



DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

Módszerfejlesztés a preferencia-térképezésben

Készítette:
Gere Attila

Témavezető:
Dr. Sipos László, egyetemi docens

Budapesti Corvinus Egyetem
Élelmiszertudományi Kar
Árukezelési és Érzékszervi Minősítési Tanszék

Budapest
2015

A doktori iskola

- megnevezése:** Budapesti Corvinus Egyetem
Élelmiszertudományi Doktori Iskola
- tudományága:** Élelmiszertudományok
- vezetője:** Dr. Felföldi József
egyetemi tanár, DSc
Budapesti Corvinus Egyetem, Élelmiszertudományi Kar
Fizika-Automatika Tanszék
- Témavezető:** Dr. Sipos László
egyetemi docens, PhD
Budapesti Corvinus Egyetem, Élelmiszertudományi Kar
Árúkezelési és Érzékszervi Minősítési Tanszék

A jelölt a Budapesti Corvinus Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, az értekezés műhelyvitájában elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, ezért az értekezés nyilvános vitára bocsátható.

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI

Az élelmiszerek érzékszervi tulajdonságai nemcsak a termékminőség megítélésében, hanem fogyasztói döntések meghozatalában is kulcsszerepet töltenek be. A termékek sikeressége nagyban befolyásolható a fogyasztói igényeket és elvárásokat jobban kielégítő termékek fejlesztésével. A termékfejlesztés során alkalmazott érzékszervi minősítés a fogyasztók számára elfogadható termék fejlesztését költséghatékony módon teszi lehetővé, így növelve a sikerességet (Lawless és Heimann, 2010). A modern termékfejlesztés egyre inkább csak a változó fogyasztói igények folyamatos vizsgálatával és ennek megfelelő termékek fejlesztésével érhet el eredményeket.

Az érzékszervi minősítés definícióját a nemzetközi szakirodalomban az Élelmiszertechnológiai Egyesület (*Institute of Food Technology, Chicago, IL, USA*) úgy definiálja, hogy „*az a tudományterület, amely előidézi, méri, elemzi és értelmezi a termékek által látás, hallás, tapintás, szaglás és ízlelés útján keltett érzeteket*”. Az érzékszervi minősítés tudományterületének fejlődése során megjelenő új módszerek megteremtették az érzékszervi minősítési adatok statisztikai módszerekkel történő elemzésével foglalkozó tudományág, a szenzometria alapjait.

Az érzékszervi minősítés és a szenzometria napjainkban is dinamikusan fejlődő tudományterületek: számtalan kihívással és megválaszolásra váró kérdéssel néznek szembe. A nemzetközi publikációkban elmélyülve egy olyan kirakós képe rajzolódik ki a kezdő kutató szeme előtt, amelyből itt-ott hiányoznak még elemek. Ilyen területek a műszeres és érzékszervi minősítési adatokból képzett sokdimenziós preferencia-térképek többszempontú elemzése és értelmezése, a rangsoradatokból képzett preferencia-térképek előállítás, valamint az optimumskálák elemzése.

A szemkamerás mérési adatok segítségével történő élelmiszerválasztás előrejelzése szenzometriai szempontból feltáratlan terület, ami számtalan lehetőséget rejt a termékfejlesztők, a csomagolóstervezők, a marketingkutatók és ezáltal az élelmiszeripari cégek számára is.

Doktori munkám során a kirakós hiányzó darabjainak pontos helyére illesztésével a kutatásban és az ipari gyakorlatban is jól alkalmazható eljárásokat dolgoztam ki, validáltam és valódi problémákon mutatom be gyakorlati alkalmazhatóságukat különböző élelmiszeripari termékek fejlesztésének példáján.

2. A KITŰZÖTT CÉLOK

Doktori dolgozatom fő célkitűzése olyan új módszerek fejlesztése az élelmiszertermékek preferencia-térképezésének gyakorlatában, amelyekkel: 1) részletesebb, 2) a gyakorlatban is jól alkalmazható módszerkiválasztásra vonatkozó, 3) szemkamerát integráló komplex eredmények kaphatók. A fő célkitűzésekhez kapcsolódó kutatási célkitűzéseket az alábbiakban mutatom be.

1. A részletesebb preferencia-térképek megalkotásánál célkitűzéseim voltak:

- 1.1. a részletesebb preferencia-térképek létrehozásának céljából több adatmátrix szimultán háromszempontos elemzési eredményeinek integrálása különböző statisztikai modellekkel.
- 1.2. annak a gyakorlati kihívásnak a statisztikai megoldása, hogy fogyasztói rangsoradatokból preferencia-térképek építhetők legyenek.

2. A gyakorlatban is jól alkalmazható statisztikai módszer kiválasztásával kapcsolatos célkitűzéseim voltak:

- 2.1. az általánosan alkalmazott optimumskálák (JAR-skálák) elemzésére az eddigieknél hatékonyabban alkalmazható módszer megfogalmazása és megvalósítása, valamint ennek új és könnyen értelmezhető vizualizációja.
- 2.2. a JAR-elemzésre alkalmazható statisztikai módszerek szignifikáns rangsorolásának elméleti és gyakorlati megvalósítása.
- 2.3. termékoptimalizálás a JAR-változók kedveltségre gyakorolt hatásának meghatározására és rangsorolásuk JAR-adatelemzésre alkalmazott statisztikai módszerek együttes integrálásával.

3. Szemkamera integrálásával kapcsolatos célkitűzéseim voltak:

- 3.1. a szemkamera szemmozgást rögzítő változói alapján a döntési idő vizsgálatának újszerű megközelítése.
- 3.2. a szemkamera szemmozgást leíró változóinak felhasználása a fogyasztói döntéshozás jobb megismeréséhez élelmiszer-termékcsoportok vizsgálatával. A fogyasztói döntést legpontosabban előrejelző statisztikai modellek meghatározása.
- 3.3. az utolsó fixáció helye alapján történő fogyasztói választás előrejelzésénél pontosabb előrejelzés megvalósítása statisztikai módszerkombinációk segítségével.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

Munkám során több különböző termék érzékszervi vizsgálatát végeztem el, hogy megfelelő bemenő adathalmazt biztosítsak az alkalmazott egy- és többváltozós statisztikai módszerek számára. A vizsgálatok megtervezésekor és végrehajtásakor a jó érzékszervi gyakorlat (*good sensory practice*, GSP) elemeit betartva jártam el. Kilcast ajánlásait megfogadva a mintamennyiségeket mindig ugyanaz a személy, ugyanazon digitális mérlegen mérte ki (Kilcast, 2010). A bírálatok között a bírálók semleges ízű szénsavmentes ásványvizet használtak ízsemlegesítésre (Sipos és mtsai., 2012). A mintákat minden esetben nem nullával kezdődő háromjegyű véletlenszámokkal kódoltam kiegyenlített blokk elrendezést követve (ISO 6658:2005). Az érzékszervi teszteket minden esetben az ISO 8589:2007 szabvány szerinti standardizált helyiségben, a Budapest Corvinus Egyetem Érzékszervi Minősítő Laboratóriumában hajtottam végre (ISO 8589:2007).

A szakértői bírálatok során a bírálócsoport (panel) a laboratórium szakértőiből állt, ahol a tagokat kiképeztük az ISO 8586:2012 szabvány szerint (ISO 8586:2012). A vizsgálatokat az adatok megbízhatóságának növelése érdekében kétszer végeztem el, a bíráló panel minimum tíz főből állt. A profilanálízis megtervezését, végrehajtását és az eredmények értékelését a vonatkozó szabvány előírásai alapján hajtottam végre (ISO 11035:1994).

Næs minimum 60 főt javasol fogyasztói tesztekhez, amelyet minden vizsgálat során betartottam (Næs és mtsai., 2010). A fogyasztói bírálatok során kedveltségi és optimumskálákat is felhasználtam a különböző kutatásokban. A fogyasztók kedveltségi értékeléseiket kilenctagú kategóriaskálán rögzítették, amelynek a két végpontja a „nem kedvelem” (1) és a „nagyon kedvelem” (9). Emellett öttagú optimumskálákat (JAR-skálák) is alkalmaztam: „túl gyenge” (1), „kissé gyenge” (2), „pont jó” (3), „kissé intenzív” (4), „túl intenzív” (5) (ISO 4121:2003, ASTM MNL-63). A fogyasztók a kérdőívek kitöltéséhez előzetes utasításokat kaptak.

