



**SZENT ISTVÁN EGYETEM
ÉLELMISZERTUDOMÁNYI KAR
ÉLELMISZERTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA**

Vörösborok fahordós érlelésének hatása a polifenol összetételre és az érzékszervi minőségre

Doktori (PhD) értekezés

Vas-Guld Zsuzsanna

DOI: 10.54598/000040

Témavezető: Nyitrai Dr. Sárdy Diána Ágnes, PhD

BUDAPEST

2020

**A doktori iskola
megnevezése:**

Élelmiszertudományi Doktori Iskola

tudományága:

Élelmiszertudományok

vezetője:

Simonné Dr. Sarkadi Livia, DSc
egyetemi tanár
Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar

Témavezető:

Nyitrai Dr. Sárdy Diána Ágnes, PhD
dékán, tanszékvezető, egyetemi docens
Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar
Szőlészeti és Borászati Intézet
Borászati Tanszék

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

TARTALOMJEGYZÉK

TARTALOMJEGYZÉK.....	1
1. BEVEZETÉS.....	3
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	5
2.1. Vörösborok.....	5
2.1.1. Vörösbor készítési technológiák.....	8
2.1.2. Vörösborok érlelési lehetőségei.....	10
2.2. Polifenolok jellemzése.....	12
2.2.1. Polifenolok szerepe a vörösborok érzékszervi tulajdonságának kialakításában ..	20
2.2.2. A polifenolok extrakciója és mennyiségének változása a borkészítés során	22
2.2.3. A polifenolok elválasztására irányuló lehetőségek.....	23
2.3. Illó fenolok szerepe a borok érzékszervi tulajdonságainak kialakításában.....	24
2.3.1. Pozitív érzékszervi tulajdonságokat kialakító illó fenolok	24
2.3.2. Negatív érzékszervi tulajdonságokat kialakító illó fenolok.....	24
2.4. Érzékszervi bírálatok.....	25
2.4.1. A borok érzékszervi bírálatát befolyásoló tényezők.....	25
2.4.2. A borok érzékszervi értékelésének lehetőségei	26
3. CÉLKITŰZÉSEK.....	29
4. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	30
4.1. Felhasznált anyagok.....	30
4.1.1. Borfajta.....	30
4.1.2. Alkalmazott borászati technológia.....	31
4.1.3. Hordó típusok	31
4.2. Műszeres analitikai vizsgálatok.....	32
4.2.1. Rutin analitikai mérések	32
4.2.2. Spektrofotometriás vizsgálatok.....	32
4.2.3. Kromatográfiás vizsgálati módszerek.....	32
4.3. Érzékszervi vizsgálatok.....	34
4.3.1. Mennyiségi leíró analízis	35
4.3.2. 100 pontos OIV módszer	37
4.4. Statisztikai módszerek	38
4.4.1. Bíráló teljesítményére vonatkozó kiértékelési módszerek.....	38
4.4.2. Varianciaanalízis.....	44

4.4.3. Főkomponens elemzés	44
4.4.4. Többszörös faktoranalízis	45
4.4.5. Részleges legkisebb négyzetek diszkriminancia-elemzés	45
5. EREDMÉNYEK.....	47
5.1. Polifenol összetétel eredményei.....	47
5.2. Illó fenolok vizsgálat eredményei.....	59
5.3. Érzékszervi minősítési eredmények.....	65
5.3.1. Panel teljesítmény elemzés	65
5.3.2. A Kadarka minták összehasonlító elemzése	70
5.3.3. Cabernet franc minták összehasonlítása	73
5.3.4. Kékfrankos borminták összehasonlítása	74
5.3.5. Az üzemi hordóminták és a kereskedelmi forgalomban lévő borminták összehasonlító elemzése	76
5.3.6. Reprodukálhatósági tesztek	78
5.3.7. A két érzékszervi bírálati módszer összehasonlító elemzése.....	79
6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	83
7. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	86
8. ÖSSZEFOGLALÁS	90
9. SUMMARY.....	92
10. MELLÉKLETEK.....	94
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	123

1. BEVEZETÉS

Magyarországon és szerte a világon nagyon fontos és kiemelt feladat a mértékletes borfogyasztás népszerűsítése, legyen szó szőlész-borász képzésről vagy akár egy borgasztrónómiai rendezvényről. A két szegmens élesen elhatárolódik egymástól, hiszen míg az egyik a borkóstolási és érzékszervi értékelések szigorú szabályainak betartásával zajlik, addig a másik egy sokkal kötetlenebb, élvezeti időtöltés. A borok érzékszervi értékelése elkülönül abban az esetben, ha borszakértőként egy borversenyen bírálunk, vagy amikor egy borkóstolón veszünk részt. Előbbinél alapvető elvárás az objektív magatartás, utóbbinál természetesen megnyilvánul a kóstolás utáni szubjektív szemlélet. A borok professzionális szintű érzékszervi értékelésének elsajátítása egy hosszú folyamat, több száz óra kóstolási gyakorlattal, több év tapasztalatszerzés eredménye. A bor, alkoholtartalmát tekintve, egy élvezeti termék, melynek fogyasztása hosszú távon alkohol függőséget is okozhat. Társadalmi és szociális szempontból alapvető feladat hárul az oktatókra, valamint a borászokra. Az oktató kötelessége a borok érzékszervi értékelésének koordinálása a borkóstolási szabályok szerint, míg a borász feladata a mértékletes borfogyasztás hangsúlyozása, hiszen a borból kimutatható polifenol vegyületek egészségre gyakorolt jótékony hatása bizonyított, és nagymértékben segíti a minőségi bor eladását, promotálja a minőségi vörösbor mindennapi fogyasztását. A téma aktualitását az is indokolja, hogy napjainkban a szakszerű borkóstolás elsajátítása és a borismeret egyre nagyobb népszerűségnek örvend az egyetemisták, üzletemberek és a baráti társaságok körében. A tudatos borfogyasztók keresik azokat a vörösbor fajtákat a piacon, melyeknek az antioxidáns tulajdonsággal rendelkező polifenol koncentrációja kimagasló, hiszen ezeknek a boroknak pozitív élettani hatásuk van. Ennek értelmében a kutatás egyik célja, az üzemi körülmények között elkészített vörösborok összehasonlító elemzése különböző fahordós érlelés mellett, valamint a polifenol összetétel változásának megfigyelése, számszerűsítése az érzékszervi bírálatok függvényében. A dolgozat aktualitását alátámasztja, hogy az érzékszervi bírálati módszerek objektív szemlélete rendkívül fontos, egyrészt kínálati, másrészt a keresleti, fogyasztói oldalról. A jelenlegi szakirodalmakat tanulmányozva, kevés összehasonlító elemzés áll rendelkezésre a 100 pontos OIV bírálati rendszert (OIV: *a method approved by International Organisation of Vine and Wine*: Nemzetközi Szőlészeti és Borászati Szervezet által elfogadott módszer) és a mennyiségi leíró elemzést (QDA) (QDA – *quantitative descriptive analysis* (not to be confused with quadratic discriminant

analysis): mennyiségi leíró elemzés (nem összetévesztendő a kvadratus diszkriminancia-elemzéssel) tekintve. Bár mindkét módszer jól ismert és széleskörűen alkalmazzák a szakmában, mégis hiányos az ezzel kapcsolatos tudományos szakirodalom. Így jelen tanulmány fő célja, hogy kifejlesszen hat vörösbor elemzésére (három különböző fajta) vonatkozó (*quantitative descriptive analysis*, QDA) QDA referencia rendszert és végigvezessen egy többszemponos összehasonlítást a kezeletlen hordóminták valamint kereskedelmi forgalomban lévő vásárolt borminták között, ami az érzékszervi elemzések két típusán alapul, robusztus és specifikus kemometriai eszközökkel. Eredményeim rávilágítanak arra, hogy üzemi körülmények között megvalósítható a minőségi vörösborkészítés, még hosszas fahordós érlelés során is. A vizsgált vörösbor fajták közül a Kékfrankos korábbi kutatási eredményekhez (MONTSKO *et al.* 2010) hasonlóan magas kiindulási transz-rezveratrol koncentrációt mutatott, ami egyértelműen azt jelenti, hogy a szőlőfajta elsődlegesen meghatározza a transz-rezveratrol koncentrációt (NIKFARDJAM *et al.* 2006), de a tudatosan megválasztott szüreti időpont is szignifikáns hatással bír (GEANA *et al.* 2015). A kutatás további prioritása alapján két érzékszervi módszert, a 100 pontos O.I.V. bírálati és a saját fejlesztésű (*quantitative descriptive analysis*, QDA) QDA módszert alkalmaztam és hasonlítottam össze, három vörösborfajta értékelése során. A mennyiségi leíró elemzéshez tartozó referenciákat 27 érzékszervi tulajdonságban határoztam meg. Eredményeim azt mutatták, hogy a (*quantitative descriptive analysis*, QDA) QDA módszer érzékenyebb a minták közötti különbségekre, így nagyobb megkülönböztető képessége van. A faktoriális varianciaanalízis (ANOVA), a (*principal component analysis*, PCA) PCA és a részleges legkisebb négyzetek diszkriminancia-elemzés, PLS-DA (*partial least squares discriminant analysis*) minden bor esetében egyértelműen kiemelte ezt a különbséget. A jövőben a (*quantitative descriptive analysis*, QDA) QDA módszer, egy speciális borleírás és referenciakészlet kidolgozásával, alkalmas lehet arra, hogy helyettesítse az általános OIV módszert. Meg kell említeni, hogy a szakirodalomban található néhány leíró készlet referencia anyagok megnevezésével, de egyiket sem definiálták szabványnak. Az OIV érzékszervi bírálati módszer a borok általános minőségét képes bemutatni, míg a QDA megfelelő kemometriás módszerekkel együtt részletes és statisztikailag alátámasztott leírást ad a borokról.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Vörösborok

A vörösborok népszerűségét, a bennük lévő antioxidáns hatású összetevők, polifenol vegyületek és azok egészségre gyakorolt pozitív hatása egyértelműen növeli. A borok biológiailag aktív összetevőire irányuló vizsgálatok évtizedek óta foglalkoztatják a kutatókat, kémikusokat és borászokat egyaránt. Az alapanyag, a kékszőlő minőségi állapota meghatározza a bor minőségét, nem csak érzékszervi vonatkozásban, hanem kémiai és mikrobiológiai szempontból is (ARTERO *et al.* 2015). Kémiai tekintetben a bor több száz vegyület komplex vizes-alkoholos oldata. A vörösbor érzékszervi minőségét meghatározó összetevők nem számottevő koncentrációban fordulnak elő a borban (GARCÍA-GUZMÁN *et al.* 2015). A bor összetevői, átlagosan 86%-ban víz, 12%-ban etanol, 1%-ban glicerin és poliszacharid, 0,5%-ban különböző savak és 0,5%-ban illékony vegyületek (SUMBY *et al.* 2010). A vörösborok egészségre gyakorolt jótékony hatása mellett, meg kell említeni a hosszú távú és nagy mennyiségű alkoholfogyasztással a szervezetbe kerülő etanolnak májkárosító hatását is (SHIELD *et al.* 2013). A mértékletes alkoholfogyasztásnak azonban pozitív hatása is ismert, miszerint növelheti a védő koleszterin (*high density lipoprotein*, HDL) szintet, és csökkentheti az úgynevezett rossz (*low density lipoprotein*, LDL) koleszterin oxidációját, de emellett a véralvadás megelőzésében és a vérlemezkék aggregációjának csökkentésében is fontos szerepet tölt be (AGARWAL 2002). McCarty (2001) kutatási alapján a mértékletes alkoholfogyasztás kapcsolatba hozható a vázizomban bekövetkező inzulin rezisztencia csökkenéssel. A mértékletes borfogyasztással szervezetbe juttatott polifenol vegyületek és alkohol koncentrációk együttes hatása előnyösen befolyásolhatja szervezetünk működését, segítheti a szív- és érrendszeri, valamint krónikus megbetegedések gyógyulási folyamatait (MARKOSKI *et al.* 2016). A borokat színük, cukortartalmuk, földrajzi eredetük, valamint a feldogozott szőlőfajta alapján kategorizálhatjuk (JACKSON 2000). Színük alapján három csoportba soroljuk a borokat, így megkülönböztetünk fehér, rozé és vörös borfajtát; cukortartalom alapján száraz, félszáraz, félédes, édes kategóriákat különböztetünk meg; földrajzi eredet szerint további két csoportot különítünk el (Elektronikus publikáció 2020.02.22):

1. földrajzi jelzéssel ellátott borászati termékek:

a) oltalom alatt álló eredetmegjelöléssel ellátott borászati termékek (OEM),

b) oltalom alatt álló földrajzi jelzéssel ellátott borászati termékek (OFJ)

2. földrajzi jelzés nélküli borászati termékek (FN)

Az érzékszervi bírálatok, borversenyek publikált, objektív eredményei nagymértékben befolyásolják azokat a tudatos borfogyasztókat, akik a minőségi borokat keresik a piacon. A borkultúrában, borgasztronómiában csak az egészséges, fajtajelleges borok állják meg a helyüket. A testes, száraz barrique hordós érlelésű vörösborok, valamint a könnyed, gyümölcsös vörösborok megosztják a borfogyasztókat, akik szubjektíven döntenek egy-egy bor érzékszervi tulajdonsága felett. Az évről évre változó borfogyasztási szokások egyértelműen meghatározzák a borpiac változását. A borfogyasztók egyre inkább a gyümölcsösebb, mélyebb színtónusú, antioxidánsokban gazdag, bár nem húzós és testes borokat preferálják. (MARTÍNEZ-CARRASCO MARTÍNEZ *et al.* 2006; CHARTERS és PETTIGREW 2007; VIDAL *et al.* 2015). A vörösborok érzékszervi tulajdonságát nagymértékben meghatározó vegyületek a polifenolok, melyeknek vizuális szempontból óriási szerepük van a szín kialakításában, továbbá felelősek a színstabilizálásért, valamint kóstoláskor meghatározó szerepet játszanak a keserű ízérzet megjelenésében, és a bor minőségét meghatározó legfontosabb hatást, az összehúzó, úgynevezett adsztringens hatást alakítják ki (GARCIA-ESTEVEZ *et al.* 2017). Ez a vörösborokban megjelenő fanyarság, húzósság a kondenzált tanninoknak köszönhetően alakul ki, azáltal, hogy a nyálban található fehérjékkel oldhatatlan komplexeket képes kialakítani (ABRANKÓ 2018; SUN *et al.* 2013; RINALDI *et al.* 2012). A vörösborban megtalálható polifenol vegyületek koncentrációja folyamatosan változik, melyet nagymértékben meghatároz az alapanyag, a szőlő érettségi állapota, és befolyásol a szőlőfeldolgozás, valamint a héjon erjesztés technológiája, továbbá a stabilizálási folyamatok, derítés, szűrés és érlelés (GARCIA-ESTEVEZ *et al.* 2017). A vörösborok organoleptikus értékelését nagymértékben meghatározza az az egyensúly, ami a bor savtartalma, alkoholtartalma, cukortartalma és polifenol koncentrációja között alakul ki. A polifenoloknak köszönhetően kialakuló húzósság összefüggésbe hozható az éretlen gyümölcs érzettel, mint kellemetlen ízérzet, viszont megjelenhet pozitív értelemben is, például egy minőségű vörösborban, melyben kellemes, sőt elvárt kóstolási élményt jelent. Soares organoleptikus szempontból azt feltételezi, hogy az adsztringencia nem íz, hanem szájerzet, mert a szájüregben, a nyálkahártyával érintkezve, azon a részen alakul ki, ahol nem léteznek íz receptorok (SOARES *et al.* 2017). Rossetti azt is igazolta, hogy van olyan vegyület, ami ugyan nem képes fehérjét kicsapni, mégis húzós hatást vált ki (ROSSETTI *et al.* 2008). Ezeket figyelembe véve Obreque-Slier leírja, hogy az

adsztringencia jobban korrelál a nyálfehérje – tannin interakcióval, mint azzal, hogy a polifenolok képesek-e a nyálban lévő fehérjék kicsapására (OBREQUE-SLIER *et al.* 2010). A borban az adsztringenciával összefüggésbe hozható legfontosabb vegyületek a tanninok, a hidrolizálható tanninok (gallo- és ellági tanninok), kondenzált tanninok (proantocianidinek), de nem lehet figyelmen kívül hagyni a többi polifenol vegyületet sem, mint flavonolokat, fenolsavakat vagy az antocianinokat sem. Hufnagel és Hofmann kutatásai rávilágítanak arra, hogy a proantocianidinek minél polimerizáltabbak, annál összehúzóbb hatást váltanak ki (HUFNAGEL és HOFMANN 2008). Nyilvánvaló az is, hogy a procianidinek prolinban gazdag fehérjékkel való kapcsolódási képességük nagyobb molekula tömeget eredményez (DE FREITAS *et al.* 2002). A proantocianidineket két csoportba sorolhatjuk, a hidrolizációtól függően. Az egyik csoportot a katechinek alkotják, melyek polimerizációjával procianidinek, a másik csoportot a gallokatechinek, melyek a prodelfinidin szerkezetét alkotják. Mind a prodelfinidin, mind a procianidin megtalálható a szőlő héjszerkezetében, míg a procianidin a szőlőmagban is, így koncentrációjuk nagymértékben függ a szőlőfeldolgozási technológiától és nyilvánvalóan az az extrakció függvénye. A katechinek könnyebben reakcióba lépnek a fehérjékkel - ezáltal húzós, éretlen, szárító és durva ízérzetet eredményezve - mint a gallokatechinek, melyek bársonyosabb ízérzetet nyújtanak (FERRER-GALLEGO *et al.* 2015). A prodelfinidnek által kiváltott összehúzó hatás kívánatosabb, mint a procianidineké, ami egyértelműen arra mutat rá, hogy a szőlő héj-tanninokat a borászok jobban preferálják, mint a szőlőmag-tanninokat. Az alkalmazott borászati technológia nagymértékben meghatározza a bor minőségét kialakító tulajdonságokat. A keserű ízérzet, összehúzó hatás és az alkohol érzet befolyásolható, finomítható az alkalmazott borászati technológiáknak köszönhetően. Fizikai-kémiai tulajdonságok, mint például a színstabilizálás is megvalósítható a borászati technológiáknak köszönhetően (GONZALEZ-CABALLERO *et al.* 2012). Az antioxidáns hatást eredményező, borban található fenolos vegyületek összetételét és koncentrációját számos tényező befolyásolja, ahogy azt korábbi tanulmányok is igazolják (ATASANOVA *et al.* 2002; BOULTON 2002). Alapvető elvárás a borással szemben, hogy a fogyasztói igények kielégítése érdekében, meg kell őrizni a szőlő szilárd részeiből extrahált antioxidáns vegyületeket a borban. A borkészítési folyamatok során számos oka lehet a polifenolok koncentrációjának csökkenésének, mint például oxidáció, polimerizáció, különböző borkezelési eljárások. Annak érdekében, hogy a lehető legnagyobb mértékben megakadályozzuk az antioxidáns vegyületek

oxidációját, adagolhatunk a musthoz, illetve a borhoz kereskedelmi forgalomban lévő tanninokat, melyek védelmet nyújtanak az oxidációs folyamatok ellen (MARCHI *et al.* 2005; SACCHI *et al.* 2005; HASLAM 2007). A tanninok másik fontos szerepe a vörösbor színtabilizáló hatásukban rejlik, hiszen a tanninok az antocianinokkal együtt nagy molekula tömegű komplex vegyületeket képeznek, melyek kevésbé érzékenyek az oxidációra (MAIN és MORRIS 2007; PARKER *et al.* 2007; NEVES *et al.* 2010). A nagy molekulaméret azonban az oldhatóság csökkenését eredményezheti, ami kicsapódáshoz vezethet (HARBERTSON *et al.* 2012).

2.1.1. Vörösbor készítési technológiák

Az egészséges szőlő feldolgozása és az alkalmazott borászati technológia elengedhetetlenek a minőségi bor elkészítésében. A szőlő feltárása, a héjon erjesztés technológiájában és biokémiai - enzimek adagolása - lehetőségekben is megnyilvánul. A szőlő héjszerkezetének feltárása során cukrok, savak, színanyagok, valamint polimer vegyületek - pektinek, fehérjék, polifenolok (tanninok) - oldódnak a mustba. A pektinbontó enzim használata megkönnyíti a színanyagok és polifenolok kioldását. (MORRISON és GODDARD 2018). A vörösborok készítésénél a legfontosabb cél, hogy a színanyagokat és más polifenol vegyületeket a legnagyobb koncentrációban és a legkíméletesebb módon nyerjük ki. A szakirodalom, a vörösborok készítésére többféle technológiai lehetőséget is kínál, melyek nem mindegyike tartozik a legkíméletesebb eljárások közé. A minőségi borkészítést szem előtt tartva, a vörösborkészítés egyik lehetséges technológiája, a melegítéses eljárás, teljesen háttérbe szorul. Nagy szerepet kap azonban, a kutatásom során alkalmazott héjon erjesztés technológiája - különböző típusú erjesztő tartályok alkalmazásával, valamint a fizikai és kémiai körülmények szabályozásával - melyeket röviden szeretnék ismertetni a dolgozatomban. A héjon erjesztés lényege, hogy az alkoholos erjedés során a színanyagokat tartalmazó fehérjetasakok felrepednek így a polifenolok, antocianinok a borba oldódnak. Az erjedés alatt a kioldódás azonban nem egyenletes. A héjon erjesztés nyolcadik napjáig intenzív a fenolos vegyületek mustba oldódása, a nyolcadik naptól viszont csökken az extrakció mértéke és a színintenzitás is, hiszen a színanyagok 40-60%-a kicsapódik (KÁLLAY 2010), valamint ülepedő élesztőkhöz kötődik, így színanyag veszteséggel kell számolnunk (EPERJESI 2010). A hatékony extrakció érdekében számos borkészítési technológiai módszert fejlesztettek. A hideg maceráció (4-15 °C) egy rövid prefermentációs időszakot eredményez az alkoholos

erjedés beindulása előtt, mely több összetevő kioldását eredményezi. A fizikai eljárások közül meg kell említeni az impulzusos elektromos mező (PEF) kezelés szerepét a polifenolok és aromaanyagok kioldásában. Ezeknek a fizikai-kémiai módszereknek a fő kihívása a konzisztencia hiánya és nemkívánatos folyamatok, például illékony savak képződése és a romlás következtében fellépő mellékízek megjelenése. A borászati iparban hosszú évtizedek óta használják a kereskedelmi enzimek készítményeket. Alkalmazásuk fő célja a színanyagok és tanninok kinyerése, ami a minőségi borkészítés alapja a stabil színek komplex kialakítását, az oxidáció elleni védelmet illetően. (CHOLET *et al.* 2014). A színtabilizálásban fontos szerepet játszanak a tanninok, melyek komplex vegyületeket alkotnak az antocianinokkal. A kioldódási folyamat során az ajánlott erjedési hőmérséklet 20-30 °C, a macerációs idő pedig a minimum 10 nap, de legalább 14-28 nap az optimális színtabilizálás kialakulásának érdekében. A szőlőbogyó szilárd részeiből kialakuló törkölykalap - mely az alkoholos erjedés során képződő szén-dioxid felhajtóerejének következtében az erjedő bor tetejére emelkedik - megbontása és hatékony visszamerítése az erjedő tételbe a technológia elengedhetetlen lépése. Ez az eljárás megvalósulhat körfejtéses technológiával, mely a törkölykalapot áztatja, illetve lenyomórácsos megoldással is, ami már a törkölykalapot meríti vissza az erjedő lébe. A vörösborkészítés további lehetősége a nyomásimpulzusos erjesztőtartály alkalmazása, mely a törkölykalap megbontását eredményezi pneumatikus úton. A héjon erjesztésen alapuló technológiákon, illetve a melegítéses eljáráson kívül meg kell említenünk a szénsavatmoszférában történő vörösborkészítést is, az úgynevezett Flanzly eljárást, amit a gyakorlati borászatban csak ritkán alkalmaznak. Az eljárás lényege, hogy az erjedés, az ép szőlőbogyóban zajlik le. A technológia munkaiigényes, de rendkívül különleges gyümölcs karakterű vörösbort eredményez. Az érlelés során azonban ez a gyümölcsös karakter háttérbe szorul, így az eljárás elsősorban a könnyed, gyümölcsös vörösborkok készítésénél jön szóba. A szénsavatmoszférás technológiához hasonló, de sokkal elterjedtebb módszer, a primőr vörösborkészítés, melynek legelterjedtebb képviselője a Beaujolais nouveau. Az anaerob folyamatok mindkét eljárásnál lezajlanak, de a primőr módszernél az ép fürtök mellett feltárt fürtök is vannak, mely a klasszikus héjon erjesztésnek is teret enged. Mindkét technológia egy könnyed, gyümölcsös karakterű, gyorsan piacra dobható vörösbort eredményez (EPERJESI 2010). A minőségi bor tekintetében nagyon fontos az érzékszervi tulajdonságokat figyelembe venni. Az adsztringencia és keserű ízanyagok egyensúlya a borban fontos szerepet játszik az érzékszervi elemzések során, de óriási szerepe van a borok

egészségre gyakorolt pozitív hatásának kialakításában - antioxidáns és gyulladáscsökkentő hatás - is. A legfontosabb fenolos összetevők a szőlőben és borban található hidroxifahéjsavak, stilbének, antocianinok és tanninok. A szőlőbogyóból a borba történő polifenolok kivonása lényegében diffúziós folyamat, így függ a molekula méretétől és a polifenol típusától, a héjon erjesztés idejétől és hőmérsékletétől, valamint a szőlő érettségi állapotától. (YU GAO 2019). Balga (2014) és Leskó (2011) igazolták, hogy az évjárat és a szőlőfajta, valamint a szőlő érettségi állapota befolyásoló tényező a polifenol összetételben. A szőlő alapösszetétele a bioaktív anyagok tekintetében tehát meghatározó, viszont az alkalmazott borászati technológia, a szőlőfeldolgozás folyamata, a héjon erjesztés időtartama, valamint a must- és borkezelés határozza meg a borban ténylegesen megjelenő polifenolokat, hiszen a szőlő héjszerkezetből ki kell nyernünk azokat.

2.1.2. Vörösborok érlelési lehetőségei

A borászati üzemek részéről alapvető követelmény a higiéniai szabályok betartása, az alkalmazott borkészítési technológia során, a reduktív és az oxidatív borok készítésénél egyaránt. Utóbbinál nagyobb a kockázata a borhibák, illetve borbetegségek kialakulásának. Folyamatos rutinanalitikai és érzékszervi vizsgálatok kísérik a borok fejlődését a fahordós érlelés időszakában, melyek lehetőséget adnak az esetleges beavatkozásokra. A biotechnológia fejlődésének köszönhetően a borkészítés lehetőségei kiszélesedtek, mind az alkoholos erjedést, mind a malolaktikus fermentációt, illetve az érlelési folyamatokat tekintve. A mikrooxidáció már nem csak a fahordós érlelés során játszik fontos szerepet. Az új generációs hordók, más néven a légáteresztő polimerből készült flexcube tartályok (NEVARES és ALAMO-SANZA 2018) professzionális és biztonságos érlelést biztosítanak a borászok számára, pontos és kontrollált mennyiségű oxigén beáramlását biztosítva a teljes élettartama során, mely többszöröse lehet egy hagyományos fahordóénak. Mivel a borfogyasztók többsége fenntartással kezeli ezeket az innovatív lehetőségeket a hagyományos fahordós érleléssel szemben, a borászok nem is szívesen említik a borkóstolók során a mikrooxidációnak ezt a lehetőségét. A flexcube tartályok használata során, a másodlagos, illetve harmadlagos aromajegyek kialakítását különböző perzselési fokozattal rendelkező fa elemekkel, hordódongákkal, ízlécekkal és azok borba merítésével oldanak meg. Míg évtizedekkel ezelőtt a fahordós érlelés céljai más irányba mutattak, ma egyértelműen az egészséges bor minőségének javítása érdekében

használják őket. A bor érlelése nem csak a fahordós érlelést jelenti, hanem magába foglalja a palackos érlelés időszakát is. A bor érlelési időszaka 6-24 hónapig is eltarthat, de akár éveket is jelenthet, ami jelentős idő és pénz egy borászati üzem számára. Két fontos különbség van a fahordós és a palackos érlelés között, hiszen a fahordós érlelés oxigén jelenlétében, míg a palackos érlelés oxigénmentes környezetben zajlik. Az érlelés során számos folyamat zajlik, melynek jelentős hatása van a borok érzékszervi tulajdonságaira, mint például a bor színét érintő változások, mely a polifenolok kémiai átalakulásával magyarázható (HATICE KALKAN YILDIRIM és EZGI DÜNDAR 2017). A borkészítés során is folyamatosan változik a polifenolok koncentrációja és összetétele a borban az alábbiak szerint: az antociaininok egy része az élesztőgombákhoz kapcsolódva a seprőbe kerül, valamint a tanninok fehérjékkel és poliszacharidokkal lépnek reakcióba, továbbá a procianidinek kationképződése, oxidációja és polimerizációja is lezajlik, az antocianinok kopigmentációja, illetve további reakciók és kondenzációs folyamatok tannin vegyületekkel (RIBÉREAU-GAYON 2006). A három leggyakrabban használt tölgyfa típus az amerikai *Quercus alba*, a francia *Quercus robur* és a *Quercus petraea* (GLABASNIA és HOFMANN 2006). A kiszáritott tölgyfa összetevői a cellulóz (40%), hemicellulóz (25%), lignin (20%) és más nagy molekulatömegű polimerek (FERNÁNDEZ DE SIMÓN *et al.* 1996; NONIER *et al.* 2006). Néhány korábbi tanulmány eredményei alapján a spanyol és a francia tölgyfából készült hordóban érlelt boroknak hasonló illat- és aromaanyagait mutatták ki, a kelet-európai tölgyből készült hordóban érlelt borokban pedig magasabb illófenol, fenolaldehid koncentrációt mutattak, mint a francia tölgyfában érlelt borokban (DE SIMÓN 2003; PRIDA és PUECH 2006). A fahordós érlelés során beoldódó anyagok nagyon fontos szerepet töltenek be a borok érzékszervi tulajdonságainak kialakításában, a borok komplexitásában (PRIDA és PUECH 2006; IBERN-GÓMEZ *et al.* 2001; CANAS 2004). A színanyagok stabilizálásában és a húzósság kialakításban a hidrolizálható tanninok, ellagitanninok vesznek részt (FUJIEDA *et al.* 2008). A fahordós érlelés alatt a mikrooxidáció is fontos szerepet tölt be, hiszen javítja a vörösborok minőségét mind az illat, mind az íz, mind a színanyagokat illetően. A tölgyfahordóban érlelt borok polifenoljai fontos szerepet töltenek be antioxidáns hatásukat és az érzékszervi tulajdonságok kialakítását tekintve (ALANÓN *et al.* 2011). Ezeket a polifenolokat három nagy csoportba soroljuk, az egyszerű fenolgyűrűvel rendelkező illó fenolokra, fenolsavakra, és az ellagitanninokra, melyek a hidrolizálható tanninokból származnak. Az illó fenolok a tölgyfából úgy kerülnek át a borba, hogy közben módosul az aroma

összetételük. A *4-vinil-fenol* a tölgyfában megtalálható, de a hosszas fahordós érlelés során „gyógyszeres” és „istálló” jelleget ad a bornak (CARRILLO *et al.* 2006). A *4-etil-fenol* 425 µg/L koncentrációt meghaladó értéke a fahordóban érlelt borokban bőr, nyereg és lóistálló jelleget alakít ki (POLLNITZ *et al.* 2004). A füstös és fűszeres aromajegyeket hordozó guajakol és származékai a *4-etil-guajakol*, és a *4-metil-guajakol*, valamint a szegfűszeg és fás jegyeket kialakító *vinil-guajakol* érzékszervi küszöbértéke 25-65 µg/L (MARÍN *et al.* 2005). A tejsavbaktériumok és az élesztőgombák tevékenysége összefüggésbe hozható az etil-fenol koncentrációval. A vörösborok színét nagymértékben befolyásolják a fenolsavak, a hidroxibenzoesav és a hidroxifahéjsav származékok, mivel fontos szerepet töltenek be a színtabilizációban, a kopigmentációs reakciók során (EIRO és HEINONEN 2002). Az ellágitanninok sokoldalú tulajdonságait tekintve az egyik legfontosabb szerepe fahordó élettartamának megóvásában van, mert hatékony azok a mikrobák ellen, amelyek a fahordó elöregedését segítik elő, ellenállóvá teszik a fát a gombás fertőzésekkel szemben és közvetlen hatása is van a bor színének kialakításában azáltal, hogy a szőlőből származó lilás-vöröses színanyagokkal reakcióba lép és egy új, antocianin-ellágitannin komplexet, narancsos színt eredményez (CHASSAING *et al.* 2010). A fahordós érlelés során plusz aromaanyagok extrahálódnak a borba, amelyek a füstös és fűszeres, fás jegyeiktől a brettességig alakulnak.

