



A kép illusztráció / Picture is for illustration only
Fotó/Photo: Tolokán Adrienn

Sipos László¹, Ladányi Márta², Kókai Zoltán¹, Gere Attila¹

Érkezett: 2016. augusztus – Elfogadva: 2016. november

Leíró vizsgálatot végző érzékszervi bírálók teljesítményértékelési módszereinek felülvizsgálata

Kulcsszavak: bírálók teljesítményvizsgálata, korreláció, regresszió, regressziós diagnosztika, szabvány

1. Összefoglalás

Az érzékelési tudományok alapját az érzékszervi mérések képezik. Az érzékszervi tudomány az emberi érzékszerveket a mérések eszközeként használja fel. Az érzékszervi vizsgálat során a termékek tulajdonságait érzékszervi bírálók és azokból álló bírálói csoport értékeli. Az érzékszervi tesztek után meghozott döntéseket az érzékelt adatok minősége alapvetően meghatározza, ezért az érzékszervi adatok minőségét a képzett és szakértői érzékszervi bírálói csoport és annak tagjai határozzák meg. Munkánkban az „MSZ ISO 11132:2013 Érzékszervi vizsgálatok. Módszertan. Általános irányelvek a leíró vizsgálatot végző bírálóbizottság teljesítményének mérése” című szabványban javasolt korrelációs és regressziós módszerek felülvizsgálatát mutatjuk be és javaslatot teszünk korrekcióra.

2. Bevezetés és szakirodalmi áttekintés

Kermit és Lengard [1] szerint egy jó érzékszervi bíráló csoportnak precíz, diszkriminatív és pontos eredményeket kell biztosítania. Ideális csoportteljesítmény akkor érhető el, ha minden egyes csoporttag megkülönbözteti a termékeket („nagy termékváltozatosság”), többször is ugyanazokat az értékeket éri el („bírálok közötti kis változatosság”). Ugyanakkor egyetért a többi vizsgálóbizottsági taggal az érzékszervi tulajdonságra vonatkozóan, adott tűrőhatáron belül (bírálok közötti kis különbség) [2],[3],[4]. Az érzékszervi bírálatvezető (panel leader) feladata, hogy az érzékszervi tesztek során összegyűjtse a szükséges információkat a bíráló csoport tagjairól. A teljesítmény ellenőrzésével és nyomon követésével biztosítható, hogy a paneltagok és panelek elkülönítésre képesek, eredményeik állandóak, megismételhetők, hibamentesek [5].

A szakirodalom az érzékszervi bírálókat képzettségük szerint három kategóriába sorolja: laikus bírálók (fogyasztók), képzett bírálók, szakértő bírálók. Különböző típusú feladatokhoz különböző képzettségű bírálók alkalmazása szükséges [6], [7], [8].

A laikus bírálókra jellemző, hogy átélik és nem elemzik az érzeteket, bírálatuk közben saját tapasztalatira hagyatkoznak, kivetítik a saját ízlésvilágukat a bírált termékekre. Emiatt a laikus bírálóknak feltett kérdések a kedveltségre, preferenciára irányulnak: Melyik terméket kedveli legjobban? Mennyire kedveli az egyes termékeket? Mi az ideális intenzitása egy tulajdonságnak a termékben? Melyiket választaná, vásárolná meg? Az összefoglalóan fogyasztói teszteknek nevezett vizsgálatok során mintavételi terv alapján az alapsokaságot (nem, kor, lakhely, iskolai végzettség, nettó kereset stb.) reprezentáló, nagy létszámú (minimum 60 fő) lekérdezést hajtanak végre. A bírálóknak jellemzően nincsen előzetes termékismeretük, csak néhány terméket értékelnek, egyszerűsített skálák, és könnyen értelmezhető rövid kérdőívek segítségével. Ilyen esetekben a személyes, szubjektív ízlésvilágot vizsgáljuk. A kedveltségi tesztek széleskörűen alkalmazhatók, többek között versenytárs termékek összehasonlításához, termékek optimalizálásához, receptúra változásainak monitorozásához, márkavizsgálatok, csomagolástervezés elvégzéséhez. A kedveltségvizsgálatok arra irányulnak, hogy a vizsgált termékek között létezik-e érzékelhető preferencia-eltérés, illetve ha létezik, akkor mely termékek térnek el egymástól és milyen mértékben [9].

¹ Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Árukezelési és Érzékszervi Minősítési Tanszék, H-1118 Budapest, Villányi út 35-43.

² Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Biometria és Agrárinformatika Tanszék, H-1118, Budapest, Villányi út 29-43.

A képzett bírálók speciális ismereteket kapnak az érzékszervi tudományterületen alkalmazott kísérletek megtervezésével, végrehajtásával és a kísérleti körülmények, tesztelés jó gyakorlataival kapcsolatban. A különböző érzékszervi módszertanok (különbségvizsgálatok, rangsorolások vizsgálatok, általános vizsgálatok) elsajátítása mellett többlépcsős bíráló kiválasztó teszteken mennek keresztül, ahol az érzékszerveik mérési határait, pontosságát tesztelik. Ezekhez nyújtanak segítséget a hazai (MSZ) és nemzetközi (ISO) és átvett (MSZ ISO) szabványok: színfelismerés teszt, színintenzitás teszt, íz intenzitás teszt, íz felismerés teszt, illatfelismerés teszt, illatintenzitás teszt.

A képzett bírálók bírálócsoportban objektív minősítést végeznek, feladatuk közé tartozik az érzékszervi bírálócsoportban (érezkszervi panel) a rutin vizsgálatok elvégzése, alapanyag-átvétel, késztermék-ellenőrzés, megfelelőség-értékelés. A kérdésfeltevés módja is – ennek megfelelően – analitikus jellegű: milyen intenzitásúak a minták egy konkrét, objektíven definiálható tulajdonság szempontjából, van-e különbség a minták között, milyen természetű ez a különbség, milyen tulajdonságokat társít a mintához. Az érzékszervi teszteknel a hangsúly az érzékelt jellemző intenzitásának mérésén van, az eredmények jellemzően a bírálócsoport tagjai által adott értékek statisztikai elemzésével adódnak [7], [8].