A módszerfejlesztések munkám eredményeit képezik, ezért az alkalmazott módszereket és a módszerfejlesztéshez felhasznált érzékszervi adatokat az eredmények részben mutatom be részletesen.

4. EREDMÉNYEK

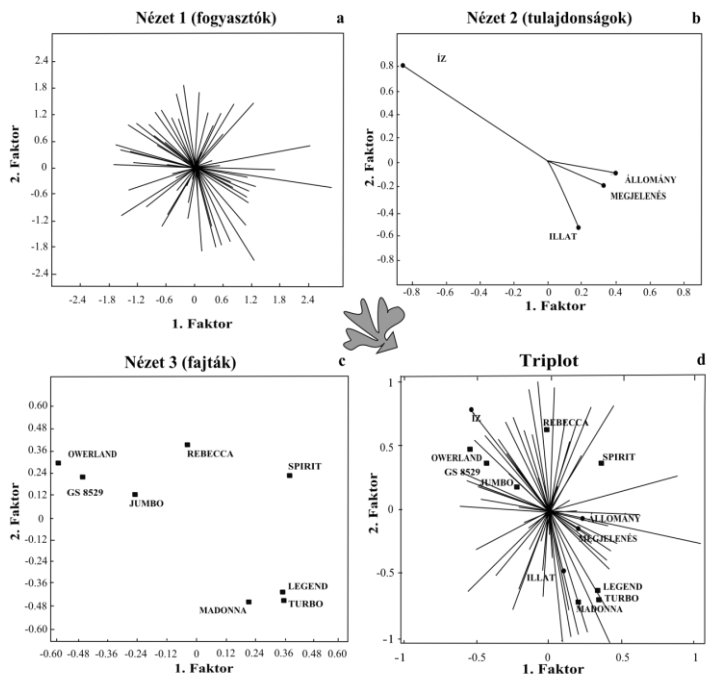
4.1 Háromszempontos preferencia-térképek

A párhuzamos faktorelemzés (*parallel factor analysis*, PARAFAC) és Tucker-3 modellek alkalmazhatóságát vizsgáltam csemegekukorica-fajták háromszempontos preferencia-térképeinek létrehozására, amelyben szakértői- és fogyasztói érzékszervi panel, illetve műszeres mérési eredményeket integráltam. A fő hangsúlyt a két vizsgált módszer hasonlóságainak és különbözőségeinek feltárására helyeztem. A kutatás során vizsgált csemegekukorica-fajták preferencia-térképe egyedülálló a nemzetközi szakirodalomban. Nyolc különböző csemegekukorica-fajtát alkalmaztam a kutatás során, amelyek között szerepelt három szuperédes (GSS8529, Overland és Rebecca), illetve öt normálédes fajta (Jumbo, Legend, Madonna, Spirit és Turbo), amelyeket 60 fogyasztó kedveltség szerint értékelt. Számításaimat az R-project R 3.0.2 verziója alatt futó PTAk csomagja segítségével végeztem.

Az irodalomban széles körben alkalmazott a kétszempontos belső preferencia-térképezési algoritmus (*multi dimensional preference mapping algorithm*, MDPREF). Alkalmazása során egyszerre csak egy fogyasztói érzékszervi terméktulajdonság alapján lehet ábrázolni az eredményeket, az összes preferenciára vonatkozó adat ábrázolása nem lehetséges. Emiatt az eredmények értelmezése nehézkes és időigényes. A PARAFAC és Tucker-3 modellek előnye abból származik, hogy háromszempontos adatokat egy ábrában, ún. triplotban ábrázolhatjuk: fogyasztói értékelések, terméktulajdonságok és fajták. Az MDPREF algoritmus során alkalmazott biplotokban általában a fogyasztók általános kedveltség értékeit ábrázolják, ezzel szemben a háromszempontos módszerek lehetőséget adnak arra, hogy az összkedveltséget részletesen lehessen elemezni. A triplotok faktorsúlyai alapján az elsődleges és másodlagos fogyasztói döntési tényezők (*drivere*k) azonosítása pontosabban tehető meg (1. ábra).

A Tucker-3 és a PARAFAC eredményei nagyon hasonlóak az első és a harmadik faktor tekintetében. A fő különbség a második faktor esetében jelentkezik, ahol is a Tucker-3 megoldás az íz paramétert a megjelenéstől különíti el és nem az illattól. A különbség módszertani okokra vezethető vissza, miszerint a Tucker-3 modell nem állít elő egyedi faktorokat és a megoldás során az összes lehetséges faktorkombináció szerepel a modellben.

Ezzel szemben a PARAFAC egyedi megoldást készít, azaz nincs szükség további forgatásra (nem úgy, mint a kétszemponos MDPREF modelleknél).

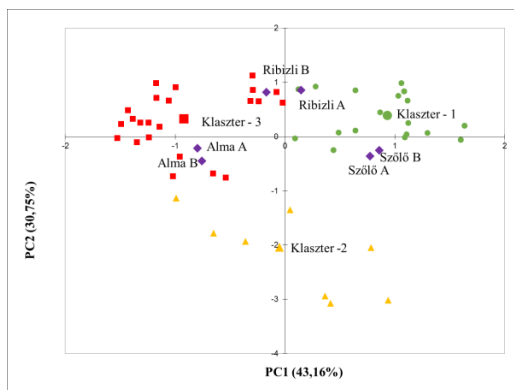


1. ábra: A PARAFAC belső preferencia-térképe (d). A triplotban mindhárom mód eredményei láthatók (fogyasztók (a), tulajdonságok (b), fajták (c)).

Sikeresen állítottam elő szakértői és fogyasztói érzékszervi bírálók, illetve műszeres mérési eredményekből származó adatok felhasználásával háromszemponos preferencia-térképeket, amelyek részletesebb eredményekkel szolgáltak, mint a hagyományosan alkalmazott kétszemponos MDPREF algoritmus. Az azonosított elsődleges fogyasztói *driver*nek az íz adódott, míg másodlagos *driver*ként az illatot és az állományt határoztam meg a rendelkezésre álló adatok alapján. Az eredmények részletes információt adnak a csemegekukorica fajtanevelőknek a további fejlesztési irányokkal kapcsolatban, illetve a csemegekukoricát felhasználó termékfejlesztőknek.

4.2 Rangsor adatokból előállított preferencia-térképek

Ízesített kefirtermékek belső preferencia-térképét készítettem el 61 fogyasztó értékelése alapján. Kategória főkomponens elemzést (*categorical principal component analysis*, CATPCA) futtattam a fogyasztói bírálat rangsorain. A feladat során a fogyasztók általános kedveltségük alapján rangsorolták a termékeket. A rangsoradatokat kétdimenziós CATPCA elemzése 73,91 %-os magyarázott varianciához vezetett (2. ábra). Az elemzést IBM SPSS Statistics 20 (IBM Corporation, Armonk, USA) szoftverrel végeztem. Az ábrán látható, hogy a fogyasztókat reprezentáló főkomponens értékek főként a ribizli A és ribizli B termékek körül szóródnak.



2. ábra: A *k*-közép klaszterezés által azonosított fogyasztói klaszterek és a termékek közti kapcsolat. A zöld pontok (●) az első klaszter (n=26), a sárga háromszögek (▲) a második klaszter (n=9), míg a piros négyzetek (■) a harmadik klaszter (n=26) tagjait jelentik meg. A megnövelt méretű szimbólumok a klaszterközpontokat, a sarkára állított négyzetek a termékeket jelölik. A magasabb aromakoncentrációjú terméket A-val, az alacsonyabbat B-vel jelöltem.

