



ELEKTRONIKUS NYELV ALKALMAZÁSA KÜLÖNBÖZŐ BORVIDÉKEKRŐL SZÁRMAZÓ BOROK ÖSSZEHASONLÍTÁSÁRA

TDK Dolgozat

SOÓS JÁNOS
Élelmiszermérnök MSc. II. évfolyam



TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0005

TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0023

Témavezetők:
Kovács Zoltán, egyetemi tanársegéd
Dr. Fekete András, egyetemi tanár

**Budapest
2012**

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS.....	2
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	3
2.1. A szőlő növény eredete.....	3
2.2. Kékszőlő feldolgozás módjai, borkészítés	4
2.2.1. Rozéborok készítése.....	4
2.2.2. Sillerborok készítése	5
2.2.3. Vörösborok készítése	5
2.3. Vörösborok jótékony hatása.....	5
2.4. Érzékszervi bírálat.....	6
2.5. Elektronikus nyelv	7
3. CÉLOK.....	10
4. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK	11
4.1. Felhasznált anyagok.....	11
4.1.1. Borminták.....	11
4.2. Felhasznált módszerek.....	12
4.2.1. Analitikai vizsgálatok	12
4.2.2. Érzékszervi bírálat előkészítése.....	12
4.2.3. Elektronikus nyelvvel végzett mérés előkészítése.....	14
4.2.4. A mérési adatok feldolgozása.....	17
5. EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK	21
5.1. Analitikai vizsgálat eredményei.....	21
5.2. Érzékszervi bírálatok eredményei.....	22
5.3. Elektronikus nyelv műszerrel végzett vizsgálatok eredményei.....	26
5.3.1. Az első mérési módszer eredményei	26
5.3.2. A második mérési módszer eredményei	28
5.3.3. A harmadik mérési módszer eredményei.....	30
5.4. Érzékszervi tulajdonságok becslése elektronikus nyelvvel.....	37
5.5. Következtetések.....	41
6. ÖSSZEFOGLALÁS.....	42
IRODALOMJEGYZÉK.....	44

1. BEVEZETÉS

A szőlőtermesztésnek és borkészítésnek a mai napig meghatározó szerepe van a magyar kultúrában. Manapság az emberek egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek az egészséges táplálkozásra, melynek szerves része a mértékletes borfogyasztás. A borfogyasztásnak az emberi szervezetre gyakorolt jótékony hatása benne él a köztudatban, és sokan fogyasztják a bort az élvezeti értéke miatt. Ugyanis hatással van érzékszerveinkre (kellemes íz, illat), és testi-szellemi állapotunkra (közérzet javulás). A világ nagy részén és hazánkban is legtöbbször a vörösbort részesítik előnyben, de nálunk fokozatosan emelkedik a rozé borok iránti kereslet. Magyarországon az egy főre eső éves must- és borfogyasztás az elmúlt években 30-34 liter között alakult. A hazai fogyasztók pedig leginkább otthon, illetve vendégségben fogyasztják előszeretettel a borokat.

Hazánkban a fogyasztók és a termelők védelme érdekében rendkívül szigorú bortörvény van életben. Az ellenőrző hatósági feladatokat a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Borászati Igazgatósága (NÉBIH BI) végzi. A Borászati Igazgatóság a szőlőtermesztésről és a borgazdálkodásról szóló 2004. évi XVIII. törvény hatálya alá tartozó termékek előállítását, kiszerelését és forgalomba hozását végző üzemek működésének engedélyezésével, továbbá a borászati termékek előállításával, kezelésével, minőségével és forgalomba hozatalával kapcsolatos hatósági feladatokat lát el. A hatóság a borokat forgalomba hozatal előtt érzékszervileg minősíti, és analitikai vizsgálatoknak veti alá. Csak akkor hozható forgalomba a bor, ha a vizsgált paraméterek mindegyike megfelelt az előírásoknak.

A bortermelők és hegyközségek igyekeznek megvédeni a saját nevüket, területüket a borhamisítások ellen. Az egyes borvidékek (például: egri, somlói, szekszárdi, tokaji, villányi) éppen ezért rendelkeznek saját előírásokkal, melyek betartása kötelező az adott borvidéken a szőlőműveléssel és borkészítéssel foglalkozók számára. A borhamisítások felderítése nagyon hosszadalmas folyamat. Rengeteg érzékszervi és analitikai mérést kell elvégezni, amíg biztosan meg tudják állapítani a borhamisítás tényét.

Az emberi ízérzékelés azonban még a képzett bírálók esetében is magában hordozza a szubjektivitás veszélyét. Az objektív és jól reprodukálható megítélésben fontos szerepe lehet az elektronikus nyelv alkalmazásának. Az elektronikus nyelv használata nagyban segíthetné és gyorsíthatná az ellenőrző szervek munkáját az ellenőrzési folyamatokban. Külföldön már az analitikai módszerek, és az érzékszervi bírálócsoport alkalmazása mellett az elektronikus nyelvet is sikeresen felhasználták borok érzékszervi tulajdonságainak becslésére, kémiai paramétereinek meghatározására és a borhamisítások felderítésére.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

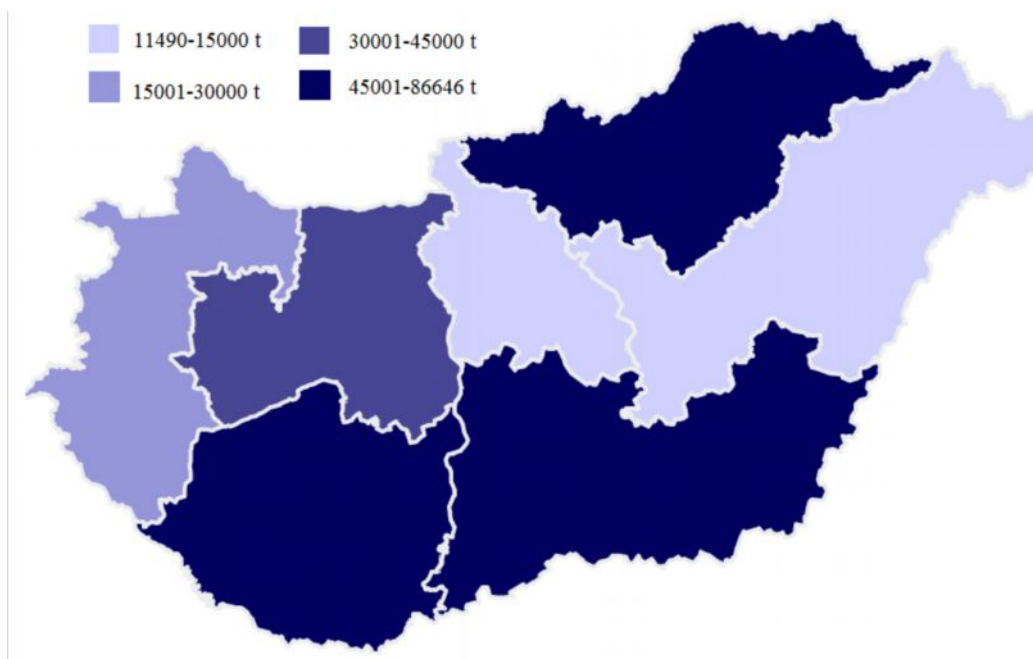
2.1. A szőlő növény eredete

A szőlőt az emberiség egyik legrégebbi és legfontosabb kultúrnövényeként tartják számon. Élvezi a világ nagy vallásainak tiszteletét, némelyik szertartásában minden nap megjelenik. Termesztésbe vonására mintegy 6-8 ezer évvel ezelőtt került sor és a Kárpát-medencében is a szőlő művelése több mint 2000 éves múltra tekint vissza (Bényei és Lőrincz, 2005).

A szőlő (*Vitis*) a szőlőfélék (*Vitaceae*) családjának egyik nemzetsége, mely sok fajt és azon belül sok alfajt foglal magába. A nemzetségbe tartozó minden növény közös jellemzője, hogy fás szárúak, levelük általában tenyeresen összetett és a termései fürtökben helyezkednek el.

A világ legnagyobb szőlőterületével rendelkező országa Spanyolország, itt több mint 1 millió hektáron termesztnek szőlőt, második helyen áll Franciaország és harmadik helyen áll Olaszország. A legtöbb szőlő mégis Olaszországban terem, ahol majdnem 9 millió tonna szőlőt szüretelnek le évente. Mindezek ellenére a világ legnagyobb borelőállítója pedig Franciaország, ahol évente több mint 58 millió hektoliter bort készítenek (Bull. d'O.I.V., 2007).

Magyarország területén a szőlőtermesztés nem egyenletesen oszlik el. A legtöbb szőlőt Észak-Magyarországon, Dél-Alföldön, és Dél-Dunántúlon termesztik, ahol az éves termesztett szőlőmennyiség együttesen meghaladja a 135000 tonnát és elérheti a 258000 tonnát. Ezt szemlélteti az 1. ábra. A Magyarországon megtalálható 22 borvidék közül a legjelentősebbek is ezekben a régiókban helyezkednek el. A hegyvidéki borvidékeken jelentős a minőségi vörösborkészítés. Legjobban ismert vörösboraink közé tartoznak az egri, a szekszárdi és a villányi házasítások, melyek közül a leghíresebb az Egri Bikavér (Eperjesi et. al., 1998).



1. ábra Szőlőtermesztés eloszlása 2010-ben a hazai régiókban
(www.ksh.hu, 2010)

2.2. Kékszőlő feldolgozás módjai, borkészítés

A kékszőlő feldolgozása hazánkban több évszázados múltra tekint vissza. Vörösborok készítése mellett a kékszőlőkből még lehet rozé és sillerborokat is előállítani a feldolgozás módjától függően.

2.2.1. Rozéborok készítése

Rozéborok készítésére bármely kékszőlőfajta alkalmas lehet. A szőlőt érdemes 17-18 mustfokkal szüretelni, amikor az már kellően érett, de nem túlrett, így rendelkezni fog a kellő savtartalommal, ami jól illik a rozéborok élénk jellegéhez. A rozé készítése során két feldolgozási technológiát alkalmaznak világszerte. Az egyik a *gyors feldolgozás*. Ez a technológia azonos a fehérszőlő áztatás nélküli technológiájával. Ekkor a feltárt cefrét a présbe vezetik és kíméletesen kisajtolják. A másik technológia a *rövid idejű héjon áztatás*. Ebben az esetben 4-24 órás áztatást (cefreextrakciót) alkalmaznak. Az áztatás végén a rozémustot elvezetik és borra erjesztik (Eperjesi, 2010). Hazai vizsgálatok szerint a Kékfrankos fajtából gyors feldolgozással vagy nagyon rövid (néhány óra) áztatással érdemes rozét készíteni (Pásti, 1986).

2.2.2. Sillerborok készítése

A sillerbor, mint önálló kategória leginkább magyar sajátosság. A kívánt alapanyag a jól színeződött, egészséges szőlő. A szőlőt héjon erjesztik, de az erjedés indulását követően 2-3 napon belül a színlevet leengedik és a félig erjedt, szikkadt cefrét kipréselik. Ezután a színlét és a préslet tovább erjesztik. A sillerborok aromásabbak és teltebbek, mint a rozéborok és valamivel tovább tárolhatók, de figyelemmel kell lenni az oxidációs hatások elhárítására, különben a bor színe könnyen barnulhat és így élvezeti értéke is csökken (Eperjesi, 2010).

2.2.3. Vörösborok készítése

Szerte a világon a *héjon erjesztés* módszerét alkalmazzák a vörösborok előállítására. Azonban a vörösbor készülhet még cefrehevítés elvét kihasználó *melegítéssel eljárás*sal, illetve *szénsavatmoszférás technológiával*. A vörösborok készítéséhez teljes érettségű, egészséges szőlőre van szükség. Héjon erjesztéshez szinte mindig bogyózzák és zúzzák a szőlőt. A készített bor minőségére döntő hatással van az áztatás hőfoka, a cefre szilárd és folyékony elegyének együtt tartózkodási ideje, illetve a törkölykalap visszamerítésének módja. A héjon erjesztéssel készülő vörösborok ajánlott erjedési hőmérséklete 25-32 °C között van (Eperjesi, 2010). A magasabb erjedési hőfok az erjedés-áztatási szakasz végén elősegíti a színstabilizálódási reakciókat a vörösborokban.

2.3. Vörösborok jótékony hatása

Kutatások támasztják alá, hogy a mértékletes vörösborfogyasztásnak számtalan jótékony hatása van. A vörösbor szabad gyökfogó képességgel rendelkezik a benne lévő fenolos vegyületeknek köszönhetően (Gaulejac et. al., 1999). Lázcillapító hatással bír és hasznos a cukorbetegség megelőzésében (Kaur et. al., 2007). Ráadásul fogyasztása csökkenti a magas koleszterin szintet és segíti a káros anyagok kiürülését a szervezetből (Gago et. al., 2007). Az emberre patogén baktériumok elpusztítása révén segít a rák megelőzésében (Moon et. al., 2006), illetve az immunrendszer megerősítésében (Falchetti et. al., 2003).

2.4.Érzékszervi bírálat

Az élelmiszerek minőségének bírálásában az érzékszervi tulajdonságoknak döntő szerepük van. Az érzékszervi vizsgálatok általánosságban segítik a vásárlói kedveltség felderítését, a termékek íz-profil meghatározását. A vizsgálatok során a bírálókat gyakran befolyásolják a külső környezetből érkező ingerek. Továbbá a bírálók saját szubjektív véleménye és a már kialakult preferenciájuk is nagy szerepet játszik a végső megállapításaikban.

A bort szinte mindenki minősíti, aki kapcsolatba kerül vele, a termelő a bor készítése és kezelése során, a kereskedő, a fogyasztó és a szakemberek is.

A borbírálat célja:

1. A megfelelő borkezelés megválasztásának, irányításának elengedhetetlen feltétele az állandóan fejlődő bor állapotának ellenőrzése.
2. Áruforgalomnál a bor kereskedelmi, fogyasztási értékének meghatározása forgalomba hozatal előtt
3. Szakmai értékelésnél:
 - Borversenyeken a borok összehasonlító minősítése
 - Különleges minőségű borok elbírálása a márkajegy odaítélése
 - Termékfejlesztés értékelése
 - Borbetegségek, borhibák feltárása
 - Hamisított bor kimutatása.
 - Hatósági szervek részére szakvélemény adása
4. Laboratóriumi analízisek (fizikai, kémiai, mikrobiológiai) előtt.
5. Különböző szőlőfajták és borvidékek borainak tanulmányozása szakmai ismeretek bővítése céljából.
6. Rendszeres és szigorú ellenőrzés. (Kohajda,1999)

A minősítés legmagasabb szintje az a borbírálat, mely során a borok organoleptikus értékelését egy bizottság végzi. A bizottsági borbírálaton pedig megkülönböztetünk nyílt és zárt érzékszervi bírálatot. Nyílt vizsgálatnál ismerjük a borra vonatkozó összes adatot, zárt vizsgálatnál azonban nem ismerünk semmiféle adatot. A borvizsgálat módja lehet abszolút és relatív. Az abszolút vizsgálat esetén a bort önmagában bíráljuk, míg a relatív vizsgálat során a bort valamely más borhoz viszonyítjuk, vagyis összehasonlító bírálatot végzünk (Nagy, 2006).

A szabványos kóstoló pohár az O.I.V (Nemzetközi Szőlészeti és Borászati Hivatal) által megengedett típusú lehet (megegyezik az ISO 3591-1977 szabványban leírtakkal). A talpas kóstoló pohár felfelé kúposan szűkülő, öblös, kehely alakú, vékony falú, színtelen és sima felületű, mindenféle csiszolástól, díszítéstől mentes. A szabványos kóstoló pohár űrtartalma 2 dl.

2.5. Elektronikus nyelv

Az érzékszervi bírálatoknál gyakran megjelenik a szubjektivitás, és ebből következően nem reprodukálható eredményeket kapunk. Éppen ezért a kutatók mesterséges érzékszerveket kívántak kifejleszteni, melyek objektív végeredményt szolgáltatnak, nagy érzékenyséű mérésekre alkalmasak és az érzékszervi vizsgálatokhoz hasonlóan komplex információt adnak. Fontos szempont volt, hogy a mesterséges érzékszervek is képesek legyenek érzékelni az emberi érzékszervek által jól ismert 5 alap ízt: keserű, savanyú, édes, sós és umami, valamint, hogy ezeket elektromos jellé alakítva reprodukálható eredményhez juthassanak. A különböző érzékelők fejlődéstörténetét a pH elektródtól az elektronikus nyelv megjelenéséig Vlasov és Legin (1998) négy fő periódusra bontja (1. táblázat):

1. táblázat Érzékelők fejlődése (Vlasov és Legin 1998)

I. 1906-1937. pH üveg elektród és ion csere elmélet

1906 Cremer-pH-tól függő elektromotoros hajtóerő (üveg membrán)
1909 Haber, Klemensiewicz-üveg elektród fejlesztése
1936 Beckman-pH mérő kereskedelmi célú előállítás
1937 Nikolsky-Nikolsky egyenlet és üveg elektród elmélet
1937 Kolthoff-„kristály elektród”
1937 Nikolsky-kristály membrán

II. 1961-1969. Hagyományos ionszelektív elektródok és bioszenzorok

1961 Pungor-heterogén szilárd ionszelektív elektród (ISE)
1962 Seiyama, Taguchi-félvezető gáz érzékelő
1966 Frant, Ross-LaF₃-elektród
1966 Simon-folyadék ISE semleges hordozóval
1967 Ross-ioncserélő membrán
1969 Guibalt, Montalvo-bioszenzor
1969 Baker, Trachzenberg-kalcogenid üveg membrán ISE-hoz

III. 1970-napjainkig. Mikroelektronika a szenzorfejlesztésben

1970 Bergveld-ISFET
1972 Shone-Piezoelektromos bioszenzor
1975 Lundstrom-gáz FET

1976 Schen-Immuno FET

1978 Lubbers, Opitz

1986 Thorn EMI.Microsensor-az ISFET első kereskedelmi célú előállítása

IV. 1982-napjainkig. Multiszenzor sorok és szenzor rendszerek

1982 Persaud, Dodd-„elektronikus orr”

1995 Vlasov, Legin, D’Amico, Di Natale-„elektronikus nyelv”

1985-ben Otto és Thomas elsőként mutatták be a folyadékban oldott anyagok mérésére alkalmas íz anyag érzékelőket, melyek rendszerbe építésével létrejöttek az elektronikus nyelv műszerek. Számos mérési elvet fejlesztettek ki a kutatók. Az elektronikus nyelveknek sok típusa van, ezek közül legalkalmasabbnak a potenciometrikus (feszültséget mér) és voltammetriás (áramerősséget mér) mérési módszeren alapuló eljárások bizonyultak. A mérést a mérendő folyadékba merülő munka és referencia elektród segítségével végzi a mérőműszer.