A képzett bírálók közül a különleges érzékenységű, tapasztalatú és tehetségű bírálók közül kerülnek ki a szakértői bírálók (bizonyos szakterületeken úgynevezett „orrok”). A képzett bírálókhöz képest speciális több hónapon, éven keresztül termékspecifikus képzésben részesülnek, ahol részletesen megtanulják a termékek érzékszervi tulajdonságainak felismerését, intenzitási értékeit, hibáit. A képzésekhez célszerűen speciális tesztek, különböző aromaanyagokat, illatréningeket – *Le nez du vin, Le nez du Café* – referenciamintákat, aromakereket alkalmaznak. A módszerekben szoftveresen is nagy jártassággal rendelkeznek. Mind a képzett, mind a szakértői bírálók nagy felelősséggel járó döntéseket hoznak.

A képzett és szakértői bírálók tesztelése és fejlesztése, teljesítményének a mérése jellemzően szabványos, többlépcsős és visszacsatoláson alapuló, sztenderdizált körülmények között megvalósított rendszeren keresztül történik, célszerűen szoftveres támogatás mellett.

3. Célkitűzés

Az „MSZ ISO 11132:2013 Érzékszervi vizsgálatok. Módszertan. Általános irányelvek a leíró vizsgálatot végző bírálóbizottság teljesítményének mérése” című szabvány többek között bemutatja az egyéni bíráló teljesítménymérésének módszereit. A képzett

1. táblázat A bírálatok kiinduló mátrixa (4 bíráló x 6 termék)
Table 1 Initial matrix of judgements (4 panelists x 6 products)

Minták Sample	Bírálok / Panelist								sorátlag Line average
	1		2		3		4		
	pontok score	átlag average	pontok score	átlag average	pontok score	átlag average	pontok score	átlag average	
1	8.0	8.3333	5.0	7.3	6.0	7.3	9.0	8.3	7.50
	8.0		8.0		7.0		8.0		
	9.0		9.0		5.0		8.0		
2	6.0	7.0	6.0	5.7	5.0	5.3	7.0	6.7	6.17
	8.0		7.0		4.0		7.0		
	7.0		4.0		7.0		6.0		
3	4.0	4.7	5.0	3.3	4.0	4.0	5.0	5.0	4.25
	5.0		2.0		3.0		5.0		
	5.0		3.0		5.0		5.0		
4	6.0	5.7	6.0	5.3	4.0	3.3	6.0	5.3	4.92
	6.0		4.0		2.0		5.0		
	5.0		6.0		4.0		5.0		
5	4.0	4.0	3.0	3.0	4.0	4.3	4.0	4.3	3.92
	5.0		2.0		4.0		5.0		
	3.0		4.0		5.0		4.0		
6	5.0	5.7	4.0	4.3	5.0	5.0	7.0	6.3	5.33
	6.0		2.0		4.0		5.0		
	6.0		7.0		6.0		7.0		
oszlopátlag Column average	5.89		4.83		4.67		6		5.35

és szakértői bírálók teljesítményértékelésével kapcsolatban ennek a kutatásnak a célja a fenti szabványban javasolt korrelációs és regressziós módszerek pontosítása, kiegészítése és felülvizsgálata..

4. Anyag és módszer

Az MSZ ISO 11132:2013 Érzékszervi vizsgálatok. Módszertan. Általános irányelvek a leíró vizsgálatot végző bírálóbizottság teljesítményének mérése című szabvány melléklete (A 4.2) az egyéni bíráló korrelációval és regresszióval történő értékelésének részleteit mutatja be. Az egyéni bíráló teljesítményének három meghatározó eredménye a korrelációs koefficiens, a tengelymetszet és a meredekség. A korrelációs koefficiens megmutatja, hogy a bírálók mennyire használják hasonlóan az értékelő skálát egy adott tulajdonság mérésekor. A nullától szignifikánsan eltérő tengelymetszet a bírálócsoport inhomogenitására utal, azaz egy vagy több bíráló nem ért egyet a panel többi tagjával. A meredekség alacsony volta azt mutatja, hogy adott bíráló nem használja olyan nagy terjedelemben a skálát, mint a többi bíráló. Az ideális bírálócsoport tökéletes egyenese az, amelyikben a panel átlaga és a bíráló átlaga fedik egymást, meredeksége és korrelációs koefficiense egyaránt 1,0, és az egyenes a koordinátatengelyeket a nulla pontban metszi. [5].

A kiinduló mátrix 4 bíráló 6 termékre adott értékeit tartalmazza (**1. táblázat**). A szabvány mellékletében csak az eredmények találhatóak meg, ezért az eredményekhez tartozó részletes számításokat az első bíráló példáján mutatjuk be.

Az ISO szabvány az egyén és a panel közötti vizsgálatához referenciaként a teljes panel átlagát alkalmazza. Javasolja továbbá az egyéni bírálói pontokra illeszkedő regressziós egyenes korrelációjának, meredekségének, tengelymetszetének meghatározását. A Pearson-féle korrelációs együttható (r) képlete, ahol az \bar{x} az x_i értékek, az \bar{y} az y_i értékek átlagát jelölik:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}}$$

A korrelációs együttható a paneltag és panelátlag közötti lineáris kapcsolat szorosságát méri, értéke független a mértékegységektől. A két érték közötti lineáris kapcsolat nagyságát és irányát jelzi. Minél távolabb van a zérustól annál erősebb a kapcsolat, értéke -1 (tökéletes negatív korreláció) és +1 (tökéletes pozitív korreláció) közé esik. A panelvizsgálatokban jellemzően ez szignifikáns +1-hez közeli pozitív érték (zérus az értéke, ha két rangsor között nincs kapcsolat, egymáshoz képest véletlenszerűek, korrelálatlanok). A lineáris, Pearson-féle korrelációs koefficiens kiszámíthatóságának feltételeit Fidy és Makara [10] alapján foglaljuk össze. Az Y és X változók mennyiségi (folytonos) változók legyenek és mindegyikük

eloszlása normális eloszlást kövessen. Az összes kovariancia legyen lineáris. Minden X értékhez Y érték is tartozzon. Az X és Y értékeket egymástól függetlenül mérjük. A minták választása legyen véletlen mintavétel.