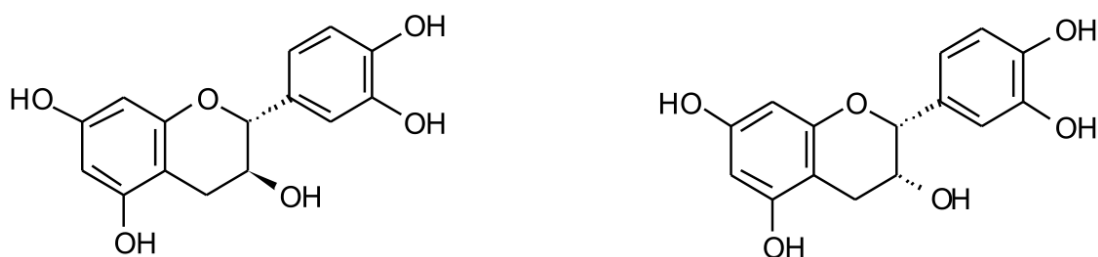
2.2. Polifenolok jellemzése

Borászati szempontból a polifenolok alkotják az egyik leglényegesebb vegyületcsoportot, amelyek alapvetően a szőlő növényből, és az érlelési folyamatoknak köszönhetően, a tölgyfahordókból kerülhetnek a borokba úgy, hogy biológiai aktivitásukat megőrzik. Borminőség szempontjából a legfontosabb polifenolok a flavonoid fenolok, különösen a katechin, a leukoantocianin és az antocianin monomerek. A szőlő kiemelkedően gazdag flavonoid vegyületekben, melyeknek jellemző tulajdonsága a polimerizációs képesség és a kondenzációs reakciókra való hajlam (KÁLLAY 2010; WATERHOUSE 2002). A polifenolok három nagy csoportját különböztetjük meg (PERI és POMPEI 1971):

- a.) flavonoid fenolok,
- b.) nem flavonoid fenolok és
- c.) tanninok.

a.) *flavonoid-fenolok*

A *flavonoid-fenolok* a növények másodlagos anyagcsere termékei, melyek zöldségekben, gyümölcsökben, a szőlő héjában, magjában, valamint a kocsányban is megtalálhatók. Biológiai aktivitásuk tekintetében különböző szerepet töltenek be a növények, állatok, és az emberi szervezet esetében (PANCHE *et al.* 2016). A növényekben a színiaalakításért felelősek, illetve védelmet nyújtanak a biotikus és az abiotikus stressz ellen, valamint UV szűrő képességgel rendelkeznek (TAKAHASHI és OHNISHI 2004). A gyümölcsökben a beporzást segíti, továbbá a növekedésben és a fejlődésben játszik fontos szerepet (GRIESBACH 2005). A flavonoidok csoportjába tartoznak a katechin, leukoantocianin és az antocianin monomerek, amelyek a procianidinek alapjai, hiszen belőlük épülnek fel a különböző polimerizációs fokú származékok. A flavonoidok sok típusát az is eredményezi, hogy glükozidjaik formájában fordulnak elő, illetve, hogy a gyűrűn lévő hidroxilcsoportok száma és elhelyezkedése változó (PANCHE *et al.* 2016). Élettani szempontból az érfalak átteresztőképességére és törékenységére gyakorolt jótékony hatása emelhető ki. Kumar és Pandey (2013) kutatása alapján rendkívül jó antioxidáns hatással rendelkeznek, és ők felelnek a borokban az érzékszervi változásokért és a barnulási folyamatokért is (SINGLETON és ESAU 1969). A bor keserű ízét, húzós érzetét a katechinek és a leukoantocianinok határozzák meg (KENNEDY *et al.* 2006). A katechineket, flobatanninoknak – kondenzált tanninoknak – is nevezzük. A katechinek nem észter típusú polifenol vegyületek, mert vízben oldódnak, és koncentrációjuk növekedésével a bor P vitamin – mely a bornak a legértékesebb vitaminhatása - aktivitása nő. A szőlőben csak a (+)-katechin és a (-)-epikatechin fordul elő.



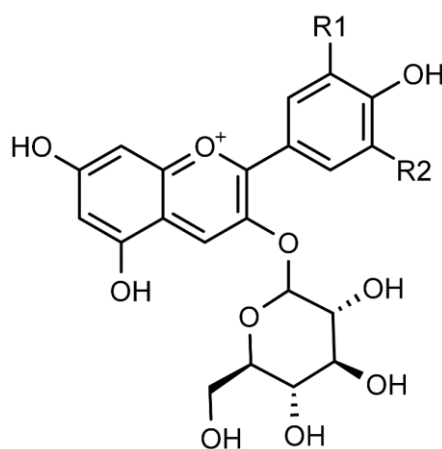
1. ábra. (+)-katechin balra és (-)-epikatechin jobbra

A leukoantocianinok, másnéven 3,4-flavandiolok szintelenek, melyek proantocianinoknak is tekinthetők, mert dehidrogénezés révén flavonszármazékokká alakulnak át, majd ezekből dehidratálás és az ezt követő diszproporcionálódás útján

antocianidinek és katechinek jönnek létre. A leukoantocianinokból képződő leukoantocianidinek antioxidáns hatást fejtenek ki a borban, hiszen védik a bort az oxigén káros hatásai ellen. Szerepük van a bor összehúzó érzetének - mely a polimerizációs fok függvénye - és az óborok színének kialakulásában. Korábbi vizsgálatok szerint az önotannint - borcsesző anyag - a leukoantocianidin és kondenzációs terméke a tannoid alkotja (BATE-SMITH és SWAIN 1963).

A flavonoidok 15 szénatomot tartalmazó, C₆-C₃-C₆ vázzal rendelkező polifenolok, melyeknek további alcsoportjait különböztetjük meg, flavonok, flavonolok, flavan-3-olok, izoflavonok, flavanonok és az antocianidinek alosztályát. Ide sorolhatjuk még a kalkonokat, dihidrokalkonokat, dihidroflavonolokat, flavan-3,4,-diolokat, kumarineket és auronokat is. A polifenol alapvázhoz több ponton is kötődhet glikánrész, azaz cukormolekula. A kapcsolódási csoportoktól függően megkülönböztetünk O,O – diglikozidokat, C,C diglikozidokat, vagy O,C diglikozidokat. A flavonoidok vízdékonyságát javítja a kapcsolódó cukormolekula vagy a hidroxilcsoport. A flavonoidok szacharid molekuláinak hidroxil csoportjához kapcsolódhatnak alifás savak (ecetsav) és fenolsavak (p-kumársav, kávésav, ferulasav, szinapinsav). A növényvilágban leggyakrabban előforduló flavonoidok a flavonolok. (kvercetin, kempferol, miricetin és izoramnetin) A rutin vagy más néven a kvercetin-3-O-rutinozid a zöldségekben, gyümölcsökben leggyakrabban előforduló flavonoid-glikokonjugátum (IWASHINA 2013). A flavonok közé tartoznak a luteolin és apigenin és ezek metoxilezett származékai, a tangeretin és nobiletin. A flavonoidok legösszetettebb csoportját a flavanolok (katechin, epikatechin, gallokatechin, epigallokatechin), melyek monomerjeinek négyféle izomerjét ismerjük. A flavanolok monomerjei egymáshoz kapcsolódva proantocianidineket (összetett polifenolokat) eredményeznek, melyek akár 50 monomerből is állhatnak. Az így létrejött oligomereket kondenzált tanninoknak is nevezzük, melyek képesek oldhatatlan komplexeket kialakítani a nyálban található fehérjékkel, ami a fanyarság és húzósság érzetét okozza a bor, a kávé, a tea és a fanyar gyümölcsök elfogyasztásakor. Az antocianidinek glikolizált formáját antocianidin-glikokonjugátumoknak másnéven antocianineknek nevezzük, melyek szabad állapotukban instabilak, melyre hatással van a pH, a hőmérséklet, a fény, az oxigén, enzimek, és fémionok. Az antocianinok esetében a glükóz kapcsolódik szacharidként, a rutinóz diglikozidként, glükozil-rutinozid triglikozidként. A piranoantocianinek a borok érlelése során keletkező antocianin származékok, amelyek antocianidinek és 4-vinilfenol, piroszőlősav,

valamint flavonolok kapcsolódásából alakulnak ki. A flavanonok, mint például a heszperidin, naringenin, olyan aglikonok, melyek a citrusfélék flavonoidjai, és koncentrációjuk elsősorban citromban, narancsban, de a szőlőben is jelentős (IWASHINA 2013). Az izoflavonok jellemző aglikonjai a genisztein, daidzein, melyek meggyfajtákban vannak jelen, számos betegség leküzdésében segíthet fito-ösztrogén tulajdonságának köszönhetően (SZKUDELKA és NOGOWSKI 2007). Az antocianinok a kékszőlők és vörösborok színét alapvetően meghatározó kémiai vegyületek. Az antocianinok szőlőbogyóban zajló szintézisét Darne (1988; 1991; 1993) vizsgálta. A szintézis a bogyóban megy végbe, néhány héttel a zsendülés előtt. Az antocianin-monomerek közül először a malvidin és a delfinidin szintetizálódik. Kémiailag egy antocianidin- és egy cukorrészből épülnek fel (a 2-fenil-benzo-pirillium glikozid származékai). A 3. 5. vagy akár mindkét szénatomra kapcsolódhat cukormolekula (glükóz, galaktóz, ramnóz, arabinóz), amely a vízben való oldhatóságot javítja, és megvédi a molekulát a kémiai vagy enzimes hatásoktól (pl. oxidációtól). Az antocianinok savas vagy enzimes úton monoszacharidra és aglikonra bomlanak.



2. ábra: Az antocianidinek és a monoszacharid összekapcsolásával létrejövő antocianinok általános szerkezete.

A természetben hat antocianidin-módozat található meg glikolizált formában. A felépítésben a flaviliumváz közös, a módozatok csak a kapcsolódó fenilcsoportok fenolos hidroxidjainak számában és azok észterezettségi fokában különböznek:

– delfinidin $R_1 = R_2 = OH$

– petunidin $R_1 = OCH_3$; $R_2 = OH$

- malvidin $R_1 = R_2 = OCH_3$
- peonidin $R_1 = OCH_3$; $R_2 = H$
- cianidin $R_1 = OH$; $R_2 = H$
- pelargonidin $R_1 = R_2 = H$

A szabad antocianinok nem stabilak, így könnyen degradálódnak. Stabilitásukat befolyásoló tényezők a hőmérséklet, pH, oxigén, fény, enzimek és fémionok. Savas közegben kationos flaviliumion formában található meg. Az aglikon és a glikánrész kapcsolódási pontja a 3-OH-csoporton keresztül történik. A cianidin-3-O-glükozid a legelterjedtebb antocianin. Az antocianinokhoz kapcsolódó cukorrész OH-csoportjait savak észtereszíthetik. A fenolsavakkal képzett észterek kapcsán meg kell említenünk a p-kumársavat, kávéssavat és ferulasavat. Az antocianin származékok közül meg kell említeni a nagyobb stabilitással rendelkező piranoantocianinek csoportját. Ezeket a vegyületeket borokban figyelték meg, melyek az érlelés során képződnek az antocianidin és 4-vinil-fenol, illetve piroszőlősav kapcsolódásával. A piranoantocianinek stabilitása a ciklizáció, mely az antocianidin molekula C4 szénatomja és a C5-OH-csoport között jön létre, során kialakuló D gyűrű miatt valósul meg (ABRANKÓ 2018). Az antocianinok különböző módoszatai, illetve azok acilezett származékai általában minden piros és kék színű szőlőfajta bogyójában jelen vannak. A szőlőbogyóból kinyert monomer antocianinok határozzák meg az újborok színét (JENSEN *et al.* 2008). A későbbi szín meghatározásban szerepet játszik az antocianinok egymással és más molekulákkal alkotott interakciója, kopigmentációja. A vörösborokban a monomer antocianinok koncentrációja folyamatosan csökken az érlelés során, különösen az acilezettantocianinoké. A csökkenésnek számos oka lehet, például kötődhetnek az antocianinok élesztőgombához, oxidálódhatnak, de kapcsolódhatnak kondenzált tanninokhoz, fehérjékhez, poliszacharidokhoz, sőt irreverzibilis folyamattal át is alakulhatnak, polimerizálódhatnak a komplexebb és stabilabb színanyagok, mint a piranoantocianinok, polimerizált antocianinok (MONAGAS és BARTOLOMÉ 2009). Az acetaldehid, piruvát, és vinilfenol közvetlen reakciója szabad antocianinokkal egy másik, stabil színanyag, a piranoantocianinok képződéséhez vezet (DE FREITAS és MATEUS 2011).

A *Vitis* nemzetség fajtáiban többnyire antocianin-monoglükozidok, diglükozidok és ezek acilezett származékai mutathatóak ki. Az európai szőlőfajtákban többnyire az

antociandin monoglükozidok, míg az Egyesült Államokban, és más nem európai országban elterjedt szőlőfajtákban, direkttermőkben a 3,5 diglükozidok is kimutathatók. Az acilezett származékokban általában p-kumársav kapcsolódik a cukorészterhez.

Oszmianski és munkatársai (1986) a galluszsav, a (+)-katechin, a (–)-epikatechin és a procianidinek kioldódását vizsgálták a kén-dioxid adagolás, a keletkező etil-alkohol, a macerálási hőmérséklet és a kontaktidő függvényében. Megállapították, hogy az egyes tényezők hatása önmagukban nem számottevő, azonban a kén-dioxid és az etil-alkohol együttes jelenléte magas extrahálási hőmérséklettel párosulva elősegíti a fenolos anyagok borba oldódását. Gambuti és munkatársai (2004) a dél-olaszországi autochton kékszőlőfajták héjon erjesztése alatt lejátszódó katechin-, epikatechin-, kvercetin- és rezveratrol extrakció sebességét vizsgálták, és az egyes fajták között különbségeket jegyeztek le. Az antocianin koncentráció folyamatosan emelkedik az erjedés folyamán, majd a borérlelés során a színanyag mennyiség jelentős csökkenése figyelhető meg (NAGEL és WULF 1979). Egy hazai kutatás szerint az általánosan bekövetkező színanyag-csökkenést a különböző élesztő-starterkultúrák különböző mértékben befolyásolják. Megfigyeléseik alapján a fajélesztő alkalmazása nem feltétlenül jár előnnyel a színanyagok mennyiségének szempontjából. Az antocianinmolekulák bizonyos mértékű polimerizáltsága viszont a bor színének stabilitását segíti elő (LESKÓ 2014).

Az erjedés során alkalmazott enzimek készítmények is befolyásolják a borok fenolos összetételét. Wightman és munkatársai (1997) egyes enzimek alkalmazása mellett a monomer antocianinok, ezen belül a malvidin-3-monoglükozid koncentrációjának jelentős csökkenését figyelték meg. Az általuk vizsgált készítmények mindegyike magasabb transz-rezveratrol koncentrációt eredményezett a borokban.

A kén-dioxid adagolása elősegíti az antocianinok kioldódását a héjon erjesztés során (BAKKER *et al.* 1999) továbbá az etil-alkohol jelenléte szintén megkönnyíti a színanyagok és fenolos vegyületek, különösen a proantocianidinek extrakcióját, azonban hátráltatja a kopigmentációs folyamatok lezajlását, így a vörösborok színének gyengülését okozhatja (CANALS *et al.* 2005). Az antocianin molekulák egymással (kopolimerizáció) vagy tanninmolekulákkal komplexeket képeznek. A molekulák közötti kölcsönhatás új színanyagok kialakulásával jár együtt, ami magyarázatot ad a

borok színének változására és stabilizálódására az érlelés során (MAZZA és FRANCIS 1995).

b.) *nem flavonoid-fenolok*

A *nem flavonoid-fenolok* a bogyóhúsban található, észter típusú vegyületek formájában. A szőlő és a bor hat benzoésav származékot – p-hidroxi-benzoésav, protokatechusav, vanillinsav, veratrumsav, szalicilsav, gencizinsav – melyek az antocianinok bomlástermékei, továbbá három fahéjsav-származékot – p-kumársav, kávésav, ferulasav -tartalmaz. A rezveratrol a stilbének családjába tartozó nem flavonoid fenol. Elsősorban a szőlőbogyó héjszerkezetében található, amiből egyértelműen az következik, hogy a borok rezveratrol tartalma elsősorban az alkalmazott szőlőfeldolgozási technológiától - pektinbontó enzimkezelés, a CO₂ maceráció, a hiperoxidáció alkalmazása, a présnyomás nagysága - függ. A természetben, a szőlőbogyó héjában a transz-rezveratrol-glükózid formában fordul elő, melyet piceidnek nevezünk. Az alkoholos erjedés során az élesztőgomba β -glükózidáz enzimaktivitása szabadítja fel a transz-rezveratrolt. (KÁLLAY és NYITRAINÉ SÁRDY 2007; BAVARESCO *et al.* 2016). A cisz- transz átrendeződést az élesztő izomeráz aktivitása okozhatja, ugyanakkor a piceid-rezveratrol-átalakulást a biológiai almasavbomlás során is megfigyelték (KEITA *et al.* 2004). A rezveratrol egyrészt növényi immunanyag, hiszen részt vesz a szőlőnövény gombás fertőzések elleni védekező mechanizmusában, (YANG *et al.* 2009), amire korábbi kutatások is irányultak, Langcake és Pryce (1976, 1977), Drecks és Creasy (1989), Stein és Hoos (1984) és Stein és Blaich (1985), másrészt a szív- és érrendszeri megbetegedések elleni védőhatásban játszik fontos szerepet, továbbá gyulladáscsökkentő, antibakteriális, antivirális és antioxidáns hatását is igazolták (KING *et al.* 2006;) (KISBENEDEK *et al.* 2014; SIEGNEUR *et al.* 1990). Gautametal (2000) kutatásai bebizonyították, hogy a transz-rezveratrol fontos gátló-ölő szerepet tölt be a leukémiás sejtek esetében, illetve Guerrero eredményei alapján (2009) hatékonynak bizonyul egyes rákos elváltozások esetében is. Megfigyelték, hogy a rezveratrol gátolja a β -amiloid aggregációt az Alzheimer kórban (RIVIERE *et al.* 2010) és védi az idegsejteket az oxidatív stressz ellen (MIZUTANI *et al.* 2000).

A nem-flavonoid fenolok három nagy csoportját különböztetjük meg, a hidroxi-benzoésav-származékokat, a hidroxi-fahéjsav-származékokat és ezek konjugátumait, valamint a C₆-C₃-C₆ vázzal jellemezhető stilbéneket. A hidroxi-fahéjsav-

származékok és stilbének a szőlőben, a hidroxibenzoésav származékok a szőlőben is és a tölgyfában is megtalálhatóak. A benzoésav-származékokat és a hidroxifahéjsav-származékokat fenolsavaknak is nevezzük. A szőlőben, borban legnagyobb mennyiségben előforduló hidroxibenzoésav a galluszsav, melyekből felépülő komplex egységeket hidrolizálható tanninoknak nevezzük. Két csoportját különböztetjük meg a hidrolizálható tanninoknak, a *gallotanninokat*, melyekben észterkötéssel kapcsolódnak egymáshoz a galluszsav egységek, a másik csoport az *ellagitanninok*, melyek a tölgyfahordóban érlelt borokban is megtalálhatóak. A hidroxifahéjsav-származékok a *p-kumársav*, *kávésav*, *ferulasav*, és *szinapinsav* (WATERHOUSE *et al.* 2016).

c.) Tanninok

A szőlőben, borban, de a teában is a galluszsav található a legnagyobb mennyiségben. A hidrolizálható tanninok galluszsav egységekből épülnek fel, melyeknek két csoportját különböztetjük meg, az egyszerű tanninokat, vagy más néven gallotanninokat melyekben a galluszsav egységek észterkötéssel kapcsolódnak egymáshoz, melyek trópusi gyümölcsökben, mangóban, illetve gyógynövényekben találhatóak meg. A másik csoportot az ellagitanninok jelentik, melyekben az alap galluszsav egységek biaril C-C kötéssel kapcsolódnak egymáshoz. Az ellágsav és az ellagitanninok kimutatható tölgyfahordóban érlelt vörösborokból, de megtalálható a gránátalmában, dióban, mogyoróban is (ABRANKÓ 2018). A nem hidrolizálható tanninok közé tartoznak a procianidinek. A procianidinek prekursorai, a katechin-monomerek határozzák meg döntően a színintenzitást és a színtónust, felelősek az oxidáció hatására bekövetkező barnulási folyamatokért. Komoly szerepet játszanak a bor tisztaságában, stabilitásában, és a fanyar, összehúzó ízérzet kialakításában is. Optimális esetben a borstabilitás és az élettani hatások egyensúlyba hozhatóak az érzékszervi tulajdonságokkal. A szőlő részeiben eltérő minőségi és mennyiségi összetételben találhatóak meg. A bogyóhéjban kimutatható tanninok feltehetőleg már a fejlődés korai szakaszában kialakulnak, és mennyiségük csak nagyon kis mennyiségben változik a zsendüléstől a szüretig, inkább minőségi változások, átalakulások figyelhetők meg (ADAMS 2006).

2.2.1. Polifenolok szerepe a vörösborkok érzékszervi tulajdonságának kialakításában

A vörösborkok érzékszervi tulajdonságait, az antioxidáns hatást és a színtabilitást tekintve, borminőség szempontjából, rendkívüli szerepük van a tannintípusú polifenoloknak, a procianidineknek, (LI és SUN 2017) melyek Peri és Pompei (1971) csoportosítása szerint a kondenzált tanninok csoportjába sorolhatók. Eddigi kutatások bizonyítják, hogy a szőlő kondenzált tanninjai képesek stabil komplexeket képezni a fehérjékkel, és a poliszacharidokkal, ezzel a fanyarság és húzzóság érzetét kialakítva (RIOU *et al.* 2002). A fahordós érlelés során, a mikrooxidáció következtében, a bor érintkezik ugyan oxigénnel, de csak kis mértékben, így a tölgyfahordós érlelés során megfigyelhető pozitív folyamatok az alábbi tényekre irányulnak: mérséklődik a keserű ízhatás és az adsztringencia (CEJUDO-BASTANTE *et al.* 2011a; GAMBUTI *et al.* 2012) továbbá stabilizálódnak a színyanyagok (ATANASOVA *et al.* 2002; CANO-LÓPEZ *et al.* 2008). Amennyiben nem mikrooxidáció zajlik, hanem magas az oxidáció mértéke, úgy nemkívánatos folyamatok - színvesztés, oxidációs ízváltozás - indulnak be. Ferreira (2015) valamint Carrascón (2017) kutatása alapján a monomer antocianinok és az acetaldehid között összefüggés figyelhető meg. A fahordós érlelés során az acetaldehidnek köszönhetően az antocianinok összekapcsolódnak a katechinnel és a leukoantocianinokkal, stabil színyanyag-komplexet alkotva. Zhang (2017) tanulmányozta a malvidin-3-monoglükózid kopigmentációját nyolc fenoltípussal. Vizsgálták a kopigmentációhatását, a hőmérsékletet, pH-t és etanol koncentrációt. Az eredmények egyértelműen tükrözik azt, hogy a kopigmentációs hatás nem csak a polifenolok szerkezetétől, hanem a folyamat körülményeitől is függ. A kopigmentációnak köszönhetően javul a szín, és erősödik a lilás-vöröses árnyalat. Érzékszervi szempontból a szín tehát az egyik legfontosabb tényező a vörösborknál, amit alapvetően az antocianin koncentráció határoz meg, de emellett a pH és a hőmérséklet is hatással van a végső szín kialakulására (CZIBULYA *et al.* 2015). A borkban található antocianinok az érlelés során számos folyamatban – oxidáció, redukció, polimerizáció - vesznek részt (OLIVEIRA *et al.* 2009; OLIVEIRA *et al.* 2014). A *Vitis vinifera* szőlőfajtákból készült vörösborkokban jelen lévő monomer antocianinok abban különböznek egymástól, hogy a B gyűrűhöz hidroxilcsoport, vagy metoxi csoport kapcsolódik. A vörösborkokban megtalálható monomer antocianinok, a malvidin, delfinidin, petunidin, peonidin, és cianidin, 3-O-glükózid formájában vannak jelen. Fiatal vörösborkokban általában a malvidin-3-O-glükózid fordul elő a

legnagyobb mennyiségben (MATEUS *et al.* 2001; AVAR *et al.* 2007). A szőlőhéj sejtfalának poliszacharid összetétele nagymértékben befolyásolja a szőlőfeldolgozás során az antocianinok extrakcióját és mennyiségét (BUSSE-VALVERDE *et al.* 2012). Az érlelés során az antocianinok acetaldehid hidak kialakításával reakcióba lépnek a flavanolokkal (katechin monomerekkel és oligomerekkel) stabil színkomplexeket alkotva, melyek a későbbi színtabilizálásban játszanak fontos szerepet. A borok érzékszervi tulajdonságainak kialakításában - tisztaság, szín, illat és íz - a polifenolok meghatározó szerepet töltenek be. Felelnek a borok tisztaságáért és az egészséges szín kialakításért, hiszen a kiválási – barnulási - folyamatokban részt vesznek oxidációra való hajlamuk miatt. A vörösborok színét alapvetően a szőlő héjában koncentrálódó antocianinok – a 2-fenil-benzo-pirillium-glikozid származékok - határozzák meg, melyek vízben oldódnak. Az oldhatóságot a cukorrész javítja és védelmet ad az érzékeny antocianidinek (aglikonok) számára az oxidáció ellen. Mennyiségük változó, hiszen azt meghatározza a szőlőfajta, a szőlő érettségi állapota, továbbá a borkészítési technológia. A kékszőlőben megtalálható antocianinok a delfinidin, petunidin, pelargonidin, peonidin, malvidin, cianidin, melyek közül a malvidin és a delfinidin szintetizálódik elsőként. Az antocianinok szintézise a zsendülés előtt néhány héttel kezdődik, és a szőlőbogyó héjában megy végbe (DARNE 1988). A monoglükozidok - melyek az európai kékszőlők színét eredményezik- a diglükozidok, melyek a direkttermők jelenlétére utalnak, illetve ezek acilezett származékainak azonosítása a *Vitis* nemzetségben, lehetővé teszi a direkttermők kimutatását egy borból. Az antocianinok mennyisége az alkoholos erjedés alatt csökken, bár még nem a polimerizáció következtében, hanem mert az élesztők felületén abszorbeálódnak. A monomer antocianinok mennyisége az érlelés során csökken, az idősebb borok színét, a katechinek és leukoantocianinok kondenzációs termékei is meghatározzák. Az antocianinok borkémiai tulajdonságát tekintve különböző pH értékek mellett különböző színeket eredményeznek a borokban. A borok színe savas pH érték mellett vörös, emelkedő pH esetén színtelen, illetve kék. A borok barnulását az érzékeny aglikon rész okozza, de ezt megelőzően, a mono- vagy diglükozid molekulának enzimés vagy kémiai hidrolízisen kell átesnie. A vörösborok 420 és 520 nm-en mért abszorbanciája alapján színindex- (I) és színtónusértékeket (T), úgynevezett Sudraud-indexnek nevezett értéket tudunk számolni. A színindex értékei 0,70 és 20,00 között mozognak, ez utóbbi jelzi a kiváló festőbort. A jó színárnyalatot a színtónus 0,5-0,8 közötti értéke, a barnatörésre utaló hajlamot a 0,8-1,0 közötti érték, a barnatörött bor színtónusa 1,0 feletti (KÁLLAY2010). Az antocianin koncentrációk érlelés alatti

csökkenése nem tekinthető színanyagvesztésnek, mert a monomer antocianinok polimerizálódnak. a féléves és egyéves vörösborok színanyagainak 30-40%-át polimerek alkotják. Ezt az állapotot megbonthatja mikrobiológiai fertőzés, oxidáció, fény, ebben az esetben már bekövetkezik színindex csökkenés, mert a nagy molekulású vegyületek kicsapódnak, nem tudnak oldatban maradni.

2.2.2. A polifenolok extrakciója és mennyiségének változása a borkészítés során

A polifenolok kinyerése és borba jutása nagymértékben függ az alapanyag eredeti polifenol koncentrációjától, a szőlő érettségi állapotától, a héjon erjesztés és az adott berendezés, tartály típusától, a kénezés mértékétől, illetve az irányított erjesztés alatt alkalmazott starterkultúrától és a környezeti feltételektől, mint pl. a hőmérséklet. A szőlőből kivonni kívánt színanyagok mennyiségét a fenolos érettség állapota határozza meg. A szőlő érettségi állapotát a sav-cukor arány adja meg. Az érési folyamat alatt, a zsendüléstől a technológiai érettségig a szerves savak mennyisége csökken, a redukáló cukrok koncentrációja megnő. Az antocianinok koncentrációja a túléérés állapotáig folyamatosan nő, ezután pedig csökkenni kezd. A vörösborok készítése során nem elég ismerni a héjban található színanyagok mennyiségét, a kioldhatóság is rendkívül fontos. A szőlő héjának külső sejtsoraiban a tanninok találhatóak, a héj epidermiszének alsó sejtsoraiban helyezkednek el az antocianinok. Az érés során a színanyagok felszabadulnak. Ebben az állapotban a bogyózúzással színanyagot nyerhetünk ki. Abban az esetben, ha a színanyagok a sejttöregek membránjaihoz kapcsolódnak, akkor nehezebben tudjuk kinyerni a színanyagokat, és enzimes kezelést alkalmazhatunk. Az extrakció technikailag kivitelezhető a héjon erjesztés különböző technológiájával, a melegítéssel eljárással, ami nyilván nem a minőségi borkészítés alapja, és az úgynevezett Flanzy eljárással. A héjon erjesztés alatt képződő hő és alkohol, lehetővé teszi azt, hogy a fehérjetasakok, melyekben a színanyagok koncentráálódnak, permeábilissá váljanak. A folyamat elején intenzívebb az extrakció mértéke, majd csökken. A héjon erjesztés 8-10. napjától csökken az alkoholos erjedés intenzitása, a szén-dioxid felhajtóereje sem intenzív, így a színanyagok az ülepedő élesztőkhöz kapcsolódva színanyag veszteséget eredményeznek (EPERJESI 2010).

