

Érzékszervi kutatások és elektronikus nyelv alkalmazása az élelmiszeriparban

Kereskedelmi márkás almalevek minőségének vizsgálata érzékszervi profilanalízis, valamint műszeres (elektronikus nyelv) analízis segítségével

Molnár Katalin – dr. Sipos László – dr. Kókai Zoltán – Kovács Zoltán

ÖSSZEFOGLALÓ

A FOGYASZTÓI PREFERENCIÁK MEGÉRTÉSE NÉLKÜLÖZHETETLEN A SIKERES TERMÉKFEJLESZTÉS ÉRDEKÉBEN. A FOGYASZTÓT DÖNTÉSÉBEN SZÁMOS KÜLSŐ (ÉLETSTÍLUS, REFERENCIA CSOPORTOK, HÁZTARTÁS ÉS CSALÁD) ÉS BELSŐ TÉNYEZŐ (PERCEPCIÓ, MOTIVÁCIÓ, ATTITÜD) BEFOLYÁSOLJA. ÜDÍTŐITALOK ESETÉBEN GYAKRAN EMLÍTIK, HOGY A TERMÉKEK ÉRZÉKSZERVI TULAJDONSÁGAI IGEN FONTOS TÉNYEZŐK. A MINŐSÉGI PARAMÉTEREK FONTOSÁGÁNAK VIZSGÁLATA SORÁN ELEMÉZTÜNK NÉHÁNY – A MAGYAR PIACON BESZEREZHETŐ – 100%-OS GYÜMÖLCSTARTALMÚ KERESKEDELMI MÁRKÁS DZSÚSZT. A VIZSGÁLATOK SZÁMÍTÓGÉPPAL TÁMOGATOTT PROFILANALITIKUS MÓDSZERREL VALAMINT ALPHA ASTREE ELEKTRONIKUS NYELV SEGÍTSÉGÉVEL TÖRTÉNTEK.

INHALT

ZUR ERFOLGSRICHEN PRODUKTENTWICKLUNG IST ES UNENTBEHRICH DIE KONSUMENTEN-PRÄFERENZEN ZU VERSTEHEN DIE KONSUMENTEN SIND BEI DER ENTSCHIEDUNGEN DURCH ZAHLREICHE ÄÜBEREN (LEBENSSTIL, REFERENZGRUPPEN, HAUSHALT

UND FAMILIE) UND INNEREN (MOTIVATION, ATTITÜDE) FAKTOREN BEEINFLUSST. ABER AUCH DIE ORGANOLEPTISCHE FAKTOREN SIND ALS ÜBERST WICHTIG ERWÄHNT. BEI DER UNTERSUCHUNG DER WICHTIGKEIT DER QUALITÄT, ANALYSIERTEN WIR PAAR 100%-IGE MARKENJUICES AUS DER HANDLSAUSWAHL. DIE UNTERSUCHUNGEN WURDEN MIT COMPUTER FÖRDERTE PROFILANALYSE UND ALPHA ASTREE ELEKTRONISCHER ZUNGE DURCHGEFÜHRT.

SUMMARY

TO KNOW AND TO UNDERSTAND CONSUMERS' PREFERENCES ARE ESSENTIAL IN EVERY KIND OF PRODUCT DEVELOPMENT. CONSUMERS MAKE THEIR DECISION ON THE BASIS OF SEVERAL EXTERNAL (LIFESTYLE, REFERENCE GROUP, HOUSEHOLD AND FAMILY) AND INTERNAL (PERCEPTION, MOTIVATION, ATTITUDE) FACTORS. HOWEVER IN CASE OF SOFT DRINKS IT IS FREQUENTLY MENTIONED, THAT SENSORY QUALITY IS AN IMPORTANT ATTRIBUTE OF THE PRODUCTS. TO INVESTIGATE THE REAL IMPORTANCE OF THIS QUALITY PARAMETER WE ANALYZED SEVERAL 100% FRUIT CONTENT JUICE, WHICH ARE AVAILABLE ON THE HUNGARIAN MARKET, BY THE MEANS OF SOFTWARE-SUPPORTED PROFILE ANALYSIS AND ALPHA ASTREE ELECTRONIC TONGUE.

1. Bevezetés

Napjainkban egyre nagyobb jelentőséggel bírnak az élelmiszerek elemzésében, minősítésében az érzékszervi tulajdonságokra irányuló vizsgálatok, hiszen ezek a tulajdonságok a fogyasztók számára döntő jelentőséggel bírnak az élelmiszerek megítélésében. Az élelmiszeripari gyártóknak termékeik megkülönböztetésére jellemzően egyre inkább jobb- és ellenőrzött minőségű terméket kell előállítaniuk. Az új termék sikeres piacra kerülésének elengedhetetlen feltétele, a piacon versengő márkákkal való összehasonlítás illetve a fogyasztók elvárásainak megfelelő termékek fejlesztése, a piacon maradáshoz pedig elengedhetetlen az elvárt minőség folyamatos biztosítása (Kovács et al. 2008). Ezekre a feladatokra alkalmas az elektronikus nyelv valamint az érzékszervi vizsgálatok közül a profilanalitikus vizsgálat.

Az élelmiszerek érzékszervi vizsgálata az emberi érzékszervekkel végzett, a vizsgált termék érzékszervi tulajdonságainak, élvezeti értékének megállapítására irányuló értékelő, minősítő tevékenység. Az érzékszervi vizsgálatok során az élelmiszerek objektív tulajdonságairól nyerünk információkat az emberi érzékszervek segítségével (Merész–Matusek, 2004; Molnár, 1991). A nemzetközi gyakorlatban a fogyasztói igények mi-

nél teljeskörűbb kielégítése érdekében a termékek érzékszervi jellemzői előtérbe kerültek. Különböző minőség programokat indítottak, minőség biztosítás valamint minőség ellenőrzés területén (QC/QA) elsősorban az USA-ban és Nyugat-Európában. Az érzékszervi minősítés fejlesztései is új szoftver-rendszereket indukáltak (Compusens, Fizz, ProfiSenS) (Lawless, 1995; Munoz et al., 1992; Stone és Sidel, 1983, Kókai, 2003). Az érzékszervi minőség különösen hangsúlyos a kereskedelmi márkás termékeknél, mivel ezeknél a termékeknél a márka egyben az imázs közvetítője. Amennyiben egy termék nem megfelelő minőségű, akkor az a kiskereskedelmi lánc megítélését fogja elsősorban befolyásolni. Ezért is alakítottak ki a kötelező minőségi előírásokon túl az egyes láncok, kiskereskedelmi minőségbiztosítási rendszereket BRC, IFS (Ernyei–Sipos, 2006). A termék minőségének megfigyelésére részletes leírást és általában szakképzett érzékszervi panelt használnak. Ebből is ered a módszerrel kapcsolatos legtöbb ellenérv is: időigényes, személyes jelenlét, munkahelyi hierarchiából adódó konfliktusok, motiváció fenntartása (Bleibaum et al., 2002).