A regresszió számítás lényege, hogy függvényszerű kapcsolatot keresünk egy vagy több „független” (magyarozó) és egy függő változó között. Az adatokra illesztett lineáris modell a következően írható le: $Y = b_0 + b_1 X + e$, ahol a b_0 érték az elméleti regressziós konstans (tengelymetszet), a b_1 érték az elméleti regressziós együttható, az e érték pedig a véletlen hibahatag (reziduum/maradék), melyről feltételezzük, hogy X különböző értékei mellett egymástól független, 0 várható értékű, azonos szórású normális eloszlású valószínűségi változókkal adható meg. A becslés alapja a legkisebb négyzetek elve, ami szerint az úgynevezett reziduális/hiba négyzetösszeget minimalizáljuk:

$$F: (b_0, b_1) \mapsto \sum_{i=1}^n (y_i - (b_0 + b_1 x_i))^2 \quad [11].$$

Sajnálatos módon a szabvány nem ejt említést a regressziós modell diagnosztikájáról sem, ezért az eredményeket tárgyaló részben ezt is lépésről-lépésre bemutatjuk. A lineáris korreláció kiszámítása után a modellválasztás jóságát a regressziós modellre végzett variancia-analízis során kapott F érték alapján lehet megállapítani. Ahhoz, hogy a paraméterbecslést korrektnek, jónak fogadhassuk el ahhoz a panelátlagra és a tengelymetszetre vonatkozó t -értékeket kell értékelnünk. A kapott regressziós függvénnyel becsüljük az 1-es bíráló által adott értékeket a teljes panelátlagot felhasználva. A becsült és a valós értékek különbségei adják a reziduumokat. A reziduumokat/maradékokat a panelátlag (független változó) függvényében ábrázoljuk. Amennyiben az ábra egy szabálytalan pontfelhő, a reziduumok és a panelátlag függetlenségét elfogadjuk. A diagnosztika fontos lépése a maradékok normalitásának tesztelése. Ha a ferdeség és csúcosság abszolút értéke 1 alatt van, akkor elfogadható a normalitás. Amennyiben a csúcosság/csúcosság hibája vagy a ferdeség/ferdeség hibája hányadosok abszolút értékben 2 alatt vannak, akkor is elfogadható a normalitás [12], [13].

5. Eredmények

Az ISO 11132:2012 panelteljesítményével foglalkozó szabvány (A4.2) példán keresztül mutatja be az egyén korrelációval és regresszióval történő értékelésének részleteit. A szabvány mellékletében csak az eredmények találhatóak meg, ezért az eredményekhez tartozó részletes számításokat az első bíráló példáján mutatjuk be. Sajnálatos módon a szabvány nem tesz említést a regressziós modell diagnosztikájáról sem, ezért a következőkben ezt is részletesen bemutatjuk. Lineáris esetben a modell determinációs együtthatója a tapasztalati korrelációs koefficiens (r) négyzete az $R^2=0,98$, amely a modell és a teljes variancia hányadosaként írható fel, értelmezése, a modell 98%-ban magyarázza az első bíráló átlagértékeinek

szóródását (**2. táblázat**). A determinációs együtttható esetében meghatározott a kapcsolat és azt mutatja meg, hogy mennyire lehet az egyik változóból a másik változót előre jelezni. Ezzel szemben a korrelációs koefficiens szimmetrikus, kétirányú a kapcsolat, és szignifikáns korreláció esetében sem jelent ok-okozati kapcsolatot.

A regressziós modellre vonatkozó variancaanalízis (ANOVA) során az $F=248,1307$ adódott, értéke magas, ezért a lineáris modellválasztás jónak bizonyult (**3. táblázat**). Az ANOVA F-értéke szignifikánsnak adódott $p=9,49 \cdot 10^{-5}$.

A panelátlagra vonatkozó t-érték szignifikáns, elég nagy ($t_{panel\hat{a}tlag}=15,75$; $p=9,49 \cdot 10^{-5}$) ahhoz, hogy a paraméterbecslést korrektnak, jónak fogadhatjuk el. A tengelymetszetre vonatkozó t-értéke ($t_{tengelymetszet}=1,03$) nem szignifikáns ($p=0,36$), tehát a modell 0-nál metszi a tengelyt, vagyis a bíráló teljesítménye a panelkonszenzust tekintve megfelelő (**4. táblázat**).

A kapott regressziós függvénnyel becsüljük az 1-es bíráló által adott értékeket a teljes panelátlagot felhasználva. A becsült és a valós értékek különbségei adják a reziduumokat. A reziduumokat/maradékokat a panelátlag (független változó) függvényében ábrázoljuk. Mivel az ábra egy szabálytalan pontfelhő, a reziduumok és a panelátlag függetlenségét elfogadjuk (**5. táblázat, 6. táblázat, 1. ábra**).

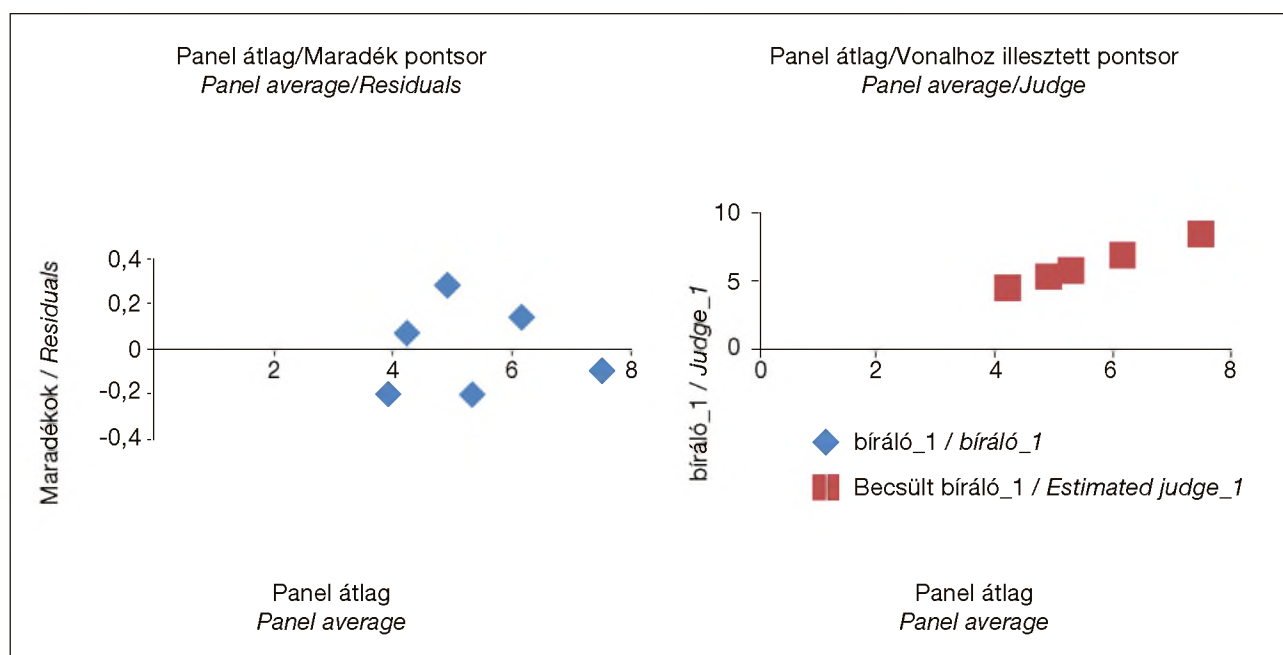
A diagnosztika fontos lépése a maradékok normalitásának tesztelése. Ha a ferdeség és csúcosság abszolút értéke 1 alatt van, akkor elfogadható a normalitás. Amennyiben a (csúcosság)/(csúcosság hibája) vagy a (ferdeség)/(ferdeség hibája) hányadosok abszolút értékben 2 alatt vannak, akkor is elfogadható a normalitás [**12**], [**13**] (**7. táblázat**).