2.2.3. A polifenolok elválasztására irányuló lehetőségek

A bor homogén anyag, így a homogenizálással nem kell foglalkoznunk, viszont az alacsony forrponútú vegyületek kimutatásánál az etil-alkohol nehézséget okozhat. Az illó komponensek, gőztérből történő, magas hőmérsékleten alkalmazott kinyerése veszteség nélkül jár. Illó komponensek kinyerése történhet folyadék-folyadék extrakcióval is, diklórmetánnal, az extrakciót követő -20 °C-os minta visszahűtéssel, a víz kifagyasztásával, anélkül, hogy veszteség keletkezne. A szilárd fázisú mikroextrakció (*solid-phase microextraction*, SPME) a borászatban igen elterjedt módszer. Az etil-alkohol ennél az eljárásnál is nehézséget jelent. Steril eszközzel, akár a szilárd fázisú mikroextrakciós eszközzel is lehet mintát venni lezárt borospalack gőzteréből, a bor feletti térből, a dugót átszűrve. A borok esetében az illó komponensek kimutatására a gázkromatográfiás módszereket alkalmazzuk, melynek paraméterei az alábbiak: 40 °C-os kiindulási hőmérséklet, majd percenkénti 5-10 °C-os hőmérséklet-emelés 240-280 °C-ig, majd ezen a hőmérsékleten további 5-10 percig tartva távoznak az oszlopról az eluálódó anyagok. A detektálást úgy végezzük, hogy a vivőgázt a komponensekkel együtt kettéváltjuk, egyik ágon egy tömegspektrométer, másik ágon egy szaglószervi értékelést biztosító detektor elemzi az illat- és aromakomponenseket. A minőségi elemzést úgy tudjuk megvalósítani, hogy tömegspektrométert alkalmazunk, hiszen a borban található nagyszámú, átfedő kromatográfiás csúcsot adó komponensek molekulatömeg alapján történő szétválasztását tudjuk megvalósítani, standard vegyületekkel vagy spektrumkönyvtárral. A színyanyagok - antocianinok és glikozidszármazékok - elemzését folyadékkromatográfiás vizsgálattal elemezzük. A fehérborok színét elsősorban a flavonoidok és a glikozidszármazékok határozzák meg, de fenolos anyagok is jelen vannak, bár nem olyan mennyiségben, mint a vörösborokban. A szín elemzését elvégezhetjük fotometriáson, Folin-Ciocalteu reagenssel, és folyadék kromatográfiás (*high-performance liquid chromatography*, HPLC) módszerrel is. A csatolt módszerek számos előnyökkel járnak a gázkromatográfiás és a folyadék kromatográfiás módszereknél egyaránt. Mindkét kromatográfiás módszert tömegspektrometriával kapcsolnak össze, ez a komponensek tömeg szerinti szétválasztását teszi lehetővé. Flavonoid aglikonok meghatározására tömegspektrometriát kapcsolnak folyadékkromatográfiás módszerhez (ABRANKÓ *et al.* 2010).

2.3. Illó fenolok szerepe a borok érzékszervi tulajdonságainak kialakításában

2.3.1. Pozitív érzékszervi tulajdonságokat kialakító illó fenolok

Az érzékelhető aromaanyagok aromás szabad állapotban lévő illó, valamint nem illékony, szagtalan prekurzorokból képződnek, melyek a borkészítés folyamán hidrolizálódhatnak (VILLENA *et al.* 2006). A szőlőből származó aroma és íz anyagok, vagy glükozidok, vagy illó fenolok formájában vannak jelen (MCMAHON *et al.* 1999). A glükozidokból, savkatalizált reakciók vagy az endogén β -glükozidáz hatására felszabaduló aglikonok a hidrolízist követően befolyásolják a bor minőségét (BOTHLHO *et al.* 2007). Kevés fenolszármazékot, illetve illó fenolt ismerünk, mely a szőlőből származik. A *Vitis vinifera* szőlőfajtában azonban előfordul néhány illó fenolszármazék, a *2-fenil-etanol*, a *vanillin* és a *cinergon*, nem illó konjugált formában, melyek érzékszervileg érezhető illata nőhet, amennyiben enzimátikus úton vagy savas hidrolízissel felszabadulnak. Az alkoholos erjedés során, az élesztőből vagy a tejsavbaktériumokból származó enzimek hatására, a szőlő hidroxifahéjsav észterei – *kumarinsav- és ferulasav-észterek* - illó fenolokká alakulnak. Az így kialakuló *4-etil-guajakol* vagy a *4-vinil-guajakol*, illetve az *eugenol* is, melyek füst, vanília és szegfűszeg illatot adnak a bornak. A fahordós érlelés nagymértékben hozzájárulhat az illó és nem illó fenolsavak, valamint a tölgyfaaldehidek – benzaldehid- és fahéjaldehid-származékok - kialakulásához. A fa ligninjeinek lebomlási termékei a *vanillin* és a *sziringaldehid*, melyeknek vanília illatuk van. A barrique hordókból származó jellegzetes „barrik” íz annak köszönhetően alakul ki, hogy a perzselés hatására a fában lignin lebomlás történik és az alábbi vegyületek alakulnak ki: guajakol, metil-guajakol, propil-guajakol, izo-eugenol, sziringol, metil-sziringol.

2.3.2. Negatív érzékszervi tulajdonságokat kialakító illó fenolok

Erjedésből és más mikrobiológiai folyamatokból eredő ízhiba az orvosságíz, lóistállóíz. A nemkívánatos orvosságíz megjelenéséért felelős vegyületek az alábbi fenolvegyületek: *4-vinil-fenol*, *4-vinil-guajakol*, *4-etil-guajakol*, *4-etil-fenol*. A fenolsavak érzékszervi szempontból színtelenek, szagtalanok, azonban a *Brettanomyces bruxellensis* élesztőgomba átalakíthatja illó fenolokká őket. Tevékenysége során, a hidroxifahéjsavból, a *p-kumársav* és a *ferulasav* dekarboxileződése során *4-vinil-fenol*, illetve *4-vinil-guajakol* képződik. (KÁLLAY 2010). A *4-vinil-fenol* és *4-vinil-guajakol* redukciója újabb illó fenolokat, a *4-etil-*

fenolt és a 4-etil-guajakolt eredményezi, (SUÁREZ *et al.* 2007) melyek illat- és ízhibát, a „brettes jelleg” - lóistálló, lóizzadság – kialakulását okozzák (RIBÉREAU-GAYON *et al.* 2006; CHATONNET *et al.* 1992). A *Brettanomyces* élesztőgomba elszaporodása az alkoholos erjedést és a malolaktikus fermentációt követően történik (RIBÉREAU-GAYON *et al.* 2006) és általában a fahordós erjesztés és fahordós érlelés alatt jelenik meg (RAYNE és EGGERS 2008; WEDRAL *et al.* 2010). A vörösborok fogékonyak a *Brettanomyces* fertőzésre, hiszen a reduktív borokhoz képest alacsony a savtartalmuk, a fehér és rosé borokhoz képest magas a polifenol tartalmuk, és ami a leginkább meghatározó, az a hosszas fahordós érlelés (WEDRAL *et al.* 2010; SUÁREZ *et al.* 2007).

2.4. Érzékszervi bírálatok

2.4.1. A borok érzékszervi bírálatát befolyásoló tényezők

A borok érzékszervi értékelését három fő területre oszthatjuk: vizuális megjelenés, szaglás, az illat alapján történő elemzés, valamint a kóstolás alapján kialakult ízéret (JACKSON 2002). A borok jellemző kémiai összetevőit, szaglással és ízleléssel tudjuk elkülöníteni, beazonosítani. A borok egyensúlyát, komplexitását a cukor-sav-alkohol arány határozza meg. Szaglás alapján az egyik legfontosabb borkémiai összetevőt említhetjük meg, a savakat, azon belül is az illósavakat, melyek ecetes, oldószeres jelleget adnak a bornak. Az ízéret tekintetében több borkémiai összetevő hat az érzékszervi minőségre. A száraz borok édes ízéretének kialakításában az alkoholok, azon belül is a háromértékű alkohol, a glicerin és az etanol játszik fontos szerepet (KING *et al.* 2013). A fenolos összetevők, a vörösborok jellegzetes tulajdonságait – keserű íz és húzósság (adsztringencia) - határozzák meg (LESSCHAEVE és NOBLE 2005). A vörösborok komplexitását és minőségét meghatározó tényező, az összehúzó hatás, ami az egyik legfontosabb érzékszervi tulajdonság (PEYNAUD 1987; CHEYNIER és SARNI-MANCHADO 2010). A bor összehúzó hatása az alábbiak szerint jellemezhető: szárító hatás, érdesség, durva ízéret, fás és zöld jegyek (CHEYNIER és SARNI-MANCHADO 2010; LAWLESS *et al.* 1994). Kiemelendő tény, hogy az érzékszervi elemzés az egyik legközvetlenebb értékelési módja a bor összehúzó hatásának (CHEYNIER és SARNI-MANCHADO 2010; MA *et al.* 2014). A keserű ízéret és a húzósság intenzitása csökkenthető a fahordós érlelés alatt bekövetkező mikrooxidációnak köszönhetően (CEJUDO-BASTANTE *et al.* 2011; GAMBUTI *et al.* 2013), miközben a színanyagok is

stabilizálódnak (ATANASOVA *et al.* 2002; CANO-LÓPEZ *et al.* 2008). A vörösborok struktúráját és gyümölcsös ízérzetét is javíthatja a mikrooxidáció.

2.4.2. A borok érzékszervi értékelésének lehetőségei

Az adsztringencia a vörösborok egyik legfontosabb érzékszervi tulajdonsága. Ez a bizonyos húzósság nem egy íz, hanem egy szájérzet, melynek szárító és érdes hatása van a szájban. Az adsztringenciával ellentétben a keserű ízérzet kialakításáért számos, nagyméretű molekula felel, mint például szerves molekulák, peptidek, ionok és sók. A borminősítési értékeléseket borszakértők végzik. Azt azonban meg kell említeni, hogy a műszeres mérések is alkalmasak a borok általános minőségének meghatározására. Az elektronikus orr és nyelv alapelve, hogy a referencia minta és az adott elektróda közötti különbséget méri. Míg az elektronikus nyelvek folyékony mátrixot igényelnek, addig az elektronikus orrot a minta gőzterében (*headspace*, HS) alkalmazzák. Habár ezek a műszerek pontos és ismételhető eredményeket adnak, használatuk általában minőségi ellenőrzésre, osztályozásra és hitelesítésre korlátozódik. Az érzékszervi értékelésben résztvevőket általában három csoportra osztjuk: fogyasztók, képzett bírálók és szakértők (ISO 6658. ISO 6658:2005). Fontos megjegyeznünk, hogy az értékelők ezen csoportjait horizontálisan kell kezelnünk, és nem vertikálisan, hiszen a csoportok különböző funkciót töltenek be fogyasztóként, szakértőként, vagy képzett bírálóként, nem jobbak vagy rosszabbak a másiknál. A fogyasztók kizárólag az alapján értékelik a borokat, hogy ízlik-e nekik vagysem, tekintet nélkül az adott borminőségére (LAWLESS és HEIMANN 2010). Egy hibás, beteg bort is preferálhat a vásárló mert egyrészt nem ért hozzá, másrészt nem foglalkozik a bor minőségével, csak arra hagyatkozik, hogy szívesen fogyasztja-e. Az érzékszervi vizsgálatok során a fogyasztói elfogadással kapcsolatosan számos módszer érhető el. A termékfejlesztés során alkalmazható optimum skálákon alapuló módszerek segítségével a fogyasztói elfogadást leginkább befolyásoló tényezők azonosíthatók (ZAY és GERE 2019), míg preferencia térképek segítségével a fogyasztók, és a fogyasztók adataiból alkotott fogyasztói klaszterek által leginkább kedvelt termékek határozhatók meg (GERE *et al.* 2014). A legmodernebb fogyasztói módszerek közé tartoznak a check-all-that-apply módszerek, melyek előre meghatározott érzékszervi tulajdonságának választási gyakoriságával dolgoznak (JAEGER *et al.* 2020), illetve a szemkamerás módszerek, amelyek a borok bolti kihelyezésének módjai mellett a címkék információtartalmának vizsgálatára is alkalmazhatók (GERE *et al.* 2016, 2020). Másrésről, a képzett

borbírálok folyamatosan fejlesztik érzékszervi képességeiket annak érdekében, hogy az adott bírálati módszerre és termékkörre felkészüljenek. Tisztában vannak saját ízérzékenységükkel, elkülönítő képességükkel, az ismétlőképességükkel, ezáltal úgy viselkednek, mint egy jól kalibrált műszer. A 10-12 főből álló képzett bírálók érzékszervi panelekben dolgoznak, ügyelve a zavaró tényezők kizárására, mint például a betegség, gyógyszerek szedése, dohányzás, kávézás, stb. A képzett bírálóknak folyamatosan fejleszteni kell képességeiket, tesztek sikeres elvégzését követően, érzékszervi vizsgálatoknál a bírálói panel úgynevezett mérőműszerként használható. A mérőműszerként történő használathoz azonban mindenképpen szükség van a bíráló panel teljesítményének nyomonkövetésére (SIPOS *et al.* 2016). Az ipari (borászati) gyakorlatban a borászati üzem szakemberei felelősek azért, hogy a termék minőségét meghatározzák, a folyamatba szükség esetén beavatkozzanak. A panelek, illetve bírálók alkalmasságát az állandóság, hibamentesség, különbségtételi képesség jellemzi, teljesítményüket pedig a teljesítménymutatók ellenőrzésével követjük nyomon. A monitorozás során lehetőség van azonosítani gyengébben teljesítő bírálókat, feltárni a gyengébb teljesítés okait, illetve egyénre szabott fejlesztési területeket kijelölni (ISO/DIS, 2011).

A harmadik csoportot azok a szakértők alkotják, akik a legelismertebbek az adott területen. Rendszeresen képezik magukat különböző technikákkal, amelyek fejlesztik, illetve szinten tartják az ízérzékelésük és szaglásuk élességét (SAVELA-HUOVINEN 2018). Továbbá nagyon motiváltak abban a tekintetben, hogy a kivívott szakmai elismerésüket megtartsák, illetve elismerjék szakértői munkájukat. Nagyon fontos szerepet töltenek be a bor érzékszervi elemzés területén, de nem mindennapi értékelők. Nemzetközi és országos borversenyeken valamint szakesteken dolgoznak, ahol szükség van a szakértelmükre, hogy kisebb eltéréseket is meg tudjanak különböztetni a bormintákban. A borszakértők bevonhatók a borpanelek rendszeres képzéseibe. A borértők, attól függően, hogy melyik csoporthoz tartoznak, eltérő érzékszervi módszereket kell, hogy elsajátítsanak ahhoz, hogy elérjék céljaikat. Egy bor minőségének meghatározása érdekében általában képzett borbírálót alkalmaznak, ennél fogva a két legismertebb módszert fogjuk részletesen tárgyalni. Az érzékszervi szabványok javasolják a mennyiségi leíró elemzést (*quantitative descriptive analysis*, QDA) a minták teljes minőségének feltérképezéséhez (ISO 13299. 2003). A QDA egy leíró érzékszervi módszer, amelynek során a bírálók meghatározzák az érzékszervi tulajdonságok halmazát, melyek a mintákat jellemzik. Ez a lista tartalmazza azokat a tulajdonságokat, amelyek a megjelenéssel, az illattal, az ízérettel kapcsolatosak,

tekintet nélkül arra, hogy a tulajdonság pozitív vagy negatív, például lehet egy borbetegség is. A tipikus QDA kimenet az úgynevezett pókháló diagram, mely minden mintára vonatkozóan az átlagértékeket mutatja meg tulajdonságonként. A QDA eredményei alkalmasak arra, hogy az élelmiszeriparban elfogadott statisztikai módszerek, mint például a varianciaanalízis vagy a főkomponens elemzés bemeneti értékeit képviselje (BERNHARDT *et al.* 2015). Más részről a QDA időigényes, és tekintettel a magas mintaszámra, alig testreszabható módszer minőségi besorolásokhoz, például borversenyeken, ennél fogva a 100 pontos bírálati módszere (Nemzetközi Szőlészeti és Borászati Szervezet) (OIV) a legelterjedtebb érzékszervi technika a borok értékeléséhez (OIV 332A. 2009). Az OIV módszer négy előre definiált érzékszervi kategóriát használ, amely globálisan minden, fehér, rozé, siller és vörösbor típusra vonatkozik, így ezek a magas és a gyenge minőséget képesek megkülönböztetni. Bár mindkét módszer jól ismert és széleskörűen alkalmazzák a szakmában, hiányos a tudományos szakirodalma, a két módszernek, a QDA és az OIV közötti tudományos összehasonlító elemzését illetően, továbbá hiányzik a leírása a két módszernek, előnyöket, hátrányokat tekintve valamint a hasonlóságok, illetve különbözőségek összegzése. Ennek figyelembevételével fogalmaztam meg a célkitűzéseimet.

3. CÉLKITŰZÉSEK

Doktori munkám célja különböző vörösborok polifenol összetételének vizsgálata kétéves fahordós érlelés során, melyben a vizsgálandó komponenseket az alapján választottam ki, hogy azok reprezentálják azon polifenolok körét, melyek a szőlőből vagy az alkalmazott technológia, illetve a fahordós érlelés során kerülhetnek a borokba.

- Célom volt, hogy megvizsgáljam az egyes polifenol összetevők – katechin és leukoantocianin; színárnyalat és polimerizáció - közötti korrelációt, továbbá az antocianin (*Delfinidin-3-monoglükozid*, *Cianidin-3-monoglükozid*, *Petunidin-3-monoglükozid*, *Peonidin-3-monoglükozid*, *Malvidin-3-monoglükozid*) koncentráció változását az érlelési idő függvényében.
- Kutatómunkám további célja a polifenol összetétel tekintetében, a bor üzemi körülmények között zajló érlelési fázisainak kémiai úton történő nyomon követése, *transz-piceidre* és *transz-rezveratrolra* fókuszált koncentráció változásának bemutatása a kétéves fahordós érlelés során.
- További célkitűzésem volt, hogy az esetlegesen kialakuló illó-fenolok jelenlétét, mennyiségét meghatározzam, hogyan változik a fahordós érlelés függvényében.

Tudományos vonatkozásban célom az érzékszervi értékelésre kidolgozott módszerek összehasonlítása, értékelése, melynek eredményei alapján,

- egy olyan QDA referencia rendszer kifejlesztése, ami többszintű összehasonlítást végez kereskedelmi forgalomban lévő borminták, azaz a referencia minták és kísérleti, üzemi hordóminták között,
- a két érzékszervi elemző módszer (QDA és OIV rendszer) összehasonlítása.

Célom, hogy meghatározzam a fahordó használat jelentőségét a borászatban, mind technológiai mind érzékszervi megközelítésből.

- A kapott eredményeim alapján javaslatot tudjak tenni a gyakorló borászok számára a fahordó használattal kapcsolatban, annak tekintetében, hogy a fahordó típusa és a hordós érlelés hogyan befolyásolja a bor polifenol összetételének változását.

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1. Felhasznált anyagok

4.1.1. Borfajta

A Pannon Borrégió Szekszárdi borvidékén három karakteres bortípust vizsgáltam: Kadarkát, Kékfrankost és Cabernet franc-t. Mindhárom szőlőfajta *Vitis vinifera*, melyek kiválasztása az érlelési potenciáljuk alapján történt. A Kadarka, Kékfrankos és a Cabernet franc magas minőséget tud mutatni a tölgyfahordós érlelést követően. Ezen felül mindhárom fajta jellegzetes karakterrel, tulajdonságokkal rendelkezik. A Kékfrankos az eddigi szakirodalmi adatok alapján magasabb polifenol koncentrációt mutat a többi fajtához képest, a Cabernet franc az egyik legnépszerűbb világfajta, a Kadarka pedig a Szekszárdi borvidék jellegzetes tájfajtája (NIKFARDJAM 2006; GULD *et al.* 2019). Az üzemi, kezeletlen minták az általam adott instrukciók alapján a fejtésen és az alapkénezésen (szabad kénessav koncentráció: 25mg/l) kívül nem kaptak más kezelést. Derítést sem végeztem, hiszen a korábbi kutatási eredmények rávilágítottak arra, hogy a derítőszernek nemkívánatos hatása van a borok színére, csökkentik az antocianin koncentrációt, a bentonit, valamint a mannoprotein és kazein együttes alkalmazása a tannin koncentrációt is csökkenti, sőt a növényi fehérjék és a zselatin, bár nem olyan mértékben, de befolyásolja a polifenol koncentrációt (GHANEM *et al.* 2017). A mennyiségi leíró elemzés (*quantitative descriptive analysis*, QDA) és a 100 pontos OIV bírálati módszer érzékszervi összehasonlító elemzése során, az üzemi körülmények között előállított vörösborokat, Kadarka, Kékfrankos és Cabernet franc hordómintáit hasonlítottam össze kereskedelmi forgalomban lévő, Kadarka, Kékfrankos és Cabernet franc vörösborokkal meghatározott érzékszervi tulajdonságok alapján. Az említett kereskedelmi forgalomban lévő mintáknak, az alábbi kritériumoknak kellett megfelelniük: a) nagyfokú hasonlóság az üzemi körülmények között előállított hordómintákkal, b) könnyen elérhető legyen a fogyasztók számára, c) magas palackszámban legyen elérhető, d) megbízható, szakértelemmel rendelkező üzem készítse.

4.1.2. Alkalmazott borászati technológia

A szüreti időpontok eltérőek voltak a fajtákat illetően, a Cabernet franc betakarítása október elején, a Kadarka október közepén, a Kékfrankos pedig október végén történt. Mindhárom fajta esetében egészséges alapanyag került feldolgozásra. Az alkoholos erjedés irányított körülmények között zajlott. A Kékfrankos esetében az irányított alkoholos erjedés 21 nap alatt ment végbe, az erjedési hőmérséklet 18-24 °C között változott, a választott starterkultúra az UVAFERM BDX (Danstar Ferment AG, Zug, Switzerland) volt. A Kadarka és a Cabernet franc esetében az irányított alkoholos erjedés 14 nap alatt ment végbe, 25-28 °C hőmérsékleten, és ennél a kettő bortípusnál is a választott starterkultúra az UVAFERM BDX (Danstar Ferment AG, Zug, Switzerland) volt (M5 melléklet, 15. táblázat). Az alkoholos fermentációt követően mindhárom kiejedt vörösbor tölgyfahordókba került huszonnégy hónapos érlelési időszakra. A borok a 20-25 mg/l koncentráció alapkénezésen kívül más kezelést nem kaptak az érlelés során. A vörösborok mindegyike 500 literes tölgyfahordóba és ezzel párhuzamosan 225 literes barrique hordóba került 24 hónapos fahordós érlelés céljából, a kontroll minták pedig acéltartályba kerültek. Az illó fenolok vizsgálatához, a kétéves fahordós érlelés során, a mintavételezés az alábbiak alapján történt: 2014. áprilisban, és 2015. áprilisban vett mintákból a színanyag komponenseket vizsgáltam, azokat, melyek a fahordós érlelés hatására változnak, valamint a 2015. áprilisban és 2015. szeptemberben vett mintákat, illó-fenol komponensekre vizsgáltam.

4.1.3. Hordó típusok

Mindhárom borfajtánál magyar kocsánytalan tölgyből (*Quercus petraea*) készített 500 literes ászokhordót és 225 literes barrique hordót használtam a kétéves érlelési időszakban. A Kadarka borfajtánál az ászokhordó első töltésű volt, a Kékfrankos és Cabernet franc esetében öt éves, negyed töltésű ászokhordót használtam. A barrique hordós érlelés mindhárom borfajta esetében, 225 literes, magyar kocsánytalan tölgyfából készült, a Kadarka esetében első töltésű, a Kékfrankos és Cabernet franc esetében harmad töltésű hordókban történt. A Kadarka érleléséhez használt ászok és barrique hordók két magyar kocsánytalan tölgy (Zempléni és Mecseki) 50-50%-os felhasználásával készültek, donga érlelésük 36 hónapig tartott, és mindkét hordótípusnál fenék pörkölést is alkalmaztak. A Kékfrankos és Cabernet franc érleléséhez használt barrique és ászokhordók, sűrű szálú, homogén kocsánytalan

tölgyerdőből (Zempléni) származó, minimum 24 hónapos donga érlelést követően elkészített hordók voltak.

4.2. Műszeres analitikai vizsgálatok

4.2.1. Rutin analitikai mérések

A borok alapanalízisére vonatkozó titrálható savtartalom mérését sav-bázis titrálással, a pH mérést kombinált üvegelektóddal végeztem a Magyar Borkönyv „Borok vizsgálata” fejezetében foglaltak szerint. A mustok redukáló cukortartalmát Rebelein-módszerrel, az MSZ 9479-1980 szabvány alapján határoztam meg.

4.2.2. Spektrofotometriás vizsgálatok

A spektrofotometriás vizsgálatokat MOM Spektromom 195 típusú készülékkel végeztem a Szent István Egyetem, Borászati Tanszék kutató laboratóriumában.

- Az összes polifenol tartalmat Folin-Ciocalteu fenolreagenssel mértem meg, és galluszsav-egyenértékben kifejezve közlöm (KÁLLAY és TÖRÖK1999).
- Az antocianin tartalmat 2 v/v % koncentrációjú sósavat tartalmazó 96 %-os etanollal történő hígítást követően Flanzy (1970) módosított módszere alapján spektrofotométerrel mértem 550 nm-en.
- A leukoantocianinok mennyiségét, vas (II)-szulfátot tartalmazó sósav-butanol, 40:60 arányú elegyével történő melegítés után spektrofotometriásan mértem, szintén Flanzy (1970) módosított módszere alapján. Mindkét összetevő koncentrációját malvidin-3,5-diglükózid-egyenértékben kifejezve adom meg.
- A katechin tartalmat, alkohollal hígított borban kénsavas vanilinnel reagáltatva, 500 nm-en, spektrofotométeresen mértem (REBELEIN 1965).
- A színindex- és színtónusmérés az MSZ 14849:1979 szabvány szerint történt.

4.2.3. Kromatográfiai vizsgálati módszerek

A rezveratrolok és az antocianin-monomerek minőségi és mennyiségi meghatározását nagyteljesítményű folyadékkromatográfiai eljárással (HP Series 1050) végeztem a Szent István Egyetem Borászati Tanszék kutatói laboratóriumában.

- A rezveratrolok meghatározásánál Kállay és Török (1997) módszerét alkalmaztam. A borok szűrés után közvetlenül injektálhatóak voltak a HPLC (HP Series 1050) készülékbe. A minták szűréséhez 0,45 µm pórusátmérőjű Sartorius membránszűrőt használtam. A rezveratrol meghatározás izokratikus módon történt, melynek során az eluens összetétele az elválasztás ideje alatt állandó, míg gradiens elúció esetén a mozgófázis összetétele időben változott.

A rezveratrolmérés körülményei és a készülék beállításai:

HPLC-készülék HP Series 1050

oszlop LiChrospher® 100, CN 5 µm (Merck, Germany)

detektor: HP Series 1050

folyadékáram: 2 mL/min

hőmérséklet: 30 °C

hullámhossz: 306 nm

eluens 5 : 5 : 90 = acetonitril : metil-alkohol : víz.

- Az antocianin-monomerek minőségi és mennyiségi meghatározása Kállay és Tusnády (2001) módszere alapján történt. A rezveratrolok meghatározásához hasonlóan ebben az esetben sem volt szükség külön minta-előkészítésre a mikroszűrésen kívül. A bormintákat 0,45 µm-es Sartorius gyártmányú membránszűrőn szűrtem a készülékbe injektálást megelőzően.

A spektroszkópiás és a folyadékkromatográfias mérésekhez analitikai tisztaságú oldószereket használtam fel (VWR International, Radnor, PA, USA). Az alkalmazott szabványokat a Sigma-Aldrich cégtől használtam (Saint Louis, MO, USA).

A mintavételezés 2014. áprilisban és 2014. szeptemberben, valamint 2015. áprilisban és 2015. szeptemberben történt mindkét fahordóból és a kontroll tartályból.

- Az illó-fenolok vizsgálatához szükséges mintaelőkészítést és vizsgálatot az antocianin vizsgálati módszerekehez hasonlóan nagyteljesítményű folyadékkromatográfias eljárással, izokratikus üzemmódban végeztem, mind a barrique, mind az ászokhordós, valamint az ellenmintákból is. Az azonosítás és kiértékelés SIGMA-Aldrich sztenderdek alapján történt. A mintaelőkészítést a befecskendezés előtt 5-szörös bideszt-vizes hígítással majd szűréssel végeztem 0,45 mikronos membránon. Az alábbi illó fenolokat vizsgáltam: 3,4-dihidroxi-benzoészav; vanillin; 2-fenil-etanol; 4-etil-katechol;

sziringol; 4-vinil-fenol;4-vinil-guajakol; 4-etil-fenol; 4-etil-guajakol. A mintavételezés az egy éves fahordós érlelést követően, illetve a kétéves érlelési időszakot követően történt mindkét fahordóból és a kontroll tartályból.

4.3. Érzékszervi vizsgálatok

Az érzékszervi vizsgálatokat, a jó érzékszervi gyakorlat (*good sensory practice, GSP*) elemeinek figyelembevételével terveztem meg, és a Pécsi Tudományegyetem szekszárdi Karának kóstoló termében (ISO 8589. 2007) hajtottam végre Szőlész-borász BSc mérnök hallgatók közreműködésével. A gyakorlott bírálókat tizenkét fő alkotta, akik életkorukat tekintve 21-22 éves egyetemista hallgatók, hét férfi és öt nő. A bírálók legalább 120 órás módszertani, technikai és kóstolási gyakorlattal rendelkeztek. Az érzékszervi bírálatokat két ismétlésben végeztem két egymást követő héten, az adatok megbízhatósága érdekében. A bírálók két érzékszervi bírálati módszer alapján végezték az értékelést, a 100 pontos OIV bírálati módszer, (OIV 332A 2009) ami Magyarországon egy teljesen elfogadott bírálati módszer a borok minőségének meghatározására, valamint a mennyiségi leíró elemzés alapján (QDA) (ISO 13299. 2003; ISO 11035. 1994; STONE és SIDEL 2004), mely egy nemzetközileg elfogadott standard módszer élelmiszerek jellemzésére. Az érzékszervi bírálatokat tiszta, világos, temperált, 20 °C hőmérsékletű kóstolóteremben végezték a hallgatók (ISO 8589. 2007). A kóstolási mennyiségű borminták a vörösboroknak megfelelő kóstolási hőmérsékleten, tiszta, standard kóstoló pohárban (JACKSON 2002) kerültek a bírálók elé. Az O.I.V. által elfogadott szabvány szerinti 155 mm magas, 215 cm³ űrtartalmú, vékony és színtelen falú, felfelé szűkülő, talpas kóstoló pohárban történt az elemzés. A vörösborok kóstolási hőmérsékletét 16 °C-ra állítottam be borhűtő segítségével. A temperált kóstolóterem hőmérsékletét, 20°C-ot klímával állítottam be (M2). A kóstolási mintamennyiségeket, minden alkalommal azonos személy töltötte ki a bírálók részére. A borminták között a bírálók semleges ízű szénsavmentes ásványvizet fogyasztottak ízsemlegesítés céljából (SIPOS *et al.* 2012). A bormintákat nem nullával kezdődő háromjegyű véletlen számokkal kódoltam ki (ISO 6658:2005).