A kereskedelmi forgalomban leginkább a feszültségmérésen alapuló elektronikus nyelv műszerek terjedtek el. Az egyik ilyen az α -Astree típusú elektronikus nyelv, melyet 2000-ben az Alpha M.O.S. cég bocsátott piacra.

Arrieta és munkatársai (2004) olyan szenzorokat fejlesztettek ki, melyeket sikeresen alkalmazták az édes, keserű, savas, sós és fanyar ízek szétválasztására. Az általuk készített mindegyik szenzor karakterisztikus elektrokémiai választ adott. A kinyert adatokon végzett főkomponens analízis pedig elválasztotta a vizsgált oldatokat.

Legin és munkatársai (1997) számos folyadékot (tea, kávé, sör, üdítő) teszteltek az általuk fejlesztett elektronikus nyelvvel. A teljes szenzorsor 18-21 szenzorból állt. Az adatok kiértékeléshez főkomponens analízist és mesterséges neurális hálózatot (Artificial Neural Network) használtak. Az eredmények azt mutatták, hogy a berendezés megbízhatóan meg tudja különböztetni az egyes italfajtákat, valamint képes az üdítő öregedésének nyomon követésére. Összefüggést találtak az elektronikus nyelv által mért paraméterek és az üdítő minősége közt.

Instant italokat és kávékat már hazánkban is vizsgáltak elektronikus nyelv segítségével, becsülték a kávék robusta és arabica tartalmát, valamint a kávék keserűségét (Kovács, 2007; Vasné, 2010; Várvölgyi, 2011).

Baldacci és munkatársai (1998) különböző vörösborokat vizsgáltak az elektronikus nyelvvel és bemutatták, hogy az elektronikus nyelv képes elkülöníteni a különböző vörösborokat egymástól.

Parra és munkatársai (2006), valamint Apetrei és munkatársai (2012) a borok öregedését vizsgálták, Rudnitskaya és munkatársai pedig a Portói borok (2007), majd a Madeirai borok (2010)

korát becsülték sikeresen az elektronikus nyelvvel. A 10 - 35 év közötti portói borokat 2 év pontossággal tudták becsülni, az ennél idősebb boroknál azonban a becslési hiba már 5 év volt.

Olaszországban és Spanyolországban is végeztek már olyan vizsgálatokat, melyekben a borok érzékszervi vizsgálatának eredményeit összehasonlították az elektronikus nyelv által kapott eredményekkel. Az érzékszervi bírálat eredményeit 10% körüli hibával tudták becsülni az elektronikus nyelv eredményeiből. A vizsgálatok során viszont mindig a helyi szőlőfajtákból készült borokat vizsgálták (Legin et al., 2003; Parra et al., 2004).

Kirsanov és munkatársai (2012) 36 új-zélandi fehér- és 27 szlovákiai vörösbort vizsgáltak. A borokat érzékszervileg minősítették több szempont alapján és analitikai méréseket is végeztek. Az elektronikus nyelv eredményeiből pedig PLS-sel becsülték a borok kémiai tulajdonságait, mint például a szabad és az összes kénsvartartalmat, a pH-t és néhány fenolos vegyületet. Továbbá becsülték még a bor néhány érzékszervi tulajdonságát is.

Látható, hogy foglalkoztak már a borok elektronikus nyelvvel történő vizsgálatával, mivel az eredmények a borászat területén jól hasznosíthatóak. A számos vizsgálat bizonyította, hogy gyors, megbízható és reprodukálható eredményeket kaphatunk az elektronikus nyelv használatával. Magyarország különböző borvidékeiről származó vörös és rozéborok termőhely és fajta szerinti elkülönítésére még nem volt példa korábbi irodalmakban.

3. CÉLOK

A kutatás során az alábbi célokat tűztük ki:

- A fogyasztók érzékszervi minősítése alapján megállapított jellemzők és a minták összetétele (cukortartalom, savasság) közötti összefüggések meghatározása.
- Az elektronikus nyelv alkalmazhatóságának megállapítása különböző borvidékekről származó borok fajta és termőhely szerinti megkülönböztetésére.
- Az elektronikus nyelvvel mért egyes minták mérési sorrendje eredményekre gyakorolt hatásának megállapítása.
- Az elektronikus nyelvvel végzett mérések és az érzékszervi bírálat eredményeinek összehasonlítása.
- Érzékszervi bírálat eredményének becslése az elektronikus nyelvves eredmények alapján.

4. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

4.1. Felhasznált anyagok

4.1.1. Borminták

Munkánk során különböző magyarországi borvidékekről származó borokat vizsgáltunk. A mérésekhez több borvidékről származó mintát szereztünk be. A bormintákat a következő csoportokra oszthatjuk, Kékfrankos, Merlot, Portugieser szőlőfajtából készült fajtaborok és a házasítások. A 2. táblázatban csoportosítottuk a vizsgált borokat és a következőkben az alábbi kódokat használva mutatjuk be az eredményeket.

2. táblázat Borminták fajtái és borvidékei

	Név	Borvidék	Fajta	Kód	Bírálati csoport
1.	Egri Bikavér	Eger	Házasítás	EgCu	2
2.	Kunsági Cuvée	Kunság	Házasítás	KuCu	1
3.	Villányi Vörös	Villány	Házasítás	ViCu	2
4.	Ászár-Neszmélyi Kékfrankos	Ászár-Neszmély	Kékfrankos	ÁNKf	1 és 2
5.	Soproni Kékfrankos	Sopron	Kékfrankos	SoKf	1
6.	Szekszárdi Kékfrankos	Szekszárd	Kékfrankos	SzKf	2
7.	Balatonfüred-Csopaki Merlot	Balatonfüred-Csopak	Merlot	BCMe	1
8.	Egri Merlot	Eger	Merlot	EgMe	1
9.	Szekszárdi Merlot	Szekszárd	Merlot	SzMe	1
10.	Egri Portugieser	Eger	Portugieser	EgPo	2
11.	Szekszárdi Portugieser	Szekszárd	Portugieser	SzPo	1 és 2
12.	Villányi Portugieser	Villány	Portugieser	ViPo	2
13.	Balatoni Rozé	Badacsony	Házasítás	BaCuRo	2
14.	Soproni Rozé	Sopron	Kékfrankos	SoKfRo	1

4.2. Felhasznált módszerek

4.2.1. Analitikai vizsgálatok

Az érzékszervi bírálat előtt megmértük a borok titrálható savtartalmát borkősav egyenértékben, mivel a borokban a legnagyobb mennyiségben jelenlévő sav a borkősav (Eperjesi et al., 1998). Megmértük továbbá a borminták pH-értékét, ami nagymértékben befolyásolhatja a vörösborok színintenzitását (Kállay, 2010). Ezen felül mértük még a borok Brix° értékét kézi refraktométerrel, és megmértük a borok vezetőképességét Mettler Toledo típusú konduktivitásmérő műszerrel.

4.2.2. Érzékszervi bírálat előkészítése

Az érzékszervi bírálathoz mind a három fajtaborból és a házasításokból is három bormintát használtunk, azonban rozéborokat nem adtunk a bírálóknak, mert a rozéborokat újabb szempontok alapján kellett volna értékelniük. A 12 bormintát 2 csoportra osztottuk és egy-egy csoportba 7 bormintát választottunk úgy, hogy 2 borminta mind a két csoportban szerepeljen egyfajta átfedést képezve közöttük. Az egyik kiválasztott borminta rendelkezett a legmagasabb cukortartalommal, a másik pedig a legmagasabb savtartalommal az analitikai vizsgálatok alapján. A többi borminta véletlenszerűen került az adott csoportba (2. táblázat). Két csoportra azért volt szükség, hogy a bírálóknak ne egyszerre kelljen összehasonlítani az összes bormintát. A borokat kóstoló poharakba töltöttük és 3 jegyű számmal kódoltuk. Az érzékszervi vizsgálatokat 12 bíráló segítségével végeztük, akik közül 6 az egyetemen végzett borász. A bírálóknak 13 szempont alapján kellett összehasonlítani a borokat. A szempontok között volt két szín-, három illat- és hét íz tulajdonság, végül pedig a borok összbenyomására voltunk kíváncsiak (3. táblázat). Az eredményeket strukturálatlan skálán kellett megjelölniük a bírálóknak. Az érzékszervi vizsgálat során egymáshoz kellett viszonyítaniuk a bormintákat a megadott szempontok alapján. A bírálati lapok kiértékelésének első lépéseként a bírálók által bejelölt intenzitás értékeket vonalzó segítségével mértük le, és százalékos értékre számoltuk át.

3. táblázat Az érzékszervileg vizsgált tulajdonságok intenzitásértékei

Vizsgált tulajdonság	Skála	Skála
	minimuma	maximum
Bíbor szín	nincs benne	teljesen olyan
Rubin szín	nincs benne	teljesen olyan
Gyümölcs illat	nincs benne	teljesen olyan
Fás illat	nincs benne	teljesen olyan
Idegen illat	nincs benne	teljesen olyan
Gyümölcs íz	nincs benne	teljesen olyan
Savasság	alacsony	magas
Cukortartalom	alacsony	magas
Alkoholtartalom	alacsony	magas
Testesség	vékony	nagyon testes
Fás íz	nincs benne	teljesen olyan
Idegen íz	nincs benne	teljesen olyan
Összbenyomás	nem kedvelt	nagyon kedvelt

4.2.3. Elektronikus nyelvvel végzett mérés előkészítése

A borminták előkészítése során 50 ml borhoz 50 ml desztillált vizet mértünk. Az érzékszervi bírálat során alkalmazott 2 csoportbeosztás szerint mértük a bormintákat, viszont mind a két csoportot kiegészítettük egy-egy rozé bormintával (BaCuRo, SoKfRo). A véletlenszerű csoportba sorolás és mérési sorrend (szekvencia) ezúttal azért volt fontos, mivel már kimutatták, hogy a mérési sorrend befolyásolhatja az elektronikus nyelv eredményeit (Kovács, 2012) és csökkenteni akartuk az így fellépő mérési hibákat.

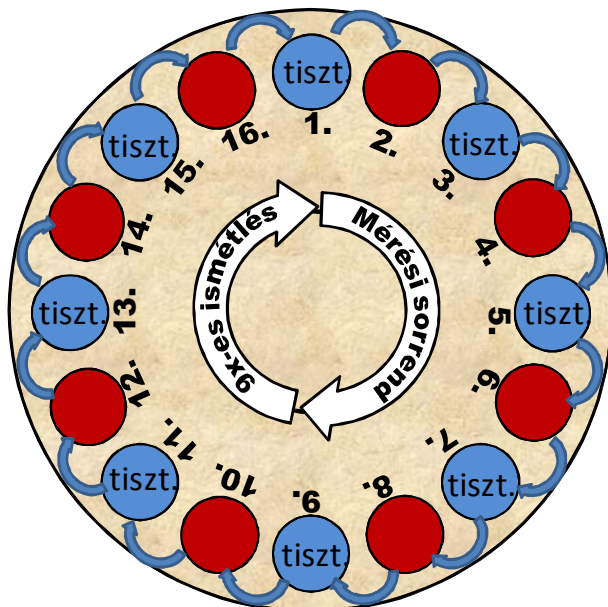
A méréseket α -Astree típusú elektronikus nyelvvel végeztük. Az elektronikus nyelv képes a folyadékokban lévő szerves és szervetlen kémiai komponensek mérésére. Működése nem specifikus szenzorsorok alkalmazásán alapszik, melyek mintafelismerő algoritmusokkal vannak egybekötve, így alkalmazható különböző italok minőségi elemzésére. A szenzorsor 7 db szilícium tranzisztor alapú szerves membránburkolattal ellátott szenzorból áll, melyek mindegyike mikrochipet tartalmaz. A különböző szerves membrán bevonatoknak köszönhető, hogy a szenzorok közös jellemzője a keresztérzékenység és a részleges szelektivitás. Az egyes szenzorok a bevonattól függően eltérő érzékenységet mutatnak az egyes összetevőkre, köztük a szerves és szervetlen kémiai komponensekre.

A vizsgálat során a szenzorsor és a referencia elektród egyszerre merülnek a mérendő folyadékba, majd a számítógép regisztrálja a potenciálkülönbségüket, így a mért adatok statisztikai programok segítségével kiértékelhetővé válnak.

A mérések megkezdése előtt a szenzorok tisztításához és átnedvesítéséhez előkondicionálásra volt szükség. A közel 5 órás folyamat során az elektronikus nyelv 0,01 N HCl oldattal végzi a többszörösen ismétlődő méréseket addig, míg a szenzorjel be nem áll egy állandó értékre. A kondicionálást a műszer kalibrálása követte, amely egy általunk kimért mintával történt, mely minden bormintából tartalmazott 3ml-t és a bormintákkal megegyező mennyiségű desztillált vizet, hogy a szenzorok hozzászokjanak a mérendő mintákhoz. A mérés szobahőmérsékleten zajlott másodpercenként történő mintavétellel. A szenzorok tisztítása és a szenzorjelek egyensúlyi helyzetből való kimozdítása céljából minden minta mérése után egy tisztító fázis következett, a szenzorok desztillált vízbe merültek. A beállítások után a műszer automatikusan elvégezte a méréseket, az adatokat számítógép rögzítette.

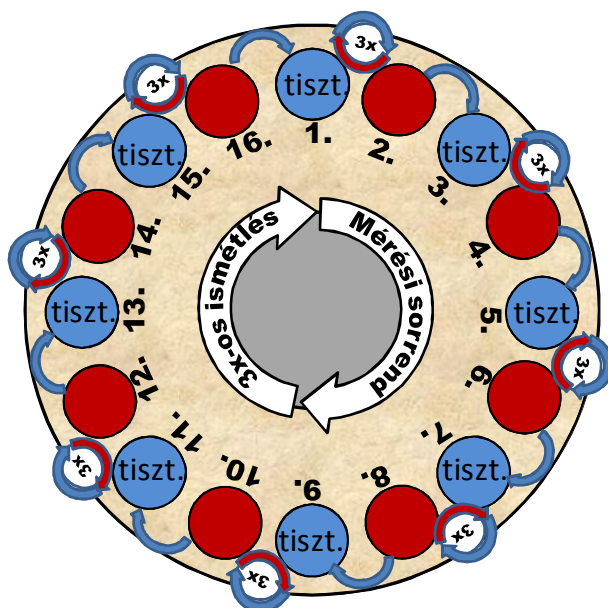
Az elektronikus nyelv a kondicionálást és a kalibrációt követően minden mintán 120 másodperces mérést végzett, melyben az utolsó 10mp-ben mért jel átlagát adta mérési eredményként. Az elektronikus nyelvvel három féle mérési módszerben végeztettük a borok elemzését. A három mérési módszert a 2. ábra, 3. ábra és 4. ábra mutatja. Mind a három mérés során minden minta mérést egy tisztító folyadék (esetünkben mindig desztillált víz) használata követ.

Az első mérési módszer során (2. ábra) az elektronikus nyelv egymás után elemezte az első szekvencia sorrendje alapján a mintákat kilencszeres ismétlésben, majd ezt követően a második szekvencia mintáit is kilencszeres ismétlésben megmérte.



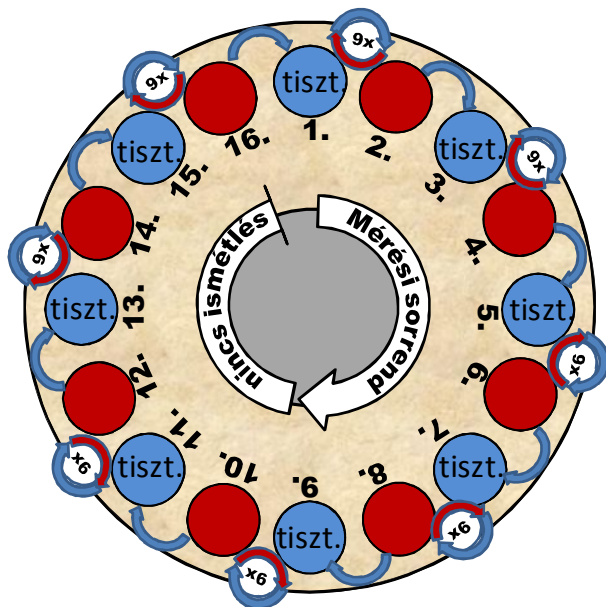
2. ábra Az elektronikus nyelv első mérési módszere során alkalmazott mérési sorrend (a kék színű körök a tisztító folyadékok, a bordó színű körök pedig a borminták helyét mutatják)

A második mérési módszer során (3. ábra) az elektronikus nyelv az első bort háromszoros ismétlésben vizsgálta és minden ismételés előtt tisztítást is végzett, majd így haladt tovább a többi bor esetén. A szekvencia végeztével még háromszor megismételte a mérést. Majd ugyanígy mérte a második szekvenciát.