Ha a csúcosság és/vagy ferdeség nagyobb, mint 1, akkor a D'Agostino teszt: $K^2 = Z^2(\sqrt{b_1}) + Z^2(b_2)$, ahol, $Z^2(\sqrt{b_1})$ = ferdeség normál közelítése, és a $Z^2(b_2)$ = csúcosság normál közelítése. Ha a négyzetösszeg kisebb, mint a kritikus érték, illetve a szignifikancia szint 0,05 felett van, akkor elfogadható a normalitás [**14**]. Estünkben a csúcosság miatt D'Agostino teszt, amelyet két módszerrel vizsgálhatunk. Amennyiben a számított p-érték ($0,690825$) $> 0,05$, akkor a maradék pontsor normál eloszlást követ. Ha a táblázatos kritikus érték ($5,991465$) nagyobb mint a számított érték ($0,739738$), akkor a maradék pontsor normál eloszlást követ (**8. táblázat**).

Az egyén teljesítményének három meghatározó jellemzője a korrelációs koefficiens, amelynek értéke $r=0,992036$ ($R^2=0,9841$), a tengelymetszet $b_0 = -0,4254$ és a meredekség $b_1 = 1,180552$ (**2. ábra**). Megjegyezzük, hogy ha a tengelymetszet nem szignifikáns, úgy érdemes lefuttatni a lineáris modellt úgy is, hogy nincs tengelymetszet, mert ez esetünkben a bíráló és bíráló panel közötti konszenzust jelenti.

Mivel a panelátlagban annak a bírálónak az adatsora is benne van, akivel az összehasonlítást (korrelációt) végezzük, az ISO által javasolt panelátlag használata torzítja az eredményeket. Belátható, hogy a korrelációs koefficiensnek minden esetben lesz egy olyan hozzáadott része, ami kizárólag abból adódik, hogy az egyén értékeit olyan értékekhez hasonlítjuk (teljes panelátlag), amelyben ő is szerepel.

Ennek kiküszöbölésére célszerű egy olyan – valóságot jobban tükröző – korrekció bevezetése, amelyben a teljes átlag helyett az adott bírálói érték nélküli átlag képezi az összehasonlítás (korreláció) alapját. Ez különösen azért fontos, mivel a Pearson-féle kor-



1. ábra. Panel átlag és reziduumok, panelátlag és bíráló (1)
Figure 1 Panel average and residuals, panel average and panelist (1)

2. táblázat A regressziós statisztika eredményei
Table 2 Results of the regression statistics

r értéke (korrelációs koefficiens) / value of r (correlation coefficient)	0.992035893
R ² (determinációs együttható) / R ² (coefficient of determination)	0.984135213
Korrigált r-négyzet / Corrected r squared	0.980169016
Standard hiba / Standard error	0.221502424
Megfigyelések (minták száma) / Observations (number of samples)	6

3. táblázat A regressziós modellre végzett varianciaanalízis
Table 3 Variance analysis of the regression model

	df	SS	MS	F	F érték szignifikanciája / Significance of the F value
Regresszió / Regression	1	12.17412	12.17412	248.1307	9.49E-05
Maradék / Residual	4	0.196253	0.049063		
Összesen / Total	5	12.37037			

4. táblázat A tengelymetszetre és a panelátlagra elvégzett statisztikák
Table 4 Statistics for the intercept and the panel average

	Koefficiensek Coefficients	Standard hiba Standard error	t-érték t-value	p-érték p-value	Alsó 95% Bottom 95%	Felső 95% Top 95%
Tengelymetszet Intercept	-0.425098024	0.410907	-1.03454	0.359328	-1.56596	0.715762
Panel átlag Panel average	1.180552243	0.074945	15.75217	9.49E-05	0.97247	1.388634

5. táblázat Maradék tábla
Table 5 Residuals table

Megfigyelés Observation	Becsült bíráló_1 Estimated panelist_1	Maradékok Residuals	Standard maradékok Standard residuals
1	8.429043798	-0.09571	-0.4831
2	6.858909315	0.141091	0.712156
3	4.592249009	0.074418	0.375623
4	5.383219011	0.283448	1.430703
5	4.202666768	-0.20267	-1.02296
6	5.867245431	-0.20058	-1.01242

6. táblázat Valószínűségi tábla
Table 6 Probability table

Százalékos osztályozás Percent classification	bíráló_1 Panelist_1
8.333333	4
25	4.666667
41.66667	5.666667
58.33333	5.666667
75	7
91.66667	8.333333

7. táblázat. Maradékok leíró statisztikái
Table 7 Descriptive statistics of the residuals

Maradékok / Residuals	
-0.09571	átlag / average 2.96E-16
0.141091	ferdeség / skewness 0.336523
0.074418	csúcsosság / kurtosis -1.58302
0.283448	ferdeség hibája (std. err) / skewness error (std. err) 1
-0.20267	csúcsosság hibája (std. err) / kurtosis error (std. err) 2
-0.20058	

8. táblázat. D'Agostino teszt
Table 8 D'Agostino test

számított ért / calculated value	0.739738
szignifikancia szint (p-érték) / significance level (p-value)	0.690825
kritikus érték / critical value	5.991465

relációs koeficiens kiszámíthatóságának egyik feltétele, a változók függetlensége csak ezáltal biztosítható. Természetesen ennek a módszernek az a következménye, hogy mindhárom teljesítményjellemző – korrelációs koeficiens, tengelymetszet, meredekség – értéke megváltozik.