A módszer alkalmasnak bizonyult a preferencia-rangsorok feldolgozására, emellett a fogyasztói preferencia állandóságának mérésére is. Az MDPREF- és CATPCA-eredmények erős hasonlóságot mutattak. A CATPCA előnye, hogy a rangsoradatokat gyűjtése egyszerűbb, kisebb a hibalehetőség, a fogyasztókat kevésbé terheli mentálisan és rövidebb időt vesz igénybe, mint a folytonos skálán végzett szokványos termékenkénti értékelés. A CATPCA további előnye, hogy az MDPREF-nél szokásos, maximálisan hat mintánál többet is lehet egyszerre vizsgálni a feladat egyszerűsége miatt. A rangsoradatokat hátránya azonban, hogy a termékek közötti távolságok elvesznek, ezzel szemben a folytonos skálák tartalmazzák ezt az információt.

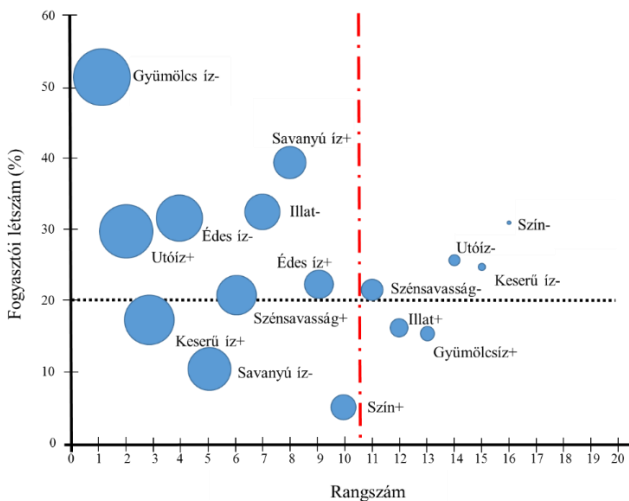
4.3 Új módszerek az optimum skálák elemzésében

A modern termékfejlesztés egyre inkább csak a változó fogyasztói igények folyamatos monitorozásával és az ennek megfelelő termékek fejlesztésével érhet el eredményeket. Az alkalmazott érzékszervi minősítési módszerek közül, a leginkább elterjedt optimumskálakon alapuló eljárások kutatása az elmúlt néhány évben felerősödött. A megközelítés előnye, hogy közvetlen információ nyerhető a termékek végfelhasználóitól a lehetséges fejlesztési irányokra vonatkozóan az egyes terméktulajdonságok pontos intenzitásértékeinek finomhangolásához. Kutatásomban az általánosított párkorrelációs módszert (*generalized pair-correlation method*, GPCM) alkalmaztam optimumskálán mért adatok kiértékelésére. A GPCM a bemeneti változókat (optimumskála adatok) rendezi a kimeneti változóra (termékkedveltség) gyakorolt hatás alapján. Kettőnél több független változó esetén a változókat páronként kell összehasonlítani. Az összehasonlásnak egy változóra nézve három kimenetele lehet; „győztes”, „vesztes”, illetve „döntetlen”. Az eredmények így kontingencia táblázatokba rendezhetők és kiértékelésük feltételes F-próba, χ^2 -próba, McNemar-próba és Williams-féle *t*-próba segítségével adható meg.

Kutatásomban 117 fő bíralt ízesített üdítőital mintákat, amelynek eredményeit a GPCM úgy adja meg, hogy rangsorolja az érzékszervi terméktulajdonságokat a termékkedveltségre gyakorolt hatásuk alapján. Azaz a magasabb fogyasztói kedveltség elérése érdekében az első helyeken szereplő terméktulajdonságot kell megváltoztatni. A fogyasztók aránya is ábrázolható a GPCM által adott rangszámértékekkel szemben egy döntéshozatalt támogató, újonnan, általam kifejlesztett buborék ábrával (**3. ábra**).

Az ábrát a horizontális és a vertikális vonal négy térrészre osztja fel. A vízszintes vonal a fogyasztók azon 20 %-át jelöli, akik úgy vélték, hogy a termékre igaz egy tulajdonság valamely végpontja. A függőleges vonal a GPCM által szignifikánsként azonosított tulajdonságok határát jelöli. A buborékok mérete a kedveltségre gyakorolt hatás (GPCM rangsor növekedése) erősödése alapján növekszik. A bal felső térrészben a szignifikáns és fontos – a fogyasztók több, mint 20 %-a vélekedik így – tulajdonságok találhatóak. A termékfejlesztés során ezeket a tulajdonságokat kell elsősorban vizsgálni és fejleszteni. A bal alsó térrészben a szignifikáns, ám kevésbé fontos tulajdonságok találhatóak. Ezek a tulajdonságok csak a fogyasztók kis aránya számára vannak hatással kedveltségre, a többség

számára nem fontosak. A jobb felső kvadránsban a nem szignifikáns, de fontos tulajdonságok találhatóak. Ezen tulajdonságok ugyan nem befolyásolják szignifikánsan a kedveltséget, ám a fogyasztók több mint 20 %-a szerint jellemző a termékre. A jobb alsó térrészben található tulajdonságok nem szignifikánsak és nem is fontosak a fogyasztók megítélése alapján. Minél nagyobb a tulajdonságokat jelző buborék mérete, annál nagyobb annak hatása a fogyasztói kedveltségre.



3. ábra: Buborék ábra az egyszerű rendezés, Fisher-féle egzakt-próba eredményeinek ábrázolására. A függőleges vonal a szignifikáns tulajdonságok határát jelzi. A vízszintes vonal a 20 %-os fogyasztói értéket jelöli. A buborékok mérete a kedveltségre gyakorolt hatás alapján növekszik.

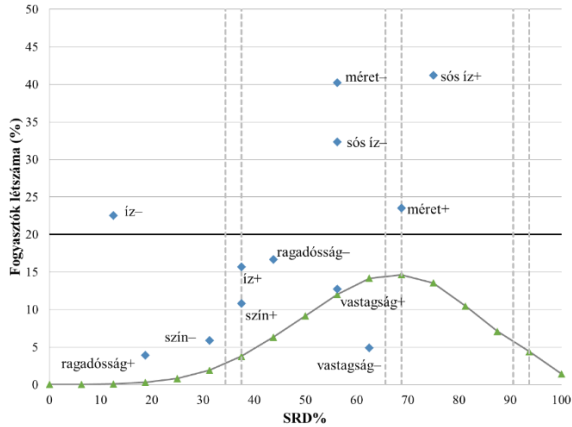
A GPCM nemparaméteres jellegéből adódóan tökéletesen alkalmas a nem Gauss-eloszlást követő optimumskála adatok kiértékelésére. Az eddig alkalmazott módszerektől eltérően az eredmény egy rangsor, amely rögtön megadja, hogy melyik terméktulajdonságot célszerű változtatni a magasabb termékedveltség elérése érdekében. A módszer továbbá ingyenesen elérhető, gyors és azonnali eredményeket ad. Kutatásom során több egyéb módszerrel összevetve azt találtam, hogy a GPCM kisebb különbségeket is képes azonosítani és több szignifikáns terméktulajdonságot azonosít, így olyan esetekben is segíti a termékfejlesztést, amikor más módszerek már nem.

4.4 Módszerkonszenzus felhasználása a tulajdonságok optimalizálásban

Az optimumskálák értékelésére több módszert is bemutatnak a szakirodalomban, azonban még az Amerikai Szabványügyi Testület (*American Society for Testing and Materials*, ASTM) által kiadott szabványban (ASTM MNL-63) sem adnak iránymutatást arra vonatkozóan, hogy melyik módszert, milyen esetben érdemes használni. A publikált módszerek eredményei rendszerint eltéréseket mutatnak vagy ellentmondásban vannak, így elbizonytalanítják a kutatót, melyik módszer eredményét kell elfogadni. Abból a feltételezésből indultam ki, hogy az optimumskála-értékelő módszerek ugyan más megközelítéssel, de azonos dolgot értékelnek: melyik változó hat leginkább a termék kedveltségére? Így, ha több módszer eredményeit együttesen figyelembe veszem, pontosabban meghatározhatók a kedveltséget leginkább befolyásoló változók. Ez egy több kritériumú összehasonlítási probléma, melynek megoldására a rangszámkülönbségek (abszolút értékének) összegén alapuló (*sum of ranking differences*, SRD) módszert alkalmaztam.