3. ábra Az elektronikus nyelv második mérési módszere során alkalmazott mérési sorrend

A harmadik mérési módszer esetén (4. ábra) pedig az elektronikus nyelv egyesével haladt végig a két szekvencián, de úgy hogy minden egyes bort kilencszeres ismételésben mért meg és minden ismétlés előtt tisztítást is végzett.



4. ábra Az elektronikus nyelv harmadik mérési módszer során alkalmazott mérési sorrend

A két szekvenciára azért volt szükség, mert minden bormintához külön tisztítófolyadékot használtunk és az elektronikus nyelv pedig egyszerre véges számú mintát tud lemérni. A két mérési szekvenciában szereplő borok sorrendjét a

4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat Az elektronikus nyelvvel történő mérések során alkalmazott két mérési szekvencia

1. szekvencia	Borminták	2. szekvencia	Borminták
1	tisztítás	1	tisztítás
2	SzPo	2	SzPo
3	tisztítás	3	tisztítás
4	KuCu	4	ViCu
5	tisztítás	5	tisztítás
6	BCMe	6	EgPo
7	tisztítás	7	tisztítás
8	SoKf	8	EgCu
9	tisztítás	9	tisztítás
10	SoKfRo	10	ViPo
11	tisztítás	11	tisztítás
12	EgMe	12	BaCuRo
13	tisztítás	13	tisztítás
14	SzMe	14	SzKf
15	tisztítás	15	tisztítás
16	ÁNKf	16	ÁNKf

A mérési adatok feldolgozása

4.2.3.1. Érzékszervi bírálat

Bírálok kiválasztása

Az érzékszervi bírálaton 12 bíráló vett részt. A strukturálatlan skálán általuk bejelölt értékeket %-os értékre számoltuk át, majd az adatokat az Statistica (Ver. 8.) programban dolgoztuk fel.

Az érzékszervi bírálatok után a bírálók kiválasztására Klaszteranalízis módszerét (Ward's metódus alapján és Euklideszi távolságot használva) és a Box Plot elemzést alkalmaztuk.

A Klaszteranalízis a hasonló mintákat csoportokba rendezi és megjeleníti a kapcsolatot a csoportok valamint az azokon belüli minták között. Két minta hasonlósági szintjének meghatározásához az elsődleges módszer a távolságuk kiszámítása egy J dimenziós térben. A távolság mérésének legáltalánosabb módja az Euklideszi távolság. Az Euklideszi távolság a két minta közti legrövidebb egyenes hossza. A Klaszteranalízis eredményeit általában dendogramokon szokták ábrázolni, ami leginkább a fa-diagrammra hasonlít, amely szemlélteti az adatsorban lévő egyes minták közti kapcsolatot. Minden minta minden mintától való távolságának megállapítása után párba rendeződnek a dendogram ágaiként a hasonlóságuk szintjének megfelelően (Demjén, 2005).

Az adatok megjelenítéséhez minden vizsgált tulajdonságra külön boxplot ábrát készítettünk az összes bírálóval. A boxplot ábra a leíró statisztika öt legfontosabb értékén alapszik: minimum, maximum, alsó kvartilis (negyedelő pont), felső kvartilis, medián. Maga a box egy száme egyenes mentén megjelenő, a két negyedelő érték által határolt doboz, melyben a medián értéknél egy törésvonal található (Obádovics, 2006). A bíráló kiválasztás során minden tulajdonság esetében visszakerestük, hogy melyik bírálónak voltak kiugró adatai.

A bírálók kiválasztása során arra törekedtünk, hogy azok a bírálók maradjanak az elemzésben a 12 résztvevő közül, akik a borok íz jellemzőiben egymáshoz hasonló bírálatot adtak, így azon bírálók eredményeit nem vettük figyelembe, akik nem voltak konszenzusban a csoport többi tagjával.

Varianciaelemzés (ANOVA- Analysis of Variance)

Az egytényezős variancianalízist használtuk annak megállapítására, hogy az egyes borminták között a megadott tulajdonságok alapján mely esetekben találtak szignifikáns különbséget a bírálók.

Az ANOVA alkalmazhatóságának feltétele, hogy minden csoportban normális eloszlású legyen a vizsgált változó, a szórások minden csoportban közel azonosak legyenek, valamint, hogy

az egyes megfigyelések függetlenek legyenek egymástól. Azt, hogy van-e legalább két olyan csoport, amelyek különböznek egymástól a p - érték alapján dönthetjük el, amelyet az ANOVA táblázat tartalmaz. Ha a p - érték 0,05-nél kisebb, akkor van legalább két olyan csoport, amelyek között az adott tulajdonságban szignifikáns a különbség, 5 %-os első fajú hiba mellett. Amely tulajdonságok esetében az ANOVA elemzés szerint volt különbség a minták között, a csoportok páronkénti összehasonlítására a post hoc tesztek közül a Tukey – próbát alkalmaztuk. A próba korrekt, de nem túl érzékeny, így valódi különbségeket is elszalaszthat, az ANOVA ellenőrzésére viszont alkalmasnak tekinthető (Várvölgyi, 2012).

4.2.3.2. Elektronikus nyelv

Az elektronikus nyelv eredményeinek kiértékelését főkomponens és diszkriminancia analízis, valamint a mennyiségi becsléseket PLS segítségével végeztük el. Ezen kívül a főkomponens elemzést a kiugró érték elemzéshez is felhasználtuk.

Főkomponens és diszkriminancia analízis

Mindkét módszer igyekszik minél kevesebb változóval leírni a lényegi információt úgy, hogy közben az információvesztés minimális legyen. Alapvető kritérium, hogy a leíró változók egymástól függetlenek legyenek.

A főkomponens analízis vagy PCA (Principal Components Analysis) nem felügyelt módszer az adatok kvalitatív (minőségi) elemzéséhez. Nem felügyelt, mivel nem szükséges tudni, hogy melyik ismétlés melyik csoportba tartozik. Jelen esetben a 7 szenzor miatt 7 dimenziós térben keresi meg azt az irányt, amely szerint a legnagyobb az adatok szórása, ez lesz az első főkomponens. A második főkomponens az adatok maradék varianciájának legnagyobb részét tartalmazza és merőleges az első főkomponens tengelyére (Richards et al., 2002). Annak eldöntésére, hogy hány főkomponenst használjunk a hegyomlás diagramot alkalmazzuk. A módszer hátránya, hogy nehéz feltárni a főkomponensek fizikai, kémiai, gazdasági jelentését, tartalmát.

A diszkriminancia analízis (DA- Discriminant Analysis) szintén az adatok kvalitatív elemzéséhez járul hozzá, viszont felügyelt módszer lévén előre definiált csoportokra van szüksége a modell felépítéséhez. A modellalkotás során úgy diszkriminál a csoportok között, hogy a csoportokon belül csökkenti a szórást. Az első diszkrimináns változó mentén diszkriminálhatóak legjobban a csoportok.

A keresztvalidáció a diszkriminancia analízis modelljének ellenőrzésére szolgál, melynek során egy előzetesen felállított modell predikciós pontosságát értékeljük egy tesztmintára vonatkozóan. A modellépítés egy tanuló minta segítségével történik, amely a mi esetünkben az

egész adathalmaz két-harmad részét tartalmazza, majd a tesztmintával, a maradék adatokkal validáljuk a modellt. Háromszoros keresztvalidáció történik, hogy minden adat szerepeljen legalább egyszer tanuló és teszt mintaként.

4.2.3.3. Érzékszervi paraméterek becslése elektronikus nyelv adatokból PLS (Partial Least Squares) segítségével

A PLS regressziós modellt használtuk fel kvantitatív (mennyiségi) becsléseinkhez. Az érzékszervi paraméterek elektronikus nyelv adatokból történő becsléséhez parciális legkisebb négyzetek módszerét használtuk. A módszer lényege, hogy a nyelv szenzorai által alkotott 7 dimenziós térben megkeresi azt az irányt, amely mentén az adott tulajdonság a legjobban becsülhető. A PLS egyidejűleg modellezi a tényleges és a becsült adatokat. Ez a lineáris regressziós módszer a komponenseket (faktorok, látens változók) új független változókként (prediktorok) jeleníti meg a regressziós modellben. Minden lépésben kivonja az adathalmazból a tényleges és becsült adatok egy részét, maradékot képezve. A modell a látens változók számának növelésével egyre pontosabban írja le a becsült és tényleges adatok közötti összefüggést. Ezekre a változókra a PLS részleges kalibrációkat alkalmaz, hogy modellezni tudja a variancia összegét. Ezeket a művelet végén egy átfogó kalibrációs egyenletbe gyűjti (Helland, 1990).

A változók közötti kapcsolat a következő általános összefüggéssel írható le:

$$Y = \alpha + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \beta_3 + \dots + \beta_i \cdot X_i \quad (1)$$

ahol:

Y – függő változó (pl.: íz tulajdonság)

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_i$ – független változók (pl.: szenzorok)

- (szenzorok rövidítése: SRS, GPS, STS, UMS, SPS, SWS, BRS)

i – a független változók száma (esetünkben $i = 7$)

α – konstans

- Megadja a regressziós egyenes és a koordinátatengely függőleges (y) tengelyének metszéspontját

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_n$ – konstans regressziós együtthatók

- Megadja a regressziós egyenes meredekségét
- Jelzi, hogy a független változók egységnyi változása várhatóan milyen mérték változtatja meg a függő változót

Az optimális faktorszámot keresztvalidálással határozhatjuk meg. Túl kevés változó esetén a kalibráció kevés információt hordoz és nagy a predikciós hibája, túl sok változó alkalmazásakor a modell túlilleszti a kalibrációs adatokat, elveszítve ezzel a robosztusságát, stabilitását (Dalmadi et al., 2007). A PLS esetében, a diszkriminancia analízisnél már ismertetett háromszoros keresztvalidációt alkalmaztuk.

Az R^2 determinációs együttható értéke mutatja meg, hogy milyen szoros a kapcsolat a mért és a becsült változók között. Az 1-hez közeli R^2 érték igen szoros kapcsolatra utal. A különböző regressziós modellek minőségét az RMSE értékkel jellemezhetjük, az RMSEC/ RMSEP a kalibrációs, illetve a validációs modell közepes négyzetes hiba négyzetgyökét jelenti.

5. EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

5.1. Analitikai vizsgálat eredményei

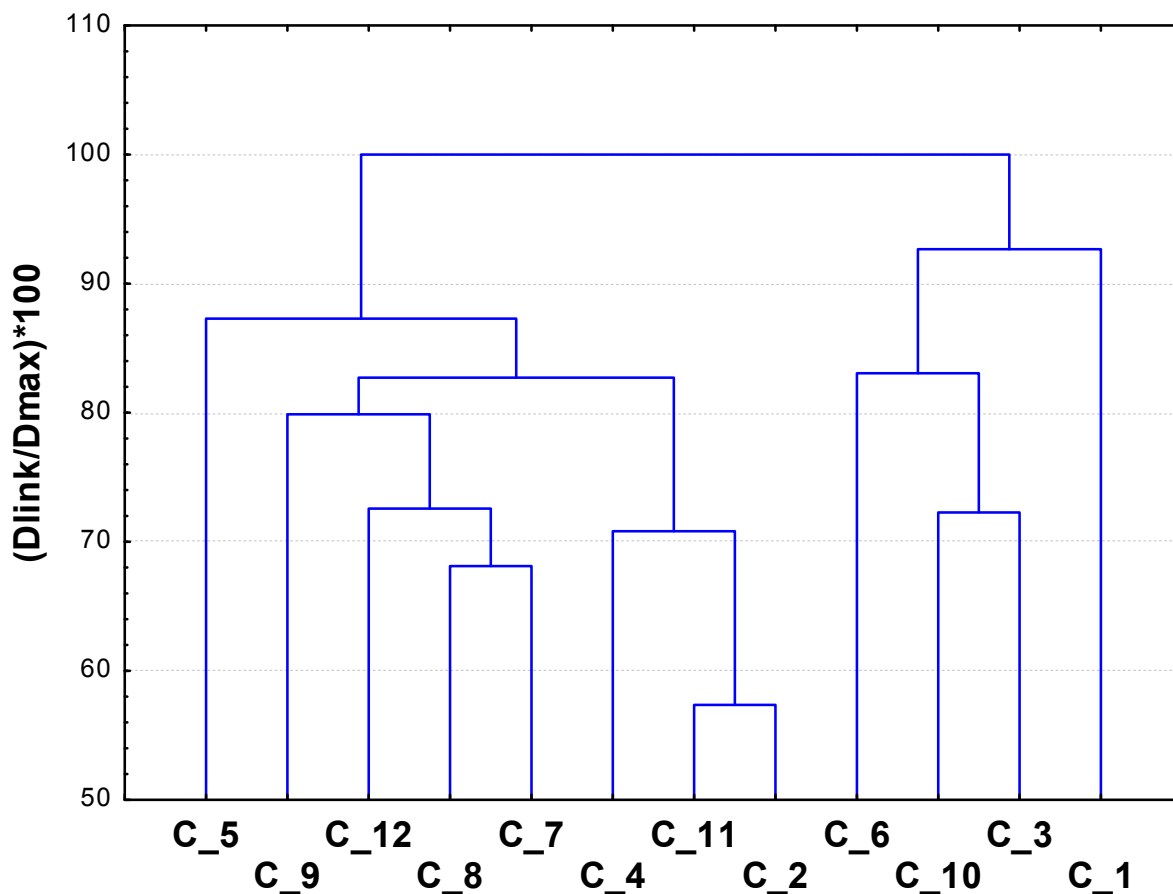
A borok analitikai vizsgálatának eredményeit az 5. táblázat tartalmazza. A legmagasabb savtartalommal és a legalacsonyabb pH-val az Ászár-Neszmélyi Kékfrankos (ÁNKf), a legalacsonyabb savtartalommal és a legmagasabb pH-val pedig a Szekszárdi Merlot (SzMe) rendelkezett. A kapott pH értékek normálisnak számítanak, az irodalomban megállapított határértékek között találhatók minden borminta esetén. A borminták Brix értéke 6,7 és 8,2 között változott, a konduktivitás értéke pedig 3,92 és 4,95 mS között változott.

5. táblázat A vizsgált borok és főbb kémiai paramétereik

	Borminták	Savtartalom g/l	pH	Brix	Konduktivitás mS
1.	EgCu	5,61	3,4	7,7	4,36
2.	KuCu	5,51	3,46	6,9	4,58
3.	ViCu	5,63	3,5	7,9	4,77
4.	ÁNKf	9,90	2,77	7,7	4,43
5.	SoKf	6,12	3,25	7,6	4,13
6.	SzKf	5,82	3,53	7,4	4,79
7.	BCMe	6,12	3,36	7,4	4,17
8.	EgMe	5,41	3,45	8	3,92
9.	SzMe	5,20	3,58	8,2	4,44
10.	EgPo	5,31	3,4	7	4,16
11.	SzPo	6,22	3,37	8,2	4,29
12.	ViPo	5,92	3,53	7,4	4,95
13.	BaCuRo	6,22	3,34	7,1	4,14
14.	SoKfRo	5,73	3,15	6,7	3,92

5.2.Érzékszervi bírálatok eredményei

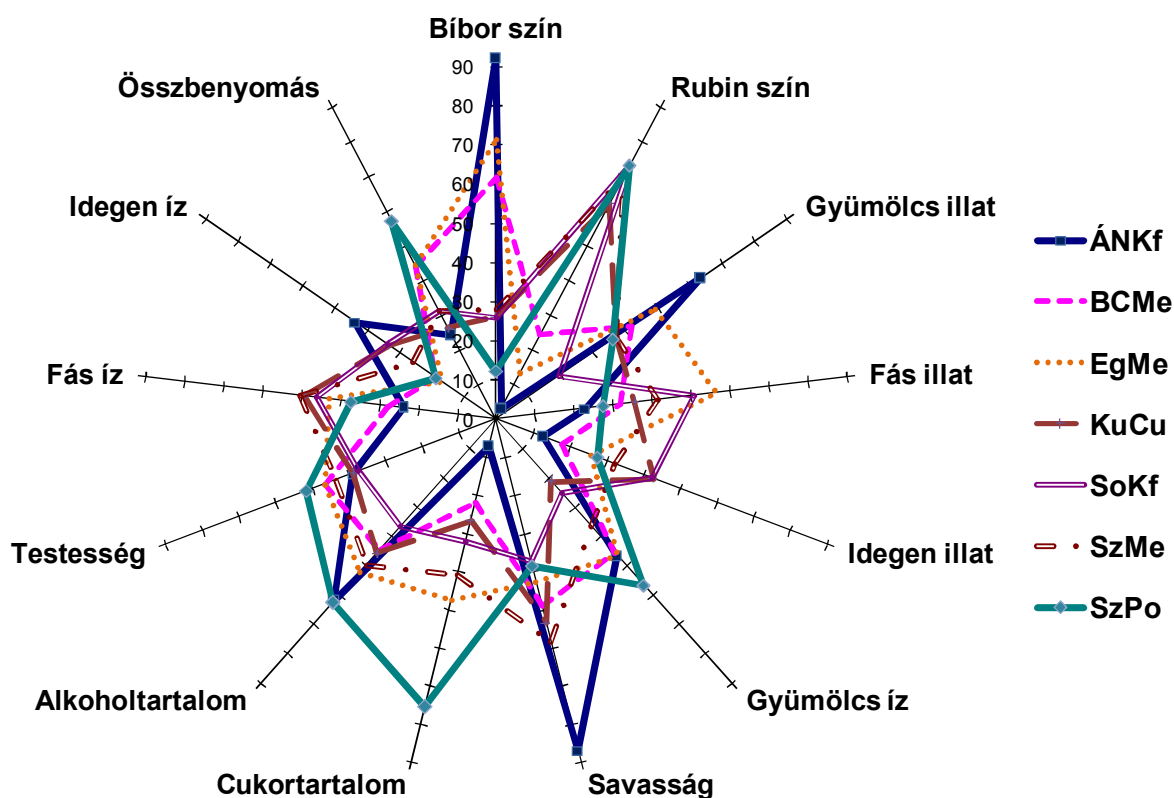
Klaszter analízis (CA) módszerének eredménye és a boxplot-ok eredményei alapján a 12 bíráló közül 8 bíráló eredménye tekinthető hasonlóknak a vizsgált paramétereket tekintve. Az 5. ábra is szemlélteti, hogy két nagy klaszter alakult ki. A nagyobb klaszterben található 8 bíráló adataival dolgoztunk tovább.