A korrekció hatására természetesen minden esetben csökken a korrelációs koeficiens, mivel az adott bíráló adatsorát kiszedjük a panelátlagból. A korrekció hatására a tengelymetszet, valamint a meredekség értéke bírálótól függően javulhat vagy romolhat. Kivételt képez az a kevésbé valószínű speciális eset, amikor minden bíráló tökéletesen ugyanúgy minősíti az egyes termékeket, azaz a panel átlaga és a bíráló átlaga fedik egymást. A regressziós egyenes a nulla pontból indulva 1-es meredekségű, valamint a pontok az egyenesen helyezkednek el. Ebben az esetben nem változnak ezek a jellemzők.

A bírálók teljesítményjellemzőit külön kiszámoltuk az ISO szerint és a korrekcióval módosított eljárás szerint is. Az eredmények alapján megállapítható, hogy minden bíráló mindhárom teljesítményjellemzője megváltozik, amelyek közül a korrelációs koeficiens minden esetben csökkent. A könnyebb áttekinthetőség miatt szimbólum- és színkódokat vezetünk be. A nyilak az értékek változásának irányát mutatják (növekedés ↑, csökkenés ↓), a különböző színek pedig a bíráló értékének alakulását jelzik (javulás zöld, romlás piros). A korrelációs koeficiens értéke ideális esetben 1, a tengelymetszet 0, a meredekség 1.) (9. táblázat).

Az előbbieken bemutatott 1-es bíráló esetében a korrekció hatására a korrelációs koeficiens értéke csökkent, ugyanakkor mind a tengelymetszet, mind a meredekség a paneléhez közelített. Hasonló tendencia volt megfigyelhető a 2-es bíráló esetében is. A korrekciós módszer alapján, az 1-es bírálótól csak minimálisan különbözött. Az ISO alapján a 4-es bíráló adódott a legjobb bírálónak. Érdemes kiemelni a 3-as bírálót, akinek mindhárom paramétere romlott. A bíráló tagok közül az ő korrelációs koeficiense csökkent a legnagyobb mértékben, így ennek a bírálónak az értékei torzították legjobban a panel eredményét. Ezt támasztják alá a romló tengelymetszet és romló meredekség értéke is. Ennek a bírálónak a legkisebb meredekség értékei egyben arra utalnak, hogy nem használta olyan nagy terjedelemben a skálát, mint a többi bíráló. Fontos hangsúlyozni, hogy a korrelációs koeficiens (r) értéke csak adott szignifikancia szint mellett értelmezhető. Amennyiben nem szignifikáns a korreláció úgy nem bizonyított a lineáris összefüggés, így további vizsgálatok szükségesek az összefüggések feltárására. A korrekcióval számolt Pearson-féle korrelációs mátrix ($\alpha=0,05$) bemutatja, hogy a 3. bíráló korrelációs koeficiense nem adódott szignifikánsnak (10. táblázat).

Hangsúlyoznunk kell, hogy a kritikus értéket az előre rögzített szignifikancia szint mellett az elemszám határozza meg. További számításokat végeztünk, amelyek azt mutatták, hogy amennyiben 6 helyett 8 terméket tesztelt volna a 3. bíráló, úgy már a kritikus értéknél nagyobb a számított érték, így adott szignifikancia szint mellett elfogadható, hogy lineáris

9. táblázat. ISO által javasolt módszer és a korrekcióval számolt módszer különbségei
Table 9 Differences between the method recommended by ISO and the method calculated with the correction

	bíráló(1) / Panelist(1)		bíráló(2) / Panelist(2)		bíráló(3) / Panelist(3)		bíráló(4) / Panelist(4)	
	ISO	korrekció correction	ISO	korrekció correction	ISO	korrekció correction	ISO	korrekció correction
Korrelációs koeficiens Correlation coefficient	0.992036	↓0.976322	0.948121	↓0.899362	0.812887	↓0.734924	0.987007	↓0.976797
Tengelymetszet Intercept	-0.425098	↑0.122192	-1.36602	↑-0.9232	1.488924	↑2.05053	0.289451	↑0.961967
Meredekség Slope	1.180552	↓1.100359	1.159119	↓1.029315	0.594156	↓0.46934	1.067725	↓0.968163

10. táblázat. Pearson-féle korrelációs koeficiens (korrigált módszer és szignifikancia szint)
Table 10 Pearson correlation coefficients (corrected method and significance level)

Pearson korrelációs koeficiens Pearson correlation coefficients	bíráló 1 / Panelist 1	bíráló 2 / Panelist 2	bíráló 3 / Panelist 3	bíráló 4 / Panelist 4
Korrigált panel (kivett bíráló 1) Corrected panel (Panelist 1 excluded)	0.9763 (p=0.0008)			
Korrigált panel (kivett bíráló 2) Corrected panel (Panelist 2 excluded)		0.8994 (p=0.0147)		
Korrigált panel (kivett bíráló 3) Corrected panel (Panelist 3 excluded)			0.7349 (p=0.0961)	
Korrigált panel (kivett bíráló 4) Corrected panel (Panelist 4 excluded)				0.9768 (p=0.0008)

összefüggés adódik a korrigált panelátlag és az adott paneltag értékei között ($r=0,7349$; $p=0,038$; $\alpha=0,05$). Természetesen a 7. és 8. terméket az átlagokkal helyettesítettük így az r értéke nem változott. Pontdiagramban szemléltetve 6 minta esetében 6 pont adódik, 8 minta esetében 8 pont adódik, de 7-nek látszik, mivel a két átlagpont fedésben van. A korrelációs koefficiens értékét egy-egy kilógó (*outlier*) érték erősen befolyásolja. Ezt támasztja alá, hogy a 8 minta esetében lévő legalsó pont értékét csak két átlagérték tud ellensúlyozni, hogy szignifikáns legyen a korrelációs koefficiens értéke ($\alpha=0,05$) (3. ábra). A kilógó értékek okait további vizsgálatokkal célszerű feltárni.