Az 1980-as évek közepén kezdtek el először alkalmazni az ion szelektív érzékelőket és érzékelő sorokat, amelyek továbbfejlesztésével jöttek az elektronikus

orr rendszerek (Vlasov és Legin, 1998). Ezt követően egyre nagyobb igény mutatkozott egy olyan műszer kifejlesztésére, amely oldott anyagok elemzésére is képes és az emberi íz-érzékeléshez kapcsolható. Számos összetevőt, és a magas gőznyomású elegyekben végbemenő változásokat csak folyadékban lehet nyomomonkövetni, ezért számos alkalmazásban előnyösebb a folyadékfázis mérése a gőzfázishoz képest (Winqvist et al., 2004). Az első, folyadékok vizsgálatára alkalmas multiszenzor rendszer csekély szelektivitáson alapult, ezt Toko et al. mutatta be 1990-ben, és íz érzékelő rendszernek nevezték. Csak később nevezték el elektronikus nyelvnek, az „electronic tongue” kifejezés 1996-ban a X. EuroSensors konferencián hangzott el Belgiumban. A 90-es évektől kezdtek olyan ízanyag érzékelőket használni, amelyek már folyadékokban oldott anyagok mérésére is alkalmasak, ezek rendszerbe építésével az elektronikus nyelvnek különböző kivitelei jelentek meg. Az elektronikus nyelv esetében többen kimutatták, hogy nagyfokú korrelációt mutat a műszer által mért értékek és az emberi érzékelés között, a termék különböző összetevőire vetítve (Sharma, 2006, Winqvist et al. 2004).

Az elektronikus nyelvvel és orral végzett kísérletek eredményeinek jellegzetességei, hogy kiegészítik az emberi ér-

zékszervi bírálókat, amely számos kutatás témája évek óta, és az 1980-as években vált gyakorlattá, amikor már leírták és kifejlesztették az egyes műszereket (Bartlett et al. 1997; Freund és Lewis, 1995; Lewis, 1996; Persaud és Dodd, 1982). A rendszerek fejlesztése arra irányult, hogy a műszerek (az emberi érzékeléshez hasonlóan) a szenzorok segítségével minél jobban el tudják különíteni az adott mintákat. A mai korszerű módszerek már képesek azonosítani és osztályozni a különböző termékek kompozícióit. A legnagyobb érdeklődés az elektronikus nyelvvel kapcsolatban az élelmiszeriparon belül az üdítőital iparban volt, különösen a minőség ellenőrzés terén. Ez reprezentálja azt, hogy ez az egyik eszköze, annak hogy csökkentse az emberi bírálók fontosságát, így csökkenthetőek a költségek és az idő is (Griese, 1993; Sawyer, 1997). Az elektronikus orr és nyelv műszerét kezdetben minőségellenőrzésre használták, azonban felhasználási körük is fejlődött. Ma jellegzetesen kutatás és fejlesztés és az üzemi minőségellenőrzés és minőség-biztosítás során alkalmazzák. Az ipari gyakorlatban általában a személyzet és az érzékszervi panel volt a felelős azért, hogy meghatározza az érzékszervi specifikációkat. A mai minőségorientált fogyasztóközpontú szemlélet alapján a fogyasztóknak készült termékek a fogyasztók igényein kell, hogy alapuljanak. Ezért különösen fontos az érzékszervi és műszeres eredményeknek párhuzamba állítása, így az elektronikus nyelv eredményeiből megbecsülhetők az érzékszervi panel eredményei.

Ahhoz, hogy a műszeres eljárások sikeresek legyenek, gyorsnak, reprodukálhatónak és költség-hatékonyak kell lenniük, hasonlóan az érzékszervi tesztek elvárásaihoz. A műszeres módszerek előnye a minőség-biztosítás és a minőségellenőrzés területén (QA/QC) arra utal, hogy az érzékszervi és a műszeres kutatások közötti korrelációt kellene jól meghatározni, így bizonyos esetekben becsülni lehetne a műszeres eredmények alapján a „fogyasztók” termékkel kapcsolatos elvárásait. Jelenleg az elektronikus nyelv fejlesztéseinek eredményeképpen a műszerek ára csökken, a velük elvégezhető vizsgálatok száma és pontossága nő, azonban még ma is milliós nagyságrendű egy ilyen műszer beszerzési ára. Amennyiben a mindennapi minőségirányítási gyakorlatban alkalmaznák ezeket a műszereket, úgy hatékonyságuk, egységre vetített áruk megtérülhet (Bleibaum et al., 2002).

Ma már az élelmiszer-ipari gyakorlatban alkalmazznak olyan speciális elektro-

nikus eszközöket – elektronikus nyelv, elektronikus orr –, amelyeket egyes márkák, termékek eredetiségének és tisztaságának meghatározásánál, kereskedelmi és gyártói márkák azonosításánál hasznosítanak. Ezeket több termék esetében is sikeresen alkalmaztak többek között: bor (Csordás, 2007), étolaj (Kántor, 2005), sör (Szabó, 2008), narancslé (Kovács et al. 2008), instant kávé (Kovács, 2006), üdítőitalok (Demjén, 2005). A nemzetközi szakirodalom szerint a mért minták értékeléséhez általánosan a berendezés saját szoftverében lévő többváltozós statisztikai módszerek közül a minőségi különbségtételhez főkomponens elemzést (PCA – Principle Component Analysis), diszkriminancia elemzést (DFA – Discrimination Function Analysis) és osztályanalógiák közvetett modellezését (SIMCA – Soft Independent Model Class Analogy), a mennyiségi becsléshez a parciális legkisebb négyzetek módszerét (PLS – Partial Least Squares) alkalmazznak (Kovács et al. 2008).

Ezeket összefoglalva megállapítható, hogy a korszerű műszerek – elektronikus nyelv, elektronikus orr, gázkromatográf, tömegspektrométer, spektrofotométer, konzisztométer stb. – ellenére az emberi érzékszervek sok esetben nem helyettesíthetők. Az élelmiszerek színének, illatának, ízének, állagának érzékszervi vizsgálata és minősítése – a műszeres és egyéb jellemzőkkel együtt – döntő fontosságú az élelmiszerek komplex értékelésénél, minősítésénél (Horváth, 2006; Molnár, 1991).

A szakirodalomban közölt kutatások alapján három fő célkitűzést határoztunk meg. Az érzékszervi minőség elemzését profilanalitikus eljárással vizsgáljuk, mivel ez a hazai gyakorlatban elterjedt pontozásos módszerektől eltérő szemléletmódot képvisel, s a nemzetközi gyakorlatban is alkalmazott és bevált. Az elektronikus nyelv és a profilanalitikus vizsgálat eredményeinek párhuzamba állítása azért volt szükséges, mivel így bizonyos megbízhatóság mellett előre jelezhetővé válnak az érzékszervi minősítés eredményei.