5. ábra A két érzékszervi bírálat eredményének Klaszter analízise (Ward's metódus, Euklideszi távolság) (C_1-C_12 a bírálók)

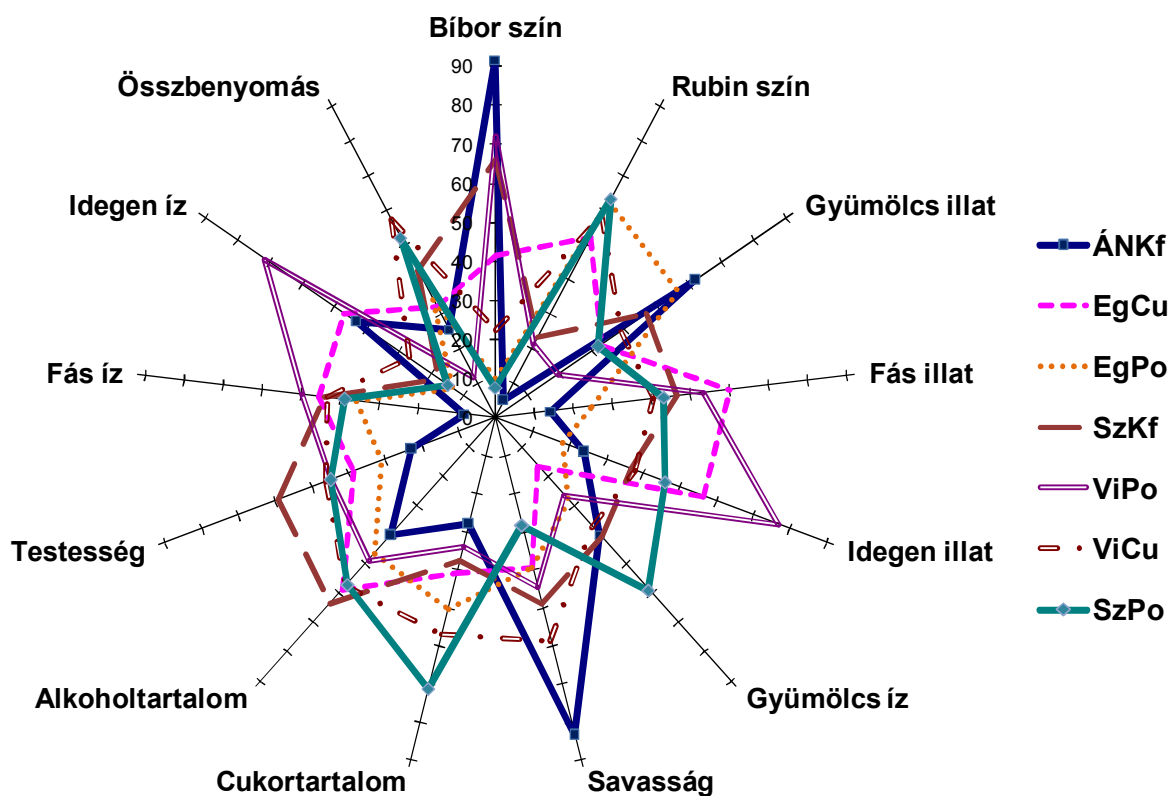
Eredményeik bemutatásához pókháló diagramot alkalmaztunk. A 6. ábraán és a 7. ábraán megfigyelhetjük, hogyan különítették el a bírálók az egyes mintákat a különböző érzékszervi tulajdonságok szerint.

Az első bírálat alapján az **ÁNKf** volt a leginkább bíborszínű, a leggyümölcsösebb illatú, a legsavasabb és a bírálók ebben a borban érezték a legtöbb idegen ízt is. Ezt a mintát találták a legkevésbé rubin színűnek, fás és idegen illatúnak, édesnek, illetve fás ízűnek és az összbenyomást tekintve ezt a mintát nem preferálták. A leggyümölcsösebb ízzel, a legnagyobb cukor és alkoholtartalommal a **SzPo** rendelkezett a bírálók szerint és összbenyomás tekintetében ezt a mintát preferálták legjobban a bírálók.



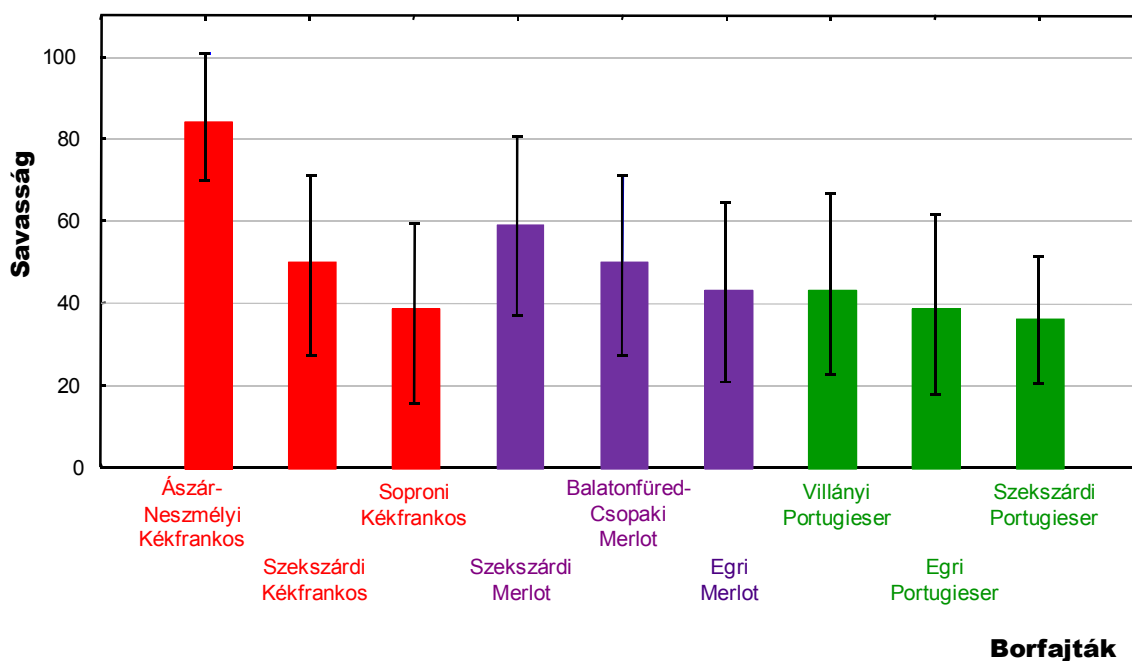
6. ábra Különböző borminták első mérési eredményeinek profilanalízise

A második bírálat eredményei (7. ábra) is azt mutatták, hogy az **ÁNKf** volt a leginkább bíborszínű, a leggyümölcsösebb illatú és a legsavasabb. Az **ÁNKf**-t ugyanolyannak érezték százalékosan a bírálók idegen íz szempontjából, mint az első bírálat során, viszont ezúttal a **ViPo**-ben érezték a legtöbb idegen ízt. A leggyümölcsösebb ízű és a legmagasabb cukortartalommal bíró bor a második bírálaton is a **SzPo** lett, azonban a bírálók a második bírálat alkalmával a **ViCu**-t kedvelték legjobban.



7. ábra Különböző borminták második mérési eredményeinek profilanalízise

A 8. ábra a fajtaborok érzékszervi savasságának átlag értékeit és azok kétszeres szórásértékét mutatja. Az ÁNKf minta itt is elkülönül, ahogy az a pókháló diagramokon látható volt.



8. ábra A bírálók által vizsgált fajtaborok érzékszervi savasságának eredményei

A szignifikáns különbségek megállapításához ANOVA elemzést használtunk. Az kapott 0,002-es p-érték ($<0,01$) szerint van legalább két olyan csoport, amelyek között erősen szignifikáns különbség tapasztalható. Azt, hogy mely csoportok között van különbség a Tukey próbával állapítottuk meg. A kapott 6. táblázat felső része azt mutatja, hogy hány százalékos első fajú hiba mellett jelenthető ki, hogy van különbség a minták között, alsó része pedig annak valószínűségét mutatja, hogy az adott minták átlagértékei megegyeznek.

6. táblázat A fajtabor minták érzékszervi savasságának páros összehasonlítása Tukey-tesztel

Borminták	ÁNKf	SzMe	EgMe	SoKf	BCMe	SzPo	SzKf	ViPo	EgPo
ÁNKf		0,57	0,05	0,02	0,17	<0,01	0,17	0,08	0,03
SzMe	-		0,98	0,91	1,00	0,75	1,00	0,99	0,95
EgMe	-	-		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
SoKf	5%	-	-		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
BCMe	-	-	-	-		0,99	1,00	1,00	1,00
SzPo	1%	-	-	-	-		0,99	1,00	1,00
SzKf	-	-	-	-	-	-		1,00	1,00
ViPo	-	-	-	-	-	-	-		1,00
EgPo	5%	-	-	-	-	-	-	-	

A Tukey próbával megállapítottuk, hogy a bírálók szignifikánsan különbözőnek érzékelték a **SoKf**, **SzPo** és **EgPo** mintákat az **ÁNKf** mintától *érzékszervi savasság* tekintetében. Ami azt jelenti, hogy alacsony első fajú hiba mellett jelenthetjük ki, hogy az **ÁNKf** különbözik a másik három mintától ebben a paraméterben

Minden vizsgált érzékszervi paraméterre végeztük ANOVA elemzéseket és a kapott p-értékeket tulajdonságokként a 7. táblázatban foglaltuk össze.

7. táblázat A további vizsgált érzékszervi jellemzők p-értékei ANOVA táblák alapján

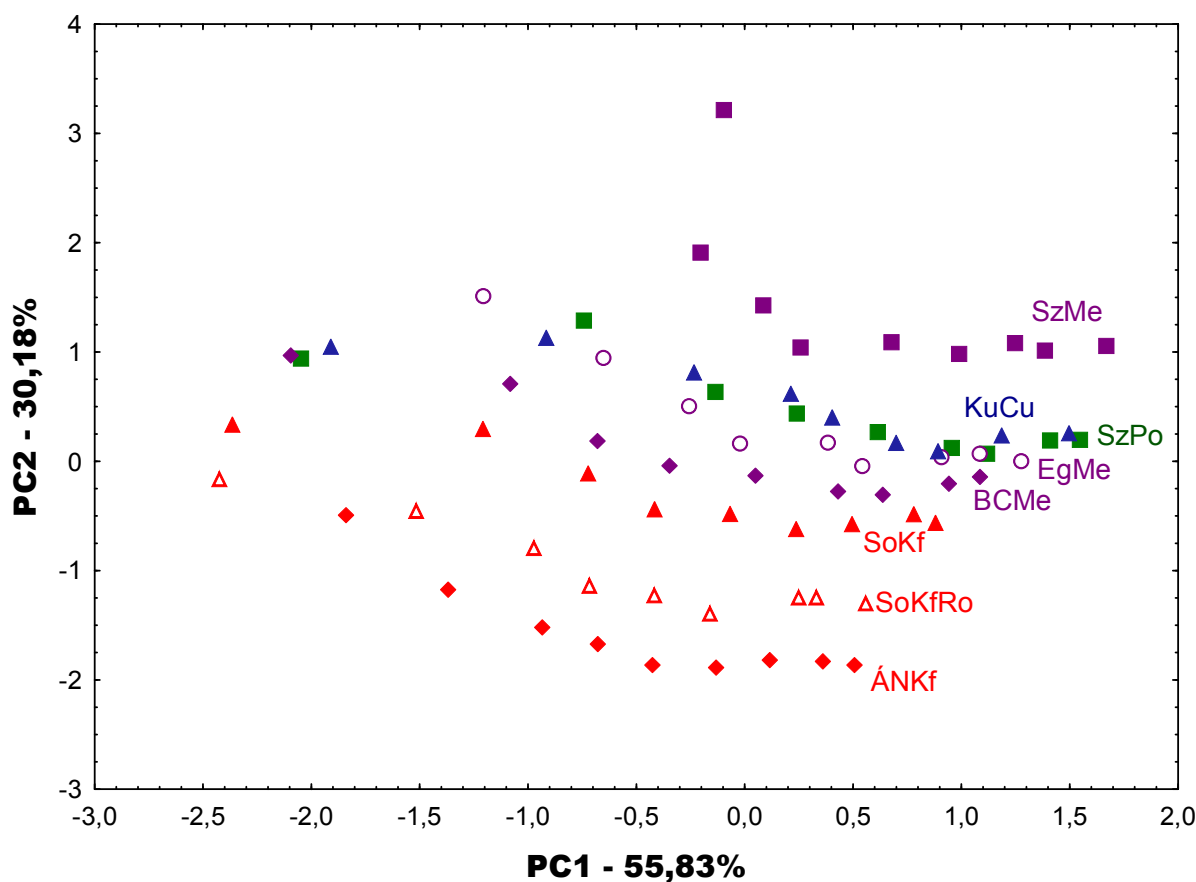
Tulajdonság	p-érték	Tulajdonság	p-érték
1. bíbor szín	$< 0,01$	8. cukortartalom	$< 0,01$
2. rubin szín	$< 0,01$	9. alkoholtartalom	0,38
3. gyümölcs illat	$< 0,01$	10. testesség	0,36
4. fás illat	0,03	11. fás íz	0,22
5. idegen illat	0,03	12. idegen íz	$< 0,01$
6. gyümölcs íz	0,02	13. összbenyomás	$< 0,01$
7. savasság	$< 0,01$		

A varianciaelemzés eredményei azt mutatták, hogy a bírálók alkoholtartalom, fás íz és testesség szempontjából nem tudtak csak különbséget tenni a vizsgált borminták között. Leginkább pedig a borok színintenzitását tudták elkülöníteni egymástól.

5.3. Elektronikus nyelv műszerrel végzett vizsgálatok eredményei

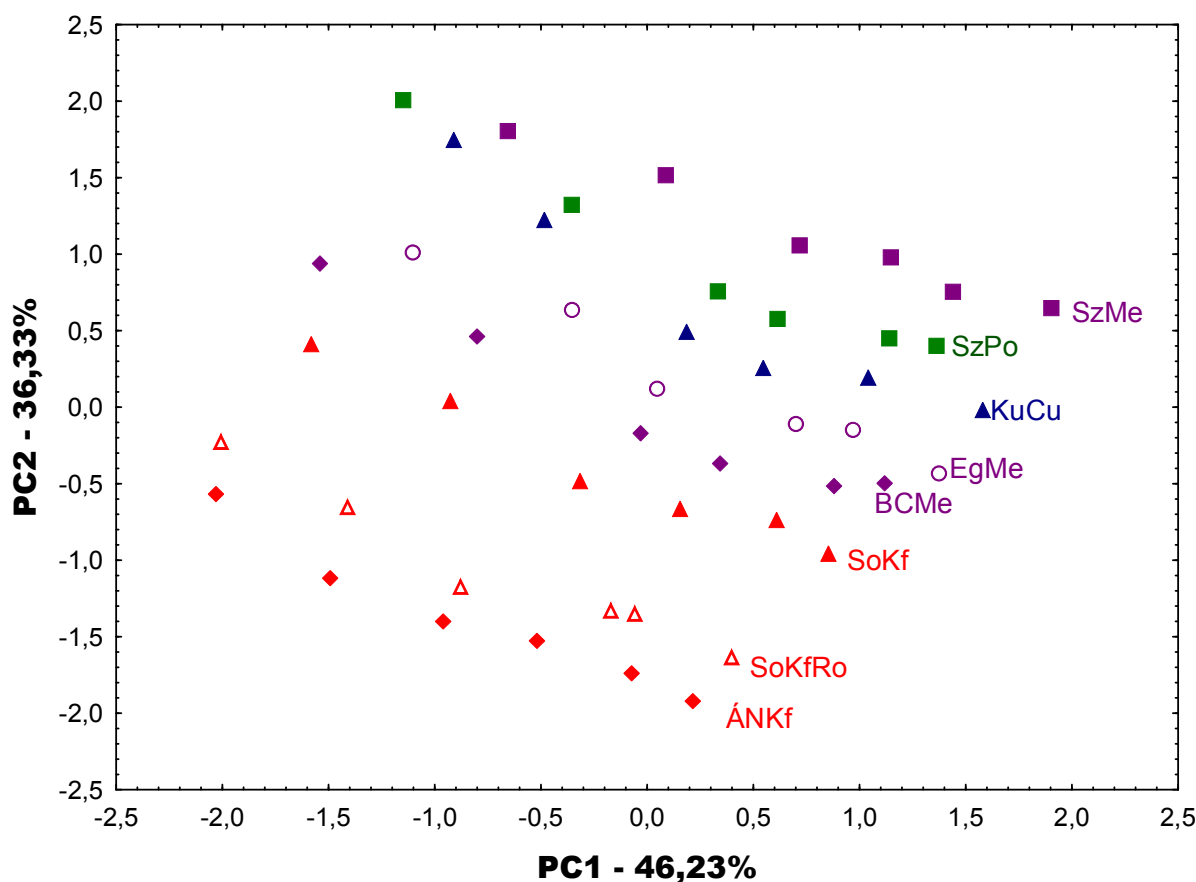
5.3.1. Az első mérési módszer eredményei

A 9. ábra egy példát mutat be a kapott adatokon végzett főkomponens elemzésre, amely alapján végeztük a kiugróérték elemzést. Az egy mintához tartozó mérési pontok az adatok varianciájának közel 56%-át leíró első főkomponens mentén mutatják a legnagyobb elkülönülést. A mintacsoportoktól az első három mérési pont mutatja a legnagyobb elkülönülést, tehát ezek kiugró értékek. Mivel mind a három mérési módszer során előfordultak ezek a kiugró értékek ezért minden további elemzésből kihagytuk ezeket a pontokat.