A módszer elvét Héberger (2010) találta ki, validálását és szoftveres implementálását Héberger és Kollár-Hunek valósította meg (Héberger és Kollár-Hunek, 2011). Az SRD a bemenő adattábla változóit rendezi egy referenciaváltozó értékeihez képest. Az értelmezés során minél közelebb van egy változó a 0 ponthoz, annál hasonlább az értékelése a referenciaoszlopban rögzített értékekhez. Kutatásom során az ASTM MNL-63 szabványban alkalmazott keksz adatokat használtam fel a jobb összehasonlíthatóság kedvéért, amely 117 fogyasztó adatait tartalmazza. 8 optimumskála-értékelő módszerrel értékeltem ki az adatokat, majd ezekre alkalmaztam az SRD módszerét.

Az SRD ábra továbbfejlesztése még jobban alkalmazható a termékfejlesztésben és az optimumskálák elemzésében. Amennyiben a fogyasztók százalékban kifejezett gyakoriságvértékeit az y -tengelyen vesszük fel, úgy a szignifikáns és (a fogyasztók számára) fontos terméktulajdonságok még könnyebben azonosíthatók. A **4. ábrát** a vastag fekete vonal két részre osztja: ez a 20 %-os fogyasztói határértéket jelöli. Azon tulajdonságok, amelyeket a fogyasztók termékre jellemzőnek éreztek, a vonal felett helyezkednek el. Ezen tulajdonságok megváltoztatása a fogyasztók nagy arányánál jelentős kedveltségi pontszám növekedést vált ki.



4. ábra: Az SRD és a fogyasztói gyakoriság eredmények egyesítése útján létrejött módosított SRD-ábra. A vastag fekete vonal jelzi a 20 %-os küszöbértéket, amelyet a penalty analysis-ben is általánosan alkalmaznak.

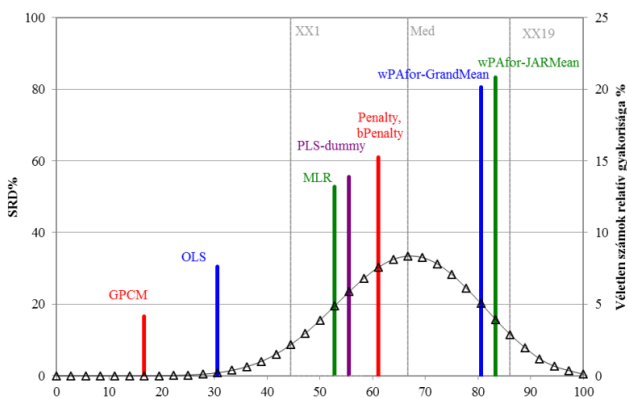
Az ábra értelmezése nagyon hasonló az SRD-ábra értelmezéséhez, mivel amelyik tulajdonság SRD% értéke kisebb, mint az XX1 értéke, az a tulajdonság $\alpha = 0,05$ szinten szignifikáns. Ezek alapján az új ábrázolási mód megadja azokat a tulajdonságokat, amelyeket az érzékszervi vizsgálat során a fogyasztók fontosnak tartottak és azokat is, amelyeket az SRD módszer szignifikánsként azonosított. Az eredmények alapján az íz- tekinthető a legfontosabb terméktulajdonságnak, így az ízintenzitás növelésével nagyobb fogyasztói kedveltség érhető el. A ragadósság+ és a szín- tulajdonságokat csak egy kisebb számú fogyasztói csoport azonosította fontosként. Ezen fogyasztók elutasították a terméket, mivel túl ragadósnak és gyenge színintenzitásúnak találták.

Az SRD módszerrel sikeresen rangsoroltam a JAR-változókat a lehető legjobb referenciaoszlophoz viszonyítva (a módszerek maximumértékei), valamint azonosítottam a szignifikáns terméktulajdonságokat is. Az SRD módszer segítségével megadtam, hogy mely tulajdonságokat módosítsuk a nagyobb fogyasztói kedveltség eléréséhez. A módszer további előnye, hogy a figyelembe vett JAR-adatelemzési módszerek könnyedén módosíthatók, az eredmények értelmezése nem igényel komoly előképzettséget, illetve ingyenesen rendelkezésre áll felhasználóbarát felülettel.

4.5 Módszerkiválasztás az optimum skálák elemzéséhez

Az ipari és termékfejlesztési gyakorlatban sok esetben nincs elegendő idő arra, hogy a 4.4 pontban bemutatott folyamatot követve több optimumskála-értékelő módszer együttes eredményeit elemezzük. Azonban a megfelelő módszer kiválasztásával kapcsolatban nem jelentek meg publikációk a nemzetközi szakirodalomban. A módszerkiválasztás során arra a kérdésre kerestem a választ, hogy melyik legjobb optimumskála-értékelő módszer, azaz melyik áll a legközelebb az összes módszer szerinti átlagos értékeléshez, vagyis a konszenzushoz.

Az adatelemzés során ebben a kutatásban is az ASTM MNL-63 szabványban alkalmazott adatokat használtam, illetve az SRD módszerét, azonban az adatmátrixot transzponáltam, így az egyes módszereket hasonlítottam össze.



5. ábra: A JAR-módszerek skálázott SRD-értékei. A sorátlag értékeket alkalmaztuk a referencia oszlopban. A skálázott SRD-értékek láthatóak az x és y tengelyeken, a jobb y tengely a validálás során generált relatív gyakoriságokat mutatja (fekete Gauss eloszláshoz hasonló görbe). Az 5 %-os (XX1), a Median (Med) és a 95 %-os (XX19) valószínűségi értékeket szürkével jelöltem.

Az 5. ábrán a zérus pont reprezentálja a módszerek átlageredményét (konszenzusát), mivel a referenciaoszlopba a sorok átlaga került. A módszerek konszenzusa alapján a zérus ponthoz legközelebbinek (legjobb) a GPCM adódott. A GPCM mellett az egyváltozós lineáris regresszió (*ordinary least squares regression*, OLS) eredménye is szignifikánsan eltér a véletlen értékeléstől. A többi módszer (ami az XX1-en túl van) különböző mértékben, de a véletlenszerű értékeléssel összemérhetően értékelt a tulajdonságokat. Az eredmények alapján tehát az általam alkalmazott GPCM és az OLS módszerek alkalmazása javasolt optimumskálák értékelése során. A „wPAfor-JAR- és GrandMean” skálák az átlaghoz képest fordított irányban rangsorolják a tulajdonságokat.

4.6 Döntési idők vizsgálata szemkamerás mérések során

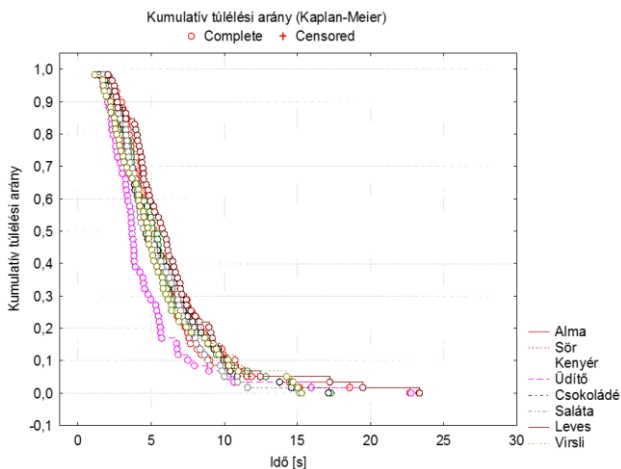
A szemkamerás mérés során nyolc terméktípust mutattunk a résztvevőknek: alma, üveges sör, csokoládé, instant levespor, saláta, virsli és üdítőital. Az egyes élelmiszertípusokon belül négy termékalternatívát értékelték. Minden termékcsoport esetében a négy terméket úgy rendeztük el, hogy a képernyő közepe szabadon maradjon. Erre azért volt szükség, mert az egyes termékcsoportok között egy fekete „+”, ún. fixációs kereszt jelent meg a képernyő közepén. A fixációs kereszt segítségével sztenderdizáltuk a résztvevők szemmozgásának kezdőpontját, így mindenki ugyanarról a pontról kezdte a termékek vizsgálatát.