2. Anyag és módszer

2.1. Kísérlet anyaga, vizsgálati minták, kísérlet körülményei

A vizsgálatokat 100%-os gyümölcs tartalmú kereskedelmi márkás almalevekkel végeztük. A kísérletek során 5 különböző kereskedelmi márkás terméket vizsgáltunk, amelyeket rendre A, B, C, D és E megjelöléssel láttuk el.

Az érzékszervi tesztek esetében a bírálók a termékhez kötődően semmilyen speciális képzettséggel nem rendelkeztek sem gyakorlati, sem elméleti szempontból, továbbá érzékszerveik érzékenységét sem vizsgáltuk, így ennek alapján sem történt szelekció. Feltehetőleg a kísérletben résztvevő bírálók átlagos érzékszervi érzékenységgel rendelkeztek, s így modellezik az átlagos almalé fogyasztót. Az érzékszervi tesztek, az előírásoknak megfelelően zavarástól mentes környezetben végeztük. Az elektronikus nyelvvel való vizsgálatokat a Budapesti Corvinus Egyetem Fizika Automatika Tanszékének laborjában végeztük.

2.2. Kísérlet módszere

Két módszerrel vizsgáltuk az érzékszervileg elvárható minőség alakulását az egyes kereskedelmi márkás 100%-os almalevek esetében. Az egyik alkalmazott módszer a profilanalízis, amelynek legnagyobb előnye, hogy közel teljeskörűen írja le a termékek érzékszervi tulajdonságait, amelyek a fogyasztók értékítéletét leginkább befolyásolják. Fontos kiemelni ugyanakkor, hogy az emberek érzékszervei (észlelés) befolyásolhatóak, így még képzett bírálók esetében sem zárható ki teljes mértékben a szubjektivitás az érzékszervi bírálat során. Ezért fontosnak tartottuk a vizsgálatot külön műszeresen is elvégezni, elektronikus nyelv segítségével, amely a nemzetközi szakirodalmi adatok szerint: objektív, pontos, gyors és jól reprodukálható eredményt ad a termékek összehasonlítása során.

A profilanalitikus módszer fő élelmiszeripari alkalmazási területe elsősorban a piacon található konkurens termékek elemzése, a termékfejlesztés, valamint a tárolás alatti érzékszervi változások kimutatása. A rutinszerű nagyszámú minőségellenőrzésre inkább az elektronikus nyelv az alkalmasabb, mivel az elektronikus nyelv automata mintavevője lehetővé teszi a mérés automatizálását, valamint nem igényel hosszadalmas minta előkészítést.

Az élelmiszerek minőségének egyik fő meghatározó tényezője a fogyasztó szempontjából a termék érzékszervi íze. A kutatók egy része azon az állásponton van, hogy az emberi ízlelő szervek csak kis mértékben, vagy egyáltalán nem helyettesíthetők mérőműszerekkel. Ugyanakkor az is igaz, hogy az emberi érzékek időnként befolyásolhatóak, így az elektronikus nyelv objektívebb, bizonyos esetekben pontosabb és reprodukálhatóbb eredményeket adhat (Winqvist et al. 2004).

2. 2. 1. Profilanalízis

A szakirodalom szerint a profilanalízis (ISO 11035:1994) módszere az egyik legösszetettebb, leíró érzékszervi vizsgálatok egyike. A profilanalitikus eljárás a vizsgált mintákat érzékszervi szempontból írja le, fő célja, hogy minél pontosabb információt nyújtson a mintákról. Legfontosabb előnye, hogy biztosítja a termékek összehasonlíthatóságát azáltal, hogy az élelmiszerek tulajdonságait/komponenseit részletesen, közel teljeskörűen leírja.

A profilanalízis lényegét tekintve egy több lépcsős folyamat, amely a bírálóktól csoportos munkát, konszenzust és következetességet kíván. A bírálóktól megkövetelt a különböző skálátípusok használatában való jártasságot. Tehát kizárólag képzett bírálókkal végezhetjük (8–15 fő). Időszükséglete igen nagy (1,5–2 óra/bírálat). Alapvető eltérés a különbségvizsgálati és rangsorolási vizsgálatokhoz képest, hogy míg ezeknél csak egy érzékszervi jellemző szempontjából vizsgáltuk a mintákat, addig a leíró módszerek esetében egynél több tulajdonságot értékelünk (Kókai, 2003).

A profilanalitikus módszerek közös eleme, hogy a bírálók a minták minősítéséhez leíró kifejezéseket alkalmaznak. A leíró kifejezés a minta által keltett érzet egyik elemére vonatkozik, amelynek intenzitását egy megfelelő skálán értékeli (például az alamlé színintenzitása). A ProfiSens célszoftver segítségével néhány párbeszédablak kitöltésével elkészíthető a bírálati lap, a minták kiosztása (kitchen list) és a minták kiosztásához szükséges „tálca-alátét”. Ezután a szoftver lehetővé teszi a bírálati lapok lokális hálózaton keresztüli szétosztását és begyűjtését, majd a feldolgozó-értékelő (önállóan is működtethető) modul elvégzi a statisztikai elemzéseket, és megjeleníti a bírálati eredményeket, amelyek eredményeképpen a bírálók azonnal (real-time) megismerhetik az eredményeket.

A minősítés ennek megfelelően a következő lépések szerint történik:

1. A bírálót vezetője általánosan ismertette az érzékszervi vizsgálat célját, a módszer lényegét, valamint a csoport által elvégzendő feladatokat.
2. A bírálók ugyanazon kódokkal (rotálva) ellátott és a nemzetközi gyakorlatnak megfelelően három számjegyű, véletlenszerűen generált mintakódokkal ellátott mintasort kaptak.
3. A bírálók a bírálófülkében egyéni munkával listát készítettek az ösz-

szes általuk észlelt érzékszervi jellemzőről.

4. Csoportos munkával – ún. konszenzuscsoport módszerrel – meghatározták a mindenki által egyértelműen értelmezett és érzékelt tulajdonságokat. Az így elkészült minősítési rendszer elemeihez értékelési módszert is rendeltek, valamint a kutatást vezető személy meghatározta a referencia mintát („B”). A referencia mintát, értékeket a konszenzuscsoport határozta meg.
5. Minden bíráló a bírálati lapok és az előkészített minták segítségével, az előzőekben megállapodott tulajdonságoknak megfelelően értékelte a mintákat.
6. Az eredmények statisztikai értékelése több lépésben történt. A bírálati „lapok” eredményeként megkapjuk az egyes tulajdonságok átlagos értékét, szórását. Az átlagértékek segítségével elkészítjük az egyes termékekhez tartozó érzékszervi profildiagramokat. Ezt követi a tulajdonságonkénti egytényezős varianciaanalízis. Ennek segítségével megállapítjuk, hogy az adott tulajdonság tekintetében van-e legalább két minta, amely egymástól szignifikánsan különbözik. Ahol szignifikáns differenciát találtunk, ott tovább folytatjuk a vizsgálatainkat, és páronkénti összehasonlítást is végeztünk (legkisebb szignifikáns differencia) annak megállapítására, hogy melyek azok a minták, amelyek között van statisztikailag igazolható szignifikáns különbség. A ProfiSens tulajdonságonként kiszámítja két különböző valószínűségi szinten ($p=5\%$ és $p=1\%$) a szignifi-

káns differenciákat, és előállítja az egyes mintákra vonatkozó szignifikancia félmátrixot. Ezután következnek a grafikus megjelenítés lépései, a grafikonokhoz tartozó táblázatok és oszlopdigrammok előállítása (Kókai, 2006).