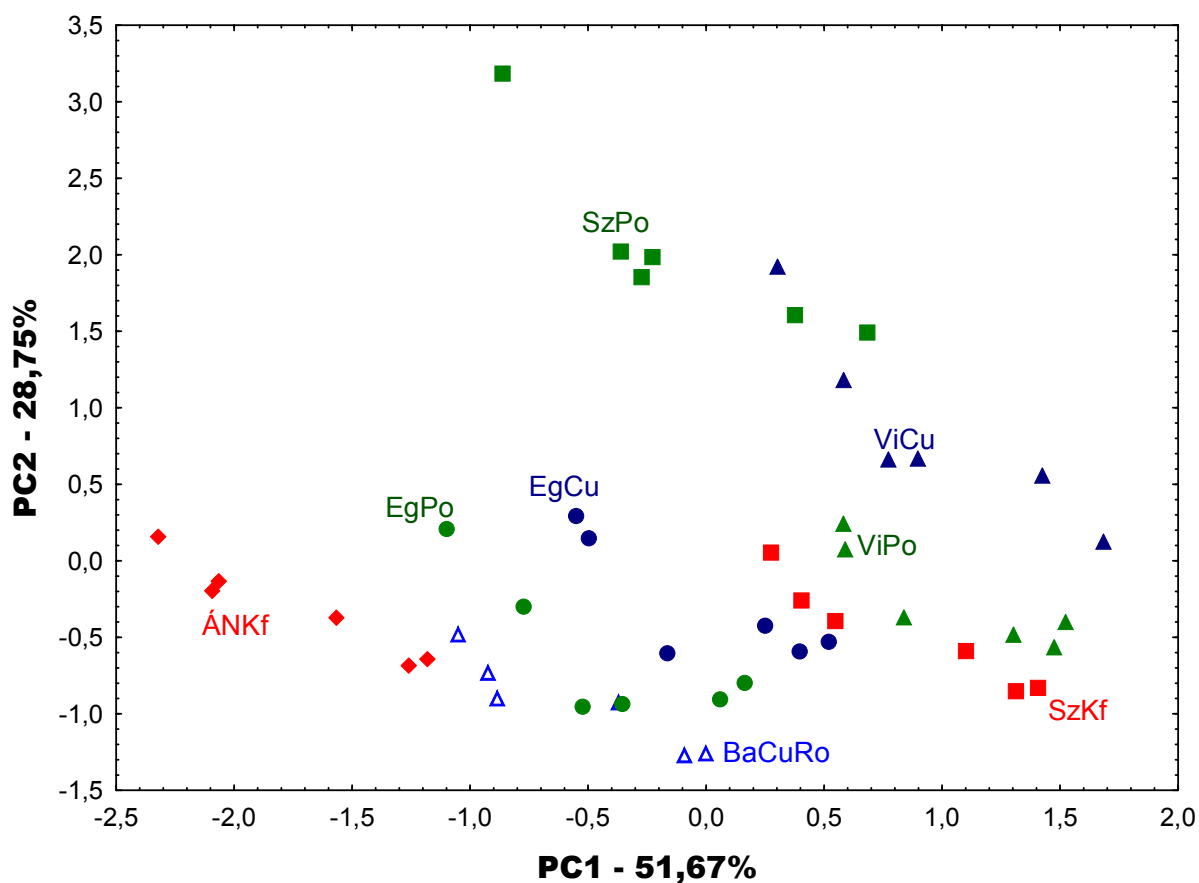
9. ábra PCA (PC1-2) - Borminták elektronikus nyelv vizsgálata az első mérési módszer szerint (első szekvencia)

A 10. ábra azt mutatja meg, hogy milyen eredményt kaptunk az első három ismétlés adatainak kihagyásával.



10. ábra PCA (PC1-2) – Borminták elektronikus nyelvés vizsgálata az első mérési módszer szerint (első szekvencia) a mérés első három ismétlésének kihagyásával

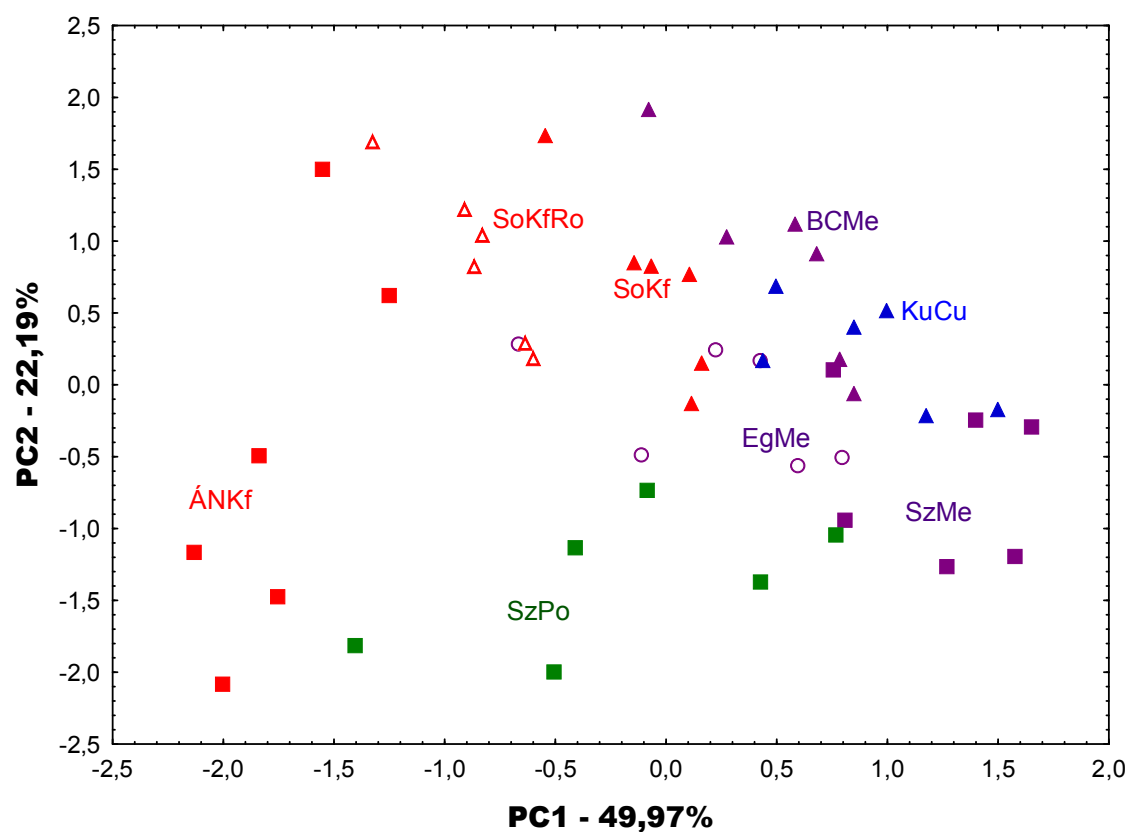
Az első mérés második szekvenciájának eredményeit a 11. ábra szemlélteti. A borminták adatai hasonló trendet követnek, de az elektronikus nyelv az első főkomponens mentén nem volt képes minden borminta csoportot elkülöníteni egymástól, mivel túl sok az átfedés közöttük és nagy a szórása a kapott adatoknak. A 10. ábra és 11. ábra megmutatja, hogy az első mérési módszerrel nem tudtuk nagy megbízhatósággal elkülöníteni az adott bormintákat egymástól.



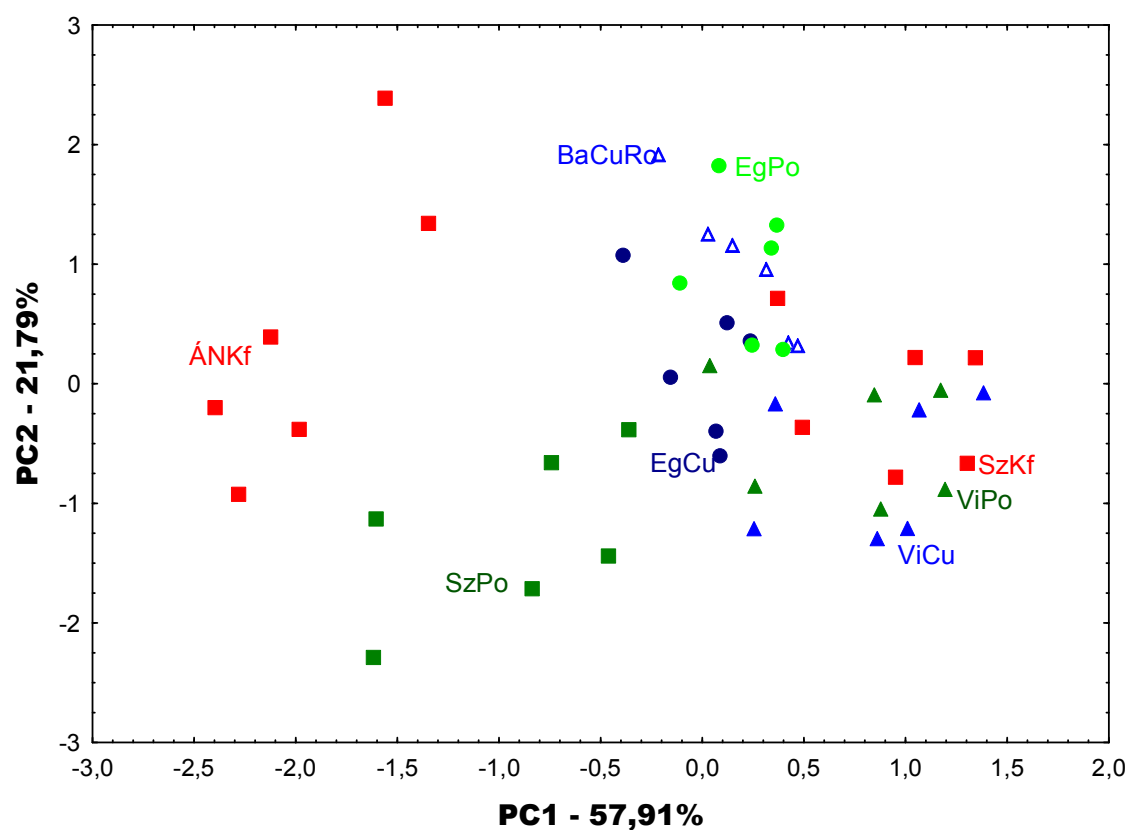
11. ábra PCA (PC1-2) – Borminták elektronikus nyelvészeti vizsgálata az első mérési módszer szerint (második szekvencia)

5.3.2. A második mérési módszer eredményei

A második mérés főkomponens analízisének eredményeit a 12. ábra és 13. ábra szemlélteti. Az eredmények azt mutatták, hogy kisebb lett a csoporton belüli szórás, és az egyes csoportok jobban elkülönülnek egymástól. A lényegi információ majdnem 50%-át (1. szekvencia) és 58%-át (2. szekvencia) tartalmazó első főkomponensek mentén mind a két ábrán jól elkülönült az **ÁNKf** és **SzPo** is a többi mintától. Azonban a második mérési módszert alkalmazva is még mindig sok átfedés látható az ábrákon.



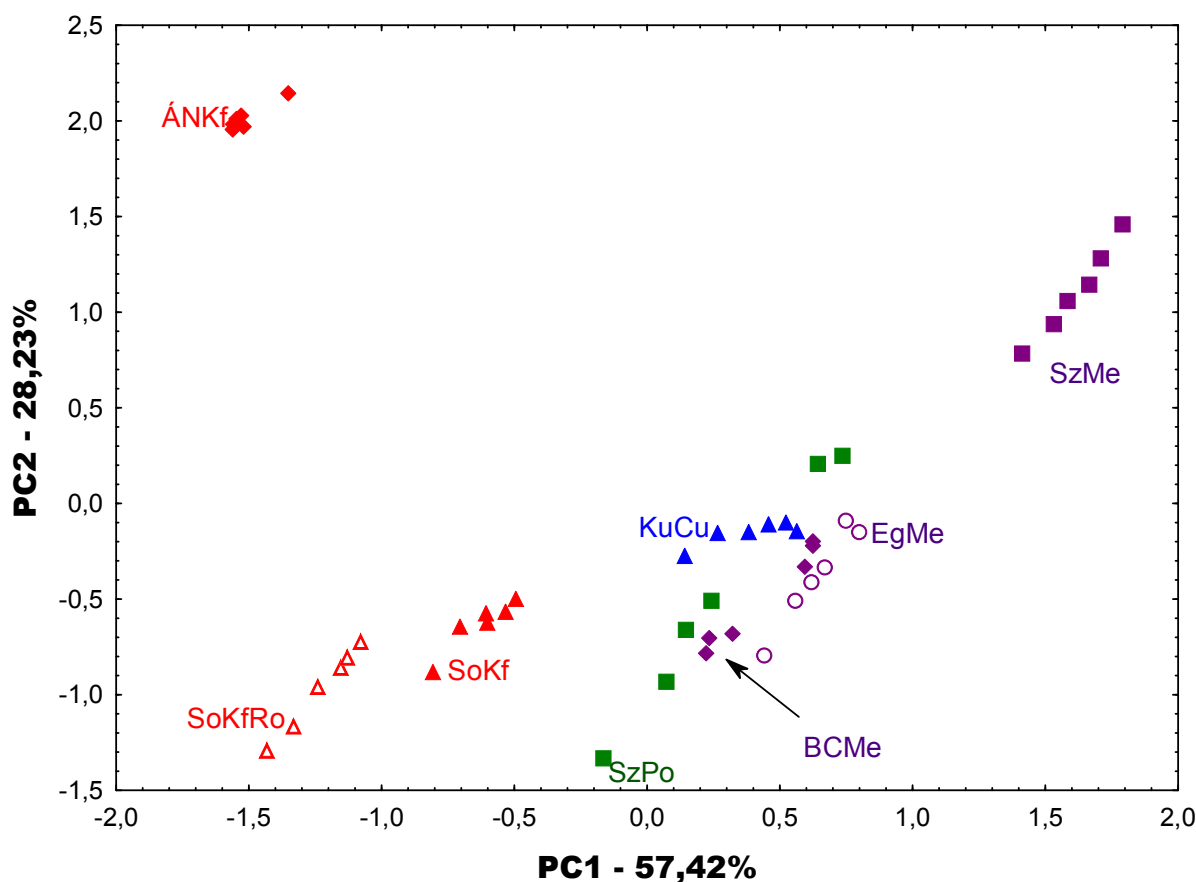
12. ábra PCA (PC1-2) – Borminták elektronikus nyelves vizsgálata a második mérési módszer szerint (első szekvencia)



13. ábra PCA (PC1-2) – Borminták elektronikus nyelves vizsgálata a második mérési módszer szerint (második szekvencia)

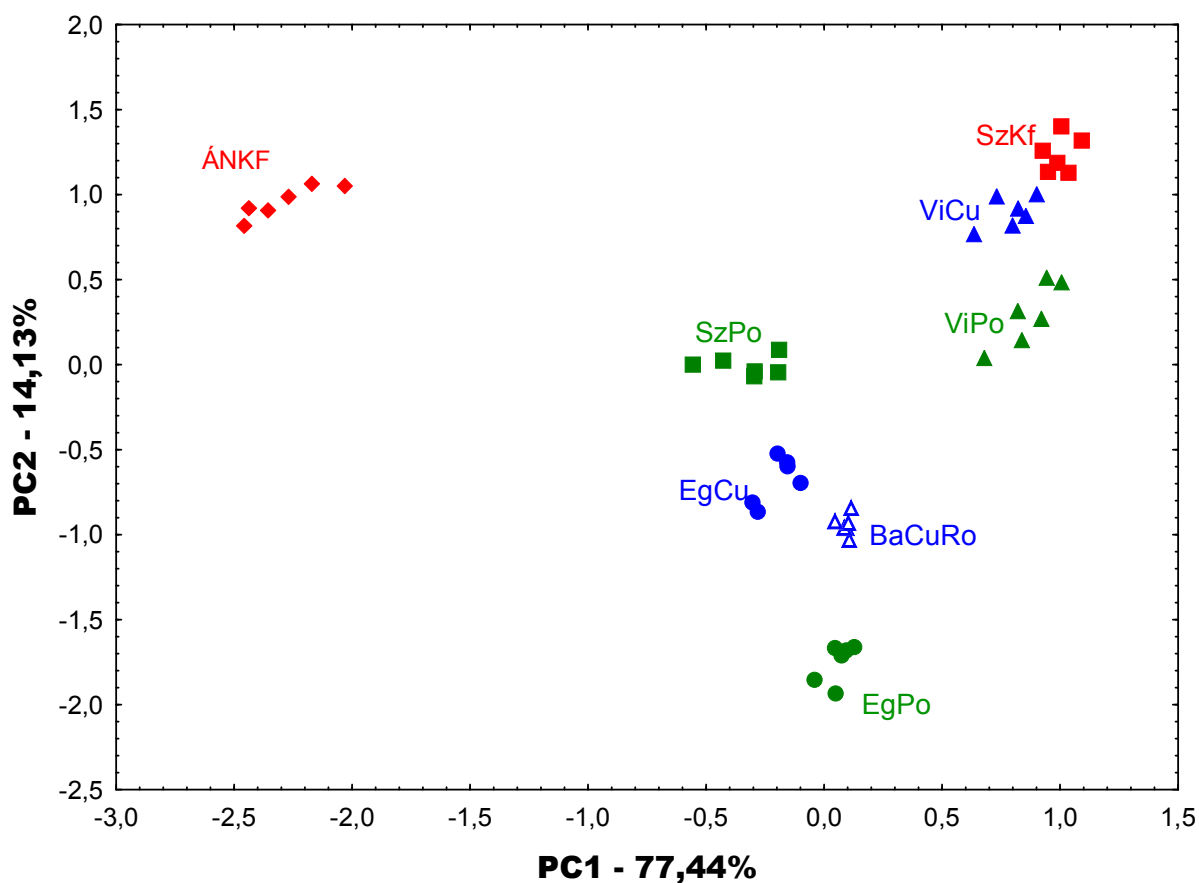
5.3.3. A harmadik mérési módszer eredményei

A harmadik mérés során minden bort egymás után kilencszeres ismétlésben mértünk. Az összehasonlíthatóság miatt továbbra is külön elemeztük a két mérési szekvencia során kapott eredményeket. A 14. ábra tartalmazza az első szekvencia főkomponens analízisét. Jól elkülönült az **ÁNKf**, a **SoKfRo**, a **SoKf** és a **SzMe** a többi vizsgált bortól. A kékfrankos fajtaborok is jól elkülönültek az első főkomponens mentén a többi bormintától. A **BCMe**, az **EgMe** a **KuC** és a **SzPo** viszont közel került egymáshoz, ennek ellenére azért látható, hogy ezzel a módszerrel már nagyobb hatékonysággal különülnek el a különböző borok csoportjai.