A bécsi BOKU (*University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna*) 78 hallgatója vett részt a tesztekben (18 és 28 év közötti hallgatók, 39 férfi és 39 nő). A 78 résztvevő közül végül 59 fő eredményeit dolgoztuk fel. Tobii T60 szemkamerát és Tobii Studio (version 3.0.5, Tobii Technology AB, Sweden) adatfeldolgozó szoftvert alkalmaztunk a kutatás során az 59 résztvevő szemmozgás adatainak rögzítésére és feldolgozására. A statikus szemkamera kijelzőjén (17 col, 1280 × 1024 képpontos felbontás) jelenítettük meg a vizuális ingereket adó képeket. A kísérlet ellenőrzött körülmények között (világítás, hőmérséklet), csendes környezetben zajlott a BOKU Élelmiszertudományi és –technológiai Tanszékének Érzékszervi Minősítő Laboratóriumában.

A szemmozgás követésére alkalmazott szemkamerás vizsgálatok során a döntési idő vizsgálatára a legtöbb nemzetközi publikációban egyszempontú varianciaanalízist (*one-way analysis of variance*, ANOVA) alkalmaznak. A módszer alkalmazása azonban nem helytálló, mert a döntési idők adatai jellegükből adódóan nem követik a normál eloszlást, illetve az egyéni különbségekből fakadóan számos kiugróadattal kell számolni.

Az ANOVA során az egyének az átlagtól való eltérés alapján jellemezhetők. Ezzel szemben a túléléselemzés során a kezdőpillanattól a döntésig eltelt idő alapján lehet ábrázolni, elemezni és összehasonlítani mind a résztvevőket, mind pedig a termékeket. A modell felállítása során az első egérgattintástól (első találkozás a termékekkel) a döntés meghozatalát jelző második kattintásig eltelt időket vizsgáltam. A Kaplan-Meier-módszerrel illesztett görbék megadják a kattintásig eltelt idő és a döntésüket meghozók arányát. A túléléselemzést a Statistica 12.0 programcsomaggal (Statsoft Inc. Tulsa, OH, USA) végeztem.

A **6. ábrán** a vizsgált termékekre készített túlélési görbék láthatók: az üdítőitalok görbéje a legmeredekebb. Ez azt jelenti, hogy itt volt szükség a legrövidebb időre a döntés meghozatalához. A görbék mediánjainak összevetésével a görbék első felét lehet jellemezni. Az elemzés során az üdítőitaloknál figyeltem meg a legalacsonyabb medián értéket (3,70 s). 5 másodpercnél alacsonyabb medián értékeket találtam a csokoládé (4,66 s), a virsli (4,79 s) és a saláta (4,84 s) termékek esetében. Hosszabb időre volt szükség az almák (5,13 s) és a sörök (5,16 s) vizsgálatakor a döntés meghozatalára. A legmagasabb medián értékeket azonban a kenyerek (5,42 s) és az instant levesek (5,89 s) vizsgálatakor találtam. A résztvevőknek nagyjából másfélszer több időre volt szüksége a kenyerek és instant levesek kiválasztására, mint az üdítőitalok esetében.



6. ábra: és A Kaplan-Meier-módszerrel illesztett túlélési függvények (n=59) a kattintásig eltelt idő és a döntésüket meghozók arányából számítva.

A különbségek statisztikai elemzését a Gehan-féle általánosított Wilcoxon-próbával végeztem el, amely alapján szignifikáns különbséget találtam az üdítőitalok és majdnem az összes többi termék között. A túléléselemzés alkalmas a szemkamerás vizsgálatok során rögzített döntési idők termékenkénti összehasonlítására. A résztvevőknek szignifikánsan rövidebb időre volt szüksége az üdítőitalok kiválasztására, mint a többi terméknél.

4.7 Élelmiszerválasztás előrejelzése

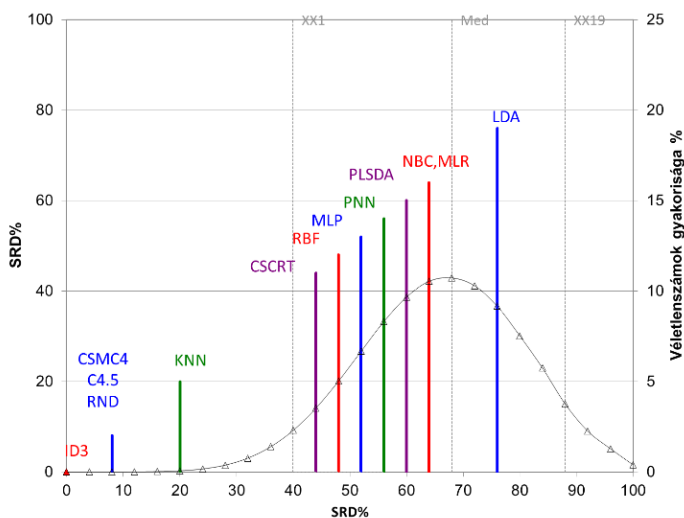
A szemkamera által mért változók döntésre gyakorolt hatásának vizsgálata során további kutatási kérdésként merült fel, hogy amennyiben sikeresen előre lehet jelezni a változókból az élelmiszerválasztást, akkor azt milyen módszerrel lehet a legpontosabban megtenni. A módszerek alkalmasságának elemzésekor részletesebb információ nyerhető a választás és a változók közti összefüggésekről.

Az adatelemzés első lépésében Fisher-féle és Relief-F változókiválasztási eljárásokat (olyan eljárások, amely megadják, hogy mely változókat tartsuk meg egy előre becslésre alkalmas modell felállításához) alkalmaztam az adatelemzés megkezdése előtt, hogy kiválasszam azt a redukált változóhalmazt, amelyek a legjobban leírják a függő változó (fogyasztói döntés) és a független változók (szemkamera adatok) közötti kapcsolatot. A változók kiválasztása során azokat a közös változókat hagytam az adatelemzésben, amelyek mindkét változókiválasztási módszer szerint a legfontosabbak között voltak.

A második lépésben tizenhárom predikcióra alkalmas modell betanítása és tesztelése történt, amelyekkel egytől egyig a fogyasztói választást jeleztem előre a Relief-F és a Fisher-féle változókiválasztási eljárás során meghatározott változókkal. A termékalternatívák választási gyakoriságának kiegyenlítetlensége miatt 1000-szeres *bootstrap*-et alkalmaztam a termékcsoportokon belül minden termékre. A modellek összehasonlítására és a legjobb teljesítményű modell kiválasztására az alábbi mérőszámokat alkalmaztam: hibaarány, kereszt-ellenőrzés eredményei (minimum, maximum és átlag), előrejelzés pontossága a négy termékalternatívára lebontva, *bootstrap*-pel számított hibázási arány és egy elem kihagyásos (*leave-one-out*) keresztellenőrzés. A futtatások során minden modell esetében a megadott változóhalmazból a lehető legpontosabb előrejelzést kerestem a termékcsoportokra. A modellek számításait Tanagra (version 1.4.50) szoftverrel végeztem (Rakotomalala, 2005). Az így kapott eredményeket végül az SRD módszerrel értékeltem ki.

A változóselekción után az egyesített adathalmaz értékelésekor a látogatások hossza, fixációk száma és a fixációk hossza változókat használtam fel a döntés előrejelzéséhez. A kiválasztott változók minden modellben szignifikánsnak adódtak. A teljesítményjellemzők SRD-elemzése megadta, hogy a legalacsonyabb SRD-értékek az iteratív elkülönítés 3 algoritmus (*iterative dichotomiser 3 algorithm*, ID3) esetében keletkeztek (7. ábra). Ez

azt jelenti, hogy az ID3-modell rendelkezik a legkisebb hibával, a kereszt-ellenőrzésnek maximális, minimális és átlagos hibája kicsi, emellett szintén alacsony a *bootstrap* módszer hibája és az egy-elem kihagyásos kereszt-ellenőrzésből eredő hiba is. Továbbá a predikció pontossága a vizsgált modellek között a legmagasabb. A második helyen három modell található: célfüggvényes döntési fák algoritmus (cost-sensitive decision tree, CSMC4), Quinlan-féle C4.5-ös döntési fák algoritmus (Quinlan's C4.5 decision tree algorithm, C4.5) és véletlen döntési fa (random tree, RND). A harmadik helyre az utolsó szignifikáns modell került az SRD-elemzés alapján, amely a *k*-legközelebbi szomszédok elvén alapuló osztályozás (*k*-nearest neighbour's algorithm, KNN) volt. Az összes többi modell az XX1 (az 5 %-os valószínűségi határ) után található, ami azt jelenti, hogy az értékelésük véletlenszerű volt. A döntési fa alapú algoritmusok jobb teljesítményt mutattak, ami a logika alapú rendszerüknek köszönhető. A prediktor változók ezek alapján inkább logikai, semmint nemlineáris, lineáris vagy példa alapú kapcsolatban állnak a választott termékkel.