Az illó fenolokra irányuló tájékoztató jellegű érzékszervi bírálat 10 pontos értékelő rendszerben történt, melyben az 1 pont a legrosszabb/negatív, a 10 pont a legjobb/pozitív pontozási értéket jelentette. A kísérleti vörösborok érzékszervi vizsgálatának körülményei az alábbiak szerint történt: a borok tájékoztató jellegű érzékszervi analízisét négy, kellő szakértelemmel rendelkező gyakorló borász hajtotta

vége vak bírálattal. A bírálóhelyiség optimális volt: tiszta, világos, szagtalan, megfelelően temperált. A kóstoló pohár megfelelt a nemzetközi szabványban (O.I.V.) leírtaknak. A borászokból álló szakmai bíráló bizottság az alábbi paraméterek figyelembevételével pontozta a borokat:

SZÍN: a bor színtónusa; barna és vörös árnyalatok.

ILLAT: intenzitás, minőség, gyümölcsösség, fűszeresség, fajtajelleg, idegen illat.

ÍZ, ZAMAT: savasság, húzósság, keserűség, gyümölcsösség, minőség, idegen íz, harmónia.

4.3.1. Mennyiségi leíró analízis

A profilanalízis az egyik legösszetettebb érzékszervi vizsgálati módszer. A termékek tulajdonságait részletesen leírja, így biztosítja az összehasonlíthatóságot az élelmiszerek között. A profilanalízis a bírálótól következetességet kíván, ezzel együtt időigényes elemzés, hiszen legalább 1,5-2 órát vesz igénybe egy bírálat. A leíró módszerek esetében egynél több tulajdonságot vizsgálunk, mely a kutatásomban összesen huszonnégy különböző érzékszervi tulajdonságot jelentett (színintenzitás, tisztaság, glicerin, globális illatintenzitás, pirosbogyós gyümölcsillat, konyakmeggy illat, vanília illat, étcsokoládé illat, fás jegyek illatban, fűszeres illat, zöld illat, savasság, húzósság, globális ízintenzitás, piros bogyós gyümölcs íz, alkohol érzet, vanília íz, étcsokoládé íz, fás íz, fűszeres íz, zöld ízek, keserű íz, savanyú íz, édes íz, nyers íz, savanyú utóíz, kellemetlen ízérzet) melyek alapján értékelték a vörösborokat a bírálók a mennyiségi leíró elemzésben. A szabvány (ISO 11035:1994) meghatározza a bírálók számát mely 8-16 fő között mozoghat, amit minden esetben figyelembe vettem, hiszen az elemzést tizenkét fővel bonyolítottam. Vizsgálataimat ProfiSens célszoftver segítségével végeztem, mely excel alapú és a Budapesti Műszaki Egyetem Biokémia és Élelmiszertechnológia Tanszék, valamint a Szent István Egyetem Érzékszervi Minősítő Laboratórium kutatói fejlesztettek. A mennyiségi leíró elemzés során referenciamintákat (kereskedelmi forgalomban lévő azonos fajtájú vörösborokat) használtam és ezekhez hasonlítva pontozták a bírálók a kutatási mintákat. A bírálatokat két ismétlésben végeztem azonos feltételek mellett. Mindkét esetben vakteszt zajlott. A referencia minták tulajdonságait, melyeket az adott borokra fejlesztettem ki, az 1. táblázatban foglaltam össze.

1. táblázat. Érzékszervi tulajdonságok a felhasznált referenciaanyagokkal a QDA módszerhez.

	Tulajdonságok	alsó ponthatár (0)	felső ponthatár (100)	Referenciák
Vizuális tulajdonságok	Színintenzitás	világos	sötét	Verbális instrukció
	Tisztaság	tiszta	zavaros	Verbális instrukció
	Gliceringyűrű	vékony	vastag	Verbális instrukció
Illat tulajdonság	Globális illatintenzitás	gyenge	intenzív	Verbális instrukció
	Piros bogyós gyümölcsillat	gyenge	intenzív	aszalt piros bogyós gyümölcsök (ribizli, málna, eper, meggy)
	Konyakmeggy illat	gyenge	intenzív	Cherry Queen desszert (Bonbonetti Choco Ltd. Budapest, Magyarország)
	Vanília illat	gyenge	intenzív	Bourbon vaniliacukor (Dr Oetker–Jánossomorja, Magyarország)
	Écsokoládé illat	gyenge	intenzív	Écsokoládé (Wawel70% kakaótartalom. Lengyelország)
	Fás illat	gyenge	intenzív	Tölgyfa chips 5g
	Fűszeres illat	gyenge	intenzív	0.1 g őrölt feketebors
	Zöld illatok	gyenge	intenzív	Zöld paprika
Szájérzet	Sav érzet	lágý	erős	Verbális instrukció
	Adszttringencia	gyenge	intenzív	Fekete tea (10 filter 1 liter vízbe náztatva 20 percig) (Lipton Tea Earl Grey Classic. Unilever, Magyarország)
Íz- és zamattulajdonság	Globális ízintenzitás	gyenge	intenzív	Verbális instrukció
	Piros bogyós gyümölcs íz	gyenge	intenzív	Fagyasztott piros bogyós gyümölcsök (ribizli, málna, eper, meggy)
	Alkohol	gyenge	intenzív	Vizes oldat 30% etanol tartalommal (élelmiszer minőségű)
	Vanília íz	gyenge	intenzív	Tölgyfa chips vanília ízzel (5 g) vízben áztatva
	Écsokoládé íz	gyenge	intenzív	Écsokoládé (cukormentes) (Wawel 70% kakaótartalommal- Lengyelország)
	Fás íz	gyenge	intenzív	Tölgyfa chips (5 g) vízben áztatva
	Fűszeres íz	gyenge	intenzív	0.1 g feketebors
	Zöld íz	gyenge	intenzív	Verbális instrukció

	Keserű íz	gyenge	intenzív	Vizes koffeines oldat 0.06% koffeinnel
	Savanyú íz	gyenge	intenzív	Vizes citromsavas oldat 0.07% citromsavval
	Édes íz	gyenge	intenzív	Vizes cukros oldat 1.6% cukorral
	Nyers utóíz	gyenge	intenzív	Verbális instrukció
	Savanyú utóíz	gyenge	intenzív	Verbális instrukció
	Kellemetlen ízintenzitás	gyenge	intenzív	Ecetes uborka

4.3.2. 100 pontos OIV módszer

A mennyiségi leíró elemzéssel párhuzamosan a hallgatók elvégezték az OIV 332A/2009 szerint a 100 pontos bírálatot is a vörösborokon. A 2. táblázat alapján pontozták az értékelők a bormintákat, minden érzékszervi tulajdonságra adott pontszámot feljegyezték és összesítettek. A bormintákat a mennyiségi leíró elemzésnél használt nem nullával kezdődő háromjegyű számokkal kódoltam. A hallgatók a 100 pontos bírálat esetében is vakteszt formájában értékelték. A 100 pontos borbírálati módszer esetében a borminta maximálisan 100 pontot, minimum 40 pontot kaphat.

2. táblázat: Szabályzat-minta hegyközségi és borvidéki borversenyek (Internet 2019)

		Csendes borok esetében					Szénsavas borok esetében				
		kiváló	igen jó	jó	elégséges	nem megfelelő	kiváló	igen jó	jó	elégséges	nem megfelelő
Megjelenés	Tisztaság	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
	Szín	10	8	6	4	2	10	8	6	4	2
	Pezsgés	-	-	-	-	-	10	8	6	4	2
Illat	Intenzitás	8	7	6	4	2	7	6	5	4	3
	karakteresség	6	5	4	3	2	7	6	5	4	3
	minőség	16	14	12	10	8	14	12	10	8	6
Zamat	intenzitás	8	7	6	4	2	7	6	5	4	3

	karakteresség	6	5	4	3	2	7	6	5	4	3
	minőség	22	19	16	13	10	14	12	10	8	6
	ízhosszúság	8	7	6	5	4	7	6	5	4	3
Összbenyomás		11	10	9	8	7	12	11	10	9	8

4.4. Statisztikai módszerek

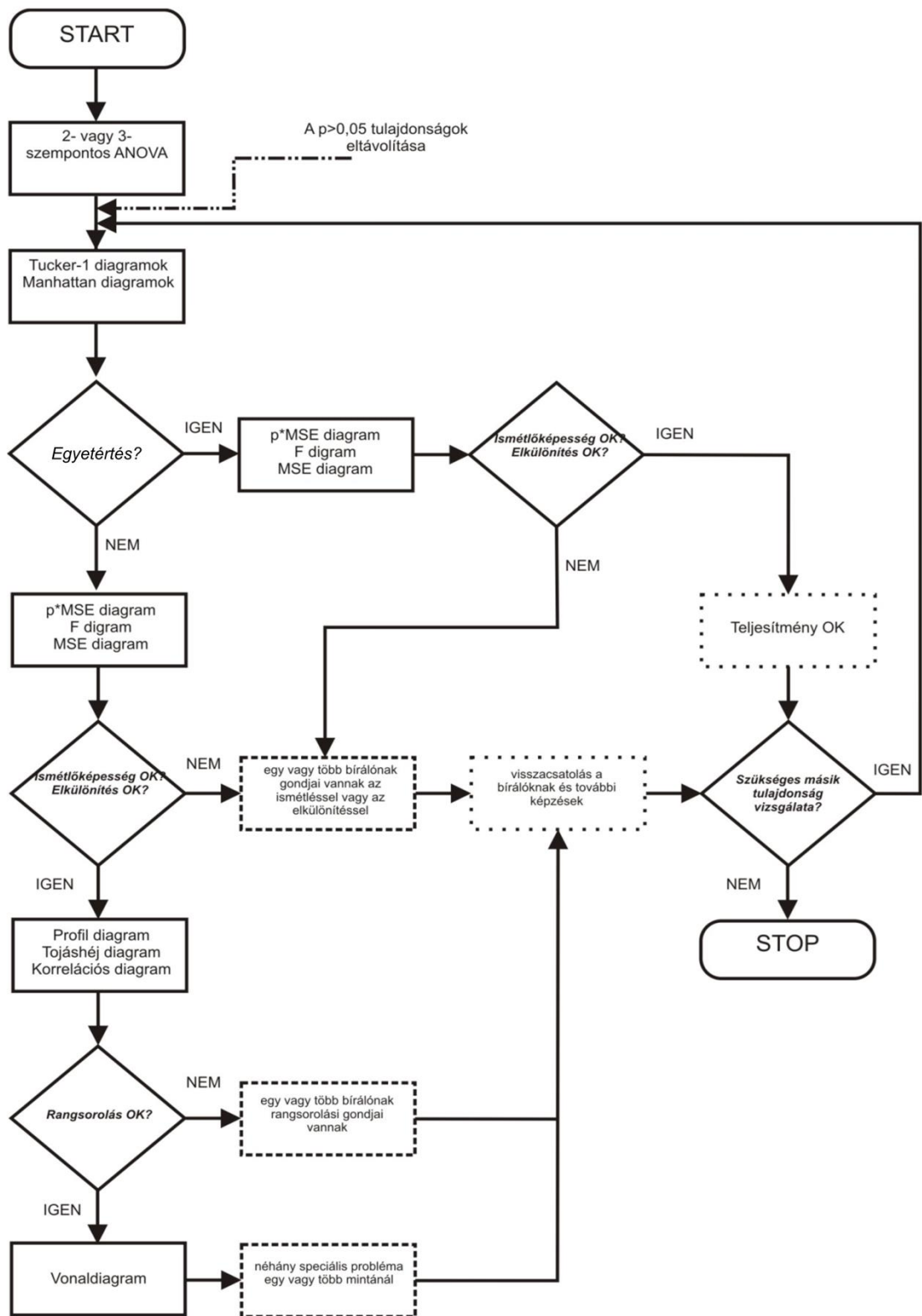
4.4.1. Bírálok teljesítményére vonatkozó kiértékelési módszerek

A képzett bírálok teljesítményét Panel Check Softverrel értékelttem ki. (SHERMAN *et al.* 2018). A PanelCheck biztosít minden szükséges információt ahhoz, hogy értékelje az ismételhetőséget, a bírálok elkülönítő képességét, és egyben a panel egyetértését is (NAES *et al.* 2010). Egyszempontos varianciánálízist alkalmaztam, ahol az értékelők, bírálok mint faktorok jelentek meg. Az ebből számított F értékeket és átlagos négyzetes hiba (*mean square error*, MSE) értékeket használtam az egyes érzékszervi paneltagok teljesítményének vizsgálatához. Az F értékesetében a magasabb érték job elkülönítő képességet jelent, míg az alacsonyabb MSE értékkel rendelkező bírálok ismétlőképessége mondható jobbnak (LOSÓ *et al.* 2012).

A bírálok azon képességének ellenőrzésére, hogy a megadott tulajdonságban képesek-e a minták között különbséget tenni, az F értéket alkalmaztam. Ha az adathalmaz I bírálok K tulajdonságra adott pontjait tartalmazza, a számított F érték = $I \cdot K$. Az elemzés során az összes $I \cdot K$ F érték kiszámításra kerül és ábrázolható egy oszlopdiagramban, melyben minden oszlop egy bírálok által vizsgált tulajdonságot mutat. Az oszlopdiagramban megjeleníthetőek vízszintes vonalak is, melyek a különböző szignifikancia szinteket jelölik. Erre a célra leggyakrabban 1%-os és 5%-os szignifikanciaszintet alkalmaznak. Minél magasabb egy bírálok F értéke, annál jobb a vizsgált minták közti elkülönítő képessége. Amennyiben a vizsgált minták között különbség van, a bíráloktól elvárható a magasabb F érték, ami ideális esetben magasabb, mint az 1 és 5%-os vonal szintje.

A bírálók ismétlőképességének mérésére az MSE értékeket, az egyszempontos ANOVA model átlagos négyzetes hibáit (véletlen hibaszórásának becslései), használtam. Az összes $I \cdot K$ (ahol I az érzékszervi bírálók száma, míg K az értékelt terméktulajdonságok száma) MSE értéket kiszámítottam majd egy oszlopdiagramban ábrázoltam, úgy, mint az F értékeket az F diagramban. Amennyiben egy bíráló tökéletesen ismétli önmagát, az értéke nullához közeli. Minél gyengébb az ismétlés, annál magasabb az MSE érték. Kijelenthetjük, hogy minél alacsonyabb az MSE érték, annál job az adott bíráló ismétlőképessége. Anna kérdésében, hogy valós rálátást nyerjünk egy bíráló teljesítményére az MSE értékeket mindig az F értékekkel együtt érdemes kezelni. A bíráló az alacsony MSE értékeket abban az esetben érheti el, ha az összes mintát hasonlóan pontozza, így lecsökkenti az ismételt minták közti pontszám különbségeket. Egy ilyen bíráló azonban soha nem lesz képes elkülöníteni a termékeket, amennyiben a hozzátartozó F értékek is nagyon alacsonyak lesznek. Abban az esetben, amikor a minták közti különbség adott, a bírálónak magas F értékeket és alacsony MSE értékeket kellene produkálnia.

A $p \cdot \text{MSE}$ diagramban a bírálók minták közti különbségtételi képességét ábrázoltam az ismétlőképességükkel szemben, melyhez az egyszempontos ANOVA számítások p és MSE értékeit használtam fel. Minden p és MSE érték $I \cdot K$ párját kiszámítottam, majd egy szórásdiagramban ábrázoltam. Többféleképpen ábrázolhatóak (például, mindet egyszerre, csak egy bírálót egyszerre, vagy csak egy tulajdonságot egyszerre), és kiemelhetőek bizonyos tulajdonságok vagy bírálók. Ideális esetben minden bírálónak alacsony p és alacsony MSE értékeket kellene elérnie az összes tulajdonságra, amennyiben a termékek közötti különbség ténylegesen jelen van, és emiatt a diagram bal alsó sarkába kellene csoportosulniuk. A $p \cdot \text{MSE}$ diagrammal egyszerűen és gyorsan fel lehet tární, melyik bíráló teljesít gyengén egy adott tulajdonság vizsgálatánál. A $p \cdot \text{MSE}$ diagram előnye, hogy az összes bírálót és tulajdonságot egy diagramban ábrázolva megmutatja a megkülönböztető teljesítményeket és megismételhetőséget. Ennek köszönhetően gyorsan át lehet tekinteni az egész panel teljesítményét. Az általam alkalmazott módszereket egy "Workflow" folyamatábrán keresztül is bemutatom (3. ábra).



3.ábra: PanelCheckWorkflow (Forrás: GERE *etal.* 2012.)

Az analízis első lépéseként a minták közötti szignifikáns különbségeket vizsgáltam meg kevert (mixed modell) ANOVA alkalmazásával. A módszer a minták, a bírálók és azok interakcióinak kétszemponos ANOVA-ban történő modellezésén, illetve a minták, bírálók, ismétlések és azok interakcióinak három szemponos ANOVA-ban történő modellezésén, majd egyáltalános F-próba minta hatáson történő alkalmazását jelenti. Minden esetben (2- vagy 3-szemponos), a kölcsönhatásokat és a bíráló hatásokat is véletlennek tekintettem. Kizárólag azokat a tulajdonságokat vizsgáltam a továbbiakban, amelyek bizonyos szinten szignifikánsak (5%-os szignifikanciaszintet határoztam meg ebben az esetben) a termékhatással (NAES *et al.* 2010). A következő lépésben egy többváltozós elemzést, a Tucker-1 analízist alkalmaztam, annak érdekében, hogy átfogó képet kapjak a bírálók és a panelek teljesítményéről. A Tucker-1 tulajdonképpen egy PCA egy kibontatlan adatmátrixon, mely az összes $X_i^{bá}$ mátrix tartalmazza vízszintes elrendezésben. Az elemzés eredménye két különböző diagram: a közös pontok diagram és a korrelációs loading diagram. A közös pontok diagram a minták közötti hasonlóságot és különbséget mutatja meg a főkomponensek alapján. Kiválóan alkalmazható a panel különbségtételi képességének gyors áttekintésére, azonban közvetlen információval nem szolgál a panel teljesítményéről. Amennyiben a magyarázott varianciák az első pár (általában kettő) főkomponensben viszonylag magasak, nagy szisztematikus szórás van az adatokban, ami azt jelentheti, hogy a panel jól meg tudja különböztetni a mintákat (DAHL *et al.* 2006).

A korrelációs loading plot lényegében a főkomponensek alapján felvett két koncentrikus kör vagy ellipszis (50%-os és 100%-os magyarázott variancia). A különböző pontok kiemelésével, akár egy bíráló akár egy tulajdonság pontjairól van szó, lehetőség nyílik egy bíráló vagy az egész panel teljesítményének ábrázolására. A pontok elhelyezkedéséből megállapítható, hogy milyen jól teljesített a bíráló vagy a panel. Egy bíráló tulajdonsága minél több zajt tartalmaz, annál közelebb kerül pontja az origóhoz, azaz a középponthoz. Egy jól képzett és kalibrált panel esetében a vizsgált tulajdonságok korrelációs loadingjainak közel kell lenniük a külső ellipszishoz, és az összes bírálónak egymáshoz közel kell csoportosulnia. Az adathalmazok szisztematikus szórásának ábrázolására a Manhattan diagram nyújt lehetőséget. Az egyéni adatmátrixokon, főkomponens elemzést, PCA-t kell végrehajtani és Manhattan diagramban ábrázolni minden tulajdonságra a magyarázott varianciát. A Manhattan diagramok ábrázolása a szürke árnyalataival történik, az alapján, hogy a tulajdonságok és a bírálók szórását mennyire tudjuk magyarázni a főkomponensekkel (függőleges tengely). A sötét árnyalat jelzi, hogy a variancia kis részét magyarázzák a

főkomponensek, míg a világos árnyalat az ellenkezőjét jelenti. Az extrém helyzetek a „fekete” (0% magyarázott variancia) és a „fehér” (100% magyarázott variancia). Minél világosabb a színezet egy speciális bíráló-tulajdonság kombinációnál, annál nagyobb a szisztematikus szórás. A Manhattan diagramok ellenőrzési célra használhatóak, hogy gyorsan fel lehessen deríteni azokat a bírálókat, akik nagyon elérően viselkednek, vagy azokat a tulajdonságokat, melyek nem jól magyarázhatóak a másikkal. A Manhattan diagrammal ábrázolt információk kiszámításához a PanelChek V1.4.0 verzióját alkalmaztam. A többváltozós elemzések (Tucker-1 és Manhattan elemzések) utána Workflow alapján az elkülönítő képességet (F és p^* MSE diagram) és az ismétlőképességet (MSE és p^* MSE diagram) vizsgáltam.

Az F érték a bírálók azon képességének ellenőrzésére alkalmazható, hogy a megadott tulajdonságban képesek-e különbséget tenni minták között. Az elemzés során az összes F érték kiszámításra kerül és egy oszlopdiagramban ábrázolható, melyben minden oszlop egy bizonyos bíráló által vizsgált tulajdonságot jelenít meg. Az oszlopdiagramban feltüntethetőek vízszintes vonalak is, melyek a különböző szignifikancia szinteket jelölik. A legtöbbször 1%-os és 5%-os szignifikancia szintet alkalmaznak erre a célra. Általában minél magasabb egy bíráló F értéke, annál jobb a vizsgált minták közti elkülönítő képessége. Ha a vizsgált minták között van különbség, a bírálóktól elvárható a magasabb F érték, ami ideális esetben magasabb, mint az 1 és 5%-os vonal szintje.

Az MSE értékek az egyszempontos ANOVA modell átlagos négyzetes hibái (véletlen hiba szórásának becslései), melyek a bírálók ismétlőképességének mérésére használhatóak. Ha egy bíráló következetesen ismétli önmagát, az MSE értéke nullához közeli. Kijelenthetjük, hogy minél alacsonyabb az MSE érték, annál jobb a bíráló ismétlőképessége. Az MSE értékeket mindig az F értékekkel együtt érdemes vizsgálni, mivel az ismétlőképesség nem biztosítja a jó megkülönböztető képességet és fordítva. Ha a minták közti különbség adott, a bírálónak magas F értékeket és alacsony MSE értékeket kellene produkálnia.

A p^* MSE diagramban a bírálók minták közti különbségtételi képessége ábrázolható az ismétlőképességükkel szemben, melyhez az egyszempontos ANOVA számítások p és MSE értékeit használják fel. Ideális esetben minden bírálónak alacsony p és alacsony MSE értékeket kell elérnie az összes tulajdonságra, ha a termékek közti különbség valóban jelen van, és emiatt a diagram bal alsó sarkában kell csoportosulniuk. A p^* MSE diagrammal egyszerűen és gyorsan ki lehet deríteni,

melyik bíráló teljesít gyengén egy adott tulajdonság vizsgálatánál. A p*MSE diagram nagy előnye, hogy az összes bírálót és tulajdonságot egy diagramban ábrázolva egy lépésben gyorsan felfedi a megkülönböztető képesség és ismétlőképesség hiányosságait.

A profildiagramok ábrázolják azt, hogy hogyan rangsorolja és értékeli egy bíráló a vizsgált minták egy adott tulajdonságát a többi bírálóhoz vagy a panel konszenzushoz képest. Minden vonal egy bírálót jelez (mintaátlag az ismétlések között), ahol az egyenes vastagított vonal a panel konszenzust jelöli (mintaátlag a bírálók és ismétlések között). A vizsgált minták a vízszintes tengely mentén helyezkednek el a panel konszenzus szerint, balról jobbra az adott tulajdonság növekvő intenzitása alapján. A függőleges tengelyen találhatóak az adott bíráló mintákra adott pontjai (ismétlések közti átlag). A bírálók közti erős egyetértés esetén a bíráló vonal szorosan követni fogja a konszenzus vonalat. Ahogy csökken az egyetértés, a bírálók vonalai eltérnek, és a diagram zavarossá válik. Mindegyik vonaldiagram egy minta tulajdonság átlagait is megjeleníti oly módon, hogy összeköti egy vonallal a tulajdonságokat balról jobbra. Továbbá a nyers adatpontok is ráhelyezhetőek, jelezve, hogy pontozta az adott bíráló a mintát. A tulajdonságoknál látható függőleges vonal a bírálók által az adott tulajdonságra használt pontozási tartományt jelzi, és minden szimbólum a panel által szolgáltatott több pont egyikét jeleníti meg. A profildiagramok használata alacsonyabb mintaszámoknál javasolt (2-10 minta). Az ennél magasabb mintaszámok esetében a tojáshej diagramok adnak könnyen áttekinthető eredményt. Az adatokat minden esetben elő kell készíteni a PanelCheck-be való importálás előtt. A szoftver elvárásainak megfelelő struktúrában kell összeállítani egy Microsoft Excel táblázatot, melyben a bírálók kerülnek a bal oldali oszlopba, a tulajdonságok pedig a táblázat tetején foglalnak helyet. Az importálás során meg kell adni a „bírálók”, az „ismétlések” és a „minták” oszlopait, illetve be kell állítani, hogy mely paramétereket kívánjuk bevonni az elemzésbe. Elemzésem során a ProfiSens szoftverből kaptam az adatokat, és ezeket kellett a megfelelő formátumba átalakítani. Az adatok átalakítása után történik a PanelCheck-be való importálás. Az importálás során a program automatikusan leellenőrzi a megnyitni kívánt adattáblát, és egy „Summary” ablakban láthatóak az elemzendő adatok paraméterei. Az elemzésből azonnal látható, ha esetleg a bírálóknál hiányzik egy vagy több adat, ezáltal egy biztonsági lépést is beiktat a szoftver. Az importálás után kezdetét veszi az adatelemzés.

4.4.2. Varianciaanalízis

A varianciaanalízis (ANOVA) és faktoriális varianciaanalízis módszereit abban az esetben alkalmazzuk a statisztikai elemzés során, amikor különböző tulajdonságok – jelen kutatásban például az érzékszervi tulajdonságok vagy polifenolok koncentráció értékei – alapján hasonlítjuk össze a mintákat (RÁCZ *et al.* 2018). Az ANOVA módszer a faktorok (csoportosító tulajdonságok) által meghatározott mintacsoportok átlagértékeinek vizsgálatán alapul. A faktorok szignifikanciáját teszteljük, azaz, hogy található-e szignifikáns különbség a mintacsoportok átlagértékei között egy adott csoportosító tulajdonság alapján. Az egyszempontos ANOVA csak egy faktort, míg a faktoriális ANOVA azonban több faktort is képes egyszerre vizsgálni. Az ANOVA a csoportok közötti szignifikáns különbséget nem tudja páronként megadni, viszont *post hoc* teszttel kiegészítve választ kapunk a páronkénti összefüggésekre is. Az ANOVA elemzésekhez a STATISTICA 13 (TIBCO Software Inc., Palo Alto, CA, USA) szoftvert alkalmaztam.

4.4.3. Főkomponens elemzés

A főkomponenselemzés (*principal component analysis*, PCA) az egyik legelterjedtebben alkalmazott dimenzió csökkentő eljárás a kemometriában (WOLD *et al.* 1987). Nem felügyelt tanítású módszer, ami azt jelenti, hogy a módszer nem használ kategorikus (osztályozós) változókat az elemzés során. A főkomponenselemzés során a főkomponensek az eredeti változók lineáris kombinációból jönnek létre a variancia maximalizálásának elvét követve. A létrejött főkomponensek mindig ortonormáltak, avagy egymásra merőlegesek és egységnyi hosszúságúak (RÁCZ *et al.* 2013).

Ha a főkomponens vektorok (score), illetve főkomponens-együttható (loading) vektorok értékeit együtt ábrázoljuk, nemcsak a mintáinkban, de a tulajdonság változóinkban rejlő információt is meg tudjuk jeleníteni. Ezt az ábrázolási módot a bírálók és a különböző érzékszervi tulajdonságok főkomponens elemzésénél alkalmaztam. A PCA elemzéshez az XL-Stat szoftvert (ADDINSOFT 2019) (Addinsoft, Long Island, NY, USA) használtam.

4.4.4. Többszörös faktoranalízis

A többszörös faktoranalízist (*multiple factor analysis*, MFA) akkor alkalmazzuk, ha több eltérő adathalmaz együttes elemzése a cél. Az adathalmazok változói eltérhetnek, de a változókat ugyanazokon az elemeken szükséges mérni. Az MFA első lépésben két főkomponens elemzést végez a rendelkezésre álló két adathalmazon (például a QDA és OIV adatok esetében) majd mindkét PCA első két sajátértékét, melyek a főkomponens vektorhoz tartozó sajátértékeket tárolja (ABDI és WILLIAMS 2010). Az eltárolt sajátértékeket a második lépésnél súlyozottan vesszük figyelembe, így súlyozott főkomponens elemzést számítunk a bemeneti adattáblázat minden oszlopán (mindkét adathalmaznál egyszerre). Ennek eredményeként az MFA képes megjeleníteni a változókon és a mintákon (főkomponens együtthatók és főkomponensek) kívül az adattáblák hatását is (PAGES 2005). Az MFA futtatásához az XL-Stat szoftvert használtam (Addinsoft, Long Island, NY, USA) (ADDINSOFT 2019).

4.4.5. Részleges legkisebb négyzetek diszkriminancia-elemzés (PLS-DA)

A különböző borminták (kereskedelmi forgalomban lévő és az üzemi hordóminták) osztályozási becslésére a PLS-DA (részleges legkisebb négyzetek diszkriminancia-elemzés) alkalmaztam. A PLS-DA a PLS regresszió osztályozásra használható formája, ahol az y egy kategorikus változó, a minták osztályba sorolását tartalmazó vektor. A PLS-DA módszer során a tulajdonság változóink és az osztályozási y változó közötti lineáris kapcsolatot keressük, melyhez szükséges belső kapcsolati függvény egy új vektor, a regressziós koefficiens tag bevezetésén alapul.

$$\mathbf{Y} = \mathbf{Xb} + \mathbf{E}, \quad (1)$$

Ahol \mathbf{b} a regressziós koefficiens, \mathbf{E} pedig a hiba mátrixot jelenti.

