed group number required for finishing the calculation,
- or the latest minimal distance exceeded the prescribed limit value.

If the calculation is not over, repeat step a).

At each step, the minimum, maximum and average distances are recorded, as well as the serial number of the combined vectors. At the end of the calculation, serial number of the combined vectors, their vector coordinates and average distance are recorded, as well as the length of the vector. Using these data, one can construct the dendrogram of the clusters.

The non-linear discriminant analysis program requires preliminary classification of the data. The starting point of calculations is the computing of the covariance matrix. Density function of the data is approximated by the following equation:

$$f_k(x) = \text{EXP} \left(B_{ko} - \sum_{m=1}^M B_{km} x_m \right)$$

where

B_{ko} and B_{km}	coefficients of the discriminant equation in the k^{th} group
$f_k(x)$	the value of the density function
x_m	the parameters (scores)
m	the number of parameters

B values calculated from the $D(m, m_1)$ covariance matrix

$$B_{ko} = -\frac{1}{2} \sum_{m=1}^M \sum_{m_1=1}^M D(m, m_1) \bar{x}_{km} \bar{x}_{km_1}$$

$$B_{km} = \sum_{m_1=1}^M D(m, m_1) \bar{x}_{km}$$

Separability was checked using the χ^2 -test. The weight and significance of a characteristic during classification is given by the percentage proportion of the product of weighting factors and average values of characteristics to the total sum. By applying discriminant equations, more or less data were found that needed to be transcategorized into another group. Transcategorization was completed and the discriminant calculation was repeated. This was continued until all classifications were approved by the discriminant equation. Weighting factors obtained, the number of erroneously classified specimens in each step and χ^2 -value characteristic of separability for a selected product (1 kg potato bread) are listed in **Table 3**.

Final weighting factors obtained are summarized in **Table 4**. Weighting factors obtained by the expert survey method are listed in parentheses:

By comparing the weighting factors obtained for the different products, they can be divided into three groups with nearly identical weighting factors.

The first group is represented by the three breads. For these, the most important property proved to be the crumb with weights of 1.0 – 1.3 (light green cells), followed by the taste with weights of 0.7 – 1.1. These are followed by

x_m a paraméterek (pontszámok)

m a paraméterek száma

$D(m, m_1)$ kovariancia mátrixból számított B értékek

$$B_{ko} = -\frac{1}{2} \sum_{m=1}^M \sum_{m_1=1}^M D(m, m_1) \bar{x}_{km} \bar{x}_{km_1}$$

$$B_{km} = \sum_{m_1=1}^M D(m, m_1) \bar{x}_{km}$$

A szétválaszthatóságot az χ^2 -teszttel ellenőriztük. A súlyozó faktorok és az átlagos jellemző-értékek szorzatának százalékos részesedése a teljes összegből adja meg a jellemző súlyát, jelentőségét a besorolásnál. A diszkriminancia egyenleteket alkalmazva több-kevesebb olyan adatot találtunk, amelyeket egy másik csoportba kellett sorolni. Az átsorolást elvégeztük és a diszkriminancia számítását megismételtük. Mindezt addig folytattuk, amíg a diszkriminancia egyenlet minden adat besorolását helybenhagyta. A **3. táblázatban** egy kiválasztott termékre (1 kg-os burgonyás kenyér) a kapott súlyozó faktorokat, az egyes lépéseknél talált, hibásan besorolt egyedek számát és a szétválaszthatóságra jellemző χ^2 -értéket tüntettük fel.

3 táblázat. 1 kg-os burgonyás kenyérré kapott súlyozó faktorok

Table 3 Weighting factors for 1 kg potato bread

Alak / Shape	Súlyozó faktorok Weighting factors	1,23	1,03	0,88
Héj / Crust		0,79	0,58	0,52
Szag / Smell		0,60	0,74	0,81
Íz / Taste		0,36	0,59	0,71
Bélzet / Crumb		1,02	1,05	1,08
Hibásan besorolt egyedek (db) / Erroneously classified specimens (pc)		3	2	0
χ^2		2,43	2,60	2,61

A végeredményként kapott súlyozó faktorokat a **4. táblázatban** foglaltuk össze. A zárójelben a szakértői megkérdezés módszerével kapott súlyozó faktorok szerepelnek:

4. táblázat. A csoportokba való besoroláshoz kapott súlyozó faktorok

Table 4 Weighting factors for classification

	1 kg-os fehér kenyér White bread, 1 kg	1 kg-os burgonyás kenyér Potato bread, 1 kg	2 kg-os fehér kenyér White bread, 2 kg	0,5 kg-os kalács Kalács (sweet bread), 0,5 kg	Tejes kifli Milk crescent	Vizes zsemle Wet roll
Alak / Shape	0,73 (0,6)	0,88 (0,6)	0,75 (0,6)	1,32 (0,6)	0,93 (0,6)	1,16 (0,8)
Héj / Crust	0,65 (0,6)	0,52 (0,6)	0,67 (0,6)	1,14 (0,6)	0,69 (0,6)	0,69 (0,6)
Szag / Smell	0,65 (0,4)	0,81 (0,4)	0,51 (0,4)	0,74 (0,6)	0,77 (0,6)	0,67 (0,4)
Íz / Taste	0,67 (1,0)	0,71 (1,0)	1,12 (1,0)	0,48 (1,2)	0,62 (1,2)	0,59 (1,0)
Bélzet / Crumb	1,30 (1,4)	1,08 (1,4)	0,95 (1,4)	0,32 (1,0)	0,99 (1,0)	0,89 (1,2)

Összehasonlítva a különböző termékekre kapott súlyozó faktorokat a termékek három csoportja figyelhető meg közel azonos súlyozó faktorokkal.

Az első csoportot a három kenyér képviseli. Ezeknél a legfontosabb tulajdonságnak a bélzet bizonyult 1,0 - 1,3 súllyal (világoszöld cellák), ezt követi az íz 0,7 - 1,1 súllyal. Ezután következik az alak 0,7 - 0,9, majd

a szag 0,5 - 0,8 és a héj 0,5 - 0,7 súllyal.

A másik csoportot a péksütemények (kifli, zsemle) alkotják. Ezeknél a legfontosabb tulajdonságnak az alak (sárga cellák) bizonyult 0,9 - 1,2 súllyal, ezt követi a bélzet 0,9 - 1,0 és a szag 0,7 - 0,8, majd a héj 0,7 és íz 0,6 súllyal. E két utóbbi mindkét termékénél egybehangzó értéket adott.



Agilent Technologies

Agilent 6000 LC/MS rendszerek: **Agilent 6490 QQQ LC/MS rendszer**

Az új "iFunnel Technology" ideális választás a kritikus gyógyszeripari, élelmiszerbiztonsági, környezeti, élettudományi, klinikai, kriminalisztikai és toxikológiai alkalmazások területén.

- "iFunnel Technology" az attogram (zeptomol) érzékenységet,
- Agilent Jet Stream termikus gradiens fókuszálású ionforrással,
- Nagyhatékonyságú hexabore mintavételi kapilláris,
- Kétlépcsős ion tükör a nagyobb tömegfelbontás érdekében,
- Automatizált multi-komponens tuning mód.



kr_omat

Termékeinkről bővebb tájékoztatást az alábbi elérhetőségeken:

Kromat Kft. • 1112 Budapest, Péterhegyi út 98. • Telefon: 248-2110
Fax: 319-8574 • E-mail: info@kromat.hu • www.kromat.hu



A harmadik csoport a kalács, amely bizonyos szempontból hasonlít a péksüteményekre, mégis eltér azoktól. A kalács esetében az alak bizonyult a legfontosabbnak (kék cella), ezt a héj, majd a szag követi. Jelentősen kisebb súllyal szerepel az íz és bélzet.

Jól látható, hogy a szakértői megkérdezés módszerével kapott súlyozó faktorok többnyire a számítással meghatározott határértékek közé esnek. A végleges, szabványosításra kerülő súlyozó faktorokat a fentiek szerint szakmai és számítástechnikai szempontok figyelembevételével fogjuk meghatározni.