A Pearson-féle korrelációs táblázat kritikus értékei segítségével bemutatható a szignifikanciaszint rögzítésének eredményekre gyakorolt hatása is. A 3. bíráló eredményeit alapul véve ($r=0,7349$) $\alpha=0,1$ esetén 6 termék, $\alpha=0,05$ esetén 8 termék, $\alpha=0,01$ esetén pedig már 12 termék esetében lenne szignifikáns. Azért is fontos, hogy a korrelációs koefficiens szignifikáns legyen, mert így a lineáris regresszió is szignifikáns lesz (11. táblázat) [15].

Összefoglalóan megállapítható, hogy az ISO által javasolt panelátlag használata torzíthatja az eredményeket. Helyette célszerű a korrekciós módszer al-

11. táblázat. A Pearson-féle korrelációs együtthatóra vonatkozó kétoldali kritikus értékek táblázta [15]
Table 11 Table of bilateral critical values for the Pearson correlation coefficient [15]

N	$\alpha=0.1$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
4	0.900	0.950	0.990
5	0.805	0.878	0.959
6	0.729	0.811	0.917
7	0.669	0.754	0.875
8	0.621	0.707	0.834
9	0.582	0.666	0.798
10	0.549	0.632	0.765
11	0.521	0.602	0.735
12	0.497	0.576	0.708

12. táblázat. Spearman-féle korrelációs koefficiensek (korrigált módszer és szignifikancia szint)
Table 12 Spearman correlation coefficients (corrected method and significance level)

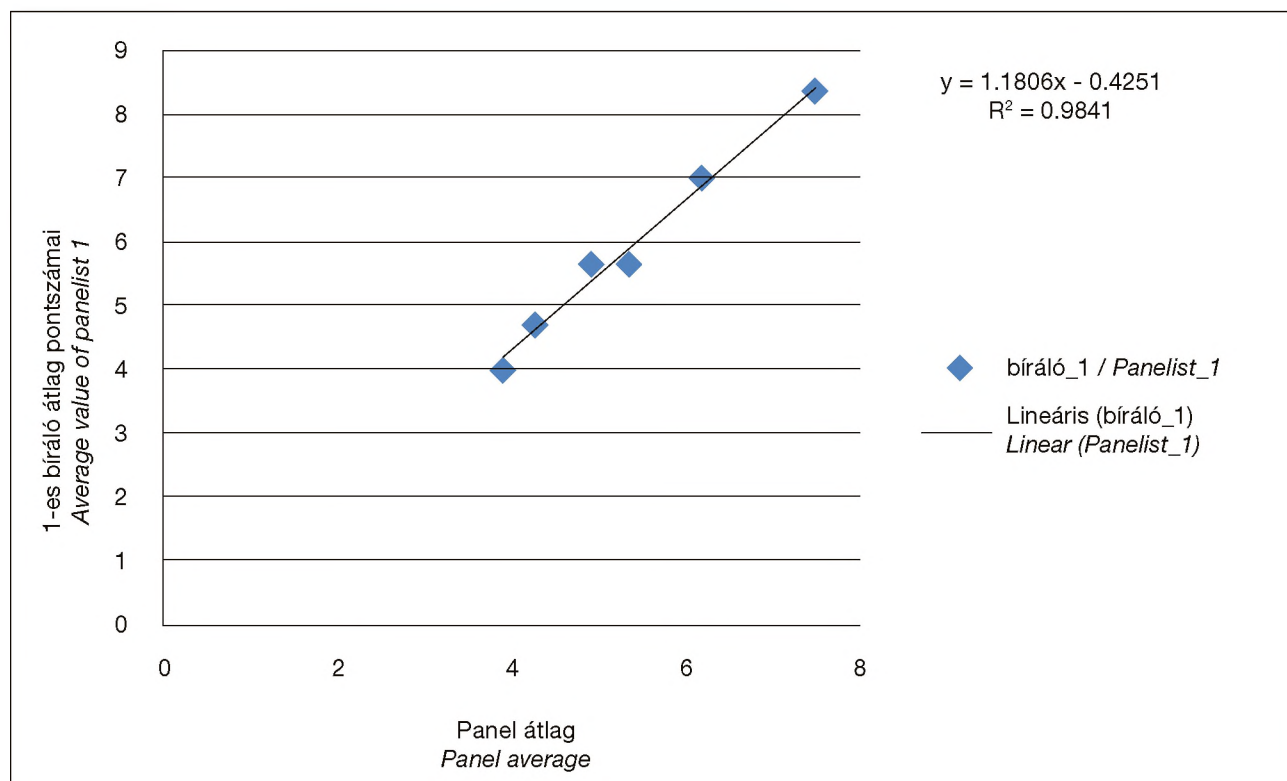
Spearman korrelációs koefficiensek Spearman correlation coefficients	bíró 1 / Panelist 1	bíró 2 / Panelist 2	bíró 3 / Panelist 3	bíró 4 / Panelist 4
Korrigált panel (kivett bíráló 1) Corrected panel (Panelist 1 excluded)	0.9856 ($p=0.0028$)			
Korrigált panel (kivett bíráló 2) Corrected panel (Panelist 2 excluded)		0.9429 ($p=0.0167$)		
Korrigált panel (kivett bíráló 3) Corrected panel (Panelist 3 excluded)			0.6957 ($p=0.1361$)	
Korrigált panel (kivett bíráló 4) Corrected panel (Panelist 4 excluded)				1.0000 ($p<0.0001$)

13. táblázat. A Spearman korrelációs koefficiensek kétoldali kritikus értékek táblázta [19]
Table 13 Table of the bilateral critical values of the Spearman correlation coefficients [19]