A PLS-DA szorosan kapcsolódik a főkomponens elemzéshez is, mert az \mathbf{X} és az \mathbf{Y} mátrixokat szétbontja főkomponens vektorra (score), és a változókhoz kapcsolódó főkomponens együtthatóra (loading) (valamint hiba mátrixokra) a kovariancia maximalizálással. A nem lineáris iteratív részleges legkisebb négyzetek (NIPALS) algoritmus egy gyakran alkalmazott módszer a paraméterek modellezésének becslésére. A látens változók (PLS komponensek) száma határozza meg a modellek

komplexitását és megfelelő hitelesítési protokoll szükséges (kereszt ellenőrzés) a megbízható modellek előkészítéséhez.

A PLS-DA módszert alkalmaztam arra, hogy összehasonlítsam külön-külön a kereskedelmi forgalomban lévő borokat és az üzemi hordómintákat a 100 pontos bírálati módszer és a QDA alapján. A legfontosabb változókat változó fontosság (VIP) ábrán szemléltettem, ahol minél magasabb az érték, annál jobb a változó. Emellett az osztályozás teljesítményét is bemutattam vevő-működtető jelleggörbék (*Receiver Operating Characteristic*, ROC görbék) segítségével, ahol az érzékenységet ábrázoltam a specifitással szemben a különböző küszöbértékeknél. Az ROC görbe alatti területet (*Area Under Curve*, AUC érték) teljesítmény paraméterként használtam, hogy összehasonlítsam a modelleket. A PLS-DA futtatását az XL-Stat szoftver (Addinsoft, Long Island, NY, USA) (ADDINSOFT 2019) szoftverrel végeztem.

5. EREDMÉNYEK

5.1. Polifenol összetétel eredményei

Három különböző fajta, de azonos borvidékről származó, vörösbor teljes polifenol összetételét vizsgáltam meg. A borok üzemi körülmények között irányított erjesztéssel készültek és különböző fahordókban érlelődtek. A kétéves fahordós érlelési időtartam során, félévenkénti mintavételezéssel kísértem nyomon a polifenolok változását anélkül, hogy az évjáratot figyelembe vettem volna. A vizsgálandó komponenseket az alapján választottam ki, hogy azok reprezentálják azon polifenolok körét, melyek természetes úton, a szőlőből vagy az alkalmazott technológia, illetve a fahordós érlelés során belekerülhetnek a borokba. A polifenolok tehát alapvetően a szőlő növényből az alkalmazott technológia során és az érlelés során a tölgyfahordókból kerülhetnek a borokba.

Jelen eredmények a Kadarka, Kékfrankos, Cabernet franc polifenol összetételének - transz-piceidre és transz-rezveratrolra fókuszált - koncentráció változását mutatja be a kétéves fahordós érlelés során. Korábbi vizsgálatok kimutatták, hogy Villányi és Egri borvidékről származó vörösborok, Merlot és Cabernet Sauvignon transz-rezveratrol, továbbá a Villányi borvidékről származó Kékfrankos transz-piceid tartalma magas volt (MONTSKO *et al.* 2010).

A vizsgált borok polifenol koncentrációira vonatkozó alapstatisztikai adatokat a 3. táblázat tartalmazza. Néhány változó esetében kiugró szórásértékeket tapasztaltam, ami a borok különböző fajtája miatt adódhatott így, viszont ez a tény, hogy különböző vörösborok polifenol tartalmának időbeli koncentráció változásának összehasonlítása volt a cél, rávilágított arra, hogy a további statisztikai elemzésekhez mindenképpen standardizálni kell az alapadatokat.

3.táblázat. A változók alapstatisztikai tulajdonságai. A változók teljes elnevezései a táblázat alatt található.

Változók	elemszám	átlag	Median	Minimum	Maximum	szórás
TP	30	2301	2296	1444	3922	554.5
ANT	30	232.7	208.7	100.0	473.0	92.40
LEU	30	1840	1917	1041	2474	415.5
CAT	30	1466	1502	768.0	2675	450.2
INT	30	36.52	44.20	3.800	63.18	21.73
TON	30	4.349	4.985	0.680	8.400	2.655
P%	30	17.10	0.915	0.610	65.30	25.60
CPI	30	0.262	0.200	0.000	0.650	0.182
TPI	30	0.764	0.700	0.200	1.740	0.439
CRES	30	1.061	0.700	0.000	2.800	0.861
TRES	30	2.515	2.400	0.000	6.300	1.939

TP: összpolicfenol, ANT: antocianin, LEU: leukoantocianin, CAT: katechin, INT: színintenzitás, TON: színtónus, P%: polimerizációs fok, CPI: cisz-piceid, TPI: transz-piceid, CRES: cisz-rezveratrol, TRES: transz-rezveratrol.

Tekintettel arra, hogy a transz-rezveratrol egészségre gyakorolt hatása az eddigi kutatási eredmények alapján bizonyított, így ennek tükrében a transz-piceid és transz-rezveratrol változásra különös tekintettel fókuszáltam, melynek eredményeit a 4. táblázat foglalja össze a különböző mintavételezési időpontokban. A vizsgált fajták közül a Kékfrankos kiindulási transz-rezveratrol koncentrációja volt a legmagasabb (amely összhangban van korábbi kutatási eredményekkel).

4.táblázat. A három vizsgált borfajta transz-piceid és transz-rezveratrol koncentrációjának változása a négy mintavételezési időpontban.

Minta	<i>Transz-piceid koncentrációjának változása a négy mintavételezési időpontban (mg l⁻¹)</i>				<i>Transz-rezveratrol koncentrációjának változása a négy mintavételezési időpontban (mg l⁻¹)</i>			
	2014. 04.	2014. 09.	2015. 04.	2015. 09.	2014. 04.	2014. 09.	2015. 04.	2015. 09.
Kadarka kontroll	0.4	0.4	0.9	1.41	0.4	n.d.	4.2	3.36
Kadarka ászokhordó		0.4	0.8	0.81		0.7	4.5	3.5
Kadarka barrique		0.3	0.7	0.97		0.5	3	4.58
Kékfrankos kontroll	0.3	0.8	1.4	1.41	3.5	3.8	5.7	4.69
Kékfrankos ászokhordó		0.7	1.5	0.58		1.3	6.3	4.17
Kékfrankos barrique		0.7	1.2	0.6		1.8	4.4	4.6
Cabernet franc kontroll	0.3	0.2	0.7	1.46	1.3	1.4	0.5	1.14

Cabernet franc ászokhordó		0.3	0.8	1.74		0.3	0.4	4.42
Cabernet franc barrique		0.3	0.4	0.44		0.3	0.5	0.64

A transz-piceid és transz-rezveratrol koncentrációk növekvő tendenciát mutatnak, aminek magyarázata egyrészt a szőlőfajta kiindulási polifenol koncentrációja másrészt az alkalmazott szőlőfeldolgozási és borkezelési technológia. A Kékfrankos magasabb transz-rezveratrol koncentrációkat mutat a többi fajtához képest. A fenolos vegyületek elsősorban a szőlőből és a mustból kerülnek a borba (miközben megtartják bioaktív tulajdonságukat) majd a szőlőfeldolgozási technológiáknak és alkoholos erjedésnek köszönhetően is megőrzik, sőt tovább nőhet a koncentrációjuk. A fahordós érlelés is növelheti a rezveratrol eredeti koncentrációját, ahogy ezt a Kadarka és a Kékfrankos esetében is látjuk a táblázat alapján, emellett a rezveratrol felszabadulhat piceidből is az erjedés és az érlelés során.

A három borfajta polifenol összetételét Spearman-féle rangkorrelációs elemzéssel hasonlítottam össze. Az eredményeket az 5. táblázatban foglaltam össze.

5.táblázat. Spearman korrelációs koefficiens, a koefficiens tartomány -1 és $+1$ között. A legjobban korreláló változókat piros színnel jelöltem.

Var.	TP	ANT	LEU	CAT	INT	TON	P%	CPI	TPI	CRES	TRES
TP	1.00	0.15	0.57	0.39	-0.42	0.01	-0.22	0.51	0.15	0.31	0.29
ANT	0.15	1.00	0.24	0.45	0.27	0.54	-0.66	-0.27	-0.34	-0.06	0.13
LEU	0.57	0.24	1.00	0.73	-0.39	-0.09	-0.29	0.20	-0.05	0.16	0.26
CAT	0.39	0.45	0.73	1.00	-0.31	-0.07	-0.18	0.07	-0.05	0.29	0.34
INT	-0.42	0.27	-0.39	-0.31	1.00	0.51	-0.40	-0.28	-0.24	-0.26	-0.34
TON	0.01	0.54	-0.09	-0.07	0.51	1.00	-0.74	-0.07	-0.27	-0.40	-0.35
P%	-0.22	-0.66	-0.29	-0.18	-0.40	-0.74	1.00	0.17	0.41	0.41	0.28
CPI	0.51	-0.27	0.20	0.07	-0.28	-0.07	0.17	1.00	0.59	0.59	0.44
TPI	0.15	-0.34	-0.05	-0.05	-0.24	-0.27	0.41	0.59	1.00	0.72	0.64
CRES	0.31	-0.06	0.16	0.29	-0.26	-0.40	0.41	0.59	0.72	1.00	0.86
TRES	0.29	0.13	0.26	0.34	-0.34	-0.35	0.28	0.44	0.64	0.86	1.00

TP: összpolicenol, ANT: antocianin, LEU: leukoantocianin, CAT: katechin, INT: színintenzitás, TON: színtónus, P%: polimerizációs fok, CPI: cisz-piceid, TPI: transz-piceid, CRES: cisz-rezveratrol, TRES: transz-rezveratrol.

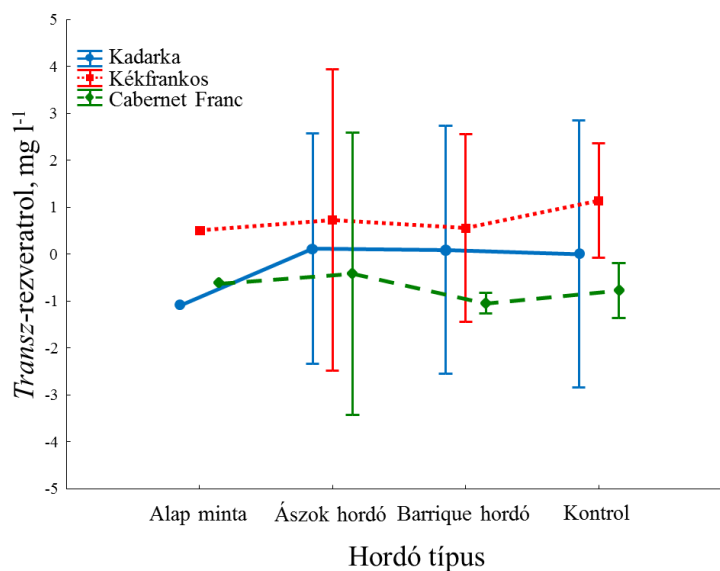
A standardizált változók közötti eltérések a borfajták közötti különbségeket magyarázzák. Statisztikailag szignifikáns ($\alpha=0.05$ szinten) pozitív korrelációt tapasztaltam a katechin (CAT) és a leukoantocianin (LEU) koncentrációk között, melyek az érlelés során csökkenést mutattak a polimerizáció miatt (5. táblázat). A katechin koncentráció csökkenés feltehetőleg a katechin monomerek polimerizációja,

míg aleukoantocianinok koncentráció csökkenése a polimerizáció és az oxidációs folyamatok miatt következett be. A színárnyalat (TON) és a polimerizáció (P) negatív korrelációt mutat, hosszabb ideig tartó érlelés során a polimerizáció mértéke megnő, míg a színárnyalat csökken vagy változatlan marad. Mindez az antocianinok polimerizációs folyamataival magyarázható. Az érlelés során bekövetkező antocianin csökkenés nem tekinthető színvesztésnek, mivel a monomer antocianinok nagy része polimerizálódik. A mikrobiológiai, fizikai és kémiai egyensúly változása során a polimerizációs fok növekedhet. A korrelációs koefficiensek alapján erős összefüggés van a transz-piceid (TPI) és a cisz-rezveratrol (CRES) valamint a cisz-rezveratrol és a transz-rezveratrol (TRES) között. A kevésbé stabil cisz-rezveratrol koncentrációi sokkal alacsonyabbak voltak, mint a transz-rezveratrol koncentrációi, de mindkét esetben megfigyelhető volt a koncentráció emelkedés, amelyet egy fokozatos csökkenés követett az érlelési időszak végére. Ezt követően a standardizált változókra faktoriális varianciaanalízist (ANOVA) alkalmaztam. Az adatkészlet összesen tizenegy függőváltozót, és két faktort tartalmazott (borfajta, hordó típus). A két tényező hatásait együttesen és külön-külön is elemeztem az átlag értékek alapján. A 6. táblázat eredményei alapján a hordó típus (barrique, ászok) nem eredményezett statisztikailag szignifikáns különbséget ($\alpha=0.05$ mindkét esetben), a borfajta viszont egyértelműen szignifikáns tulajdonságnak számított a vizsgálatban. Továbbá a két tényező együttesen figyelve sem mutatott szignifikáns különbséget.

6.táblázat: A faktoriális ANOVA eredménye a borfajta és hordótípus faktorok használatával. A szignifikáns faktort piros színnel jelöltem a táblázatban.

	Test	Value	F	Effect df	Error df	p
Intercept	Wilks	0.646541	0.397595	11	8.00000	0.920936
Borfajta	Wilks	0.013495	5.533283	22	16.00000	0.000492
Hordótípus	Wilks	0.069483	1.082929	33	24.27348	0.425015
Borfajta*Hordótípus	Wilks	0.029015	0.685790	66	48.26273	0.922996

A 4. ábra jól szemlélteti a koncentrációk hasonlóságát (ebben az esetben a transz-rezveratrol koncentrációját) a hordó típusokhoz viszonyítva. A Kadarka transz-rezveratrol koncentrációja alig változott a kiindulási koncentrációhoz képest, és a másik két borfajta esetében sem volt statisztikailag szignifikáns különbség a hordótípusok között (beleértve a kontroll acél tartályt is).

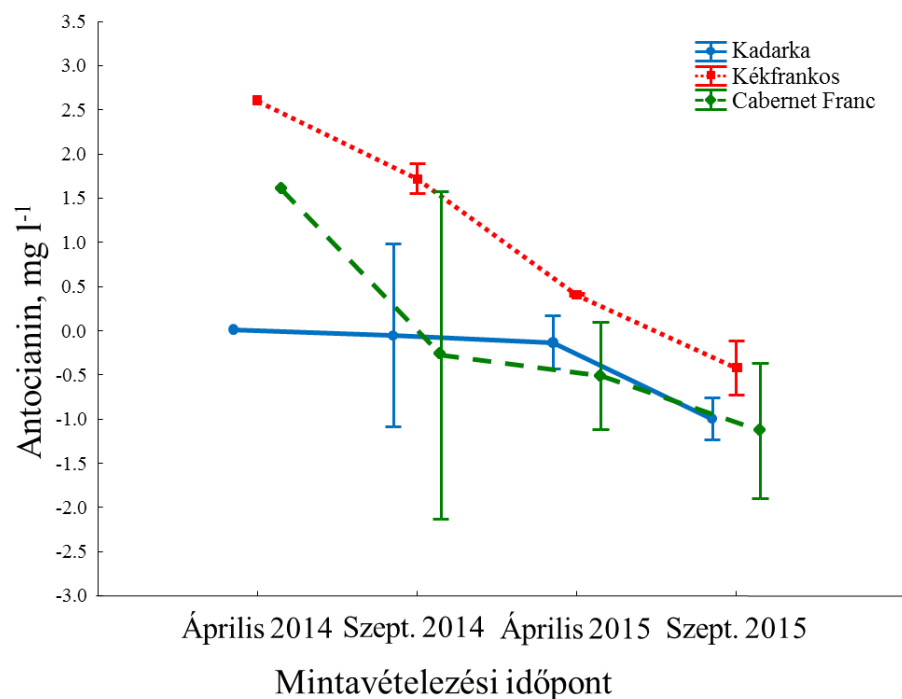


4.ábra. A transz-rezveratrol faktoriális ANOVA eredményei a hordó típusok és a borfajták tekintetében. *Hordó típusok: 1: első mintavételezés, alap minta; 2: ászokhordó; 3: barrique hordó, 4: kontroll borfajták: Kadarka kék vonal, Kékfrankos piros pontozott vonal, a Cabernet franc zöld szaggatott vonal. A függőleges sávok 0.95 konfidencia intervallumot jelölnek.*

A faktoriális ANOVA módszert alkalmazva összehasonlítottam a mintavételezési időpontokat is. Az 5. ábra és a 7. táblázat is tükrözi, hogy jelentős eltérések tapasztalhatóak a mintavételi időpontok között a borfajták antocianin tartalmában.

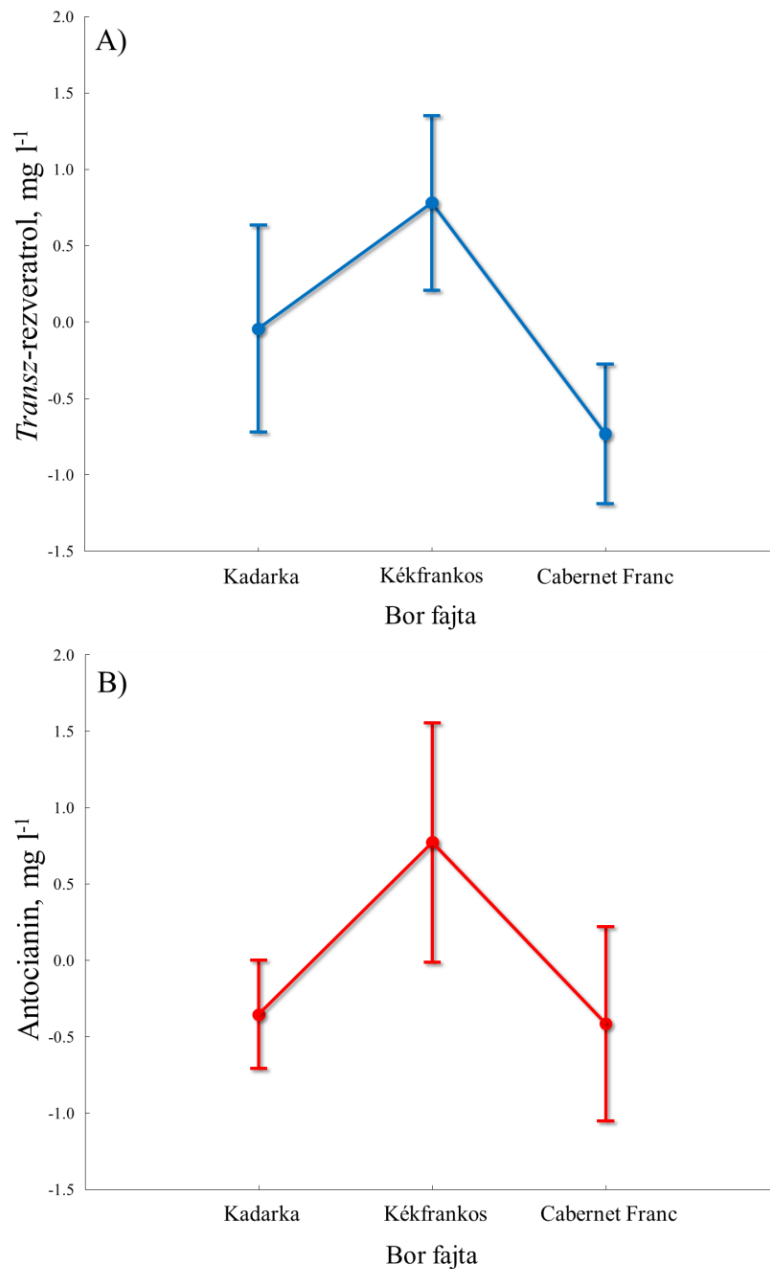
7.táblázat: Eltérések, a mintavételi időpontok között.

	Test	Value	F	Effect df	Error df	p
Intercept	Wilks	0.054896	12.52094	11	8.00000	0.000705
Mintavételezési idő	Wilks	0.000020	28.11822	33	24.27348	0.000000
Borfajta	Wilks	0.004941	9.61924	22	16.00000	0.000014
Mintavételezési idő *Borfajta	Wilks	0.000030	4.38948	66	48.26273	0.000000



5.ábra. Az antocianin koncentráció változását szemléltető faktoriális ANOVA a mintavételezési időpontok függvényében. A félévenkénti méréseket 2014. áprilisban kezdtük, és 2015. szeptemberében fejeztük be. *Borfajták: Kadarka kék vonal, Kékfrankos piros pontozott vonal, a Cabernet franc zöld szaggatott vonal.* A függőleges sávok 0.95 konfidencia intervallumot jelölnek.

Az antocianin koncentráció időbeli csökkenése a különböző fajták esetében statisztikailag szignifikánsnak tekinthető ($\alpha=0.05$). A borok antocianin koncentrációjának csökkenése a hosszas fahordós érlelésés a polimerizáció következménye. Ez az eredmény készítetett arra, hogy a Kékfrankost külön megvizsgáljam transz-rezveratrol és antocianin koncentráció tekintetében összehasonlítva a másik két fajtaival, ahogy az a 6. (AB) ábrán is látható.



6.(A) (B) ábra: ANOVA eredmények a különböző borfajták esetében transz-rezveratrolra (A) és antocianinra (B). A függőleges sávok 0.95 konfidencia intervallumot jelölnek.

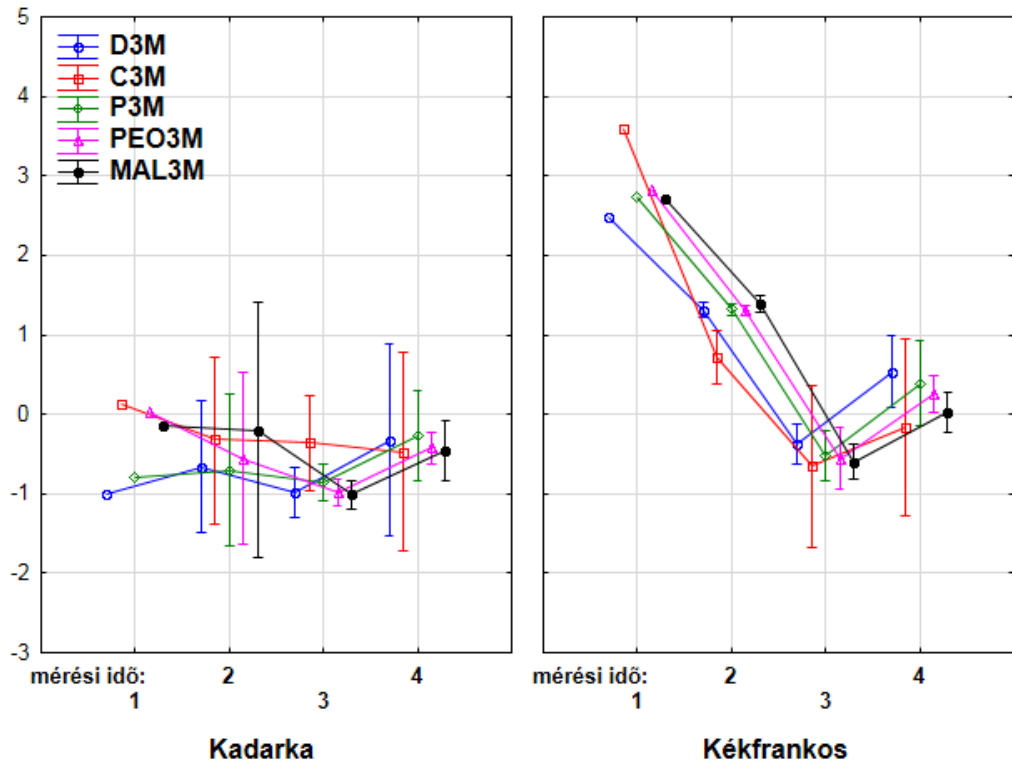
Egyértelmű, hogy a Kékfrankos statisztikailag szignifikánsan magasabb koncentráció értékeket mutat a transz-rezveratrol és az antocianin koncentrációk tekintetében a másik két borfajtaéhoz képest. Noha a kutatás során nem vettem figyelembe az évszabványi tényezőket, az eredményeim arra utalnak, hogy a szőlőfajta és a szőlő érettségi állapota elsődlegesen meghatározza a transz-rezveratrol és az antocianin koncentrációt. (NIKFARDJAM *et al.* 2006). Emellett természetesen a transz-rezveratrol tartalmat a szüreti időpont is befolyásolja (GEANA *et al.* 2015).

Erdeményeim alapján a malvidin-3-monoglükózidra vonatkozóan megállapítottam, hogy a Kékfrankosban található kiindulási mennyiség (368,9 mg/l), több mint háromszorosa volt a kadarkában kimutatott mennyiségnek (103,3 mg/l). Ezt az eredményt alátámasztja a szakirodalomban fellelhető korábbi publikáció is a magyar borokkal kapcsolatban (AVAR *et al.* 2007). Színintenzitás és színtónus eredményeket tekintve a két borfajta a különleges minőségű vörösbor kategóriába esik, és míg a Kékfrankos színtónusa 0,75-0,77 közötti értékeket képvisel, ami a jó színárnyalatot jelzi, addig a Kadarka 0,92-0,99 értéke a barnatörésre való hajlamot jelzi, ami azzal is magyarázható, hogy az alkoholos erjedés 14 nap alatt lezajlott. Ez azt eredményezheti, hogy a monomer antocianinok nem tudtak a konjugált tanninokkal stabil komplexeket képezni és az első töltésű tölgyfahordó esetében a mikrooxidáció mértéke nagyobb. Korábbi eredmények alapján a 225 literes első töltésű barrique hordó oxigén beáramlás mennyisége 4 mg O₂ L/hó (RIBEREAU-GAYON *et al.* 2006).

A fahordó mérete befolyásolja az oxidáció mértékét, hiszen a barrique hordók esetében nagyobb az érintkezési felület, növekszik a párolgási veszteség, és ezzel az oxidáció mértéke is (HECTOR ESCALONA *et al.* 2002; LAQUI-ESTAÑA *et al.* 2018). Laqui-Estaña és mtsai egy éves fahordós érlelési időszak alatt vizsgálta a borok polifenol tartalmát, Carmenere és Cabernet Sauvignon fajtákban. Az antocianin monoglükózidok - delfinidin-3-glükózid, cyanidin-3-glükózid, petunidin-3- glükózid, peonidin-3-glükózid, malvidin-3-glükózid – valamint az antocianin acetilezett formáinak - delfinidin-3-acetil-glükózid, cianidin-3-acetil-glükózid, petunidin-3-acetil-glükózid, peonidin-3-acetil-glükózid, malvidin-3-acetil-glükózid – koncentrációi a kontroll mintában magasabb értéket mutattak, míg a fahordóban érlelt és chips-el, dongával kezelt boroknál, csökkenést figyeltek meg az antocianin monomerek és acetilezett származékaikat tekintve. (LAQUI-ESTAÑA *et al.* 2018; GULD *et al.* 2019).

A 7. ábrán a faktoriális ANOVA eredmény látható, az antocianin komponensekre nézve a kettő borfajta, a Kadarka és Kékfrankos (KAD, KFK), illetve mérési idő figyelembevételével. Jól látszik az, hogy a Kékfrankosnál az 5 változó (D3M: Delfinidin-3-monoglükózid, C3M: Cianidin-3- monoglükózid, P3M: Petunidin-3-monoglükózid, PEO3M: Peonidin-3- monoglükózid, MAL3M: Malvidin-3-monoglükózid) mennyire hasonló lefutást, csökkenést mutat, ami az oxidációnak és a polimerizációnak köszönhető. Ez az öt változó korrelációs koefficienseik alapján is jó korrelációt mutatott egymással (8. táblázat).

A Kadarka esetében is megfigyelhető egyfajta tendencia, amiből egyedül a cianidin-3-monoglükózid (C3M) esetében látszik kevésbé a változás az időpontok között.

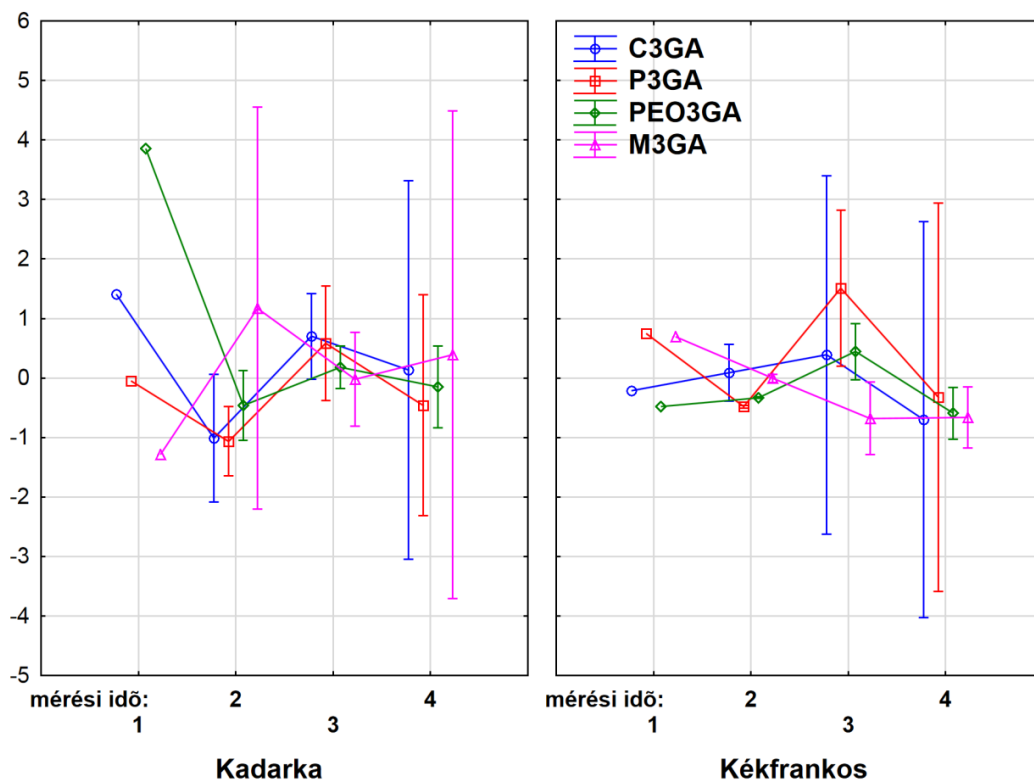


7. ábra: Antocianin komponensek koncentráció változása az idő függvényében a Kadarka és a Kékfrankos borokra külön szemlélítve. (D3M: Delfinidin-3-monoglükózid, C3M: Cianidin-3-monoglükózid, P3M: Petunidin-3-monoglükózid, PEO3M: Peonidin-3-monoglükózid, MAL3M: Malvidin-3-monoglükózid)

8. táblázat. Korrelációs koefficiensek. D3M: Delfinidin-3-monoglükózid, C3M: Cianidin-3- monoglükózid, P3M: Petunidin-3- monoglükózid, PEO3M: Peonidin-3- monoglükózid, MAL3M: Malvidin-3- monoglükózid, C3GA: Cianidin-3- glükóz-acetát, P3GA: Petunidin-3- glükóz-acetát, PEO3GA: Peonidin-3- glükóz-acetát, M3GA: Malvidin-3- glükóz-acetát, P3GL: Peonidin-3- glükózid (p-kumarát), M3GL: Malvidin-3- glükózid (p-kumarát), A: $\sum A$; az antocianin-monomerek mennyiségének teljes összege (a monomerek, valamint azok acetát- és p-kumarát-származékainak összesített mennyisége); AC: $\sum AC$; összes acetátszármazék (az antocianin-monomerek különböző acetátszármazékainak mennyisége); VAC: $\sum AAc$: $\sum ACu$; az acetátszármazékok és a p-kumarát-származékok mennyiségének egymáshoz viszonyított aránya.