Az osztályba sorolás határértékeinek felülvizsgálathoz a jelenleg érvényes súlyozó faktorokkal kiszámított összpontszám és a szakértők átlagos osztályértékei között a legkisebb négyzetek módszerével lineáris regressziós egyenletet számítottunk. Az összpontszámokban kifejezett osztályhatárokat 1,5; 2,5; 3,5 és 4,5 értékek behelyettesítésével kaptuk meg. Az előzetes értékelések során sikerült bizonyítani, hogy az osztályhatárértékek - elméleti és szakirodalmi feltevésekkel ellentétben - nem, vagy alig függnek a súlyozó faktorok értékeitől. Ennek bemutatására a teljes kiflire kapott értékek szolgáljanak az **5. táblázatban**.

5. táblázat. Tejes kiflikre kapott súlyozó faktorok és osztályhatárok
Table 5 Weighting factors and class limits for milk crescent

Jellemző / Characteristic	Súlyozó faktor / Weighting factor			
	1	2	3	4
Alak / Shape	1,17	0,81	0,88	0,93
Héj / Crust	0,39	0,61	0,69	0,69
Szag / Smell	0,64	0,75	0,74	0,77
Íz / Taste	0,86	0,86	0,64	0,62
Bélzet / Crumb	0,93	0,96	1,03	0,99
χ^2	2,08	2,12	2,09	2,08
Hibás besorolás / Erroneous classification	7 db	3 db	1 db	0 db
Osztály / Class	Osztályhatár / Class limit			
I – II	17,78	17,83	17,76	17,82
II – III	15,56	15,62	15,57	15,64
III – IV	13,34	13,41	13,39	13,46
IV – V	11,12	11,20	11,21	11,28

Az osztályba sorolás számított és jelenleg valameny-nyi élelmiszere érvényes összpontszámok határait

6. táblázat tartalmazza:

6. táblázat. A vizsgált sütőipari termékek osztályhatárai
Table 6 Class limits of the bakery products tested

Osztály Class	Jelenleg érvényes osztályhatárok Currently valid class limits	Számított osztályhatárok / Calculated class limits					
		1 kg-os fehér kenyér White bread, 1 kg	1 kg-os burgonyás kenyér Potato bread, 1 kg	2 kg-os fehér kenyér White bread, 2 kg	0,5 kg-os kalács Kalács (sweet bread), 0,5 kg	Tejes kifli Milk crescent	Vizes zsemle Wet roll
I – II.	17,6	18,06	17,62	18,23	15,84	17,82	18,06
II – III.	15,2	15,72	15,51	15,69	15,02	15,64	15,66
III – IV.	13,2	13,38	13,41	13,14	14,20	13,46	13,25
IV – V.	11,2	11,04	11,30	10,60	13,39	11,28	10,85

A 0,5 kg-os kalács kivételével a számított osztályhatárok minden termékre, és a jelenleg érvényes osztályhatárokkal összehasonlítva jó egyezést mutatnak. Az I. és II. osztály határa 17,6 - 18,2; a II. és III. osztály határa 15,5 - 15,7; a III. és IV. osztály határa 13,1 - 13,5; valamint a IV. és V. osztály határa 10,6 - 11,3 között helyezkedik el. Az osztályhatárok pontosítását további szakmai és számítástechnikai megfontolások

alapján lehet elvégezni. A kalács eltérő osztályhatárai feltehetően arra vezethetők vissza, hogy a számítógépesen értékelt pontszámok – a kalács egyöntetűen közepesen jó érzékszervi tulajdonságai miatt – egy viszonylag szűk összpontszám-tartományt képviseltek.

4. Következtetések

Más szerzőkkel összhangban Minoza-Gattchalian, M. és Divino-Brannan mind a súlyozó faktorok, mind a minőségi osztályhatárok megállapítására irányuló számítógépes értékelések igazolták a hasonlóságelmélet alakfelismerési módszereinek alkalmasságát a kitűzött feladatok megoldására [5]. A számítások jelentős része szakmai szempontból értelmezhető és a minősítéshez használható eredményeket szolgáltatnak, amelyek jó egyezést mutatnak az eddigi súlyozó faktorokkal és osztályhatárokkal is. Mivel az alakfelismerési módszerekkel meghatározott súlyozó faktorok az osztályhatároktól függően kisebb-nagyobb eltérést mutatnak, és a különböző súlyozó faktorok alkalmazása egy-egy termék minősítési programján belül a gyakorlatban aligha kivitelezhető, a számított súlyozó faktorok átlagértékei adhatnak támpontot azok meghatározásához.