2. 2. 2. Elektronikus nyelv

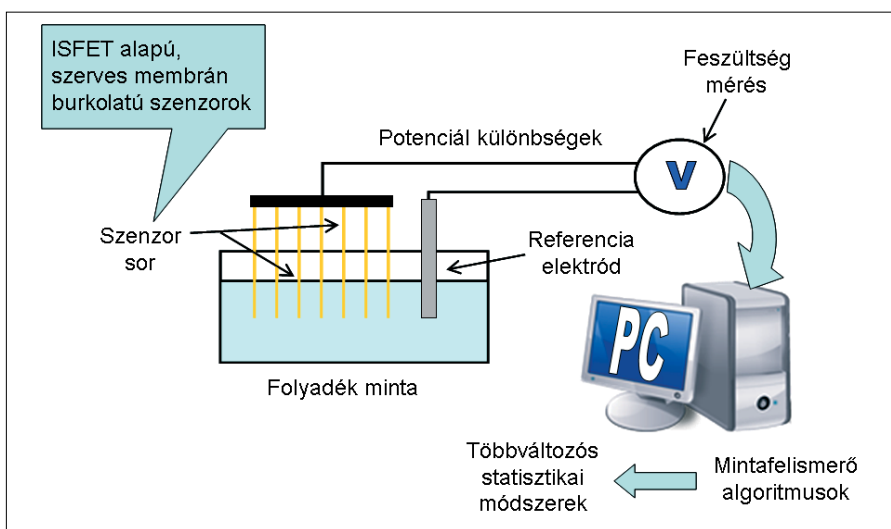
Az Alpha Astree elektronikus nyelv az emberi nyelv működésének másolata, komplex oldott szerves és szervetlen komponensek analizésére, felismerésére, azonosítására tervezték. A berendezés része a 7 szenzor, ez végzi a teljes íz analízist, hasonlóan az emberi nyelv íz receptoraihoz. A kereszt-szelektív szenzor sor globális folyadék- és ízérzékelést nyújt, képes meghatározni a kölcsönhatások különböző fajtáit, egyes szenzorok érzékenysége eltérő az egyes íz összetevőkre. A szenzorok kereszt-szelektivitását az 5 alapízre értékelték (Sharma 2006), amelyek a következők:

- édes íz: glükóz, fruktóz, aszpartám, szacharóz, szacharin stb.
- sós íz: NaCl, CaCl₂, KCl, NH₄Cl stb.
- umami íz: Mono-Sodium Glutamát
- keserű íz: koffein, MgSO₄ stb.
- savanyú íz: citromsav, ecetsav, HCl stb. (Demjén, 2005)

Az elektronikus nyelv szenzorsora, valamint a referencia elektród egyszerre mérül az almaléba, a közöttük fellépő potenciálkülönbséget mérjük, ez továbbítódik a számítógépbe. Itt a számítógép saját szoftverében lévő többváltozós statisztikai módszerekkel értékeljük ki (1. ábra).

A mérés menete:

A mérés megkezdése előtt ún. előkészítő kondicionálást kell végezni, ennek célja a szenzorok átnedvesítése valamint



1. ábra
Az Alpha Astree elektronikus nyelv (Kovács és Fekete, 2008)

tisztítása, ehhez 0,01 N sósavoldatot használunk. Ezután következik a kalibráció, amelyet esetünkben a „B” jelű almalével végeztük, melynek célja, hogy a szenzorokat a mérendő mintához szoktassuk. A szenzor célértékének beállítása a gép által – mivel a kalibráció sikerességét különböző kritériumok határozzák meg – pl. szórási, stabilitási (az ismétlések közötti megengedett maximális eltérések) ezek megfelelése esetén következhet a mérés.

A tényleges mérés megkezdése előtt beállítjuk a mérési paramétereket (1. táblázat) és el kell készíteni a mérési szekvenciát. A minták elhelyezkedése a szekvenciába véletlenszerű volt.

1. táblázat

Almalé mérési paraméterei

Minták száma	5
mérés hőmérséklete	Szobahőmérséklet
Minta előkészítettség foka	előkészítés nélkül
Mérési idő	120 sec
Tisztítás időtartama	20 sec
minta térfogata	100 ml
Mérési ismétlések száma	9

Minden minta mérése után egy tisztító fázis következett, amelynek célja a szenzorok tisztítása illetve a szenzorjelek egyensúlyi helyzetből való kimosztása. A beállítások után a berendezés automatikusan elvégzi a mérést. A mérési adatokat a számítógép rögzíti, majd a berendezés saját szoftverében rendelkezésre álló többváltozós statisztikai módszerekkel értékeljük ki, esetemben főkomponens (PCA) és diszkriminancia (DFA) analízist valamint a parciális legkisebb négyzetek (PLS) módszerét használtuk.

A főkomponens analízis, valamint a diszkriminancia analízis esetünkben a 7 dimenziós térből két dimenziós, az emberi szem számára jól átlátható teret készít. Ez a két fajta statisztikai módszer (PCA, DFA) kvalitatív, a PLS pedig kvantitatív értékelésre ad módot.

A főkomponens elemzés (PCA) megkeresi azt a két fő komponenset, amelyek az összes dimenzió által hordozott információ legnagyobb hányadát adják vissza. A két fő komponens által meghatározott térben az egymáshoz közel eső minták hasonló jellegűek míg a távolabb esők eltérő karakterűek.

A diszkriminancia analízis (DFA) segítségével a csoportok közötti különbségek maximalizálására van lehetőség, vagyis keres egy olyan irányt a hét dimen-

ziós térben, amely mentén a legnagyobb különbség adódik a csoportok között.

A parciális legkisebb négyzetek (PLS) segítségével megbecsülhetők az érzékszervi tulajdonságok az elektronikus nyelv eredményeiből.