14. ábra PCA (PC1-2) – Borminták elektronikus nyelvés vizsgálata a harmadik mérési módszer szerint (első szekvencia)

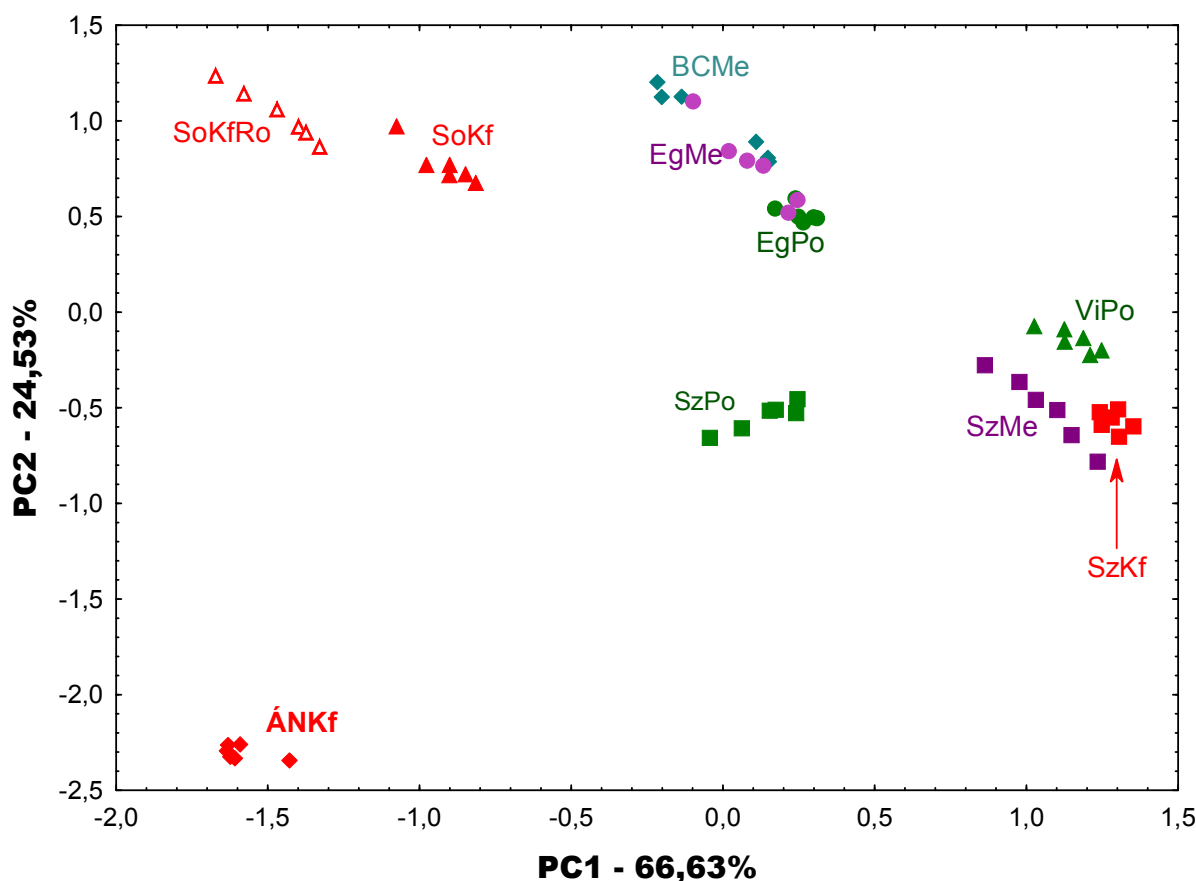
A második szekvencia bormintáinak csoportjai közt még jobb elkülönülés mutatkozott (15. ábra). Továbbá az első főkomponens is nagyobb százalékát írja le az eredeti varianciának. Leginkább az **ÁNKf** bormintát különítette el az elektronikus nyelv a többi bormintától. A **ViCu** borminta pedig közel került a másik villányi borhoz a **ViPo**-hez.



15. ábra PCA (PC1-2) – Borminták elektronikus nyelv vizsgálata a harmadik mérési módszer szerint (második szekvencia)

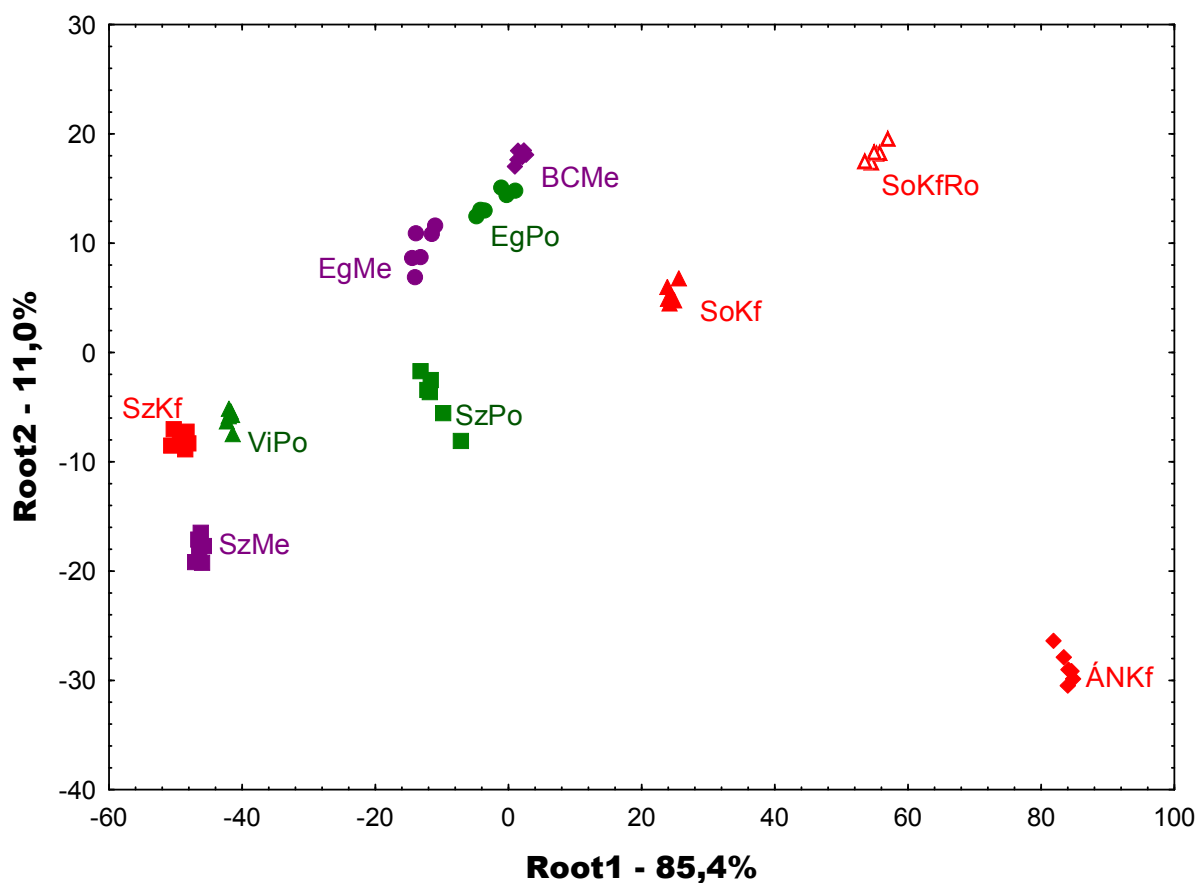
A további elemzésekhez a harmadik mérés két szekvenciájának adatait összevontuk, hogy a bormintákat együtt elemezzük. Elsőként a fajtaborokat elemeztük.

A főkomponens analízis eredménye azt mutatta, hogy az első két főkomponens az adatok varianciájának több mint 90%-át írja le (16. ábra). Az **ÁNKf** mérési pontjai egyértelműen elkülönülnek, illetve a két soproni bor csoportja is közel került egymáshoz (**SoKf**, **SoKfRo**). Az egri borok szintén egymás közelében helyezkednek el. A villányi és szekszárdi borok mérési pontjai is alkotnak egy külön csoportot az első főkomponens mentén (**ViPo**, **SzMe**, **SzKf**).



16. ábra PCA (PC1-2) – Borminták elektronikus nyelves vizsgálata a harmadik mérési módszer szerint (fajtaborok megkülönböztetése)

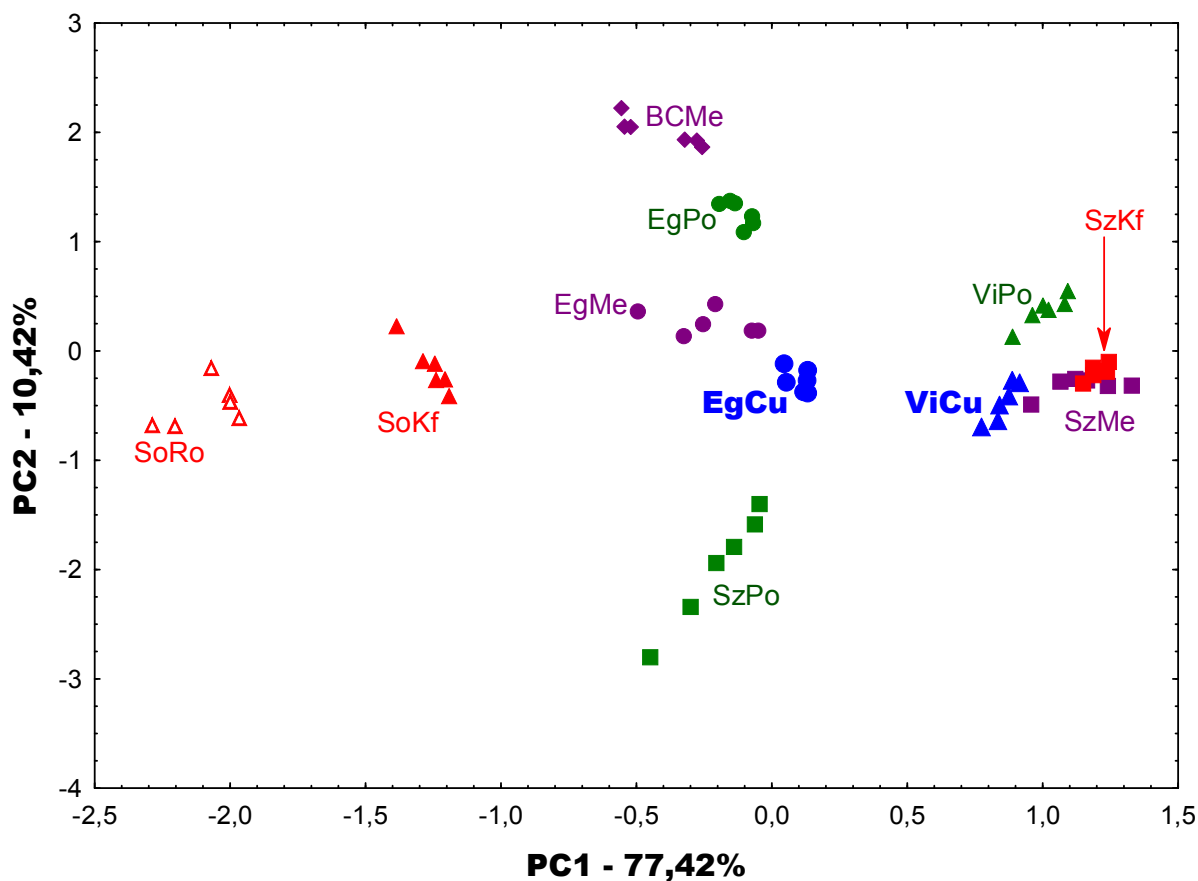
A fajtaborok csoportjai közötti különbségek maximalizálása érdekében diszkriminancia analízist végeztünk. A diszkriminancia elemzés eredményei a főkomponens elemzéssel közel azonosak. A minták elkülönülését a 17. ábra tartalmazza, mely alapján szintén elkülönültek az előbb említett csoportok, leginkább megint az **ÁNKf** csoportja különült el a többi vizsgált bormintától. A diszkriminancia analízis modell háromszoros keresztvalidálását alkalmaztuk, melynek során azt az eredményt kaptuk, hogy az elektronikus nyelv minden esetben jól csoportosította a mintákat, ezért a helyes osztályozási arány 100% lett.



17. ábra DA (Root1-2) – Borminták elektronikus nyelvész vizsgálata a harmadik mérési módszer szerint (fajtaborok megkülönböztetése)

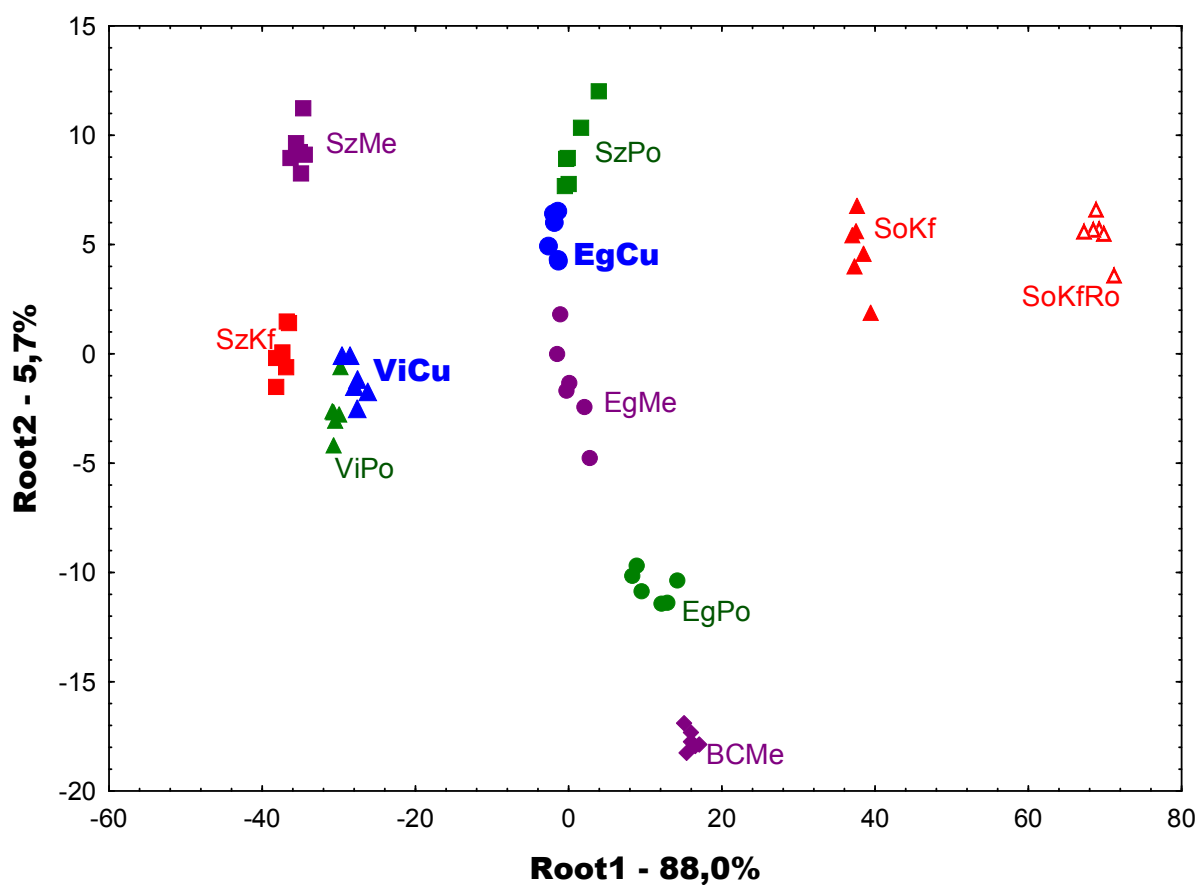
Minden esetben túlságosan nagy különbségeket mutatott az **ÁNKf**, és annak érdekében, hogy jobban átlátható legyen a többi borminta eredménye, ezért a következő elemzések során az **ÁNKf** mérési pontjai nélkül végeztük el az analíziseket.

A következő főkomponens elemzés során már nem csak a fajtaborokat vizsgáltuk, hanem két házassított bor eredményeit is elemeztük. A főkomponens elemzés során kapott eredmények azt mutatják (18. ábra), hogy az **EgCu** közel került a másik két egri borhoz (**EgMe**, **EgPo**) az első főkomponens mentén, mely tartalmazza a lényegi információ 77,42%-át. A **ViCu** is közel került a másik villányi borhoz (**ViPo**) és a szekszárdi borokhoz (**SzMe**, **SzKf**).