A kidolgozott programok – megfelelő adathalmaz esetén – más termékekre is alkalmazhatók. További finomításokkal, pl. homogenitás-vizsgálattal az alakfelismerési módszerei jelentősen elősegíthetik nemcsak az érzékszervi, hanem a komplex élelmiszerminősítés további korszerűsítését is.

5. Irodalom / Literature

- [1] Lásztity, R. and Órsi, F. (1975): Sensory Evaluation of Food by Scoring. *Acta Alimentaria* 4 p. 341-353
- [2] Molnár, P., Liszonyi, G. M. and Órsi, F. (1982): Some Results of Pattern Recognition and Cluster Analysis Methods in Sensory Evaluation of Food Quality. *Proceedings of Pattern Recognition in Analytical Chemistry, Scientific Symposium, Mátrafüred*, p. 137-147
- [3] Molnár P. (1991): *Élelmiszerek érzékszervi vizsgálata*. Akadémia Kiadó, Budapest, ISBN 636 05 59382
- [4] Martens, H. and Martens, M. (2001): *Multivariate Analysis of Quality. An Introduction*. Jon Wiley&Sons, ISBN 0-471-974285
- [5] Minoza-Gattchalian, M. and Divino-Brannan, G. (2009): *Sensory Quality Measurement. Statistical Analysis of Human Responses*. Quality Partners Company, Ltd. Quezon City, Philippines, ISBN 978-971-691-921-9



A kép illusztráció / The picture is illustration

shape, smell and crust, with weights of 0.7 – 0.9, 0.5 – 0.8 and 0.5 – 0.7, respectively.

The second group consists of pastries (crescent, roll). In the case of these, the most important property proved to be the shape (yellow cells) with weights of 0.9 – 1.2, followed by crumb, smell, crust and taste, with weights of 0.9 – 1.0, 0.7 – 0.8, 0.7 and 0.6, respectively. The latter two were identical for both products.

The third group is kalács, which resembles pastries in certain aspects, but also differs from them. In the case of kalács, shape proved to be the most important (blue cell), followed by crust and smell. The weights of taste and crumb were significantly lower.

It is clear that weighting factors obtained by the expert survey method usually fall between the limits determined by calculation. Final weighting factors to be standardized will be determined according to the above, taking into account professional and computerization aspects.

To review classification limit values, a least-squares linear regression equation was calculated between the total score calculated with current weighting factors and average classification values of the experts. Class limits expressed in total score were obtained by substituting the values 1.5, 2.5, 3.5 and 4.5. In preliminary assessments it was proved that class limit values – in contrast with theoretical and literature assumptions – depend on the values of the weighting factors not at all, or only slightly. To illustrate this, values obtained for milk crescent are shown in **Table 5**.

Calculated and currently valid total score limits for classification for all of the products are listed in **Table 6**:

With the exception of the 0.5 kg kalács, calculated class limits show good agreement with each other and with currently valid class limits for all products. The limit between classes I and II is located between 17.6 and 18.2; for classes II and III between 15.5 and 15.7; for classes III and IV between 13.1 and 13.5; and for classes IV and V between 10.6 and 11.3. More precise identification of the class limits can be performed based on further professional and computerization considerations. Divergent class limits of kalács are supposedly due to the fact that computer-evaluated scores – because of the uniformly average sensory properties of kalács – represented a relatively small total score range.

4. Conclusions

In accordance with other authors, it was verified by Minoza-Gattchalian and Divino-Brannan that shape recognition methods of similarity theory are suitable for solving the tasks in front of us both in terms of weighting factors and computerized evaluations aimed at determining quality class limits [5]. Results that can be interpreted professionally and can be used for qualification were provided by the majority of calculations, showing good agreement with previous weighting factors and class limits. Since weighting factors determined by shape recognition methods show smaller or larger deviations, depending on the class limits, and since application of different weighting factors within the qualification program of a certain product is not feasible in practice, average values of the calculated weighting factors could be taken as guidelines.

The programs developed – in case of adequate data sets – can be applied to other products as well. With further refinements, such as homogeneity analysis, shape recognition methods can help greatly the further development of not only sensory, but complex food qualification.