7. ábra: A modellek skálázott SRD-értékeit teljesítményjellemezőik alapján a rangszámkülönbségek összege módszerrel állapítottam meg. Az elméleti legjobb értékeket (Read) adtuk meg referenciaként. Az *x*-tengelyen a skálázott SRD-értékek, míg az *y*-tengelyen a validáció során generált relatív gyakoriságot (fekete görbe) ábrázoltuk. Az 5 %-os (XX1), 50 %-os (Med) és 95 %-os (XX19) valószínűségi értékeket szürke függőleges vonalak jelzik.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Munkámban bizonyítottam, hogy a párhuzamos faktorelemzés (*parallel factor analysis*, PARAFAC) és a Tucker-3-módszerek hatékonyan alkalmazhatók az érzékszervi és műszeres eredmények együttes preferencia-térképezésében. A létrehozott külső preferencia-térkép triplotjában szemléletesen, egy térképen ábrázolhatók a bírálók, a tulajdonságok és a vizsgált termékek. A főkomponens-elemzés, Tucker-3- és PARAFAC-modellek összehasonlítását megtettem.
2. Ízesített kefirtermékek érzékszervi adatainak elemzésével bizonyítottam, hogy a kategóriaadatok nemlineáris főkomponens-elemzésével lehetőség nyílik belső preferencia-térképek elkészítésére, rangsoradatokból is. Az általánosan alkalmazott főkomponens-elemzésen alapuló modellek erre alkalmatlanok az adatok nemlineáris jellege miatt.
3. Számításaimmal igazoltam, hogy az általánosított párkorrelációs módszer az eddig alkalmazott módszereknél hatékonyabb az optimumskálák adatainak kiértékelésére. Az általánosított párkorrelációs módszer eredményeinek szemléltetésére új „buborékábrát” és „keresztvonalábrát” fejlesztettem. A létrehozott ábrák új értékelő és döntéstámogató eszközként alkalmazhatók.
4. Eredményeimmel bizonyítottam, hogy a rangszámkülönbségek összegének (*sum of rank-difference*, SRD) módszer az optimumskálakon mért adatok elemzésére alkalmazott módszerek szignifikáns rangsorba állíthatók. Igazoltam továbbá, hogy az általam alkalmazott általánosított párkorrelációs módszer adja a legpontosabb eredményeket optimum-változók kedveltségére gyakorolt hatásának meghatározására. A módszer javasolható az ASTM MNL63-szabványban javasoltak helyett.
5. Eredményeimmel bizonyítottam, hogy egy transzponált mátrixon futtatott rangszámkülönbségek összege módszerével az optimumskála változóinak kedveltségére gyakorolt hatása több JAR-adatelemző módszer eredményének együttes alkalmazásával pontosabban meghatározható. Ennek alapján a termékfejlesztési irányok több módszer eredményeinek együttes figyelembevételével adhatók meg, ami megbízhatóbbá teszi az eredményeket, különösen akkor, ha az ASTM MNL63-szabványban javasolt módszerek ellentmondásos eredményt adnak.
6. Számításaimmal bizonyítottam, hogy a szemkamerás mérések során a fogyasztói választás több élelmiszer-termékcsoportra kiterjedően predikciós modellekkel előre jelezhető, a modellek teljesítményjellemzői alapján képzett szignifikáns rangsort felhasználva az optimális statisztikai modell kiválasztható. Ennek alapján általánosan alkalmazható fogyasztói választást előrejelző modelleket határoztam meg.
7. Bizonyítottam, hogy a szemkamerás mérések gyakorlatában bevált utolsó fixáció értékkel való fogyasztói választás előrejelzése helyett többváltozós statisztikai modellekkel pontosabb előrejelzés tehető meg a szemmozgásadatok alapján a vizsgált élelmiszer-termékcsoportok esetében.
8. Bizonyítottam, hogy szemmozgásadatok alapján a fogyasztói választás gyorsasága túléléselemzés segítségével hatékonyan vizsgálható. Alátámasztottam, hogy bizonyos termékcsoportok esetében szignifikánsan gyorsabban hoznak döntést a fogyasztók.

6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Doktori dolgozatomban az érzékszervi minősítés és a szenzometria területén eddig megoldatlan kérdések megválaszolására tökeredtem, azonban ezek az eredmények újabb tudományos és gyakorlati kérdéseket vetettek fel.

A bemutatott módszerek egyszerűbb és könnyen hozzáférhető futtatásához elengedhetetlen a megfelelő szoftveres háttér, amely biztosítja, hogy a teljes érzékszervi folyamat automatizáltan, számítógépeken valósuljon meg. A szoftveres támogatásnak biztosítania kell a kísérlettervezés, bírálati terv/lap elkészítés, adatrögzítés, adatfeldolgozás, statisztikai értékelés és grafikai megjelenítés feltételeit. A teljes informatikai támogatásnak köszönhetően a korrekt bírálati tervek automatizáltakká válnak, a kísérleti tervek időszükséglete lerövidül, a számítási hibák csökkennek, a korábban lapokról átkonvertált adatbevitelből származott hibák minimálisra csökkennek.

Jelenleg érzékszervi vizsgálatokat támogató szoftverek hozzáférhetők (Compusense five, Fizz, RedJade, EyeQuestion, stb.), azonban ezek drága, zárt forráskódú szoftverek, így az új módszerek befogadása nehezen vagy egyáltalán nem oldható meg. Ezzel szemben a statisztikai értékeléseket támogató nemzetközi, ingyenesen hozzáférhető, szabadon felhasználható R-project rendszere kizárólag az adatelemzésre fókuszál. Az előnyök (célszoftverek és adatelemző szoftverek) integrálásával az érzékszervi vizsgálatokat és értékeléseket támogató hatékony, nyílt forráskódú rendszerek építhetők. Véleményem szerint az ilyen célszoftver programnyelve web alapú és platform független kell, legyen (Windows, Android, IOS, Linux), hogy mindösszesen egy böngésző (Google Chrome, Mozilla FireFox, Opera stb.) segítségével a kívánt eszközön (tablet, okostelefon, számítógép) futtatható legyen a teljes érzékszervi folyamat támogatása mellett. Ezzel a megoldással a saját fejlesztésű, adott ipari/kereskedelmi/kutatási igényekre optimalizált módszerek integrálhatók.

Az élelmiszerek érzékelésével kapcsolatban számos műszeres és érzékszervi kutatást folytatnak. A nemzetközi szakirodalomban egyre inkább az a tendencia, hogy az élelmiszerek emberi érzékelését humán bírálói csoportok és érzékszervi műszerek együttes alkalmazásával elemzik, a legújabb kutatásokban pedig integrált humán és műszeres érzékszervi rendszereket hoznak létre. Az általam alkalmazott szemmozgási paramétereket rögzítő szemkamerás rendszerek mellett az arc-mimikát, pupillatágulást, bőrellenállást, pulzust és agyhullámokat monitorozó

szenzorokat tartalmazó műszereket is használhatunk az élelmiszerek érzékelésének alaposabb feltérképezésére. A szenzorokat tartalmazó műszerek eredményei és a vizsgált élelmiszerre adott válaszreakció (kedveltség) közötti összefüggések modellezhetők.

Az optimumskálák alkalmazásának egyik legnagyobb hátránya, hogy az elemzés végén nem adja meg, milyen mértékben kell mennyiségileg megváltoztatni az adott terméktulajdonságot. A módszer jelenleg csak azt adja meg, hogy a tulajdonságot milyen irányban kell megváltoztatni a magasabb kedveltség eléréséhez, azonban nem ad pontos iránymutatást, hogy milyen mértékben kell a változtatást megtenni. Ennek megválaszolása újabb kutatásokat igényel.