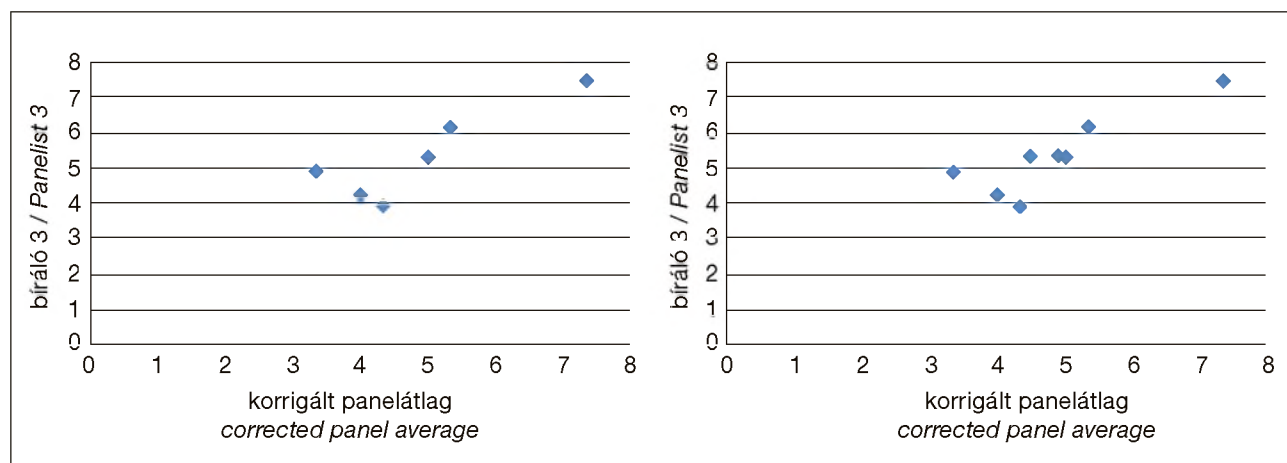
	$\alpha=0.1$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
4	1.000	–	–
5	0.900	1.000	–
6	0.829	0.886	1.000
7	0.714	0.786	0.929
8	0.643	0.738	0.881
9	0.600	0.700	0.833
10	0.564	0.648	0.794
11	0.536	0.618	0.755
12	0.503	0.587	0.727
13	0.484	0.560	0.703
14	0.464	0.538	0.675
15	0.443	0.521	0.654
16	0.429	0.503	0.635
17	0.414	0.485	0.615
18	0.401	0.472	0.600
19	0.391	0.460	0.584
20	0.380	0.447	0.570

kalmazásával a vizsgálandó bíráló értékét kivenni az átlag számításához a valóság jobb közelítése érdekében. A korrigált panelátlagot, így a belőle képzett korrelációs koefficiens értékét is jelentősen befolyásolják a kilógó érték(ek). A Pearson-féle korreláció kritikus értékeit az elemszám és a szignifikancia szint befolyásolja. A regresszió elvégzésénél szakmailag megalapozott döntést csak a regressziós modellre végzett diagnosztika elvégzése után tehetünk. A korrekció hatására szinte mindig csökken a korrelációs koefficiens, viszont a tengelymetszet és a meredekség értéke a bírálói értékeléstől függően változhat.

Képzett bírálócsoporthoz rendszerint 10-12 főből áll, amely statisztikai értelemben alacsony elemszámú ($n < 13$), a változókkal kapcsolatban sérülhet a normalitási követelmény. Ennek következtében a paraméteres próbák feltételei nem teljesülnek, így a kevésbé hatékony, de eloszlás független nem-parametrikus módszereket kell választani. Fontos kiemelni, hogy ezek a próbák az eloszlás függetlenség mellett bizonyos feltételeket megkövetelnek. Az egyén és a panel által adott pontok korrelációját Pearson-féle korrelációval elemezve torzított eredményt adhatnak.



2. ábra. Panel átlag és bíráló (1) átlagértékei
Figure 2 Panel average and the average value of panelist (1)



3. ábra. Bíráló (3) a korrigált panelátlag függvényében 6 és 8 minta átlagértékeivel ábrázolva
Figure 3 Panelist (3) as a function of the corrected panel average, plotted with the average values of 6 and 8 samples, respectively

Helyette a korreláció nemparaméteres, robusztus megfelelőjével a Spearman rho értéket célszerű kiszámítani, amely nem érzékeny a normalitási feltétel sérülésére, és a minták eloszlásának a különbözőségére sem [16]. A Spearman rangkorrelációs eljárás két változó monotonitását, vagyis az együtváltozás szorosságát méri adott mintában. A Spearman rangkorreláció során a mintabeli adatok sorbarendezése után rangszámkonverziót hajtunk végre, azaz a rendezett minták elemeihez rangszámokat rendelünk ($X_i \rightarrow$ helyett: $\text{Rang}(X_i)=\text{rangszám}$). Ezután a rangszámokra elvégezzük a Pearson korreláció kiszámítását [17], [18].

A változók megkövetelt függetlensége miatt ez esetben is javasolt a korrekció elvégzése. A korrekcióval számolt Spearman-féle korrelációs mátrix ($\alpha=0,05$) eredményei jelen esetben a Pearson-féle korrekcióval számolt korrelációhoz hasonló eredményre jutottak. A 3. bíráló korrelációs koefficiense itt sem adódott szignifikánsnak, és ugyanúgy 6 helyett 8 terméket kellene tesztelnie ahhoz, hogy a kritikus értéknél nagyobb legyen a számított érték, hogy szignifikáns legyen az eredmény ($r=0,6957$; $p=0,1361$; $\alpha=0,05$) (12. táblázat).

A Spearman-féle korrelációs táblázat kritikus értékei alapján a 3. bíráló eredményeit alapul véve ($r=0,6957$) viszont változtak az eredmények, mivel $\alpha=0,1$ esetén 8 termék, $\alpha=0,05$ esetén 10 termék, $\alpha=0,01$ esetén pedig már 14 termék esetében lenne szignifikáns. A Spearman-féle korrelációval számolva több termék kell a szignifikáns eredmény eléréséhez (13. táblázat) [19]. A lineáris regresszió helyett pedig a robusztus regresszió, irány-tangens tesztelésével valósítható meg célszerűen [17].