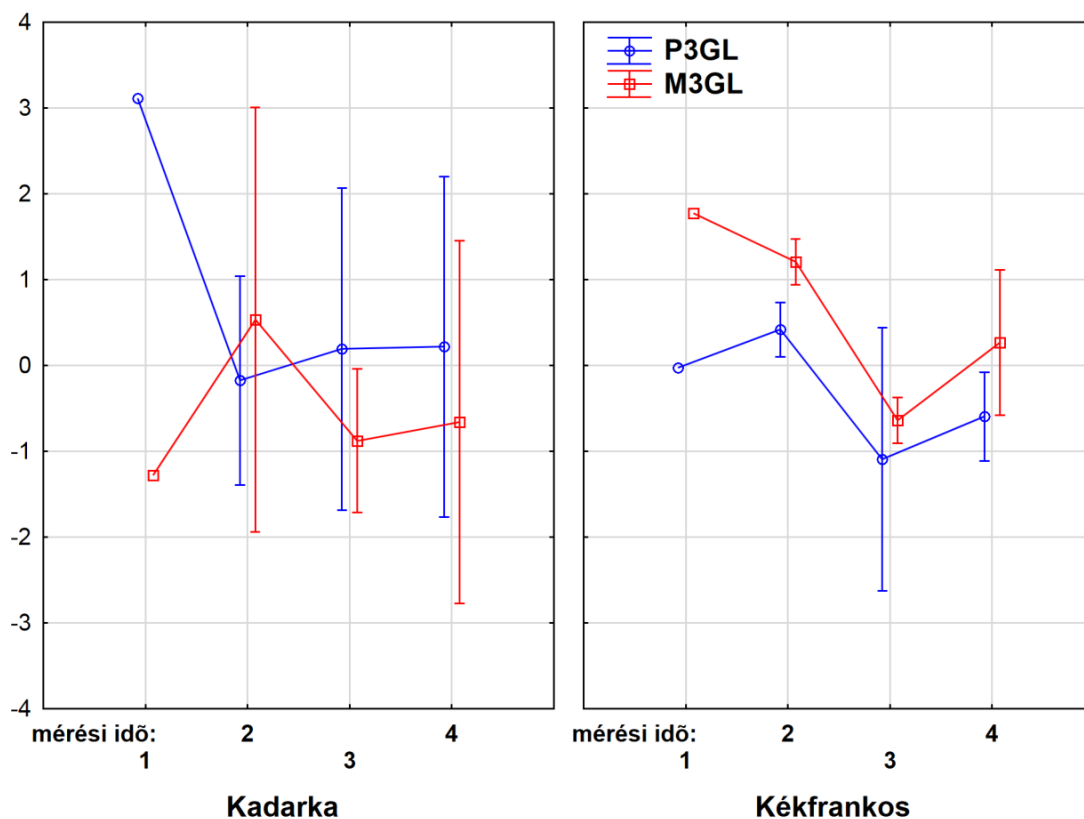
Változók	D3M	C3M	P3M	PEO3M	MAL3M	C3GA	P3GA	P3GA	M3GA	P3GL	M3GL	A	AC	VAC
D3M	1.000	0.751	0.987	0.960	0.921	-0.033	0.010	-0.194	0.130	0.044	0.868	0.934	-0.718	-0.492
C3M	0.751	1.000	0.807	0.808	0.772	0.297	0.056	-0.005	0.030	0.197	0.624	0.785	-0.391	-0.284
P3M	0.987	0.807	1.000	0.976	0.947	0.009	0.022	-0.193	0.141	0.115	0.848	0.957	-0.712	-0.488
PEO3M	0.960	0.808	0.976	1.000	0.972	-0.022	0.026	-0.064	0.136	0.212	0.838	0.980	-0.697	-0.463
MAL3M	0.921	0.772	0.947	0.972	1.000	-0.076	-0.019	-0.160	0.219	0.247	0.882	0.993	-0.690	-0.552
C3GA	-0.033	0.297	0.009	-0.022	-0.076	1.000	0.238	0.317	-0.007	0.348	-0.105	-0.016	0.242	0.325
P3GA	0.010	0.056	0.022	0.026	-0.019	0.238	1.000	0.238	0.110	-0.020	-0.141	0.030	0.130	0.489
P3GA	-0.194	-0.005	-0.193	-0.064	-0.160	0.317	0.238	1.000	-0.224	0.283	-0.253	-0.111	0.243	0.555
M3GA	0.130	0.030	0.141	0.136	0.219	-0.007	0.110	-0.224	1.000	0.112	0.381	0.269	-0.063	0.048
P3GL	0.044	0.197	0.115	0.212	0.247	0.348	-0.020	0.283	0.112	1.000	0.055	0.256	-0.145	-0.288
M3GL	0.868	0.624	0.848	0.838	0.882	-0.105	-0.141	-0.253	0.381	0.055	1.000	0.893	-0.622	-0.546
A	0.934	0.785	0.957	0.980	0.993	-0.016	0.030	-0.111	0.269	0.256	0.893	1.000	-0.679	-0.494
AC	-0.718	-0.391	-0.712	-0.697	-0.690	0.242	0.130	0.243	-0.063	-0.145	-0.622	-0.679	1.000	0.587
VAC	-0.492	-0.284	-0.488	-0.463	-0.552	0.325	0.489	0.555	0.048	-0.288	-0.546	-0.494	0.587	1.000

A 8. ábra mutatja, hogy a cianidin-3-glükóz-acetát, a petunidin-3-glükóz-acetát, a peonidin-3-glükóz-acetát és a malvidin-3-glükóz-acetát görbéinek sokkal diverzebb a lefutása a mérési időpontok alapján. Sokkal nagyobb szórás értékek jelentek meg a vizsgálatokban az előző öt (D3M: Delfinidin-3-monoglükozid, C3M: Cianidin-3-monoglükozid, P3M: Petunidin-3-monoglükozid, PEO3M: Peonidin-3-monoglükozid, MAL3M: Malvidin-3-monoglükozid) változóhoz képest. Az öt változó együttes vizsgálata alapján is szignifikáns különbség adódott a borok fajtái között. Különösen érdekesnek tekinthető a PEO3M esetében a kimagasló kiindulási érték a kadarkát vizsgálva. A malvidin-3-glükóz acetátot (M3GA) vizsgálva pedig látszik az, hogy míg a kadarkánál jelentősen ingadoznak az értékek a mérési időpontokban, addig a Kékfrankos esetében egy konstans lecsengés mutatkozik az idő előrehaladtával, ami azzal magyarázható, hogy a Kadarka első töltésű fahordóban érlelődött és rövidebb idő alatt (14 nap) zajlott le a héjon erjesztés. A legmarkánsabb csökkenést a kezdeti értékekhez képest a Kékfrankos fajtánál tapasztaltam, az alábbi öt vegyület koncentrációjánál (Delfinidin-3-monoglükozid, Cianidin-3-monoglükozid, Petunidin-3-monoglükozid, Peonidin-3-monoglükozid, Malvidin-3-monoglükozid). Ez a tendencia, a hosszas fahordós érlelés és a polimerizáció következménye lehetett. A Kékfrankos fajtánál konstans lecsengést figyeltem meg a Kadarkával ellentétben. Ennek magyarázata a borászati technológiában és a fahordós érlelés idejében keresendő. A Kékfrankos héjon erjesztése 21 napig tartott, az erjedési hőmérséklet 18-24 °C között változott; a Kadarka esetében a héjon erjesztés 14 napig tartott és 25-28 °C hőmérsékleten. A statisztikai eredményeim alapján a fahordó típusa és mérete nem befolyásolta szignifikánsan a polifenol koncentrációk változását. A fahordó típusa tehát nem befolyásolja nagymértékben a polifenol koncentráció változását, viszont annál inkább van szerepe a szőlőfajtának, a szüreti időpont kiválasztásának – a szőlő technológiai érettségének vizsgálata mellett – és a borkészítési technológiának, és a fahordós érlelés idejének.



8. ábra: A cianidin-3-glükóz-acetát (C3GA), a petunidin-3-glükóz-acetát (P3GA), a peonidin-3-glükóz-acetát (PEO3GA) és a malvidin-3-glükóz-acetát (M3GA) komponensek koncentráció változása az idő függvényében a Kadarka és a Kékfrankos borokra külön szemléltetve.

A peonidin-3-glükozid és a malvidin-3-glükozid lefutását a következő, 9. ábra mutatja. A Kékfrankos esetén megegyező, míg a Kadarka esetében jellegzetesen eltér a kiindulási koncentrációtól a PEO3GL és M3GL-re nézve. (Kadarka, mérési idő 1). Az is egyértelműen látszik, hogy itt is nagyobb a szórás az első öt (D3M: Delfinidin-3-monoglükozid, C3M: Cianidin-3-monoglükozid, P3M: Petunidin-3-monoglükozid, PEO3M: Peonidin-3-monoglükozid, MAL3M: Malvidin-3-monoglükozid) vegyülethez képest a Kadarka esetén.

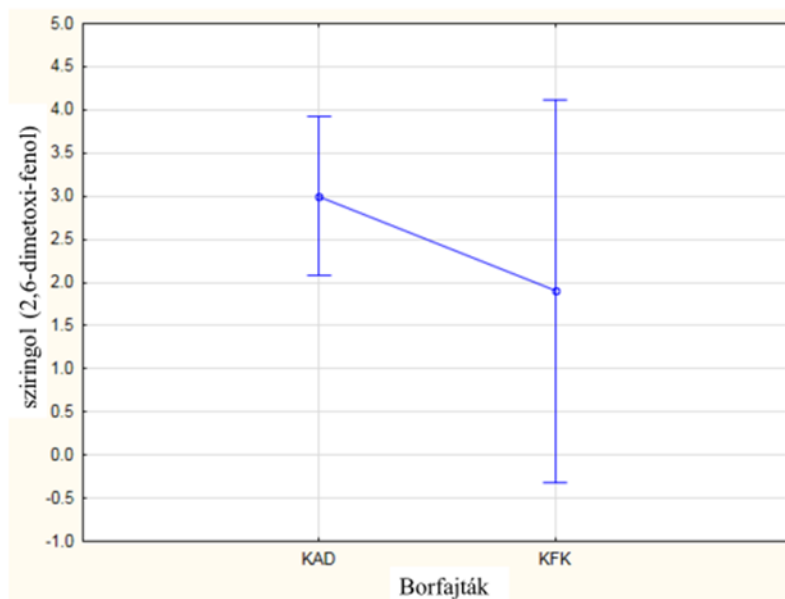


9. ábra: A peonidin-3-glükózid (P3GL) és a malvidin-3-glükózid (M3GL) komponensek koncentráció változása az idő függvényében a Kadarka és a Kékfrankos borokra külön szemléltetve.

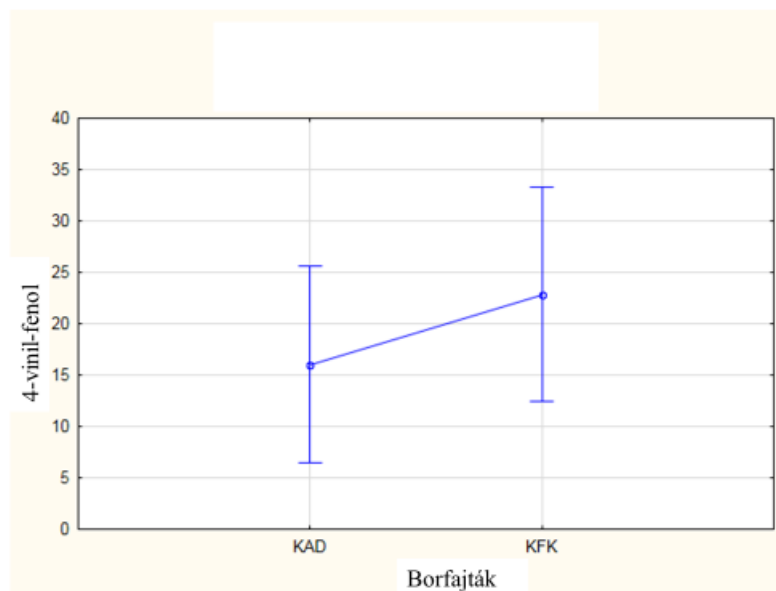
5.2. Illó fenolok vizsgálat eredményei

Az illó fenolokat a kétéves időszak alatt, egy év elteltével, valamint a kétéves érlelést követően vizsgáltam HPLC módszerrel. A vizsgálandó komponenseket az alapján választottam ki, hogy azok reprezentálják azon illó fenolok körét, melyek üzemi körülmények között, a szőlőfeldolgozási technológiának, illetve borkészítési eljárásnak köszönhetően, valamint a fahordós érlelés alatt, a hordóból kerülhetnek a borba. A vizsgálati eredményekből azt is megállapítottam, hogy a fahordó típusa hatással van az illófenolok változására (M4) és a gyümölcsös jelleg kialakítására a borokban. Üzemi körülmények között, irányított erjesztéssel, optimális starterkultúra használatával visszaszorítható a *Brettanomyces* élesztőgomba elszaporodása a fahordós érlelés alatt a borokban. Az illó-fenolok többsége a fahordós érlelés alatt képződik, és nagyon kevés az a fenolszármazék, amely a szőlőből kerül át a borba.

Vizsgálati eredményeim alapján kijelenthetem, hogy a *2-fenil-etil-alkohol* nem illó konjugált formában, a szőlőből származott, hiszen mindegyik bormintában, a fahordós és a tartályos ellenmintából is kimutatható volt. A másfél éves érlelési időszakot követően, a *2-fenil-etil-alkohol* koncentrációja kimagasló volt a Kékfrankos ászokhordós (93,15 mg/l), barrique hordós (95,95 mg/l) és az ellen mintában (99,15 mg/l), továbbá a kétéves érlelési időszakot követően a Kadarka ászokhordós (96,00 mg/l) és barrique hordós (90,80 mg/l) mintáim esetében a koncentráció csaknem a kétszeresére nőtt a félévvel korábban mért értékektől, amivel meghaladta a szakirodalmi értékeket (10-75mg/l) (KÁLLAY 2010). Ez a koncentráció növekedés azzal magyarázható, hogy az adott borkészítési technológia folyamán az alkalmazott starterkultúra hatására bekövetkező enzimikus folyamatoknak és hidrolíziseknek köszönhetően számottevően nőtt a koncentrációjuk. Suriano és mtsai hasonló eredményeket kaptak Primitivo fajta vizsgálatánál a 2-fenil-etanol koncentrációra vonatkozóan, a küszöbérték 2-4 szeresét mutatták ki (SURIANO *et al.* 2016). Eredményeim egyértelműen arra utalnak, hogy az üzemi körülmények között készített kísérleti vörösborokban nem következett be minőségi romlás a kétéves fahordós érlelés során, mert az illat-és ízhibát okozó *4-etil-fenol* egyáltalán nem volt detektálható, a *4-etil-guajakol* 0,17 mg/l és 1,69 mg/l közötti koncentrációkban jelent meg a derítetlen és szűretlen borokban. Az eredmények arra utalnak, hogy a szőlőfajták feldolgozása, üzemi körülmények között, kíméletes technológiával – a magok és a kocsány sérülése nélkül - történt, a maximális higiéniai szabályok betartása mellett. Ezt támasztja alá az a tény, hogy sem a szőlőből származó, fás részekben előforduló, *3,4-dihidroxibenzoésav*; sem a *Brettanomyces bruxellensis* által termelt *4-etil-fenol* nem volt detektálható egyik bormintából sem. Faktoriális varianciaanalízis (ANOVA) segítségével megállapítottam, hogy mind a vizsgált borfajta mind az érlelési idő, mint faktor szignifikáns változást eredményezett, illetve az illófenolok vizsgálatánál a *sziringol* (2,6-dimetoxi-fenol) és *4-vinil-fenol* változó volt szignifikáns, a *2-fenil-etil-alkohol* és *4-etil-katechol* viszont nem adott szignifikáns különbséget. A statisztikai elemzésekből tehát jól látszik, hogy a barrique jelleget adó *sziringol* (2,6-dimetoxi-fenol) és az illat-és ízhibát okozó brettess jelleget, a *4-vinil-fenol* mutatott szignifikáns különbséget (10. és 11. ábra).



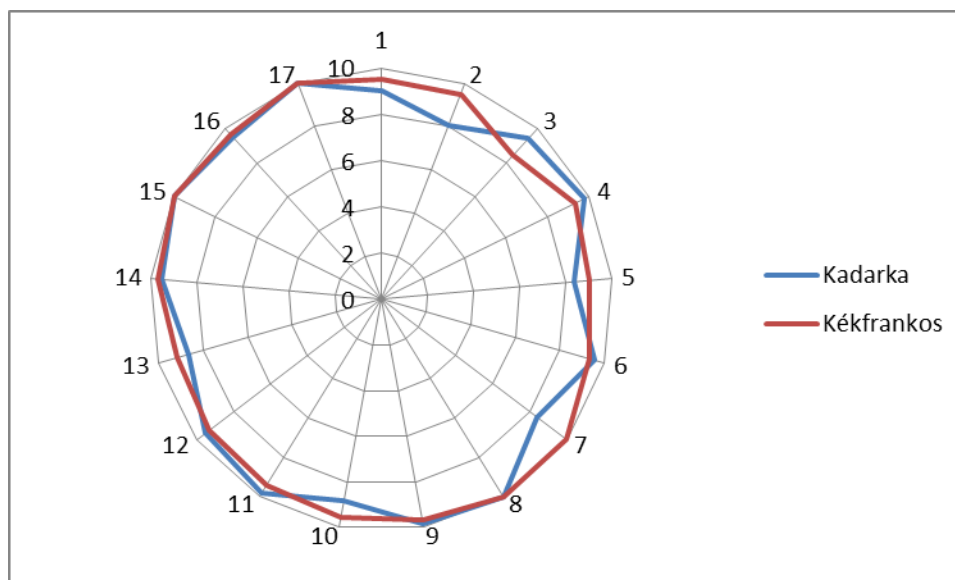
10. ábra. A Kadarka és a Kékfrankos esetében megfigyelhető szignifikáns különbség a sziringol (2,6-dimetoxi-fenol) függvényében.



11. ábra. A Kadarka és a Kékfrankos esetében megfigyelhető szignifikáns különbség a 4-vinil-fenol függvényében.

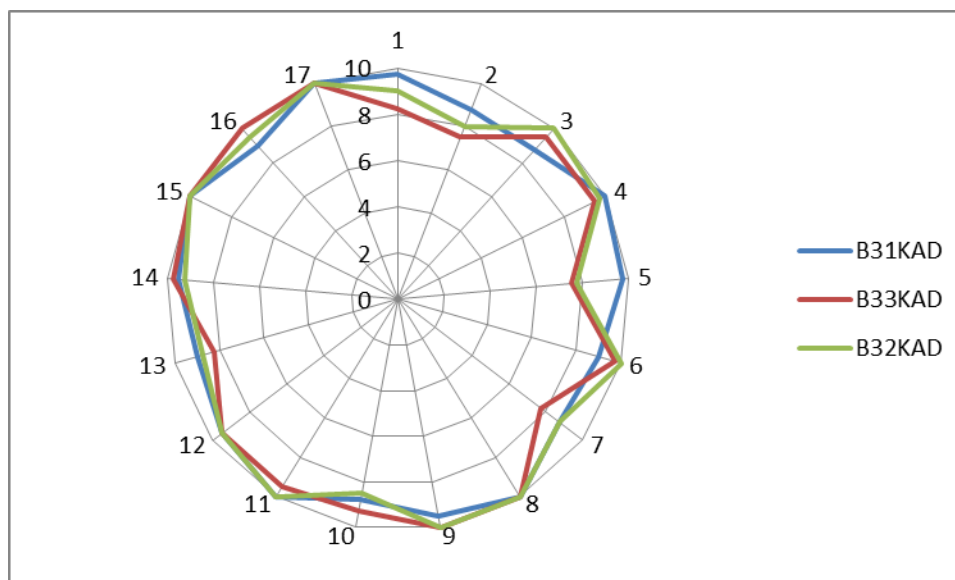
A Kékfrankosban megjelenő *4-vinil-fenol* magasabb kiindulási koncentrációja az alkoholos erjedésre vezethető vissza, mely során a borélesztőnek köszönhetően a *p-kumársav 4-vinil-fenollá* alakul, viszont a kétéves fahordós érlelési időszak végére, felére csökkent a *4-vinil-fenol* koncentrációja. A fahordó fontossága megkérdőjelezhetetlen, hiszen a Kékfrankos idősebb (öt éves, negyed töltésű) fahordóban érlelődött, itt ebből adódóan a gyümölcsösség és fajtajelleg dominált a fás jegyekkel szemben, míg a Kadarka esetében a *2-fenil-etanol*, azaz a fűszeresség jegyei voltak intenzívebbek a barrique jelleg mellett. Asziringol a Kadarkánál mutatott növekvő tendenciát, a *4-vinil-fenol* koncentrációja mindkét borfajtánál csökkent. A Kadarkánál megfigyelhető sziringol koncentráció-növekedés a fahordós érlelésnek köszönhető. A *sziringol* Kadarkában való egyedüli megjelenése és koncentrációjának növekedése a 24 hónapos fahordós érlelést követően, egyértelműen arra vezethető vissza, hogy a Kadarka érlelése első töltésű, 500 literes ászok- és első töltésű, 225 literes barrique hordóban történt, és mindkét hordótípusnál alkalmaztak fenékpörkölést. Ebből adódóan a Kadarkánál háttérbe szorult a gyümölcsös jelleg, itt inkább a barrique hordós jegyek domináltak.

Az illó fenolokra irányuló tájékoztató jellegű, üzemi körülmények között zajló érzékszervi bírálatok eredményeit a sugárdiagramok szemléltetik. A 12. ábra (sugárdiagram), az átlagértékeket alapul véve, jól mutatja azt, hogy bizonyos érzékszervi paraméterek – szín, illat fajtajelleg, illat gyümölcsösség, íz minőség - alapján a Kékfrankos kedvezőbb pontszámokat kapott a Kadarkával szemben. Ez egyértelműen rávilágít arra, hogy a Kékfrankos nem első töltésű tölgyfa hordókban érlelődött. A Kékfrankos ászokhordós érlelése sűrű szálú, homogén, magyar kocsánytalan tölgyfából készült 5 éves, negyed töltésű ászokhordóban, és harmad töltésű barrique hordóban történt, ezáltal megőrizte fajtajellegét, gyümölcsösségét.

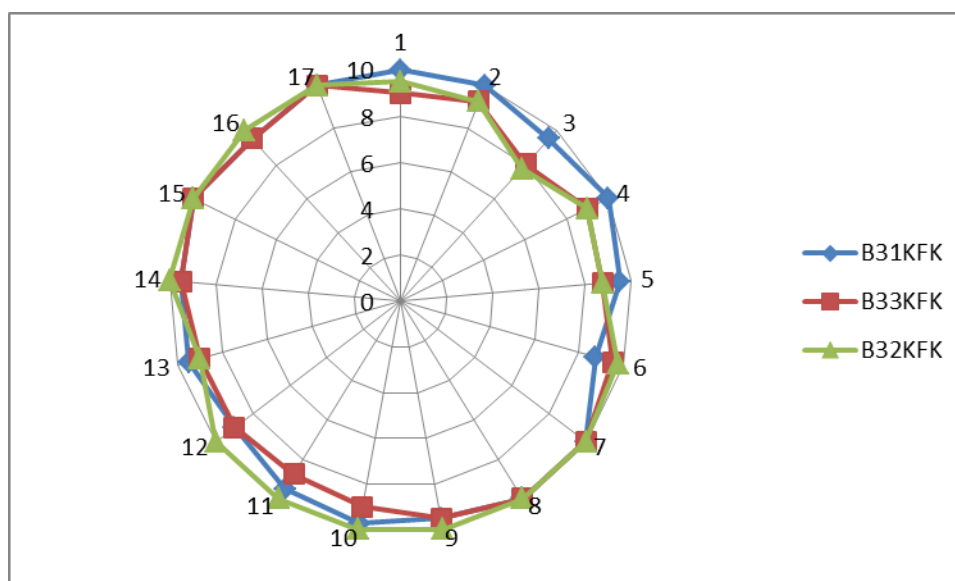


12. ábra. Kadarka (kék) és kékfrankos (piros) minták érzékszervi profildiógramja. 1-17-ig az alábbi tulajdonságok kerültek pontozásra 0 (legrosszabb)-10 (legjobb)-ig: 1: vörös szín intenzitás, 2: barna szín intenzitás, 3: illat intenzitás, 4: illat minőség, 5: illat gyümölcsösség, 6: illat fűszeresség, 7: illat fajtajelleg, 8: illat tisztaság, 9: íz fűszeresség, 10: íz gyümölcsösség, 11: íz keserűség, 12: fás íz, 13: íz minőség, 14: íz tisztaság, 15: íz harmónia, 16: tanninok, 17: tisztaság.

A következő sugárdiagramokon (13. és 14. ábra) az látszik, hogy a Kadarka minták között, a különböző hordótípusoknak nagyobb jelentősége volt, mint a Kékfrankos minták esetében. Mindkét borfajta esetében jól látszik, hogy a tartályos ellenminták színintenzitása (1- szín-vörös) pozitívabb elbírálást kapott a fahordós mintákkal szemben. Ez annak a magyarázata, hogy a tartályos ellenminták esetében nem történik mikrooxidáció, illetve a borban található monomer antocianinok és kondenzált tanninok között kialakuló acetaldehyd hidak révén stabil komplexek képződnek.



13. ábra. Hordó típusok jelentősége. 1-17-ig az alábbi tulajdonságok kerültek pontozásra 0 (legrosszabb)-10 (legjobb)-ig: 1: vörös szín intenzitás, 2: barna szín intenzitás, 3: illat intenzitás, 4: illat minőség, 5: illat gyümölcsösség, 6: illat fűszeresség, 7: illat fajtajleg, 8: illat tisztaság, 9: íz fűszeresség, 10: íz gyümölcsösség, 11: íz keserűség, 12: fás íz, 13: íz minőség, 14: íz tisztaság, 15: íz harmónia, 16: tanninok, 17: tisztaság. B31KAD: 2015. szeptemberi acél tartályos mintavétel (ellenminta); B32KAD: 2015. szeptemberi ászokhordós mintavétel; B33KAD: 2015. szeptemberi barrique hordós mintavétel.



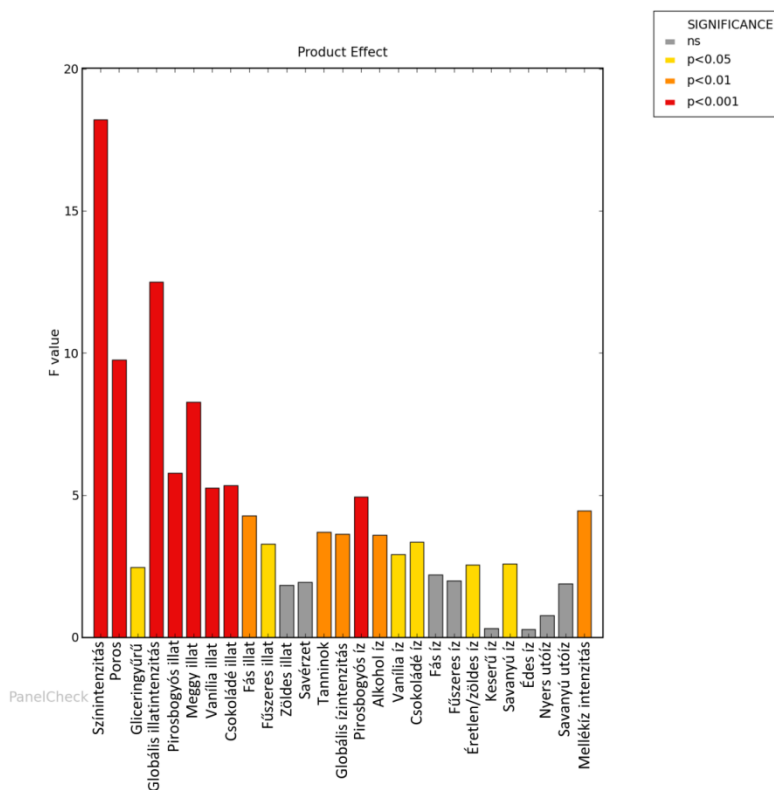
14. ábra. Hordó típusok jelentősége. 1-17-ig az alábbi tulajdonságok kerültek pontozásra 0 (legrosszabb)-10 (legjobb)-ig: 1: vörös szín intenzitás, 2: barna szín intenzitás, 3: illat intenzitás, 4: illat minőség, 5: illat gyümölcsösség, 6: illat fűszeresség, 7: illat fajtajleg, 8: illat tisztaság, 9: íz fűszeresség, 10: íz gyümölcsösség, 11: íz keserűség, 12: fás íz, 13: íz minőség, 14: íz tisztaság, 15: íz harmónia, 16: tanninok, 17: tisztaság. B31KFK: 2015. szeptemberi acél tartályos mintavétel (ellenminta); B32KFK: 2015. szeptemberi ászokhordós mintavétel; B33KFK: 2015. szeptemberi barrique hordós mintavétel.

5.3.Érzékszervi minősítési eredmények

5.3.1. Panel teljesítmény elemzés

Az érzékszervi vizsgálatok értékelésének első lépéseként panel teljesítménymutatók számítását végeztem el a PanelCheck szoftver alkalmazásával annak érdekében, hogy közelebbi képet kapjak a bírálók és a panel teljesítményéről is (NAES 2010). Az F próba elfogadható megkülönböztető képességet mutatott, mivel a bírálók többsége az 5%-os szignifikancia szintet meghaladó értéket mutatott. Általában a bírálók magasabb értéket értek el a megjelenésre vonatkozó tulajdonságokat illetően, míg az ízérezékelésre vonatkozó tulajdonságok esetében az F-érték elfogadhatónak bizonyult.