3. Eredmények

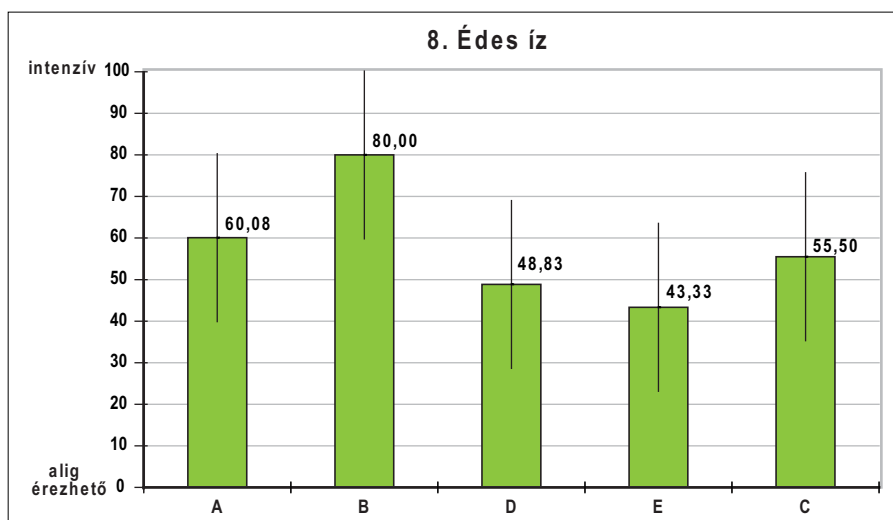
3.1. A kereskedelmi márkás almalevek számítógéppel támogatott érzékszervi (profilanalitikus) vizsgálata

A bírálók a termékek színét, illatát, ízét és állományát 12 termékjellemzővel írták le. Ezekhez minden esetben skálát alakítottak ki, amelyek alapján értékelték az egyes mintákat: színárnyalat, áttetszőség, buborékoság, édes illat, savanykás illat, alma illat, idegen illat, édes íz, savanykás íz, alma íz, mellék íz, íztartósság.

Az eredmények alapján egy termék-

jellemzőben, a színárnyalatban nem adódott különbség az egyes termékek mintái között, a többi termékjellemző esetében érdekes összefüggések adódtak. Jellemzően a „B” almalé elkülönült az összes többi mintától. Az „A”-„C” és „E”-„D” almalevek pedig nagyfokú hasonlóságot mutattak az érzékszervi jellemzőket tekintve. A következőkben ezekből az eredményekből mutatunk be néhányat.

Az édes íz termékjellemzőjében a bírálók a legintenzívebb édes ízt a „B” mintánál érezték. 99%-os megbízhatósági szinten a „B” minta szignifikánsan különbözött a „D”, „E”, „C” almalevektől, 95%-os megbízhatósági szinten pedig az „A” jelű almalétól. A bírálók az édes ízt legkevésbé az „E”, „D” és „C” almaleveknél érezték, közöttük statisztikailag igazolható szignifikáns különbség nem adódott. Az eredményeket részletesen a 2. ábra és a 2. táblázat mutatja be.

2. ábra
A vizsgált almalevek édes íz érzetének átlagos intenzitás értékei és szórási

2. táblázat

A vizsgált almalevek páronkénti összehasonlítása és szignifikáns differenciái az édes íz érzet, mint tulajdonság vizsgálatánál

Édes íz	sd(5%)=	15,16	sd(1%)=	20,19	
Csoportok között	A	B	D	E	C
A	–	5%	nincs	5%	nincs
B	19,91667	–	1%	1%	1%
D	11,25	31,16667	–	nincs	nincs
E	16,75	36,66667	5,5	–	nincs
C	4,583333	24,5	6,66667	12,16667	–

A táblázatban szereplő sd (5%) azt jelenti, hogy amennyiben két minta átlagértéke között 15,16-nál nagyobb a különbség, akkor a két minta között 95%-os szignifikancia szinten különbözik. Ebben az esetben például az „A” és „B” minta között 19,91667 a különbség ezért 95%-on kü-

lönöznek egymástól az édes íz érzetben a bírálók ítélete alapján. (Az sd (1%) a 99%-os szignifikancia szintet jelöli.)

Az egytényezős varianciaanalízis eredménye, hogy savanykás íz tekintetében volt legalább két olyan minta, amely szignifikánsan különbözött egymástól.

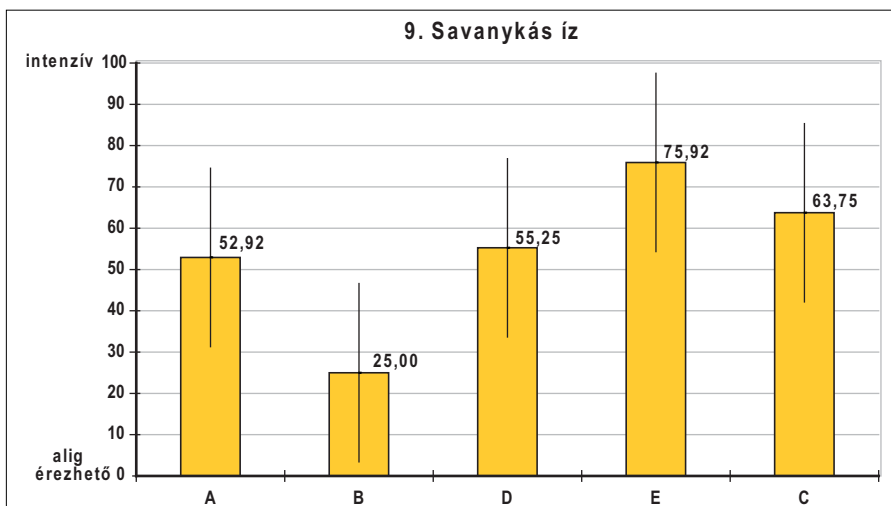
A bírálók a savanykás ízt a legintenzívebben az „E” és „C” minták esetében érezték, közöttük statisztikailag igazolható szignifikáns különbség nem mutatkozott. Kevésbé érezték a savanykás ízt az „A” és „D” mintáknál. Közöttük szintén nem volt statisztikailag igazolható szignifikáns különbség. Ezzel ellentétben az „E” almalevele 99%-os megbízhatósági szinten szignifikánsan különbözött az „A” mintától, valamint 95%-os szignifikancia szinten a „D” mintától. A savanykás íz legkevésbé a „B” mintánál volt érezhető, ez 99%-os megbízhatósági szinten az összes többi almaleveletől szignifikánsan különbözött. Az eredményeket részletesen a 3. ábra és a 3. táblázat mutatja be.

A bírálók eredményei alapján a legintenzívebb alma ízzel rendelkező almalevelek: az „A” és „E”, közöttük statisztikailag igazolható szignifikáns különbség nem adódott, viszont 99%-os megbízhatósági szinten az összes többi almaleveletől szignifikánsan különböztek. A bírálók eredménye alapján kevésbé volt érezhető az almaíz a „D” mintánál, ez 99%-os megbízhatósági szinten szignifikánsan különbözött az összes többi almaleveletől. A legkevésbé érezhető almaízzal a „B” és „C” almalevelek rendelkeztek, közöttük statisztikailag igazolható szignifikáns különbség nem mutatkozott. Az eredményeket részletesen a 4. ábra és a 4. táblázat mutatja be.