6. Következtetések

Az MSZ ISO 11132:2013 szabvány az egyén és a bírálócsoport közötti vizsgálatához referenciaként a teljes panel átlagát alkalmazza, és javasolja az egyéni bírálói pontokra illeszkedő regressziós egyenes korrelációjának, meredekségének, tengelymetszetének meghatározását. Mivel a panelátlag tartalmazza annak a bírálónak az adatsorát is, akivel az összehasonlítást (korrelációt) végezzük, az ISO által javasolt panelátlag használata torzítja az eredményeket. Belátható, hogy a korrelációs koefficiensnek minden esetben lesz egy olyan hozzáadott része, ami kizárólag abból adódik, hogy az egyén értékeit olyan értékekhez hasonlítjuk (teljes panelátlag),



A kép illusztráció / Picture is for illustration only
Fotó/Photo: Shutterstock

amelyben ő is szerepel. Ennek korrekciójára adunk megoldási javaslatot az eredmények részben.

Számításainkkal bizonyítottuk, hogy mivel a panelátlagban annak a bírálónak az adata is benne van, akivel az összehasonlítást (korrelációt) végezzük, a szabvány által javasolt panelátlag használata torzítja az eredményeket, ezért a korrekt számíthatóhoz a vizsgálandó bíráló értékét ki kell venni az átlag kiszámításánál. A javasolt korrekciós módszer hatására szinte mindig csökken a korrelációs koefficiens, viszont a tengelymetszet és a meredekség értéke a bírálói értékeléstől függően változik.

Számításainkkal igazoltuk, hogy a korrigált panelátlagot - így a belőle képzett korrelációs koefficiens értékét is - jelentősen befolyásolják a kilógó érték(ek). Kiemeltük, hogy a szignifikancia mértékét nem megalapozott a kapcsolat szorosságaként értelmezni, mivel csak a nullhipotézist elutasító döntés megbízhatóságával van összefüggésben [18]. Amennyiben nem szignifikáns a korreláció, úgy nem bizonyított a lineáris összefüggés, így további vizsgálatok szükségesek az összefüggések feltárására. Számításainkkal igazoltuk, hogy a kis elemszámnál magasnak tűnő korrelációs koefficiens nem feltétlenül jelent szignifikáns különbséget, viszont magas elemszámnál alacsonynak tűnő korrelációs is szignifikáns lehet kétoldali kritikus értékek táblázata alapján [15].

Munkánkban igazoltuk, hogy amennyiben nem teljesülnek a parametrikus próbák feltételei, úgy a Pearson-féle korreláció helyett nem paraméteres, eloszlás független robusztus megfelelőjével a Spearman rho értéket célszerű kiszámítani. Kiemeltük, hogy a változók megkövetelt függetlensége miatt ebben az esetben is javasolt a korrekció elvégzése. Természetesen a kritikus értéket a Spearman-féle korrelációs együtthatóra vonatkozó kétoldali kritikus értékek táblázata alapján kell meghatározni [19].

Összefoglalva ezek alapján célszerű javasolni az „MSZ ISO 11132:2013 Érzékszervi vizsgálatok. Módszertan. Általános irányelvek a leíró vizsgálatot végző bírálóbizottság teljesítményének mérésére” című szabvány felülvizsgálatát és módosítását.

7. Köszönetnyilvánítás



Az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-16-4 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült.

8. Irodalom

- [1] Kermi, M., Lengard, V. (2005): Assessing the performance of a sensory panel-panelist monitoring and tracking. *Journal of Chemometrics*, 19, 154–161.

- [2] Bi, J., Kuesten, C. (2012): Intraclass Correlation Coefficient (ICC): A Framework for Monitoring and Assessing Performance of Trained Sensory Panels and Panelists. *Journal of Sensory Studies*, 27, 5, 352–364.
- [3] Derndorfer, E., Baierl, A., Nimmervoll, E., Sinkovits, E. (2005). A panel performance procedure implemented in R. *Journal of Sensory Studies*, 20, 217–227.
- [4] Carbonell, L., Izquierdo, L., Carbonell, I. (2007). Sensory analysis of Spanish mandarin juices. Selection of attributes and panel performance. *Food Quality and Preference*, 18, 329–341.
- [5] MSZ ISO 11132:2013 Érzékszervi vizsgálatok. Módszertan. Általános irányelvek a leíró vizsgálatot végző bírálóbizottság teljesítményének mérésére
- [6] Molnár, P. (1991): Élelmiszerek érzékszervi vizsgálata. Budapest: Akadémiai Kiadó, 11–204.
- [7] Kókai, Z. (2003): Az almafajták érzékszervi bírálata. Doktori értekezés. Budapest: Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem, 35-59.
- [8] MSZ ISO 6658:2007 Érzékszervi vizsgálat. Módszertan. Általános útmutató.
- [9] ISO 11136:2014 Sensory analysis -- Methodology -- General guidance for conducting hedonic tests with consumers in a controlled area
- [10] Fidy, J. Makara, G. (2005): Biostatistika. InforMed 2002 Kft.
- [11] Harnos Zs., Ladányi, M. (2005): Biometria agrártudományi alkalmazásokkal. Budapest, Aula. 274-284, 307.
- [12] Tabachnick, B. G., Fidell, L. S. (2003). Using Multivariate Statistics, 6th ed. Boston: Allyn and Bacon.
- [13] Tabachnick, G. G., Fidell, L. S. (2007): Experimental Designs Using ANOVA. Belmont, CA: Duxbury.
- [14] D'Agostino, R. B., Belanger, A., D'Agostino, R.B. Jr. (1990): "A suggestion for using powerful and informative tests of normality". *The American Statistician*, 44 (4) 316–321.
- [15] Bevington, P.R. (1969): Data Reduction and Error Analysis for Physical Sciences. McGraw-Hill Book, New York.
- [16] Sajtos, L., Mitev, A. (2007): SPSS kutatási és adatelemzési kézikönyv. Budapest: Alinea Kiadó. 163-244.
- [17] Bard, Y. (1974): Nonlinear parameter estimation. New York, Academic Press.
- [18] Vargha, A. (2008): Matematikai statisztika pszichológiai, biológiai és nyelvészeti alkalmazásokkal. Budapest, Pólya. 265-330.
- [19] Weathington, B. L., Cunningham, C. J. L., Pittenger, D. J. (2012): Understanding Business Research. New Jersey, John Wiley & Sons. 454.