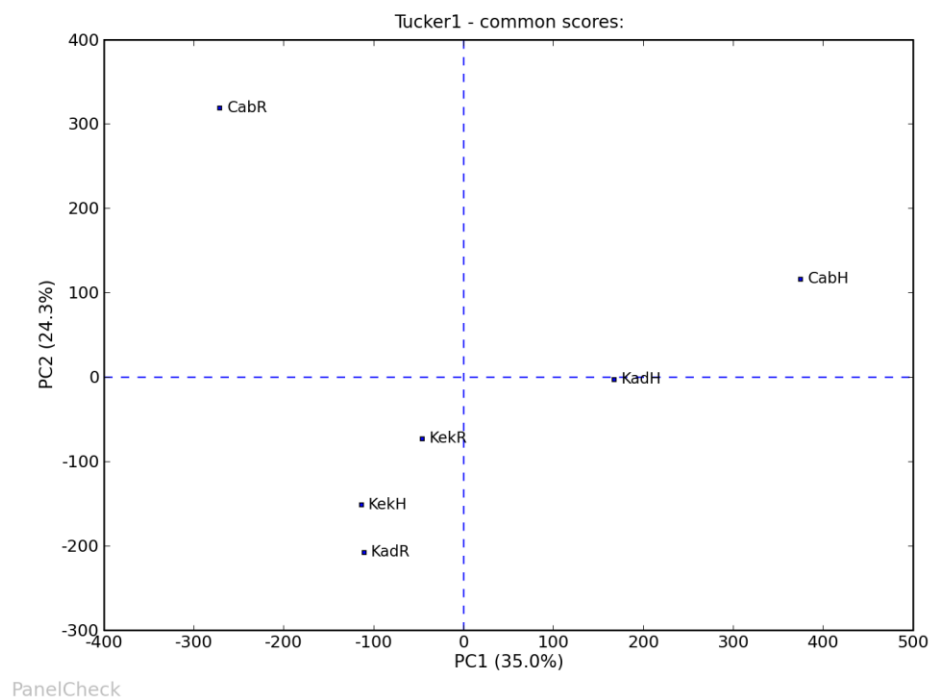
A Workflow alapján, először azokat a termék tulajdonságokat azonosítottam, melyek nem szignifikánsak. A szürke színnel jelzett tulajdonságok – zöldes illat, savérzet, fás íz, fűszeres íz, keserű íz, édes íz, nyers és savanyú utóíz – tehát nem szignifikánsak.



15. ábra: Kevert (mixed modell) ANOVA eredményei

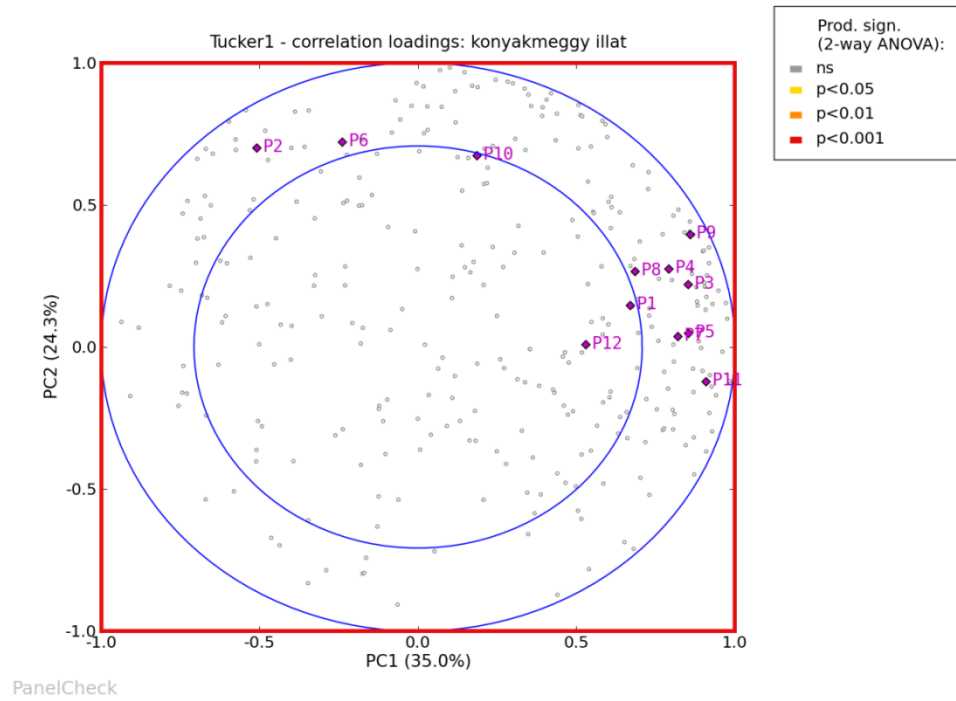
A közös pontok diagramon az egyes minták egymástól való távolsága adja meg, mennyire hasonlóak, vagy különbözőek egymáshoz képest. A panel eredményei

alapján a hat vizsgált borminta közül három (Cabernet hordó minta és referencia minta, valamint a Kadarka hordó minta) teljes mértékben elkülöníthető, és egymástól különböző. Minél közelebb helyezkednek el egymáshoz a minták, annál hasonlóbbnak mondhatóak. Kutatásomban a hat minta közül további három minta (Kékfrankos hordó minta és referencia minta, illetve a Kadarka referencia minta) került közelebb egymáshoz (16. ábra).



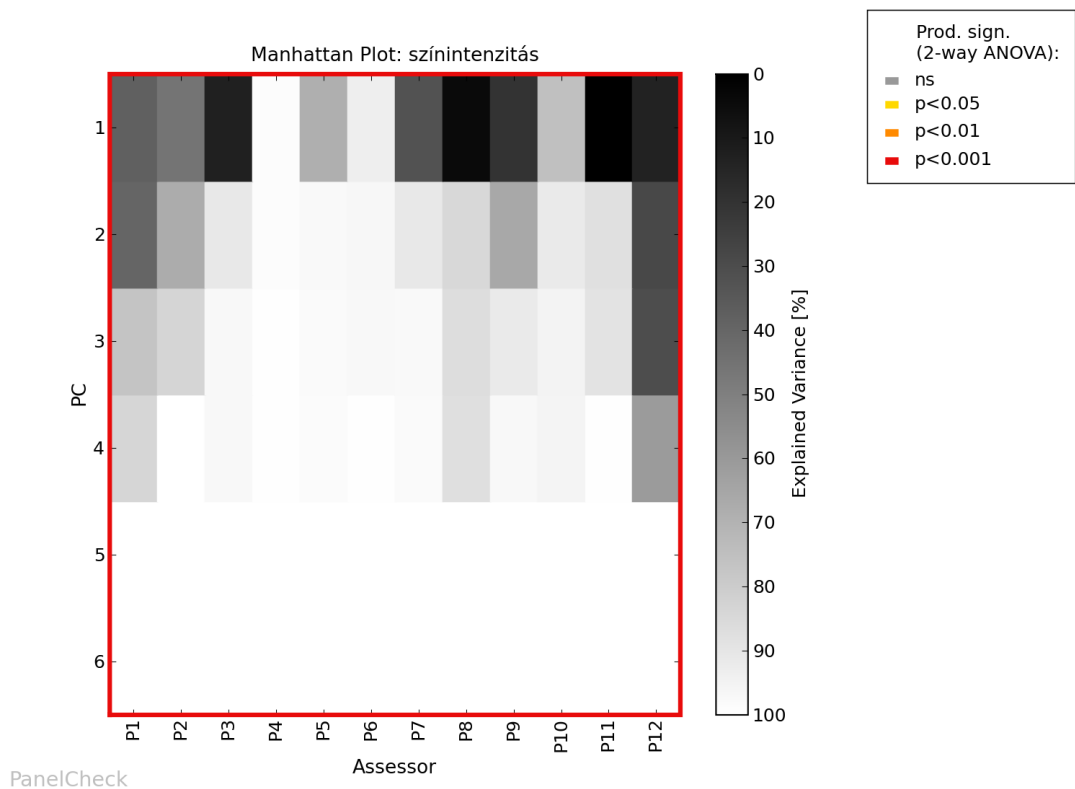
16. ábra: Tucker -1 Közös pontok diagram
 CabH –üzemi hordóminta Cabernet franc
 CabR –kereskedelmi forgalomból vásárolt referencia Cabernet franc
 KadH –üzemi hordóminta Kadarka
 KadR – kereskedelmi forgalomból vásárolt referencia Kadarka
 KekH – üzemi hordóminta Kékfrankos
 KekR – kereskedelmi forgalomból vásárolt referencia Kékfrankos

A korrelációs loading diagramok vizsgálata során összességében elmondható, hogy a panel tagjai együtt mozogtak, azonos értékeket adtak az azonos ingerekre, jól használták a skálákat. A „Konyakmeggy illat” korrelációs loading diagramja bemutatja, hogy a bírálókat jelző pontok egymáshoz közel helyezkednek el a külső ellipszis mentén. Egyedül Bíráló_12 pozíciója tér el, itt a bíráló a panelhez képest eltérő eredményeket adott, és nincs összhangban a panel egészével (17. ábra). Ennek kivédésére referencia minták használata javasolt a 100-as beosztású skála 25, 50, 75 és 100-as értékeihez rendelve.



17. ábra: Korrelációs loading diagram

A Manhattan diagramok alapján, kijelenthetem, hogy a bírálók jól megértették a leíró érzékszervi kifejezéseket és azokat jól is alkalmazták a bírálat során. Példaként a „színintenzitás” tulajdonság eredményeit mutatom be (18. ábra).

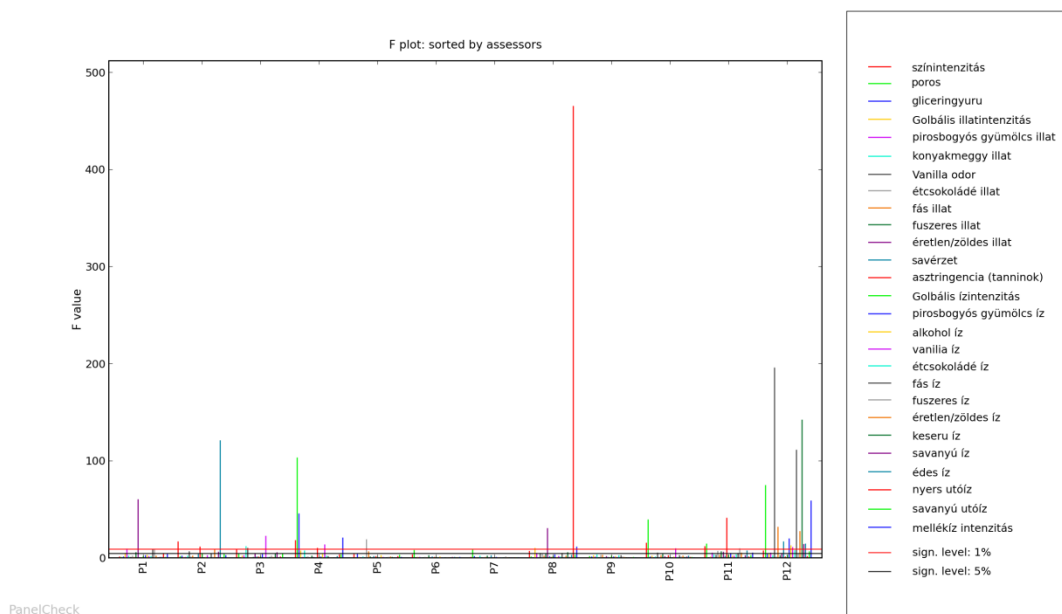


18. ábra: Manhattan diagram a „Színintenzitás” tulajdonságra.

Manhattan diagramban ábrázoltam minden tulajdonságra a magyarázott varianciát. A módszerrel $I \cdot K$ magyarázott varianciát kaptam. Mivel mindkét panelem $I=12$ bírálóból áll, a magyarázott varianciák száma $12 \cdot 27$, $K=27$ tulajdonságnál. A Manhattan diagramokat a szürke árnyalataival ábrázoltam az alapján, hogy a tulajdonságok és a bírálók szórása mennyire magyarázható a főkomponensekkel (függőleges tengely). A sötét árnyalat azt mutatja, hogy a variancia kis részét magyarázták a főkomponensek, míg a világos árnyalat az ellenkezőjét jelzi. Az extreme helyzetek a „fekete” (0% magyarázott variancia) és a „fehér” (100% magyarázott variancia). Általában a PC1-nél sötétebb a színezet, és egyre világosodik a további PC-vel, ahogy a magyarázott variancia fokozódik. Minél világosabb a színezet egy speciális bíráló-tulajdonság kombinációnál, annál nagyobb a szisztematikus szórás.

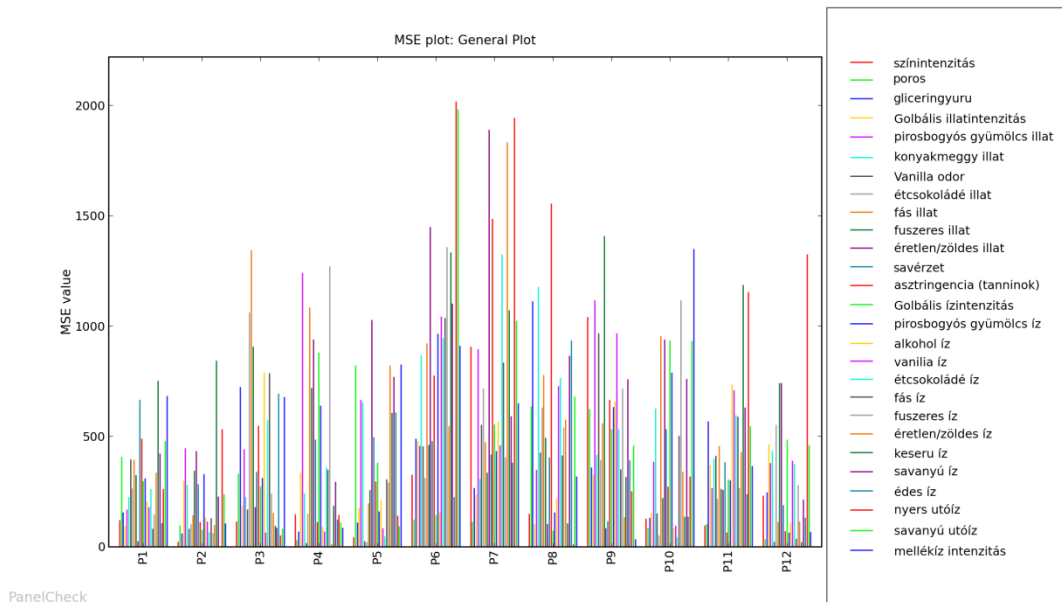
A vizsgálat céljától függően a magyarázott varianciákat sorba lehet rendezni a bírálók vagy a tulajdonságok alapján. Amennyiben a bírálók közötti teljesítményvizsgálat a cél, a K oszlopokat tartalmazó összes I diagram vizsgálata a megoldás, ahol minden bírálóra jut egy diagram, és a diagramokon belül minden oszlop egy tulajdonságot jelöl. Ebben az esetben a bírálók között hasonló színárnyalatokat kell keresni, melyből meg tudjuk mondani melyik bíráló tér el nagyon a többitől. Amennyiben arra keressük a választ, hogy mennyire értette meg és milyen jól használta a panel a tulajdonságot a bíráló, akkor a megoldást az összes I oszlopot tartalmazó K diagram felvétele jelenti, melyben minden diagram egy tulajdonságot, és minden oszlop egy bírálót jelöl. Ebben a vonatkozásban a Manhattan diagramokat ellenőrzési célra használhatjuk, abból a célból, hogy gyorsan fel lehessen deríteni azokat a bírálókat, akik nagyon eltérően viselkednek, illetve azokat a tulajdonságokat, melyek nem jól magyarázhatóak a másikkal. Mindkét ábrázolási módszer végrehajtható a PanelCheck segítségével.

Az F-érték diagramon látható, hogy a bírálók az egyes tulajdonságok alapján jól meg tudták különböztetni a termékeket, elkülönítő képességük megfelelő (19. ábra).



19. ábra: F-érték diagram

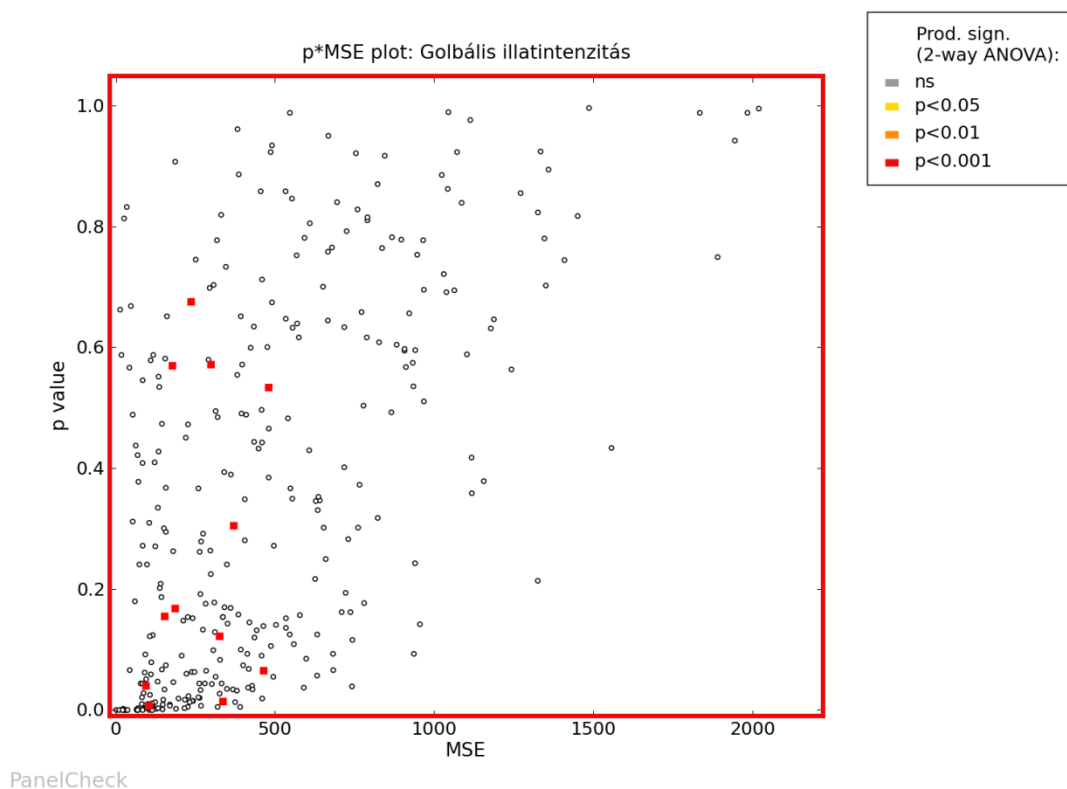
A laboratóriumi gyakorlati tapasztalat azt mutatja, hogy az 500-as MSE érték alatt teljesítő bírálók ismétlőképessége elfogadható egy nem termék-specifikus panel esetében. Néhány esetben előfordult, hogy a panel egyes tagjai magasabb értékeket produkáltak. Számukra mindenképpen szükséges lenne további ismételt érzékszervi gyakorlás. Kiemelkedő a Bíráló_1 és Bíráló_2 eredménye, ami alapján nagyon precízen és következetesen ismételt eredményeket kaptunk (20. ábra). Összességében elmondható, hogy a panel ismétlőképessége megfelelő.



20. ábra: MSE plot

Az elkülönítő- és ismétlőképesség vizsgálatok a p*MSE diagramokat is elemeztem. Az eredmények megerősítették az F és MSE diagramokból levont következtetéseket.

A p*MSE ábrán (21. ábra) a panel tagjai az egyes tulajdonságoknál alacsony p és alacsony MSE értékeket produkáltak. A bírálókat reprezentáló pontok a diagramok bal alsó sarkában csoportosulnak. Az összes diagram vizsgálata alapján összességében megállapítható, hogy a panel jó elkülönítő- és ismétlőképességgel rendelkezett a vizsgált tulajdonságok tekintetében.

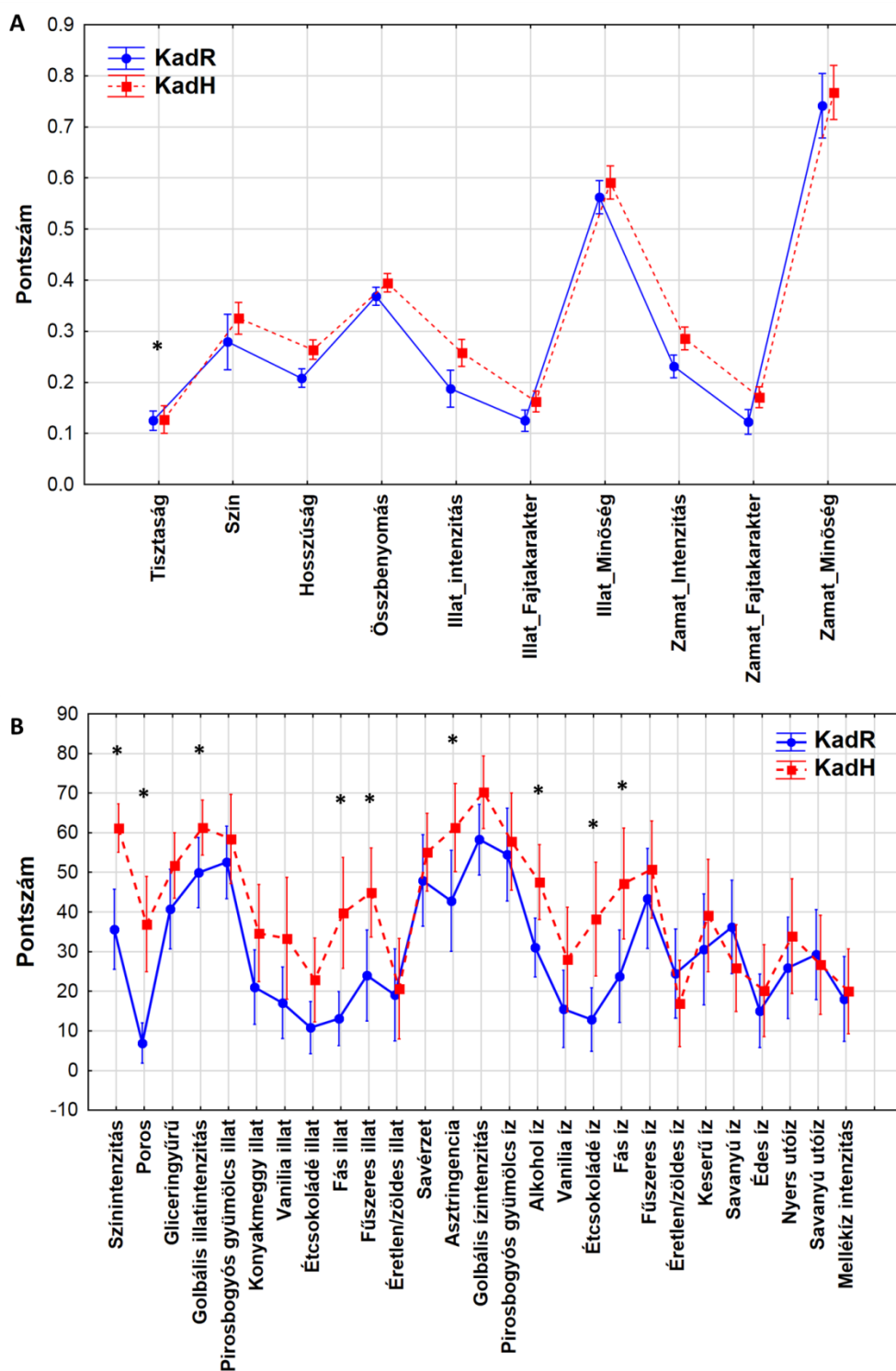


21. ábra: A globális illatintenzitás p*MSE diagramja

5.3.2. A Kadarka minták összehasonlító elemzése

A Kadarka minták kemometriai elemzését a 100 pontos bírálata alapján és a QDA szerint is elvégeztem. Az első esetben, a 100 pontos bírálata alapján, az adatmátrix 10 érzékszervi tulajdonságot tartalmazott, melyek egy változóba kerültek. Ily módon faktorként (kategória változó) tudtam használni az érzékszervi tulajdonságokat az ANOVA elemzés során. Tizenkét bíráló értékelt a borokat, a tesztek két ismétlésben végezték el, így összesen 24 sort rendeltem minden tulajdonsághoz. A QDA esetében ugyanúgy végrehajtották a bírálata a bírálók korábban meghatározott 27 eredeti tulajdonság alapján. Így mindkét esetben a mátrix egy függő változót tartalmazott, az érzékszervi tulajdonságok értékeivel, továbbá három tényezőt, a bormintákat (KadH/KadR); a tulajdonságokat (az értékelő rendszertől függően, 10 vagy 27

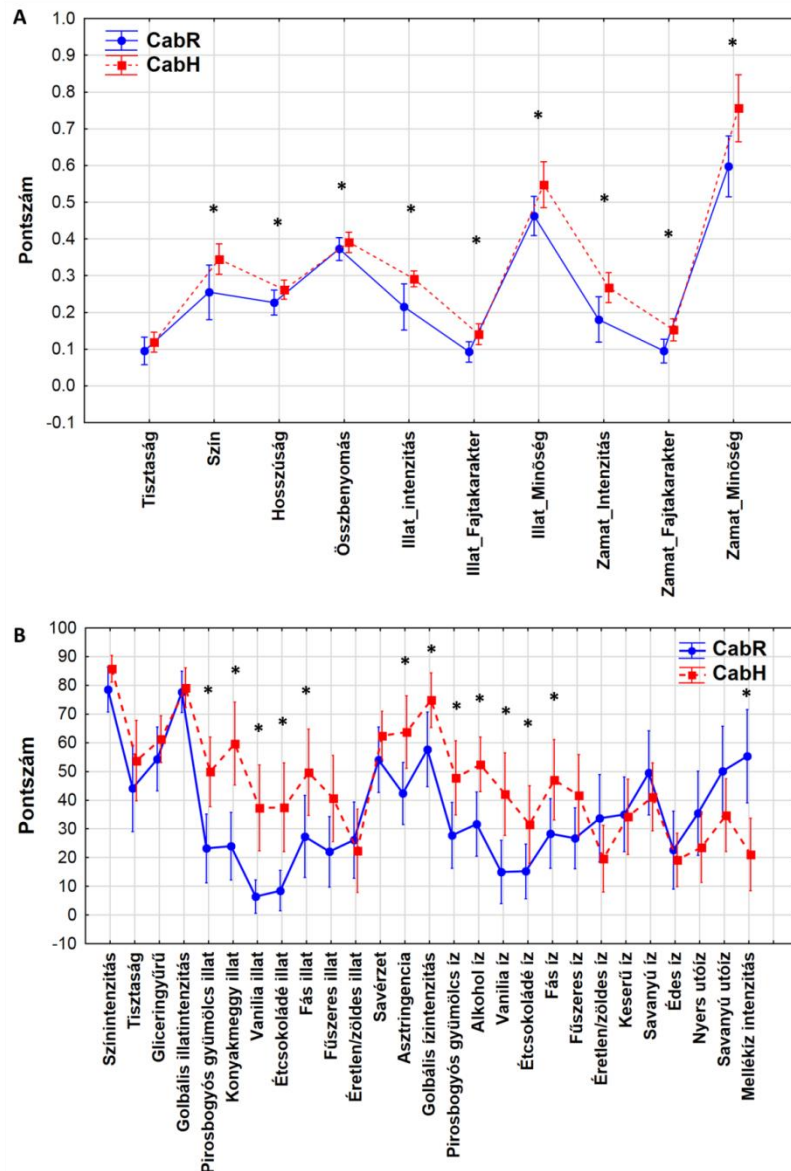
tulajdonságot) és az ismételhetőséget (két ismétlés) is. A borminták és a tulajdonságok elnevezését néhány esetben rövidítettem az elemzési szakaszban, a helykorlátozás végett. A 100 pontos OIV érzékszervi adatkészletén elvégzett faktoriális ANOVA elemzés eredménye rámutatott arra, hogy nem volt egyértelmű különbség a kereskedelmi forgalomban lévő Kadarka és az üzemi hordóminta között az egyes tulajdonságértékek alapján. Míg az üzemi hordóminta magasabb átlagértékeket kapott az illat és ízminőségre, ez statisztikailag nem mutatott szignifikáns különbséget ($\alpha=0.05$ szinten). Más részről, a mennyiségi leíró elemzés (*quantitative descriptive analysis*, QDA) esetében a 27 tulajdonság alapján a minták szignifikánsak különbözöek voltak. Ebben a megközelítésben az üzemi hordóminta a Kadarka esetében egyértelműen különbözött a kereskedelmi forgalomban lévő mintától. Így ez is rávilágít arra, hogy a mennyiségi leíró elemzés (*quantitative descriptive analysis*, QDA) módszer érzékenyebb összehasonlítást tesz lehetővé, több tulajdonság alapján talál szignifikáns különbséget. Az eredmények arra utalnak, hogy a 100 pontos OIV érzékszervi teszt esetében e kettő tényező (üzemi hordóminta és a kereskedelmi forgalomban lévő minta) kombinációja nem volt szignifikáns. Az egy szempontos ANOVA alapján csak egyetlen tulajdonság volt szignifikánsan eltérő a minták között, a tisztaság. A mennyiségi leíró elemzés (*quantitative descriptive analysis*, QDA) értékeléshez a kettő említett tényező kombinációja egyértelműen szignifikáns volt. Az egyszempontos ANOVA egyértelműen mutatja, hogy a 27 tulajdonságból 9 tulajdonság szignifikánsnak adódott: színintenzitás, zavarosság, pirosbogyós illat, fás illat, fűszeres illat, összehúzó hatás (adsztringencia), alkoholérzet ízben, étcsokoládé íz, fás íz. Az értékelés eredményei a 22. ábrán láthatóak. A különbség a hordó használatával magyarázható, mivel a Kadarka esetében, az üzemi hordóminta, első töltésű, kétféle Magyar kocsánytalan tölgyből készült fahordóban érlelődött, ami miatt intenzíven megjelenik a pirosbogyós gyümölcs, a fás-fűszeres illat, valamint az étcsokoládés és fás ízek.



22. ábra: A varianciaanalízis eredményei a Kadarka esetében a 100 pontos OIV érzékszervi értékelésre (A) és mennyiségi leíró elemzésre (*quantitative descriptive analysis*, QDA) (B). A szignifikáns tulajdonságokat csillaggal jelöltem. Az üzemi hordómintát piros négyzettel szaggatott vonal mentén, a kereskedelmi forgalomban lévő mintát kék körrel folytonos vonal mentén jelöltem. A tulajdonságok értékeit az y tengelyen jelöltem.

5.3.3. Cabernet franc minták összehasonlítása

A Cabernet franc minták értékelése a Kadarkával hasonló módon történt. Ebben az esetben is külön-külön elemeztem a két adatkészletet. Ennél a borbajtánál egyértelműen elkülönült a kereskedelmi forgalomban lévő tétel, az üzemi hordómintától, a faktoriális ANOVA eredménye alapján az érzékszervi bírálatok, a 100 pontos OIV és a QDA értékelés tekintetében is. A különbség statisztikailag szignifikánsnak adódott ($\alpha=0.05$ szinten). Az üzemi hordóminta jelentősen magasabb átlagos intenzitás értékeket kapott mindkét érzékszervi módszernél. A borminták típusának kombinációja és az érzékszervi tulajdonságok mint faktorok statisztikailag szintén szignifikánsak voltak a két érzékszervi bírálat tekintetében. Az ANOVA értékelés eredménye a 23. ábrán látható.