A mellékíz jelenlétét legintenzívebben a „B” almalevelel érezték a bírálók. Íztartás szempontjából legintenzívebb az „E” és a „C” almalevele volt, a többi termék között szignifikáns különbség nem adódott. A termékek közötti érzékszervi hasonlóságokat és eltéréseket a profilanalitikus módszer eredményeképpen a profildagramok mutatják be. Ennek segítségével többek között megállapítható, hogy az egyes termékeket milyen irányban (melyik érzékszervi paraméterben) kellene fejleszteni, ha azt akarjuk, hogy a másik termékre hasonlítson. Az egyes kereskedelmi márkás almalevelek összesített profildagramjait az 5. ábra mutatja be.

3. 2. A kereskedelmi márkás almalevelek elektronikus nyelvvel való vizsgálata

A 7 szenzorból adódó eredmények 7 dimenziós teret eredményeznek, amely az emberi szem számára nem átlátható. Ezért adat redukcióra van szükség ehhez ún. többváltozós statisztikai módszereket használunk / PCA (főkomponens elemzés), DFA (diszkriminancia elemzés), PLS (parciális legkisebb négyzetek módszere).

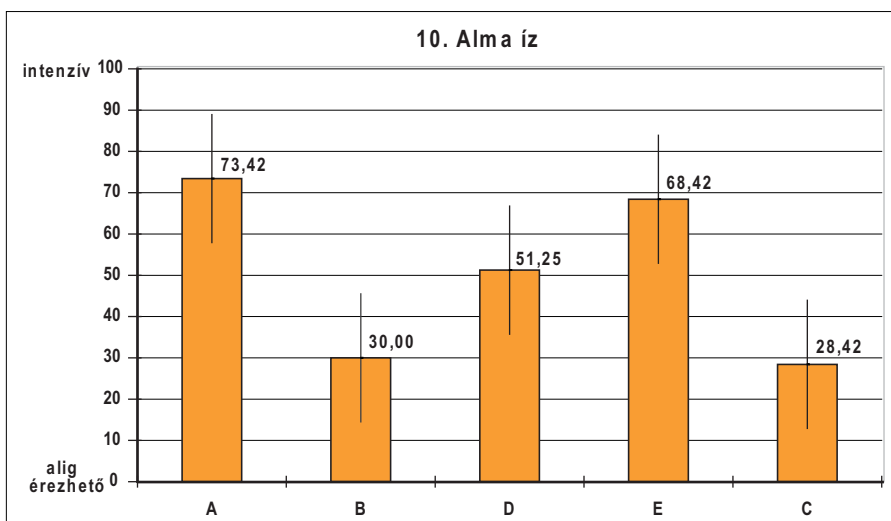


3. ábra. A vizsgált almalevek savanykás íz érzetének átlagos intenzitás értékei és szórásai

3. táblázat

A vizsgált almalevek páronkénti összehasonlítása és szignifikáns differenciái a savanykás íz érzet, mint tulajdonság vizsgálatánál

Savanykás íz	sd(5%)=	16,22	sd(1%)=	21,59	
Csoportok között	A	B	D	E	C
A	–	1%	nincs	1%	nincs
B	27,91667	–	1%	1%	1%
D	2,333333	30,25	–	5%	nincs
E	23	50,91667	20,66667	–	nincs
C	10,833333	38,75	8,5	12,16667	–

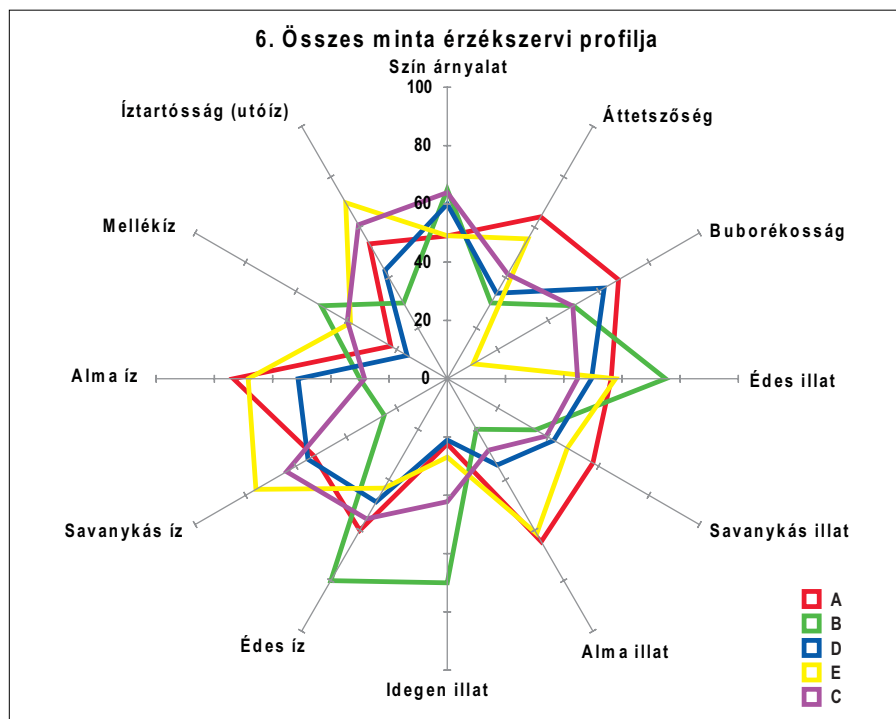


4. ábra. A vizsgált almalevek édes íz érzetének átlagos intenzitás értékei és szórásai

4. táblázat

A vizsgált almalevek páronkénti összehasonlítása és szignifikáns differenciái az édes íz érzet, mint tulajdonság vizsgálatánál

Alma íz	sd(5%)=	11,65	sd(1%)=	15,51	
Csoportok között	A	B	D	E	C
A	–	1%	1%	nincs	1%
B	43,41667	–	1%	1%	nincs
D	22,16667	21,25	–	1%	1%
E	5	38,41667	17,16667	–	1%
C	45	1,583333	22,83333	40	–



5. ábra. A vizsgált almalevek összesített profiládiagramja

A méréseket kilencszeres ismétlésben végeztük el. Az ismétlésekről általánosságban elmondható, hogy az első-második ismétlések kiugró értékeknek számítottak, mert itt még nem tudtak beállni a szenzorjelek. Fő komponens analízis segítségével ezek a kiugró értékek könnyen kezelhetők. Az értékelés során az utolsó 10 sec mérési eredményeit vettük figyelembe. A kiugró értékek kezelése után a főkomponens analízisből (6. ábra) jól látható, hogy a második főkomponens mentén a „B” almalevél jól elkülönült az összes többi mintától, viszont az is megállapítható hogy az „A”-, „C” és „E”-, „D” minták nagy hasonlóságot mutattak egy-

más között, az átfedéseket a diszkriminációs index mínusz értéke is jelöli.

Az almalevek diszkriminancia elemzése (7. ábra) szintén azt mutatta, hogy az első diszkriminancia érték mentén a „B” minta elkülönült az összes többi almalevtől valamint azt, hogy az „A”-, „C” és a „D”-, „E” minták hasonlóságot mutattak. Az is megállapítható hogy a második diszkriminancia érték mentén a „D”-, „E”-, „A” valamint a „B”-, „C” hasonlóságot mutattak.