Tanulságos, hogy a nemzetközi publikációk között nem található olyan optimum skálákon alapuló tudományos kísérlet, amely a fogyasztói preferenciáknak megfelelően többszörösen visszacsatolt termékfejlesztéseket mutatna be. Ennélfogva nem ismeretes, mely termékcsoportnak hány termékfejlesztési ciklus optimális az adott fogyasztói szegmensre vonatkozóan. A ciklusok számának optimalizálásához meg kell határozni, hogy hol van a kedveltség és a ráfordított erőforrások egyensúlya. Egy idő után ugyanis már nem éri meg a fejlesztés, az újonnan meglépett kedveltségi szint javulása egyre kisebb lesz, a ráfordított költségek viszont növekednek. Ha kizárólag a termékek kedveltségének maximalizálására törekszünk, abban az esetben feltehetőleg az első néhány fejlesztési ciklus magas, de a lépések számával csökkenő kedveltségnövekedést ér el. A ciklusokat ebből a szempontból addig célszerű ismételni, ameddig az preferencianövekedést okoz. A kérdések fókusza a fejlesztés során az, hogy miként változik a „pont jó” megítélésű fogyasztók aránya.

A közösségi médián keresztül egyre nagyobb hozzáférhető adatmennyiség keletkezik, amelynek elemzése szövegbányászati és hálózatelemzési módszerekkel kombinálva választ adhat különböző élelmiszerekkel kapcsolatos preferenciákra, különleges értrendű fogyasztók igényeire, asszociációs kapcsolatokra az élelmiszerek/marketing eszközök és megítélésük között. Emellett az így gyűjtött adatok előnye, hogy a fogyasztó saját közegében fogyasztja a terméket, nem érzékszervi laboratóriumi körülmények között. Hálózatelemzéssel azonosíthatók a véleményvezérek (médiaszemélyiség, dietetikusok, sportolók, orvosok), akik a fogyasztók szokásaira nagy hatással vannak.

AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ TARTOZÓ PUBLIKÁCIÓK

Publikáció folyóiratban

IF-os folyóirat cikk:

1. V. Losó, A. Tóth, **A. Gere**, J. Heszberger, G. Székely, Z. Kókai, L. Sipos (2012): Methodology problems of the industrial preference mapping. *Acta Alimentaria*, 41 (Suppl) pp. 109-119. (IF=0,444).
2. A. Szőke, V. Losó, L. Sipos, A. Geösel, **A. Gere**, Z. Kókai (2012): The effect of brand/type/variety knowledge on the sensory perception. *Acta Alimentaria*, 41 (Suppl) pp. 197-204. (IF=0,444).
3. A. Györey, **A. Gere**, Z. Kókai, P. Molnár, And L. Sipos (2012): Effect of sample presentation protocols on the performance of a margarine expert panel. *Acta Alimentaria*, 41 (Suppl) pp. 62-72. (IF=0,444).
4. **A. Gere**, V. Losó, A. Tóth, Z. Kókai, L. Sipos (2012): Kukoricafajták preferenciátérképezése szoftveres támogatással. *Élelmiszervizsgálati közlemények*, 58 pp. 118-130. (IF=0,04).
5. L. Sipos, **A. Gere**, Z. Kókai (2012): Mesterséges ideghálózatok (ANN) alkalmazása az érzékszervi minősítés gyakorlatában. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, 58 pp. 32-46. (IF=0,04).
6. A. Györey, **A. Gere**, Z. Kókai, L. Sipos, P. Molnár (2012): Kenőmargarinok bírálatára kiképzett szakértői panel teljesítményének mérése. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, 58 pp. 47-59. (IF=0,04).
7. D. Szollosi, Z. Kovacs, **A. Gere**, L. Sipos, Z. Kokai, A. Fekete (2012): Sweetener Recognition and Taste Prediction of Coke Drinks by Electronic Tongue. *IEEE Sensors Journal* 12(11) pp.3119,3123 (IF=1,48) DOI: 10.1109/JSEN.2012.2187050.
8. **A. Gere**, V. Losó, D. Radványi, R. Juhász, Z. Kókai, L. Sipos (2013): Csemegekukorica fajták komplex értékelése. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, 59 pp. 120-134. (IF=0,04).
9. **A. Gere**, D. Szabó, T. Franku, A. Györey, Z. Kókai, L. Sipos (2013): PanelCheck szoftver statisztikai lehetőségei az érzékszervi bírálócsoport teljesítményének monitorozásában. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, 59 pp. 15-28. (IF=0,04)
10. L. Sipos, **A. Gere**, D. Szöllösi, Z. Kovács, Z. Kókai, A. Fekete (2013): Sensory evaluation and electronic tongue for sensing flavored mineral water taste attributes. *Journal of Food Science*, 78 (10) pp. S1602-S1608. (IF=1,775) DOI: 10.1111/1750-3841.12178.
11. **A. Gere**, S. Kovács, K. Pásztor-Huszár, Z. Kókai, L. Sipos (2014): Comparison of preference mapping methods: a case study on flavored kefir. *Journal of Chemometrics*, 28(4) pp. 293–300. (IF=1,937) DOI: 10.1002/cem.2594.
12. **A. Gere**, V. Losó, A. Györey, S. Kovács, L. Huzsvai, A. Nábrádi, Z. Kókai, L. Sipos (2014): Applying parallel factor analysis and Tucker-3 methods on sensory and instrumental data to establish preference maps. Case study on sweet corn varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94 (15) pp. 3213-3225 (IF=1,759) DOI: 10.1002/jsfa.6673.

13. E. Várvolgyi, **A. Gere**, D. Szöllösi, L. Sipos, Z. Kovács, Z. Kókai, M. Csóka, Zs. Mednyánszky, A. Fekete, K. Korány (2014): Application of sensory assessment, electronic tongue and GC-MS to characterize coffee samples. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 40 pp.125-133. (IF=0,385) DOI: 10.1007/s13369-014-1489-5.
14. A. Bagdi, F. Szabó, **A. Gere**, Z. Kókai, L. Sipos, S. Tömösközi (2014): Effect of aleurone rich flour on composition, cooking, textural and sensory properties of pasta. *LWT - Food Science and Technology*, 59(2) pp. 996-1002. (IF=2,546) DOI:10.1016/j.lwt.2014.07.001.
15. L. Csambalik, A. Divéky-Ertsey, Z. Pap, Cs. Orbán, M. Stégerné Máté, **A. Gere**, É. Stefanovits-Bányai, L. Sipos (2014): Coherences of Instrumental and Sensory Characteristics: Case Study on Cherry Tomatoes, *Journal of Food Science*, 79(11) pp. C2192-202 (IF=1,791) DOI: 10.1111/1750-3841.
16. B. Bernhardt, L. Sipos, Z. Kókai, **A. Gere**, K. Szabó, J. Bernáth, Sz. Sárosi (2015): Comparison of different *Ocimum basilicum* L. gene bank accessions analyzed by GC-MS and sensory profile. *Industrial Crops and Products*, 67 pp. 498-508. (IF=3.208) DOI:10.1016/j.indcrop.2015.01.013.
17. **A. Gere**, L. Sipos, K. Héberger (2015): Pair-wise correlation and method comparison: impact assessment for jar attributes on overall liking. *Food Quality and Preference*, 43 pp. 88-96. (IF=2,727) DOI:10.1016/j.foodqual.2015.02.017.
18. A. Bagdi, B. Tóth, R. Lőrincz, Sz. Szendi, **A. Gere**, Z. Kókai, L. Sipos, S. Tömösközi (2015): Effect of aleurone-rich flour on composition, baking, textural, and sensory properties of bread. *LWT - Food Science and Technology*, 65 pp. 762-769. (IF=2,546) DOI:10.1016/J.LWT.2015.08.073.