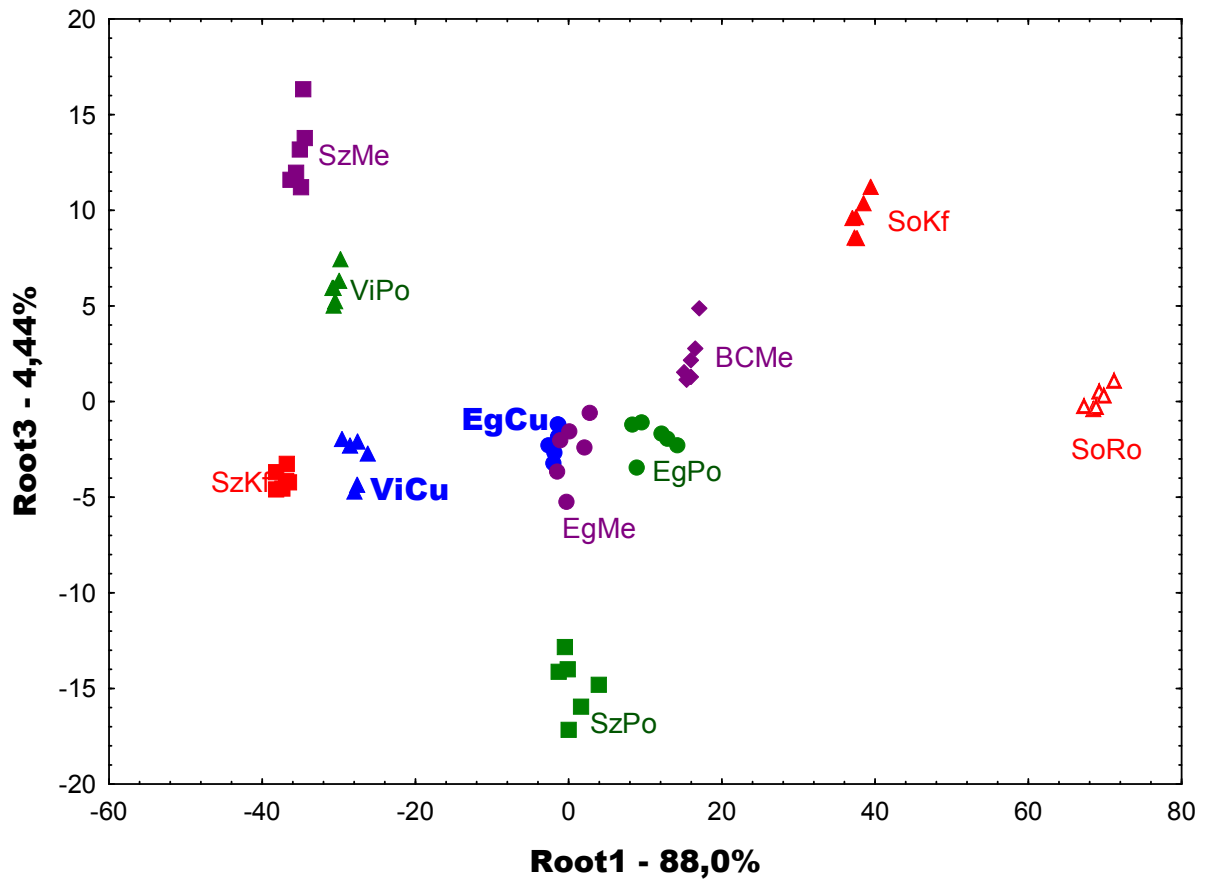
18. ábra PCA (PC1-2) - Borminták elektronikus nyeltes vizsgálata a harmadik mérési módszer szerint (fajtaborok (ÁNKf nélkül) és két házassítás megkülönböztetése)

A diszkriminancia elemzés első ábráján (19. ábra), amikor a csoportok közti variancia eléri a 93%-ot, a **ViCu** a főkomponens analízis eredményéhez hasonlóan közel került a másik villányi borhoz.



19. ábra DA (Root1-2) - Borminták elektronikus nyelvé vizsgálata a harmadik mérési módszer szerint (fajtaborok (ÁNKf nélkül) és két házastás megkülönböztetése)

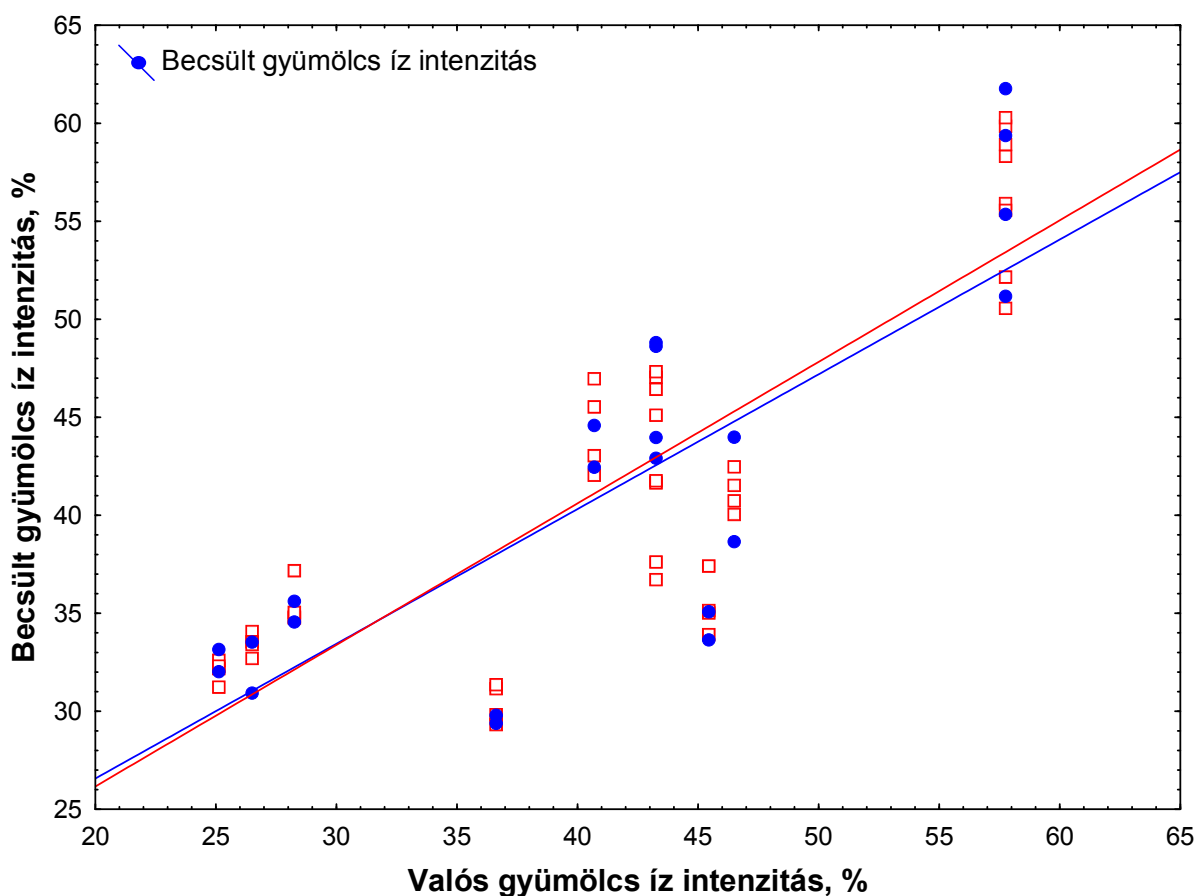
Az **EgCu** mérési pontjai pedig akkor kerültek nagyon közel az **EgMe** csoportjához, amikor az első (Root1) és harmadik diszkrimáns változó (Root3) szerint ábrázoltuk az eredményeket (20. ábra). A keresztvalidáció során felállított modell 100%-ban képes volt különbséget tenni a csoportok között és 100%-ban helyesen sorolta be a csoportokat a modell végrehajtása során.



20. ábra DA (Root1-3) - Borminták elektronikus nyelvis vizsgálata a harmadik mérési módszer szerint (fajtaborok (ÁNKf nélkül) és két házastás megkülönböztetése)

5.4.Érzékszervi tulajdonságok becslése elektronikus nyelvvel

Az érzékszervi tulajdonságok becsléséhez PLS regressziót végeztünk. Az érzékszervi tulajdonságok közül azokat az íztulajdonságokat becsültük a PLS segítségével, amelyek esetében az érzékszervi vizsgálat során a bírálók szignifikáns különbséget éreztek. Ennek megfelelően a *gyümölcs íz*, *savasság* és *cukortartalom intenzitást* vizsgáltuk. A háromszoros keresztvalidáció (CV1-CV3) miatt három modell épült, melyek közül egy átlagos R^2 és RMSEC értékkel rendelkező modell képe látható a következő ábrán. A 21. ábra tartalmazza a kalibrációs és a validációs modellt is. Az ábrákon pirossal jelöltük a modellépítésben résztvevő pontokat, kékkel pedig a modell becsült pontjait.



21. ábra PLS (CV1) – Borminták gyümölcs íz intenzitásának becslése az elektronikus nyelv mérési eredményeiből

A *gyümölcs ízt* illetően a determinációs együttható értékei 0,64-nél magasabbnak adódtak a validáció esetében. A legmagasabb R^2 értéket, 0,7130-at a 7 látens változóra épített validációs modellnél értük el, míg a kalibráció során a legalacsonyabb R^2 értéket. Az átlagos hiba a modell validációja során 6,12 volt.

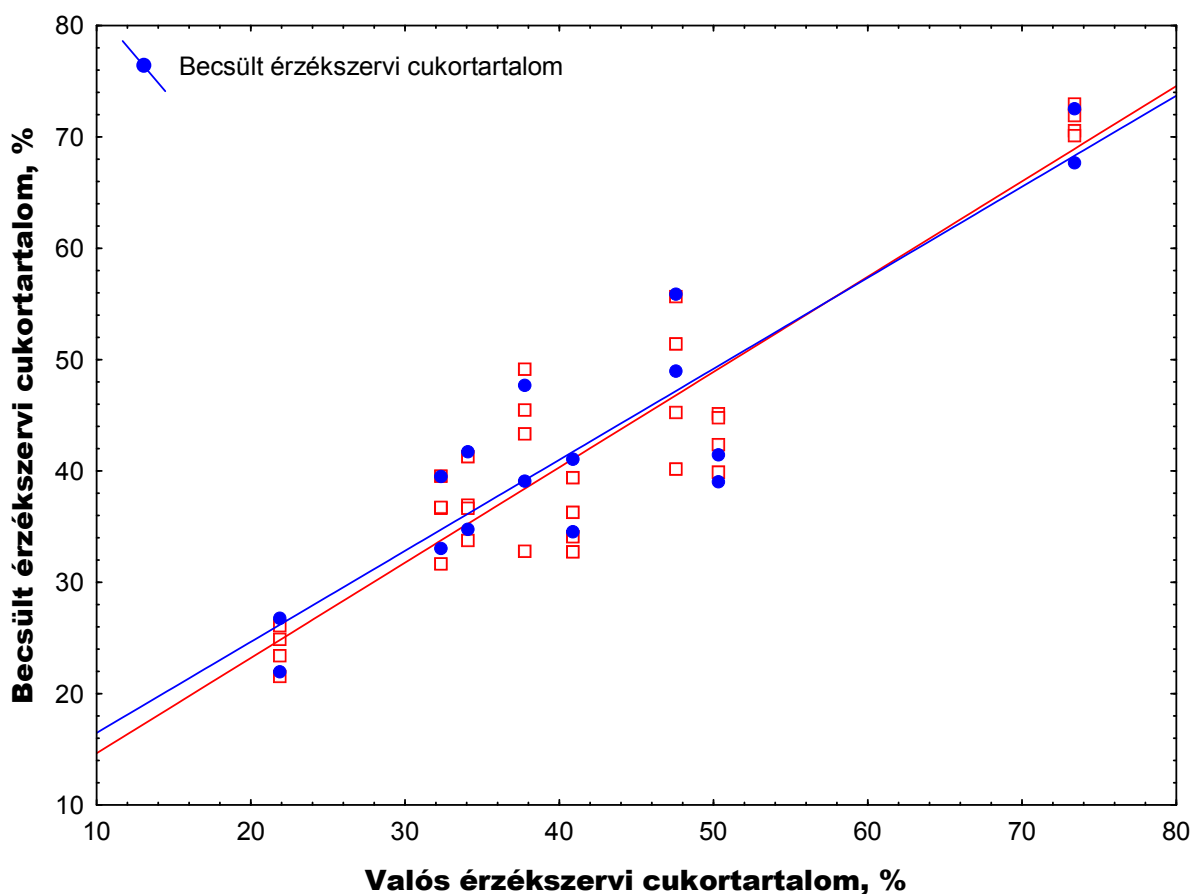
8. táblázat: A borok gyümölcs íz intenzitásának becslésére kapott háromszoros keresztvalidáció R^2 és hiba értékei

	Látens változók	Kalibráció		Validáció	
		R^2	REMSEC	R^2	REMSEP
CV1	6	0,6875	6,00	0,6744	6,16
CV2	7	0,6698	6,16	0,7130	5,78
CV3	7	0,7012	5,86	0,6432	6,42
Átlag	-	0,6861	6,01	0,6766	6,12

A háromszoros keresztvalidáció során kapott regressziós koefficiens értékeket a 9. táblázatban foglaltuk össze. Az eredmények alapján a keresztvalidáció mindhárom esetében az UMS és SPS szenzorok vesznek részt legnagyobb súllyal a *gyümölcs íz* becslésében.

9. táblázat Gyümölcs íz becslése során kapott regressziós koefficiens értékek

	Tengely-metszet	SRS	GPS	STS	UMS	SPS	SWS	BRS
CV1	-77,53	0,03	-0,03	0,12	-1,45	1,49	-0,06	0,06
CV2	14,75	0,07	-0,09	0,08	-1,37	1,44	-0,02	-0,02
CV3	-15,04	0,08	-0,10	0,08	-1,44	1,58	-0,07	-0,01



22. ábra PLS (CV2) – Borminták érzékszervi cukortartalmának becslése az elektronikus nyelv mérési eredményeiből

Az *érzékszervi cukortartalom* jobban korreláltható, mint a *gyümölcs íz* intenzitás, mivel a determinációs együttható értékei magasabbak (10. táblázat). A legkisebb R^2 értéket, 0,7868-at a 4 látens változóra épített kalibrációs modellnél értük el, míg a validáció során ekkor kaptuk a legnagyobb R^2 értéket, és ekkor kaptuk a legnagyobb hibát is 6,74 -et.

10. táblázat: A borok *érzékszervi cukortartalom* intenzitásának becslésére kapott háromszoros keresztvalidáció R^2 és hiba értékei

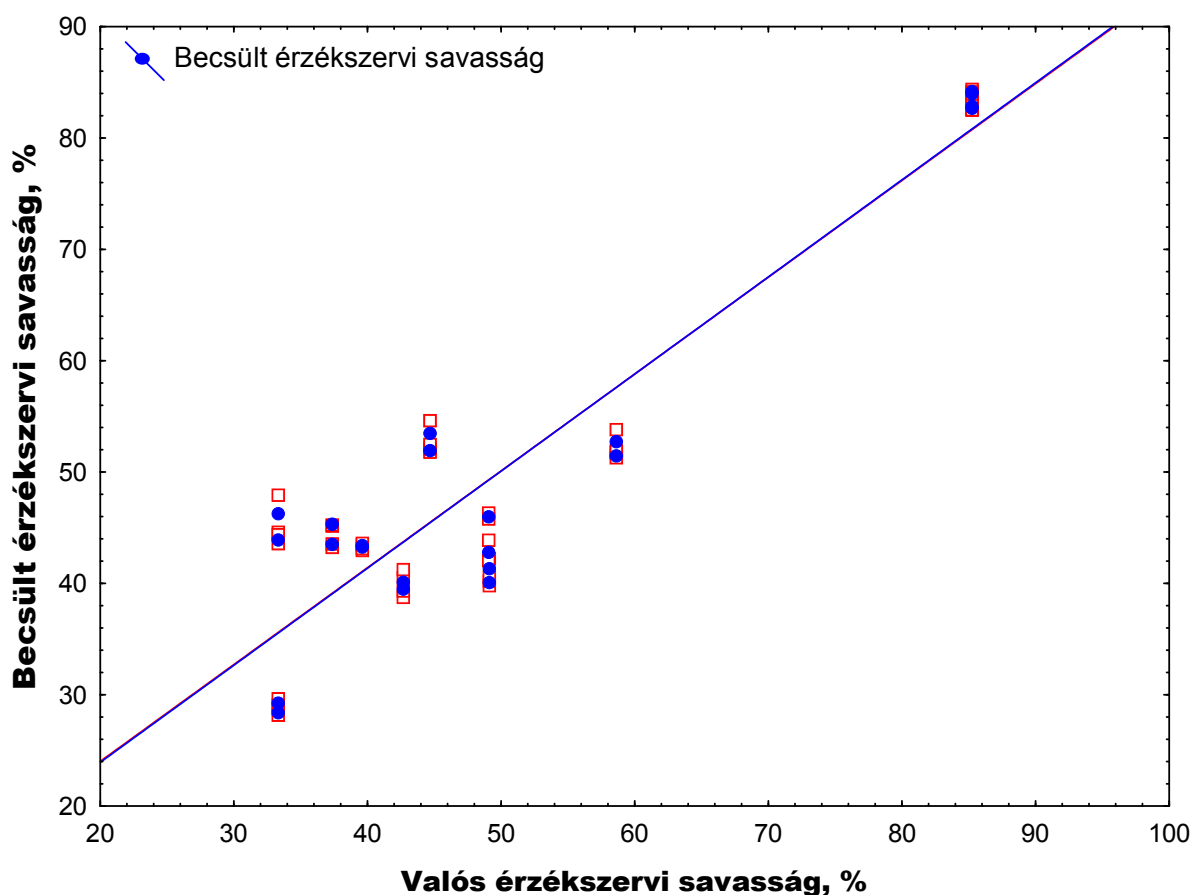
	Látens változók	Kalibráció		Validáció	
		R^2	REMSEC	R^2	REMSEP
CV1	7	0,8688	5,23	0,8247	6,53
CV2	7	0,8562	5,47	0,8255	6,06
CV3	4	0,7868	6,66	0,8270	6,74
Átlag	-	0,8369	5,79	0,8257	6,44

Az *érzékszervi cukortartalom* becslése során kapott regressziós koefficiens értékeket a 11. táblázat mutatja. Látható, hogy legnagyobb súllyal az UMS és SPS szenzorok vesznek részt *érzékszervi cukortartalom* becslésében éppúgy, mint a *gyümölcs íz* becslése esetében.