A keresztértékelés úgynevezett Cross-validation a diszkriminancia elemzéssel való csoportosítás helyességét vizsgálja. A táblázat két részből áll. Az első fele azt

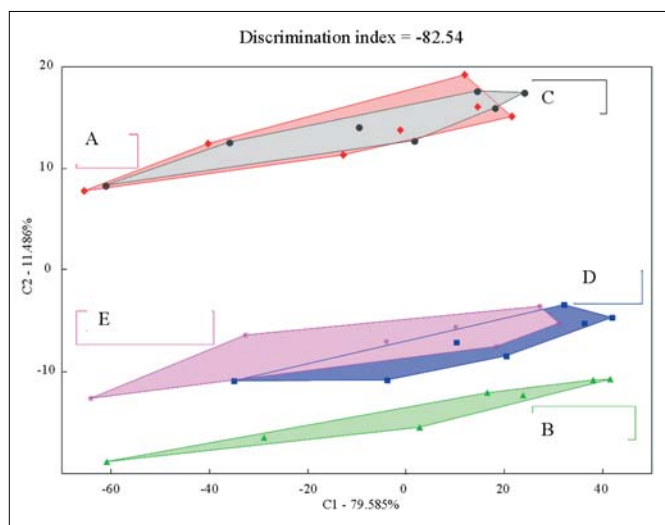
mutatja, hogy az eredetileg felállított csoportok között nem volt átfedés. A keresztértékelésnél kiderült, hogy az „E” 14%-a „D” mintába került csoportosításra (5. táblázat).

Ezután az úgynevezett PLS analízist (parciális legkisebb négyzetek módszere) végeztük. Ez a módszer a 7 dimenziós térben kijelöl egy olyan irányt, amely mentén a legjobban becsülhetőek az érzékszervi tulajdonságok az elektronikus nyelv eredményeiből. A korrelációs koefficiens alapján megállapítható hogy milyen szoros összefüggés volt az elektronikus nyelv és az érzékszervi bírálatokból adódó eredmények között. A vizsgálatot az édes (8. ábra), savanyú (9. ábra) és alma (10. ábra) íz esetében végeztük.

Az eredményekből kiderült, hogy az elektronikus nyelv becslése az alma íz esetében a legjobb a három értékelés közül, igen jónak mondható ($R^2=0,93$). Az édes és a savanykás íz becslésének jósága jónak mondható ($R^2=0,75$; $R^2=0,74$) volt.

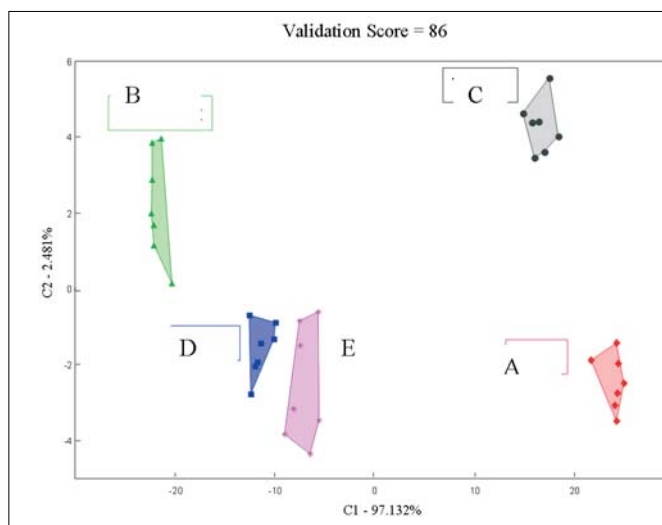
4. Következtetések

Az elektronikus nyelvvel valamint a profilanalízis segítségével elvégzett vizsgálatok kapcsán hasonló eredményekre jutottunk. Mindkét módszer eredményei alapján megállapítható, hogy a „B” almalevél elkülönült az összes többi mintától. Ennek egyik lehetséges oka, hogy a „B” almalevél első generációs kereskedelmi márkás termék, a többi vizsgált termékkel szemben. Az „A”-, „C” és „E”-, „D” almalevek pedig nagyfokú hasonlóságot mutattak az érzékszervi jellemzőket, és az elektronikus nyelv eredményeit tekintve. Az adatok jellege alapján elképzelhető, hogy a „D” és „E” kereskedelmi



6. ábra

A kiugró értékek kezelése utáni adatok főkomponens elemzése

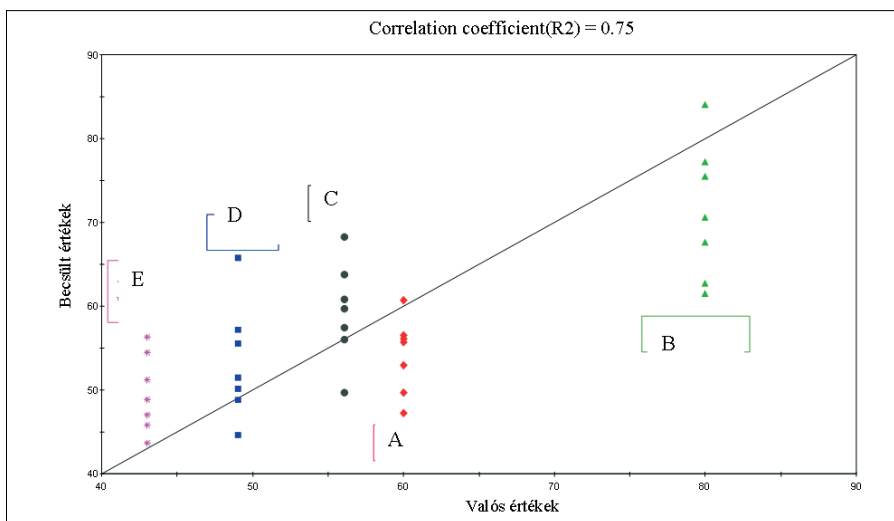


7. ábra

Az adatok diszkriminancia elemzése

5. táblázat Az adatok keresztértékelése

	Minták	D	B	A	E	C	összesen
eredeti	D	100	0	0	0	0	100
	B	0	100	0	0	0	100
	A	0	0	100	0	0	100
	E	0	0	0	100	0	100
	C	0	0	0	0	100	100
keresztvalidáció	D	100	0	0	0	0	100
	B	0	100	0	0	0	100
	A	0	0	100	0	0	100
	E	14	0	0	86	0	100
	C	0	0	0	0	100	100



8. ábra. Almalé minták édes ízének becslése PLS statisztikával

márkás almaleveinek előállítására egy helyen történik, azonban a piaci ellenérdekeltségek miatt szakértők véleménye alapján ennek kicsi a valószínűsége. Az eredmények alapján bebizonyosodott, hogy az elektronikus nyelv segítségével, nagy pontossággal megbecsülhetők az érzékszervi bírálat (profilanalízis) eredményei (édes = 0,75; savanykás íz = 0,74; valamint alma íz = 0,93 esetében). Összefoglalóan megállapítható, hogy a mai korszerű műszerek és az érzékszervi