NEM IF-os folyóirat cikk idegen nyelv:

1. V. Losó, **A. Gere**, A. Györey, Z. Kókai, L. Sipos (2011): Comparison of the performance of a trained and an untrained sensory panel on sweetcorn varieties with the PanelCheck software. *Applied Studies in Agribusiness and Commerce*, 2012. 1-2.
2. D. Szöllösi, Z. Kovács, **A. Gere**, L. Sipos, Z. Kókai, A. Fekete (2011): Sweetener Recognition and Taste Prediction of Coke Drinks by Electronic Tongue. Olfaction and electronic nose. *Proceedings of the 14th international symposium on olfaction and nose*, 2-5 May 2011, New York (USA). AIP Conf. Proc. 1362, pp. 193-194; DOI:10.1063/1.3626355

Publikáció konferencia kiadványokban

Nemzetközi konferencia idegen nyelvű konferencia (összefoglaló)

1. D. Szöllösi, Z. Kovács, **A. Gere**, L. Sipos, Z. Kókai, A. Fekete (2011): Sensory evaluation and electronic tongue analysis for sweetener recognition in coke drinks. International Symposium on Olfaction and Electronic Nose. Rockefeller University, New York City, USA, May 2 - 5, 2011.
2. V. Losó, É. Erdélyi, **A. Gere**, Z. Kókai, L. Sipos (2011): Sensory panel performance monitoring – a case study with the perceived quality of sweet corn

- varieties. 1st Transilvanian Horticultural and Landscape Studies Conference. 8-9 april, 2011, Marosvásárhely, p. 75.
3. V. Losó, **A. Gere**, A. Györey, Z. Kókai, L. Sipos (2011): Comparison of the performance of a trained and an untrained sensory panel on sweetcorn varieties with the PanelCheck software. Second AGRIMBA-AVA Congress, Dynamics of international cooperation in rural development and agribusiness, 22-24 june, 2011. Wageningen, Netherlands. 22. p.
 4. D. Szöllösi, **A. Gere**, Z. Kovács, L. Sipos, Z. Kókai, V. Losó, A. Györey, A. Fekete (2012): Analysis of flavoured mineral water by a trained sensory panel and electronic tongue. XIII. Chemometrics and Analytical Chemistry, 25-29 june, 2012, Budapest, Hungary.
 5. E. Várvolgyi, **A. Gere**, D. Szöllösi, L. Sipos, Z. Kovács, Z. Kókai, M. Csóka, Zs. Mednyánszky, A. Fekete, K. Korány. (2012): Evaluation of coffee with sensory evaluation, electronic tongue and chemical analyses. XIII. Chemometrics and Analytical Chemistry, 25-29 june, 2012, Budapest, Hungary.
 6. A. Györey, **A. Gere**, V. Losó, L. Sipos, Z. Kókai (2012): Comparison of novel panel evaluation methods on table margarine panel training data. 5th European Conference on Sensory and Consumer Research, 9-12 September, Bern, Switzerland [P10.45].
 7. **A. Gere**, A. Györey, V. Losó, A. Szőke, S. Kovács, Z. Kókai, L. Sipos (2013): Comparison of mapping methods: PARAFAC and PCA in horticultural and food sciences. 4th MoniQA International Conference, 26 February – 1 March, Budapest, Hungary. pp. 115.
 8. L. Sipos, **A. Gere**, A. Györey, D. Szöllösi, Z. Kovács, Z. Kókai, L. Sipos (2013): Product discrimination process using electronic tongue and sensory evaluation. 4th MoniQA International Conference, 26 February – 1 March, Budapest, Hungary. pp. 116.
 9. A. Györey, **A. Gere**, L. Sipos, Z. Kókai (2013): Sensory preference mapping of table margarine. 4th MoniQA International Conference, 26 February – 1 March, Budapest, Hungary. pp. 117.
 10. **A. Gere**, D. Szabó, S. Kovács, K. Pásztor-Huszár, Z. Kókai, L. Sipos (2013): Correspondence analysis of ranking data for creating preference maps of flavored kefir products. Conferentia Chemometrica 2013, 08-11 September, Sopron, Hungary. P05.
 11. L. Sipos, **A. Gere**, D. Szabó, S. Kovács, Z. Kókai (2013): Multivariate methods for assessing sensory panel performance. Conferentia Chemometrica 2013, 08-11 September, Sopron, Hungary. P06.
 12. R. Nachtsheim, **A. Gere**, L. Sipos, R. Ludi, Z. Kókai, E. Schlich (2013): Vergleich verschiedener Methoden zur Messung der Übereinstimmungsfähigkeit zwischen Prüfpersonen in konventionellen Profilprüfungen. Drei-Länder-Sensoriktag, 07-08 November, Weihenstephan, Germany.
 13. D. Fekete, E. Várvolgyi, J. Felföldi, **A. Gere**, Z. Kókai, V. Böhm, G. Balázs, N. Kappel (2013): Sensory analysis of grafted watermelon grown in different Hungarian regions. Cost Action FA1204, 12-14 November, Murcia, Spain.

14. **A. Gere**, K. Dürschmid (2014): Can we predict gazing behaviour? SNÖ-E3S Conference, 12-13 May, Vienna, Austria.
15. **A. Gere**, L. Sipos, K. Dürschmid, K. Héberger (2014): Pair-wise correlation method: Impact of JAR attributes on overall liking. EuroSense 2014: A Sense of Life, 7-10 September, Copenhagen, Denmark. (P137)
16. **R. Nachtsheim**, A. Gere, L. Sipos, R. Ludi, Z. Kókai, E. Schlich (2014): Comparison of different methods to evaluate agreement between panellists in profile analysis. EuroSense 2014: A Sense of Life, 7-10 September, Copenhagen, Denmark. (P251)
17. A. Györey, **A. Gere**, D. Jackson, Z. Kókai, A. Goupil De Bouillé (2014): Cross-cultural study on descriptive evaluation of table margarines in Hungary and in the United Kingdom. EuroSense 2014: A Sense of Life, 7-10 September, Copenhagen, Denmark. (P150)
18. **A. Gere**, L. Danner, N. De Antoni, S. Kovács, K. Dürschmid, L. Sipos (2015): Comparison of decision times during an eye-tracking experiment. Conferentia Chemometrica 2015, 13-16 September, Budapest, Hungary (P19)
19. **A. Gere**, L. Sipos, K. Héberger (2015): Generalized pair-wise correlation method in food product development. Conferentia Chemometrica, 13-16 September, 2015, Budapest, Hungary (P18)
20. D. Radványi, **A. Gere**, L. Sipos, S. Kovács, Zs. Jókai, P. Fodor: Application of HS-SPME-GC-MS combined with detrended fluctuation analysis to distinguish mould species. Conferentia Chemometrica 2015, 13-16 September, Budapest, Hungary (P18)

Magyar nyelvű konferencia (összefoglaló)

1. Sipos, L., Losó, V., **Gere, A.**, Kókai, Z. (2011): Varianciaanalízis alkalmazása az érzékszervi vizsgálatokban. 2011. július 1. IX. Magyar Biometriai, Biomatematikai és Bioinformatikai Konferencia. p. 69
2. **Gere, A.**, Losó, V., Erdélyi, É., Kókai, Z., Sipos, L. (2011): Érzékszervi panelek értékelése PanelCheck szoftverrel. 2011. július 1. IX. Magyar Biometriai, Biomatematikai és Bioinformatikai Konferencia. p. 52.
3. **Gere A.**, Sipos L. (2012): A preferenciaterképezés módszertanának kritikus pontjai az élelmiszeripari termékfejlesztésben. 2012. november 8. Gazdasági kormányzás az Európai Unióban – Magyarország lehetőségei Tudományos Konferencia. p. 20.
4. Tóth A., **Gere A.**, Sipos L. (2012): A conjoint analízis kritikai elemzése élelmiszer-termékcsoportok vizsgálatával. 2012. november 8. Gazdasági kormányzás az Európai Unióban – Magyarország lehetőségei Tudományos Konferencia. p. 39.
5. **Gere, A.**, Losó, V., Györey, A., Szabó, D., Sipos, L., Kókai, Z. (2013): Élelmiszerek preferenciaterképezésének minőségbiztosítási szempontjai. 2013. április 16-17. Hungalimentaria 2013 „Kockázatbecslés, önellenzés, élelmiszerbiztonság” pp. 69-70.
6. Kókai Z., **Gere A.**, Sipos L. (2015): Kapcsolt Érzékszervi Analitika. 2015. szeptember 25. ÉKI 360. Tudományos kollokvium. pp.4.