11. táblázat: *Érzékszervi cukortartalom* becslése során kapott regressziós koefficiens értékek

	Tengely- metszet	SRS	GPS	STS	UMS	SPS	SWS	BRS
CV1	-1012,98	-0,11	0,50	0,45	-2,43	2,47	-0,35	0,58
CV2	-893,05	-0,11	0,47	0,43	-2,28	2,21	-0,26	0,51
CV3	-835,67	-0,07	0,44	0,36	-2,33	2,55	-0,40	0,44

Az *érzékszervi savasság* becslését a 23. ábra mutatja. A 12. táblázatban, látható, hogy igen szoros korrelációt kaptunk a regressziós modellel az *érzékszervi savasság* becslésére, hiszen a kalibrációtól a validációig az R^2 értéke nem csökkent, a hiba pedig nem nőtt számottevően. A legalacsonyabb R^2 értéket a CV3 esetében értük el, amely 0,8543 volt, a becslési hiba (RMSEP) pedig 6,81 %. Ebben az esetben a látens változók száma maximális volt. A legmagasabb determinációs együttható 0,8813, melyet 6 látens változóra épített validációs modellel értünk el, ekkor a becslési hiba 6,11 %-nak adódott.



23. ábra PLS (CV3) – Borminták érzékszervi savasságának becslése az elektronikus nyelv mérési eredményeiből

12. táblázat A borok érzékszervi savasság intenzitásának becslésére kapott háromszoros keresztvalidáció R^2 és hiba értékei

	Látens változók	Kalibráció		Validáció	
		R^2	REMSEC	R^2	REMSEP
CV1	6	0,8620	6,59	0,8813	6,11
CV2	7	0,8708	6,38	0,8657	6,50
CV3	7	0,8761	6,24	0,8543	6,81
Átlag	-	0,8696	6,40	0,8671	6,47

A 13. táblázat tartalmazza *érzékszervi savtartalom* becslése során kapott regressziós koefficiens értékeket. Legnagyobb súllyal ebben az esetben is az SPS és az UMS szenzorok vettek részt a becslésben.

13. táblázat Érzékszervi savtartalom becslése során kapott regressziós koefficiens értékek

	Tengely- metszet	SRS	GPS	STS	UMS	SPS	SWS	BRS
CV1	416,45	-0,08	-0,17	0,13	0,97	-1,38	0,18	-0,14
CV2	334,88	-0,10	-0,13	0,17	0,93	-1,37	0,17	-0,10
CV3	367,13	-0,10	-0,12	0,19	0,90	-1,34	0,22	-0,17

5.5. Következtetések

Az érzékszervi vizsgálat eredményei azt mutatták, hogy a bírálók a vizsgált vörösborok között *bíbor és rubin szín, gyümölcs, fás és idegen illat, gyümölcs íz, savasság, cukortartalom, idegen íz és összbenyomás* szempontjából képesek különbséget tenni 95%-os szignifikanciaszinten.

Az elektronikus nyelvvel végzett mérések közül a harmadik mérési módszer mutatta a legjobb eredményt, így ennek a módszernek az eredményeivel végeztünk főkomponens és diszkriminancia analízist külön fajtaborokra is. Az elektronikus nyelv képes volt elkülöníteni a vörösborokat egymástól termőhely szerint és némely esetben fajta (Kékfrankos, Merlot) szerint is. Az eredmények alapján továbbá megállapítottuk, hogy a csoportokon belül az első főkomponens esetén kis szórás, míg a második főkomponens mentén nagyobb szórás volt jellemző.

Jelenlegi eredmények alapján nem tudjuk megmagyarázni, hogy mi okozza az eltérő szórásértékeket és javasoljuk ennek a mélyreható vizsgálatát és elemzését. Egyértelmű eredményeket kaptunk, de ezek magyarázatához további kísérletek, mélyrehatóbb vizsgálatok szükségesek.

Az érzékszervi tulajdonságok becslése során megállapítottuk, hogy a vizsgált érzékszervi jellemzők közül a borok *érzékszervi savasság intenzitása* ($R^2=0,8671$, RMSEP=6,47%) becsülhető a legjobban az elektronikus nyelvvel. A *gyümölcs íz intenzitás* ($R^2=0,6766$, RMSEP=6,12%) volt a legkevésbé korreláló. A három tulajdonság becslésében legnagyobb súlyban minden esetben az UMS és SPS szenzorok vettek részt. A bírálók az *érzékszervi savasság* és *érzékszervi cukortartalom* esetében 99%-os szignifikanciaszinten tudtak különbséget tenni a borminták között, azonban a *gyümölcs íz intenzitás*ban csak 95%-os szignifikanciaszinten.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A vörösborfogyasztásnak az emberi szervezetre gyakorolt jótékony hatása benne él a köztudatban, éppen ezért a világ nagy részén és hazánkban is legtöbbször a vörösbort részesítik előnyben. A fogyasztók és a termelők védelme érdekében szigorú bortörvény és hatósági szabályozás kíséri borkészítés minden mozzanatát. Az ellenőrzések során gyakori az érzékszervi minősítés alkalmazása. Az objektív, reprodukálható megítélésben azonban fontos szerepe lehet az elektronikus nyelv alkalmazásának. Az elektronikus nyelv használata nagyban segíthetné és gyorsíthatná az ellenőrző szervek munkáját, az analitikai és ellenőrzési folyamatokat.

Munkánk során Magyarország különböző borvidégeiről származó fajta-, és házasított borokat vizsgáltunk, köztük vörös és rozé borokat egyaránt. A kutatás során az elektronikus nyelvvel történő mérés mellett kémiai analízist és érzékszervi vizsgálatot is végeztünk a borokon. Elsődleges célunk volt egy olyan mérési módszer kidolgozása az elektronikus nyelv mérésekhez, amely leginkább alkalmas a borok mérésére. Ezután célunk volt, hogy a borokat termőhely és fajta szerint megkülönböztessük egymástól a kiválasztott mérési módszert alkalmazva. Továbbá célunk volt a bírálók érzékszervi minősítése alapján megállapított jellemzők és a minták összetétele (cukortartalom, savasság) közötti összefüggések meghatározása, valamint ezen érzékszervi tulajdonságok becslése az elektronikus nyelv mérési eredményeiből.

A kémiai analízis során az érzékszervi bírálat előtt megmértük a borok titrálható savtartalmát borkősav egyenértékben és megmértük a borminták pH-értékét, ami nagymértékben befolyásolhatja a vörösborok színintenzitását. A vizsgált borok savtartalma és pH értéke az irodalomban megállapított határértékek között voltak minden borminta esetén.

Az érzékszervi bírálat során kizárólag vörösborokat adtunk a bírálóknak rozéborokat nem. A vörösborokat két csoportra osztottuk, hogy a bírálóknak ne kelljen egyszerre az összes borra koncentrálniuk. Azonban kiválasztottunk két olyan bormintát, amelyeket mind a két csoportba beletettünk, átfedést képezve a csoportok között. Átfedésre azért volt szükség, hogy megfigyelhessük mennyire következetesek a bírálók. A bírálóknak a kódolt bormintákat, egy strukturálatlan skálán és 13 szempont alapján kellett értékelniük. Az érzékszervi bírálatok után a bíráló kiválasztás során arra törekedtünk, hogy azok a bírálók maradjanak az elemzésben, akik a borok íz jellemzőiben egymáshoz hasonló válaszokat adtak. A bíráló kiválasztást követően az érzékszervi vizsgálat eredményei azt mutatták, hogy a bírálók a különböző termőhelyről származó vörösborok között *bíbor* és *rubin szín*, *gyümölcs*, *fás* és *idegen illat*, *gyümölcs íz*, *savasság*,

cukortartalom, *idegen íz* és *összbenyomás* szempontjából képesek voltak különbséget tenni 95%-os szignifikanciaszinten, azonban *alkoholtartalom*, *testesség* és *fás íz* szempontjából nem tudták megkülönböztetni a borokat.

Az elektronikus nyelv mérések esetén ugyanúgy két csoportra osztottuk a vörösborokat és még egy-egy rozébort is hozzáadtunk a csoportokhoz. A mérések során három mérési módszer eredményét vizsgáltuk és hasonlítottuk össze. Az első két módszer főkomponens analízis eredményei azt mutatták, hogy sem termőhely, sem fajta szerint nem különültek el az egyes csoportok egymástól. Megállapítottuk, hogy az elektronikus nyelvvel történő mérések közül a harmadik mérési módszer (minden mintát 9x-es ismétlésben mért meg a műszer egymás után) jobban kiemeli a különbséget, ezért ez bizonyult a legjobbnak a vörösborok megkülönböztetésére. A főkomponens és diszkriminancia analízis alapján megállapítottuk, hogy az elektronikus nyelv képes volt elkülöníteni a vörösborokat egymástól termőhely és némely esetben fajta szerint is. Az eredmények alapján továbbá megállapítottuk, hogy a csoportokon belül az első főkomponens esetén kis szórás, míg a második főkomponens mentén nagyobb szórás volt jellemző. Jelenlegi eredmények alapján nem tudjuk megmagyarázni, hogy mi okozza az eltérő szórásértékeket és javasoljuk ennek a mélyreható vizsgálatát és elemzését.

Az érzékszervi tulajdonságok becslése során megállapítottuk, hogy a vizsgált érzékszervi íz jellemzők közül a borok érzékszervi *savasság intenzitása* becsülhető a legjobban az elektronikus nyelvvel, emellett még az érzékszervi *cukortartalom* becslése is jó korrelációt mutatott, a legkevésbé pedig az érzékszervi *gyümölcs íz intenzitás* korrelált az elektronikus nyelv mérési eredményével.

IRODALOMJEGYZÉK

1. **Apetrei I.M., Rodrigez-Mendez M.L., Apetrei C., Nevares I., del Alamo M., de Saja J.A., (2012):** Monitoring of evolution during red wine aging in oak barrels and alternative method by means of an electronic panel test. *Food Research International*. 45, 244-249
2. **Arrieta A., Apetrei C., Roudrigez-Mendez M. L., de Saja J. A., (2004):** Voltammetric sensor array based on conducting polymer-modified electrodes for the discrimination of liquids *Electrochimica Acta* 49 (26): 4543-4551
3. **Balacci S., Matsuno T.,Toko K.,Stella R., De Rossi. (1998):** Discrimination of wine using taste and smell sensors *Sensors and Materials*, 10, 185-200
4. **Bényei F., Lőrincz A., (2005):** Borszőlőfajták, csemegeszlő-fajták és alanyok. Mezőgazda kiadó
5. **Dalmadi, I., Seregély, Zs., Kaffka, K., Farkas, J. (2007):** Néhány többváltozós kemometriai módszer alkalmazása műszeres analitikai vizsgálatok értékelésére. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, 4, 222.
6. **Demjén A. (2005)** Elektronikus nyelv alkalmazhatóságának vizsgálata üdítőitalok minőségi jellemzőinek megállapítására. Diplomamunka. Budapesti Corvinus Egyetem.
7. **Eperjesi I., 2010.** Borászati technológia. Mezőgazda kiadó
8. **Eperjesi I., Kállay M., Magyar I., (1988):** Borászat. Mezőgazda Kiadó
9. **Falchetti R., Fugetta M. P., Lanzilli G., Tricarico M., Ravagnan G. (2001):** Effects of resveratrol on human immune cell function, *Life Sciences*, 70 81-96
10. **Gago B., Lundberg J. O. Barbosa R. M., Laranjinha J. (2007):** Red wine-dependent induction of nitrite to nitric oxide in the stomach; *Free Radical Biology and Medicine*, 43 1233-1247 p.
11. **Gaulejac N. S-C. de, Glories Y., Vivas N. (1999):** Free radical scavenging effect of anthocyanins in red wines, *Food Research International* 32, 327-333 p
12. **Helland, I.S. (1990):** PLS regression and statistical models. *Scandinavian Journal of Statistics*, 17, 97-114.
13. **ISO 3591:1977** Sensory analysis -- Apparatus -- Wine-tasting glass
14. **Kállay M., (2010):** Borászati kémia. Mezőgazda kiadó
15. **Kaur G., Roberti M., Raul F., Pendurthi U.R. (2007):** Suppression of human monocyte tissue factor induction by red wine phenolics and synthetic derivatives of resveratrol. *Thrombosis Research*, 119 247-256. p.

16. **Kirsanov D., Mednova O., Victoris V., Kilmartin P. A., Legin A. (2012):** Towards reliable estimation of an “electronic tongue” predictive ability from PLS regression models in wine analysis. *Talanta* 90, 109-116
17. **Kohajda M., (1999):** Borbíráti módszerek összevetése: Profilanalízis alkalmazása borok érzékszervi minősítésénél. Szakdolgozat. Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem.
18. **Kovács Z. (2007):** Elektronikus nyelv alkalmazása instant italok vizsgálatára. Diplomamunka. Budapesti Corvinus Egyetem.
19. **Kovács Z. (2012):** Módszer elektronikus nyelvvel végzett méréseknél fellépő zavaró hatások csökkentésére, Doktori értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem
20. **Legin A., Rudnitskaya A., Lvovaa I., Vlasov Y., Di Natale C., D’Amico A. (2003):** Evaluation of Italian wine by the electronic tongue: recognition, quantitative analysis and correlation with human sensory perception. *Analytica Chimica Acta* 484 33–44
21. **Legin A., Rudnitskaya A., Vlasov Y., Di Natale C., Davide F., D’Amico A., (1997):** Tasting of beverages using an electronic tongue. *Sensors and Actuators B* 44: 291-296
22. **Moon Y. J., Wang X., Morris M. E. (2006):** Dietary flavonoids: Effects on xenobiotic and carcinogen metabolism. *Toxicology in Vitro*, 20 187-210. p.
23. **Nagy Á., (2006)** A bor érzékszervi vizsgálata. Mezőgazda Kiadó
24. **Obádovics Cs. (2006)** Adatfeldolgozás módszerei. Elektronikus jegyzet. SZIE-GTK.
25. **Otto M., Thomas J. D. R. (1985):** Model studies on multiple channel analysis of free magnesium, calcium, sodium, and potassium at physiological concentration levels with ion-selective electrodes. *Anal. Chem.* 57 (13), 2647-2651.
26. **Parra V., Arrieta Á.A., Fernandez-Escudero J.A., Íñiguez M., De Saja J.A., Rodriguez-Mendez M.L., (2006):** Monitoring of the ageing of red wines in oak barrels by means of an hybrid electronic tongue. *Analytica Chimica Acta* 563, 229-237
27. **Parra V., Hernando T., Rodriguez-Mendez M.L., de Saja J. A., (2004):** Electrochemical sensor array made from bisphthalocyanine modified carbon paste electrodes for discrimination of red wines, *Electrochimica Acta* 49 (28): 5177-5185
28. **Pásti Gy., (1986):** A rozé borok készítechológájának fejlesztése a hazai nagyüzemekben. Doktori értekezés. Kertészeti Egyetem.
29. **Richards, E., Bessant, C., Saini, S. (2002):** Multivariate data analysis in electroanalytical chemistry. *Electroanalysis*, 14 (22), 1533-1542.
30. **Rudnitskaya A., Delgadillo I., Legin A., Rocha S.M., Costa A.M., Simoes T., (2007):** Prediction of the Port wine age using an electronic tongue. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*. 88, 125-131

31. **Rudnitskaya A., Rocha S.M., Legin A., Pereira V., Marques J.C. (2010):** Evaluation of the feasibility of the electronic tongue as a rapid analytical tool for wine age prediction and quantification of the organic acids and phenolic compounds. The case-study of Madeira wine. *Analytica Chimica Acta* 662, 82–89
32. **Várvölgyi E., (2011):** Elektronikus nyelv alkalmazása kávéminták megkülönböztetésére és érzékszervi tulajdonságainak becslésére. Diplomamunka. Budapesti Corvinus Egyetem.
33. **Vasné, H. É. (2010):** Elektronikus nyelv és humán érzékszervi minősítés összehasonlítása kávé mintáknál. Szakdolgozat. Budapesti Corvinus Egyetem.
34. **Vlasov ,Y., Legin A. (1998):** Non selective chemical sensors in analytical chemistry: from „electronic nose” to „electronic tongue”. *Fresenius J Anal Chem*: 255-260

Internetes források:

35. **Bulletin d’O.I.V. (2007):** <http://www.oiv.int/oiv/info/enstateoivextracts2>
36. **www.ksh.hu (2010):** Szőlőtermesztés eloszlása hazánkban régióként

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani:

Konzulenseimnek, **Kovács Zoltánnak** és **Fekete Andrásnak** témavezetői tevékenységükért, biztatásukért és segítségükért.

A **TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0023** programnak, hogy támogatta a kutatómunkánk.

A **Fizika és Automatika Tanszék dolgozóinak**, hogy segítették a mérések megvalósítását.