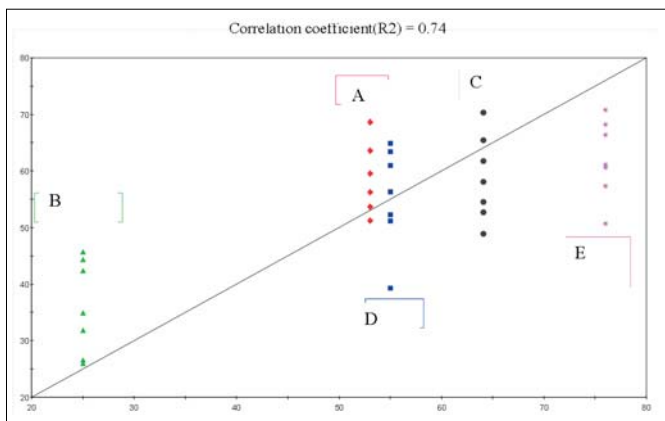
eredmények kiegészítik egymást. Segítségükkel komplex módon tudjuk értékelni és minősíteni a termékeket.

Felhasznált Irodalom

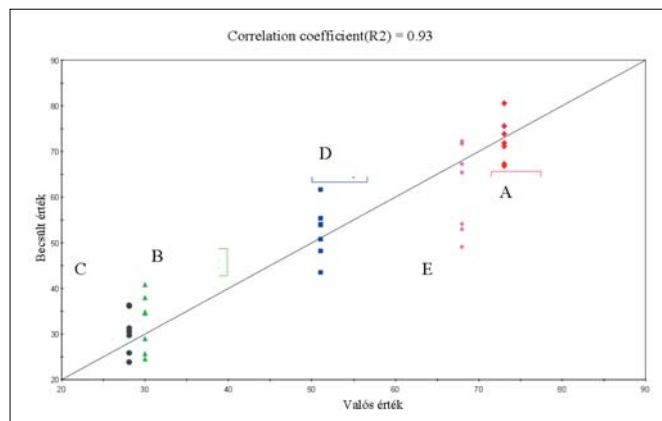
1. Bartlett, P. N., Elliott, J. M., & Gardner, J. W. (1997): Electronic noses and their application in the food industry. *Food Technol.*, 51(12), 44–48.
2. Bleibaum R., Stone H., Tan T., Labrence S., Saint Martin E., Isz. S. (2002): Food Quality and Preference: Comparison of sensory and consumer results with electronic nose and tongue sensors for apple juice, 13, 409–422.
3. Csordás, A. (2007): Fehérborok érzékszervi minőségének komplex vizsgálata elektronikus nyelv alkalmazásával, Diplomadolgozat, BCE, Fizika Automatika Tanszék

4. Demjén, A. (2005): Elektronikus nyelv alkalmazhatóságának vizsgálata üdítőitalok minőségi jellemzőinek megállapítására, Diplomadolgozat, BCE, Fizika Automatika Tanszék
5. Ernyei, Gy., Sipos, L. (2006): Minőségmenedzsment. Budapest: Aula Kiadó, 5–22. old.
6. Freund, M. S., & Lewis, N. (1995): A chemically diverse conducting polymer-based “electronic nose”. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 92, 2652–2656.
7. Griesse, J. (1993): On-line sensors for food processing. *Food Technol.*, 47(5), 88–90–95.
8. Horváth, E. (2006): A szabványosítás változásai az élelmiszerminősítés területén. Budapesti Corvinus Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, diplomadolgozat. 10–13. p.
9. Kántor, D. (2005): Étolajok jellemzőinek komplex vizsgálata elektronikus nyelv alkalmazásával, Diplomadolgozat, BCE, Fizika Automatika Tanszék.
10. Kókai, Z. (2003): Az almafajták érzékszervi bírálat. Ph.D értekezés. Budapest: Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem, 35–59. old.
11. Kovács, Z., (2006): Instant kávék vizsgálata elektronikus nyelv alkalmazásával, TDK dolgozat, BCE, Fizika Automatika Tanszék.
12. Kovács, Z., Kántor, D., Fekete, A. (2008): Gyümölcslevek minőségi jellemzése elektronikus nyelvvel, BCE, Fizika Automatika Tanszék
13. Kovács, Z., Fekete A. (2008): Az elektronikus nyelv és alkalmazásai, *Élelmészeti Ipar*, 62(10), 12–17.
14. Lawless, H. T. (1995): Dimensions of quality: a critique. *Food Quality and Preferences*, 6, 191–196.
15. Lewis, N. S. (1996): The Caltech Electronic Nose Project. *Engineering and Science*, 3.
16. Merész, P., Matussek, A. (2004): Élelmiszeralitika laborgyakorlathoz kiadott jegyzet. Budapest: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem.
17. Molnár, P. (1991): Élelmiszerek érzékszervi vizsgálata. Budapest: Akadémiai Kiadó, 11–204. old.
18. Munoz, A. M., Civile, C. G., & Carr, B. T. (1992): Sensory evaluation in quality control. Van Nostrand Reinhold, New York.
19. Persaud, K., Dodd, G. H. (1982): Analysis of the mammalian olfactory system using a model nose. *Nature*, 299, 352–355.
20. Sawyer, A. (1997): “Electronic noses sniffing out the wine niche”. *Wine Business Monthly*, July.
21. Sharma, P. K., Chaudhari, P. D., Chaudhari, A. P., Barhate, N. S., Mistry, J. C. (2006): electronic Tongue: A Review, Web (2008) <http://www.pharmainfo.net/reviews/electronic-tongue-review>.
22. Stone, H., Sidel, J. L. (1998): Quantitative descriptive analysis: developments, applications, and the future. *Food Technol.*, 52(8), 48–52.
23. Szabó, Sz. (2008): Különböző csomagolású sörök minőségváltozásának nyomonkövetése a tárolás során, TDK dolgozat, BCE, Fizika Automatika Tanszék
24. Vlasov Y., Legin A. (1998): Non selective chemical sensors in analytical chemistry: from “electronic nose” to “electronic tongue”. *Fresenius J Anal Chem* 361, 255–260.
25. Winquist, F., Krantz-Rülcker, C., Lundstöm, I. (2004): *Electronic Tongues*. Mrs Bulletin, 1–6.

Szerző: Molnár Katalin élelmiszer mérnök
 dr. Sipos László, dr. Kókai Zoltán
 Budapesti Corvinus Egyetem Élelm. Kar
 Érzékszervi Laboratórium
 Kovács Zoltán PhD hallgató
 Budapesti Corvinus Egyetem Élelm. Kar
 Fizika Automatika Tanszék



9. ábra. Almalé minták savanykás ízének becslése PLS statisztikával



10. ábra. Almalé minták alma ízének becslése PLS statisztikával