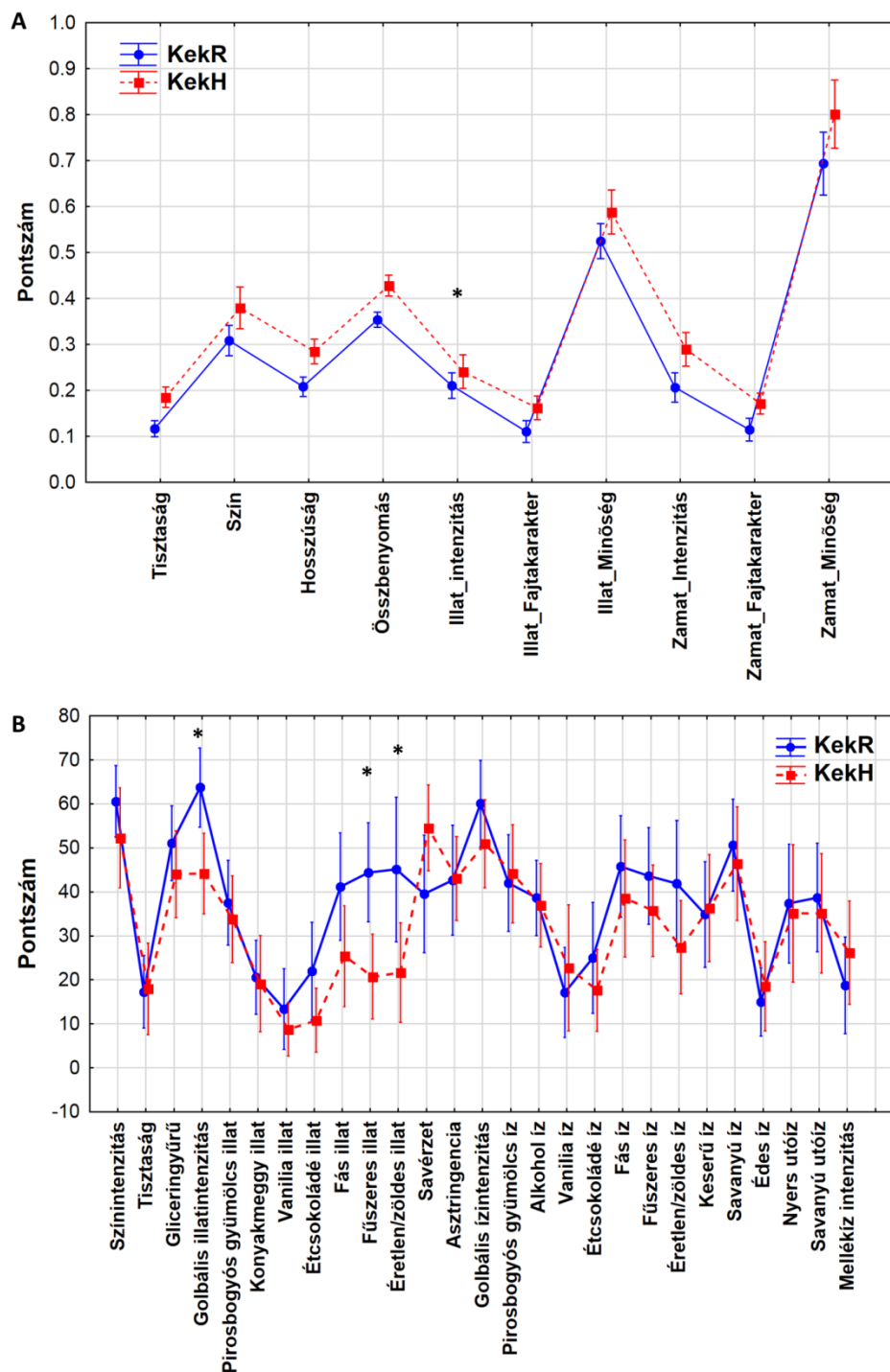
23. ábra: A varianciaanalízis eredményei a Cabernet franc esetében a 100 pontos OIV érzékszervi értékelésre (A) és mennyiségi leíró elemzésre (*quantitative descriptive analysis*, QDA) (B). A szignifikáns tulajdonságokat csillaggal jelöltem. Az üzemi hordómintát piros négyzettel szaggatott vonal mentén, a kereskedelmi forgalomban lévő mintát kék körrel folytonos vonal mentén jelöltem. A tulajdonságok értékeit az y tengelyen jelöltem.

Az érzékszervi tulajdonságok értékelését egyenként végeztem ANOVA módszerrel, melynek eredményei rámutatnak arra, hogy a két Cabernet franc fajta közötti különbség számos érzékszervi tulajdonságban megmutatkozik. A 100 pontos OIV értékelésben csak a tisztaságot tekintve nem volt szignifikáns eltérés a két minta között. A QDA értékelés alapján a 27 tulajdonságból 13 érzékszervi tulajdonság különbözött szignifikánsan: pirosbogyós gyümölcs illat, konyakmeggy illat, vanília illat, étcsokoládé illat, fás illat, adsztringencia, globális ízintenzitás, pirosbogyós gyümölcsíz, alkohol érzet, vaníliaíz, étcsokoládé íz, fás íz, mellék íz. A QDA alapján a vizuális tulajdonságok nem különböztek szignifikánsan a két minta között. A legnagyobb különbségek az illat tulajdonságok között adódtak. Ez a különbség a borstabilizálással (szűréssel) és a bor érleléssel magyarázható. A fahordóban érlelt szüretlen borok, mint amilyen az üzemi hordóminta is volt a Cabernet franc esetében, intenzívebb illattal rendelkeznek, mint a stabilra kezelt, szűrt, palackozott tételek.

5.3.4. Kékfrankos borminták összehasonlítása

A Kékfrankos minták esetében is ugyanazokat az értékeléseket végeztem, mint az előző borfajta esetében. A két borminta, a kereskedelmi forgalomban lévő Kékfrankos, és az üzemi Kékfrankos hordóminta között szignifikáns különbség volt a 100 pontos OIV bírálat, valamint a QDA értékelés tekintetében az ANOVA eredmény alapján ($\alpha=0.05$ szinten). A Kékfrankos tekintetében azonban az üzemi hordóminta nem bizonyult olyan jónak, mint a kereskedelmi forgalomban lévő tétel. A 24. ábrán látható, hogy míg a 100 pontos bírálati teszt kisebb – de még szignifikáns – különbséget mutatott, addig az ennél érzékenyebb QDA értékelés nagyobb különbséget adott. A tulajdonság és mintafaktorok kombinációja mindkét adatbázisban szignifikáns különbséget eredményezett. Az érzékszervi tulajdonságokat ebben az esetben is egyenként, ANOVA módszerrel értékeltem, ahogy azt a másik

kettő borbajtánál is alkalmaztam. A 100 pontos bírálati teszt alapján csak egyetlen egy tulajdonság, a pozitív illatintenzitás (*positive intensity nose*, PIN) a QDA alapján pedig három érzékszervi tulajdonság (globális illatintenzitás, fűszeres illat, vagy zöld illat) volt szignifikáns ($\alpha = 0.05$ szinten).

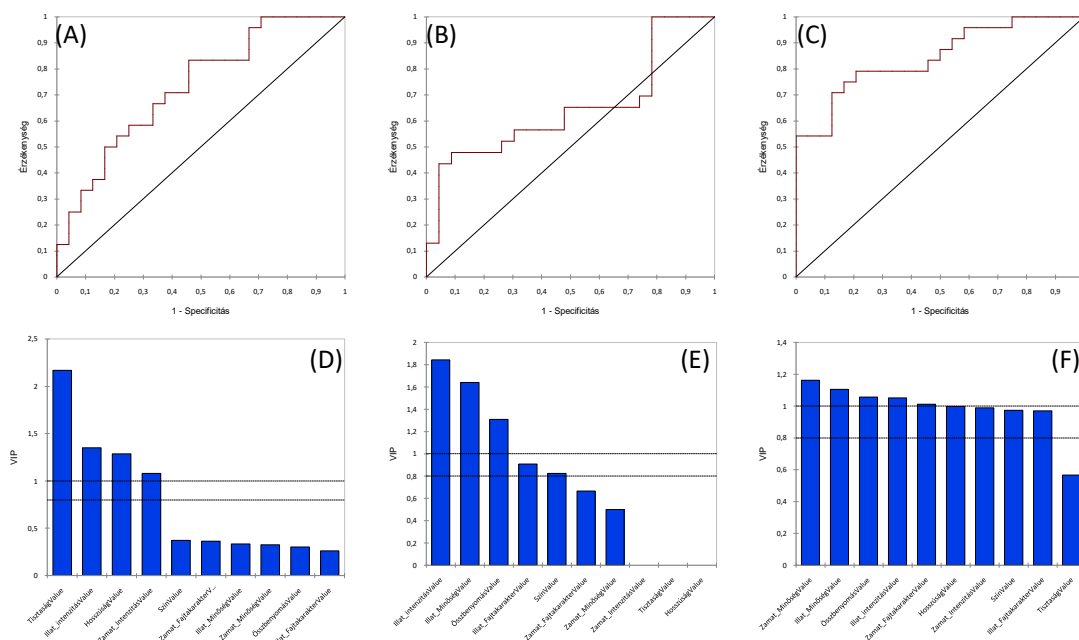


24. ábra: A varianciaanalízis eredményei a Kékfrankos esetében a 100 pontos OIV érzékszervi értékelésre (A) és mennyiségi leíró elemzésre (*quantitative descriptive analysis*, QDA) (B). A szignifikáns tulajdonságokat csillaggal jelöltem. Az üzemi

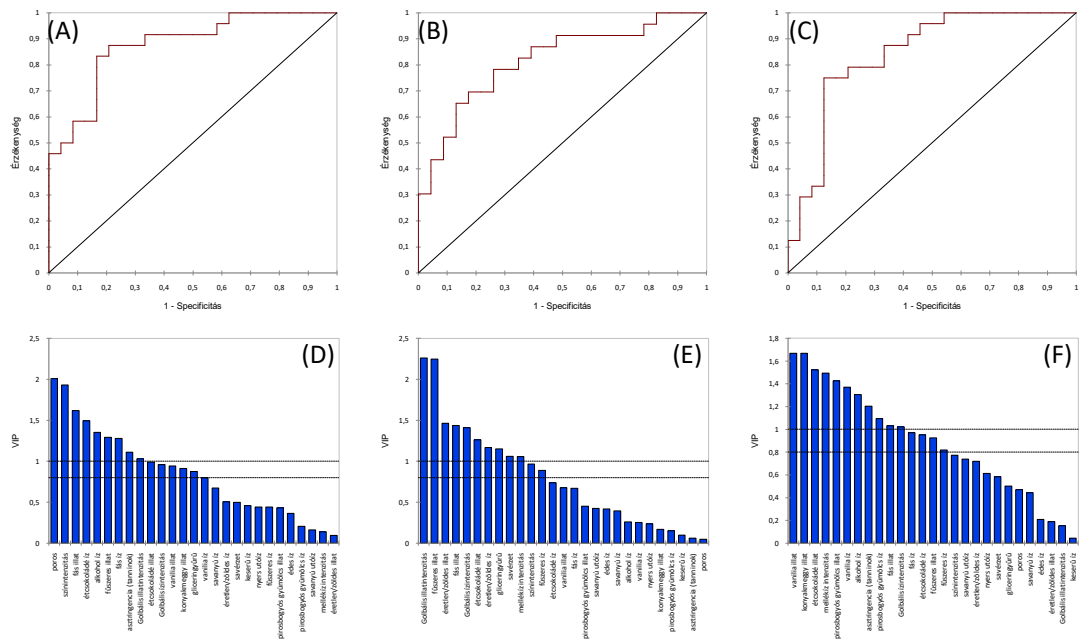
hordómintát piros négyzettel szaggatott vonal mentén, a kereskedelmi forgalomban lévő mintát kék körrel folytonos vonal mentén jelöltem. A tulajdonságok értékeit az y tengelyen jelöltem.

5.3.5. Az üzemi hordóminták és a kereskedelmi forgalomban lévő borminták összehasonlító elemzése

A 100 pontos OIV tesztet és a QDA tesztet PLS-DA módszerrel hasonlítottam össze. Az osztályozás alapja a bor típusa volt, az üzemi hordóminta és kereskedelmi forgalomban lévő minta közti különbségeket tártam fel a módszerrel. Validálás során keresztellenőrzést hajtottam végre jack-knifing algoritmussal, és a tulajdonságokat azok VIP (*variable importance*, azaz változó fontosságérték) értékeit hasonlítottam össze. A végleges validált osztályozási modelleket, minden borfajtára a 25. (100 pontos bírálati módszer) és a 26. (QDA elemzés) ábrán szemléltetem. Minden modellnek van egy ROC (*receiver operating characteristic curve*, vevő működési karakterisztika görbe) görbéje, amely megmutatja minden model teljesítményét, az AUC (az ROC görbe alatti terület) értékekkel.



25. ábra: A PLS-DA eredményei minden borfajtára, a 100 pontos bírálati módszer tekintetében. A – D: Kadarka minták, B – E: Kékfrankos minták, C – F: Cabernet franc minták.

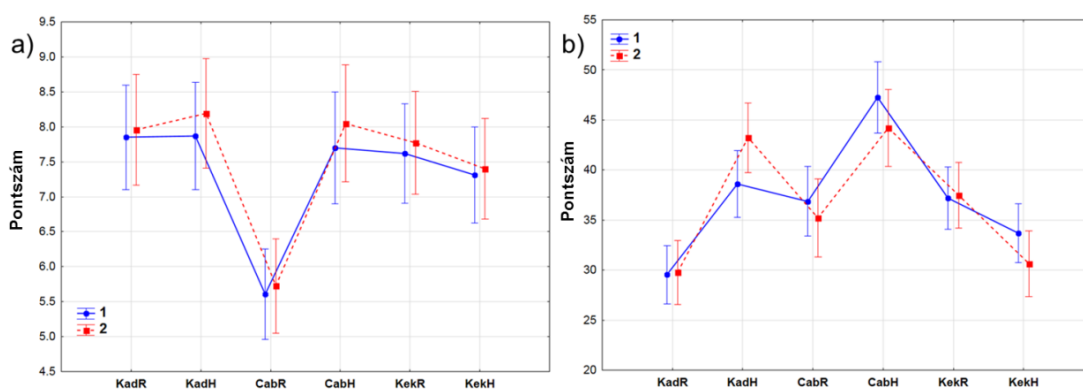


26. ábra: A PLS-DA eredményei minden borfajtára, a QDA bírálati módszer tekintetében. A – D: Kadarka minták, B – E: Kékfrankos minták, C – F: Cabernet franc minták.

Ahogy az a 25. és a 26. ábrán is jól látszik, az ROC görbéből a QDA módszer két esetben is jobb AUC eredményeket mutatott, de a Cabernet minták esetében az AUC értékek nagyon hasonlóak, majdnem azonosak voltak. Ezt az eredményt támasztja alá a korábbiakban bemutatott ANOVA értékelés is. A Cabernet minták esetében az OIV módszer adta a legtöbb szignifikáns tulajdonságot az összes többi OIV értékelés közül. Ezen felül a Cabernet minták rendelkeznek a legtöbb tulajdonság esetében magas VIP pontokkal. A legmagasabb rangsorban lévő tulajdonságok majdnem megegyeznek az ANOVA elemzés eredményeivel. A mennyiségi leíró elemzés PLS-DA eredményei az AUC értékekkel hasonló volt, az összes 0.8 feletti, ami azt jelenti, hogy a módszer sokkal jobb bemeneti adatokat szolgáltat a minták megkülönböztetőségére azonos borfajták esetében az OIV-hez képest, vagyis a különbségeket jobban le lehet írni a QDA segítségével.

5.3.6. Reprodukálhatósági tesztek

Összességében két ismétlése volt az érzékszervi teszteknek, amit hat különböző bormintán végeztem el. Az eredmények reprodukálhatóságát az ANOVA elemzéssel is ellenőriztem. Eredményeim alapján a két ismétlésnek nem volt szignifikáns hatása a két különböző tesztre (100 pontos OIV érzékszervi módszer és a QDA) ($\alpha=0.05$ szinten). Itt a hat bormintát használtam ugyanabban az adatkészletben az ANOVA-hoz. Így szemléltetőbb képet adhat a borokról és az ismétlésekről. 27. ábra szemlélteti az ANOVA eredményeit a reprodukálhatóság és a minták, mint tényezők felhasználásával. A két ismétlés mindkét esetben megegyezett.



27.(a, b) ábra: Az ANOVA eredményeinek megjelenítése a reprodukálhatóság és a minták, mint tényezők felhasználásával.

5.3.7. A két érzékszervi bírálati módszer összehasonlító elemzése

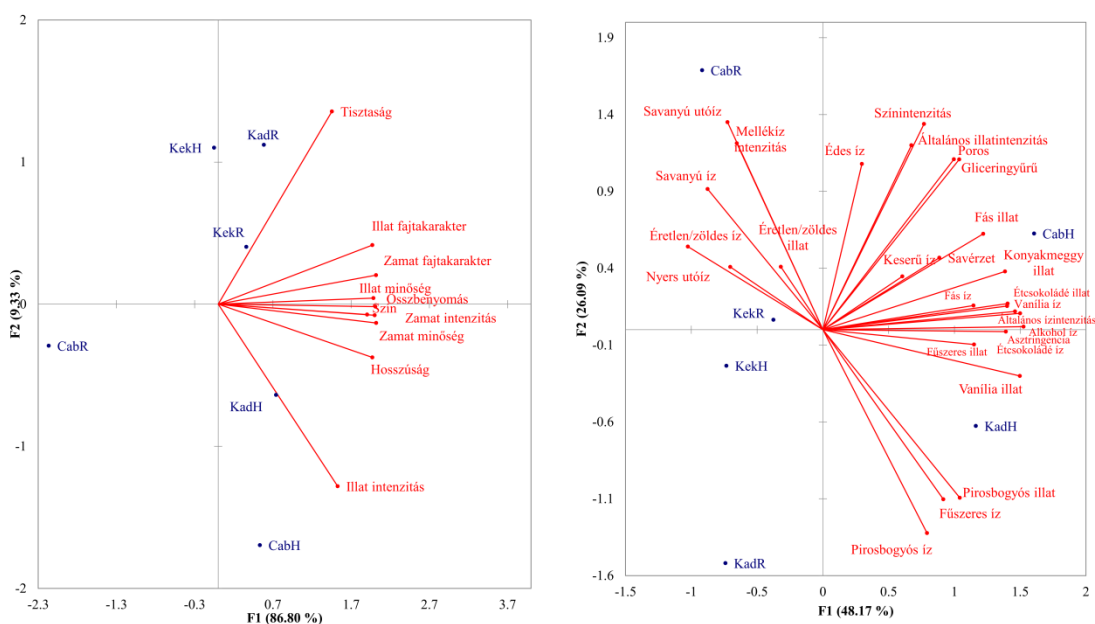
A két érzékszervi bírálati módszer összehasonlítását a 8. táblázat mutatja be. A táblázatban a faktorok/faktorkombinációk eredményei mellett a szignifikáns tulajdonságok száma is szerepel. A táblázatból jól látható, hogy a QDA esetében minden factor és faktorkombináció szignifikánsnak adódott, tehát a módszerben felhasznált érzékszervi tulajdonságok alapján különbséget lehetett tenni a minták között. Ezzel szemben az OIV értékelés nem tudta megkülönböztetni a Kadarka mintákat egymástól, illetve a Kékfrankos minták érzékszervi tulajdonság*mintakombinációit.

8.táblázat: A borfajtákon és az érzékszervi értékeléseken alapuló megállapítások összegzése

	100-pontos OIV teszt			QDA		
	Kadarka	Cabernet franc	Kékfrankos	Kadarka	Cabernet franc	Kékfrankos
szignifikáns faktorok/kombinációk						
minták	Nem	Igen	Igen	Igen	Igen	Igen
érezékszervi tulajdonság*minta	Nem	Igen	Nem	Igen	Igen	Igen
szignifikáns érzékszervi tulajdonságok száma	1	9	1	9	13	3

A két érzékszervi módszer összehasonlítását főkomponens elemzéssel (PCA) is elvégeztem. A PCA elvégzése előtt a kapott érzékszervi bírálati adatokat központosítottam és skáláztam, így a különböző skálák (azaz az eltérő pontszámú tulajdonságok) hatását az OIV esetében megszüntettem. A 28. (A) ábra szemlélteti az OIV bírálati módszer eredményein futtatott PCA grafikus megjelenését (biplot), míg a 28. (B) ábra mutatja a kvantitatív leíró elemzés (QDA) futtatott PCA eredményét. A megjelenítéshez a PCA biplot-ot használtam, így az érzékszervi tulajdonságokat (loadings) és a mintákat (scores) egyszerre ábrázoltam. Az egymáshoz közeli mintákat hasonlóknak tekintettem, minél közelebb van a mintához egy tulajdonság, annál intenzívebben jelenik meg az adott tulajdonság a mintában. Az OIV elemzése kevesebb megkülönböztetést mutat a minták között, csak a kereskedelmi forgalomban lévő Cabernet minta helyezkedik el távolabb a többitől. Az összes többi minta közel áll egymáshoz, tehát nagyobb hasonlóságot jelent az értékelt tulajdonságok alapján. A

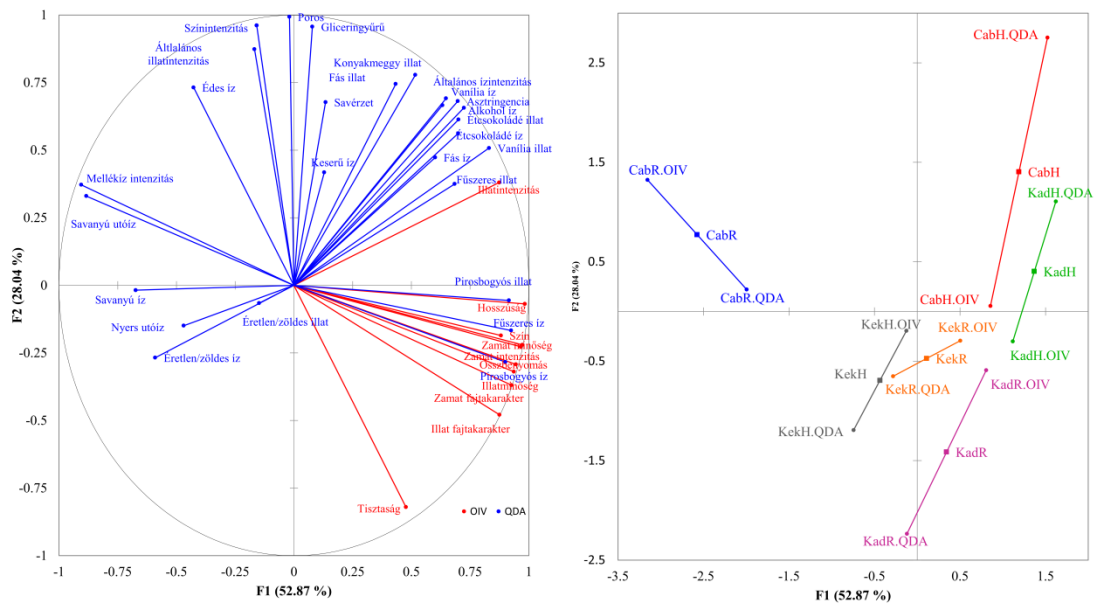
tulajdonságok tekintetében a tisztaság és az illatintenzitás bizonyult a legkülönbözőbbnek, minden más tulajdonság egyformának bizonyult, amelyet a tulajdonság vektorokkal szemléltettem, amelyek ugyanabba az irányba és azonos vector hosszal közel állnak egymáshoz. A 28. ábra mutatja, hogy az üzemi hordóminták illata intenzívebbnek, jobb ízminőségűnek bizonyult. Az egyetlen kivétel a Kékfrankos üzemi hordóminta, amely kevesebb pontot kapott. Más részről a mennyiségi leíró elemzésen alapuló PCA nagyobb megkülönböztetést mutat a minták között, mivel a hat minta távol helyezkedik el egymástól, a bírálók ki tudták fejezni a tulajdonságok értékelése során a minták közti különbségeket. A kereskedelmi forgalomban lévő Kadarka differenciálása jól magyarázható, a bírálók magas pontszámokat adtak a savanyú utóíznek, a zöld illatnak, íznek, a mellékíz intenzitásának és a nyers utóíznek. A Kadarka minták bizonyultak a leggyümölcsösebbnek, intenzív pirosbogyó sillattal, és ízzel, valamint fűszeres jeggyel. Az üzemi hordómintákat a Cabernet és a Kadarka esetében fásabbnak ítélték meg, húzósnak és intenzív vanília illatúnak és ízűnek, ami a barrique hordós érlelés fő jellemzője.



28. (A) (B) ábra: Az OIV bírálati módszer eredményein futtatott PCA grafikus megjelenése (biplot) (baloldali A ábra), illetve a kvantitatív leíró elemzés (QDA) futtatott PCA eredménye (jobb oldali B ábra) a hat bormintára.

A többtényezős faktoranalízis (*multiple factor analysis*, MFA) kiváló módszer a különböző módon strukturált adatkészletek értékelésére. A 29. ábra mutatja be a két érzékszervi adathalmaz tulajdonságait. Az OIV tulajdonságok jól korrelálnak a piros

bogyós illatokkal és ízekkel, és a fűszeres ízzel, míg az OIV teszt illat intenzitása jól korrelál azokkal az illat tulajdonságokkal, melyek a barrique hordós érlelést jellemzik. A tulajdonságok is jelzik, hogy a QDA-ból származó hiba tulajdonságok (kellemetlen illat, savanyú íz) negatívan korrelálnak az OIV tulajdonságokkal, utalva arra, hogy az OIV bírálati módszer inkább a pozitív mint a negatív szempontokat/tulajdonságokat értékeli. Az MFA ábrán (29. B ábra), minden minta három pontként jelenik meg, egy az OIV, egy a QDA értékeléshez tartozik, míg az MFA eredménye a kettő között helyezkedik el, így az MFA képes vizualizálni a minták átlagpozícióját, mindkét PCA eredményt figyelembe véve. A 29. B ábra egyértelműen mutatja a QDA előnyét, a mintán alapuló megkülönböztetés szempontjából. Mindegyik mintánál a QDA eredmények távolabb vannak egymástól. Az egyetlen kivétel a kereskedelmi forgalomban lévő Cabernet franc, amelyiket az OIV módszer jobban megkülönböztet, mint a QDA (ennek ellenére a QDA is megkülönbözteti). Összehasonlítva a 29. A és 29. B ábrát, a kereskedelmi forgalomban lévő Cabernet különbözőségének oka nagyon egyszerűen magyarázható. Az OIV tulajdonságok (loading vektor) teljesen más irányba mutatnak, ami azt jelenti, hogy a minta alacsony pontszámokat kapott. Az OIV módszer maximum pontot csak a tökéletes borra ad, így az alacsony pontszámokból az következik, hogy a bírálók több hibát is kifogásoltak a borban. Más részről a QDA képes beazonosítani a borhibákat, és azok okait, nevesítve a kellemetlen ízintenzitást, savanyú utóízt, és a savanyú ízt. A Kékfrankos minták mindkét módszerrel hasonlóan bizonyultak, míg a Kadarka mintákat a QDA jobban megkülönböztette. A 29. ábra alapján a QDA sokkal komplexebb/összetettebb értékelést kínál az OIV ezzel ellentétben a pozitív tulajdonságokra összpontosít, vektorai közel vannak egymáshoz, tehát erősen korrelálnak, vagyis hasonló információt tartalmaznak. Az is jól látszik, hogy a QDA-ban megnevezett málnás illat és íz valamint a fűszeres íz szorosan korrelál az OIV illat és íz tulajdonságával, ami azt jelenti, hogy az értékelők az OIV módszer során magas zamat és összbenyomás értékeket azokra a mintákra adtak, amelyek intenzív fűszeres és piros bogyós gyümölcs ízűek/illatúak voltak.



29. ábra: A többtenyezős faktoranalízis tulajdonság (a; loading) és minta (b; scores) ábrája, összevetve az OIV és QDA érzékszervi módszerek főkomponens elemzési eredményeivel.

6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A szőlőfeldolgozás és borkészítés technológiája mellett, de különös figyelmet fordítva a fahordós érlelés idejére és a fahordó típusára vizsgáltam három különböző borfajtát, Kékfrankost, Kadarkát és Cabernet franc-t polifenol összetétel és érzékszervi értékelés vonatkozásában.

Az analitikai vizsgálatok során a három különböző borfajta közül a Kékfrankos mutatta a legmagasabb kiindulási antocianin, illetve transz-rezveratrol koncentrációt, amely arra enged következtetni, hogy fontos szerepe van a szőlőfajtának, továbbá a szüreti időpont kiválasztásának – a szőlő technológiai érettségének vizsgálata mellett – és a borkészítési technológiának, amit korábbi kutatások (BALGA 2014) (LESKÓ 2011) eredményei is igazoltak. Noha a kutatásom során nem vettem figyelembe az évjáratí tényezőket, az eredményeim egyértelműen arra utalnak, hogy a szőlőfajta és a szüreti időpont, a szőlő érettségi állapota is elsődlegesen meghatározza a transz-rezveratrol és az antocianin koncentrációt. Az érlelés során az antocianin koncentráció csökkenést mutatott, ami a hosszas fahordós érlelés alatt, a polifenolok polimerizációja miatt következett be. A fahordó típusát tekintve, a vizsgált vörösborokban kimutatható transz-rezveratrol koncentráció esetében nem volt statisztikailag szignifikáns különbség a hordótípusok között. Tehát a hordó típusa nem befolyásolja a transz-rezveratrol koncentrációját a fahordós érlelés folyamán. A mintavételi időpontok között azonban jelentős eltérések tapasztalhatóak a borfajták antocianin tartalmát vizsgálva. A borok antocianin koncentrációjának csökkenése a hosszas fahordós érlelés és a polimerizáció következménye, de emellett a héjon erjesztés időtartama is nagymértékben hozzájárul a stabil színanyag – tannin komplex kialakulásához.

Az érzékszervi értékelés tekintetében a doktori munkám során kettő érzékszervi módszert, a 100 pontos bírálati módszert és a profilanalízis (quantitative descriptive analysis, QDA) módszert alkalmaztam, és hasonlítottam össze, három vörösborfajta értékelése során. A mennyiségi leíró elemzéshez tartozó referenciákat 27 érzékszervi tulajdonságban határoztam meg. Eredményeim azt mutatták, hogy a QDA módszer érzékenyebb a minták közötti különbségekre, így nagyobb megkülönböztető képessége van. A faktoriális varianciaanalízis, a főkomponens elemzés és a parciális legkisebb négyzetek elven alapuló diszkriminancia-elemzés minden bor esetében

egyértelműen kiemelte ezt a különbséget. Javaslatként fogalmazom meg, hogy a jövőben a QDA módszer, egy speciális borleírás és referencia készlet kidolgozásával, alkalmas lehet arra, hogy helyettesítse, kiegészítse az általános OIV módszert. Fontos kiemelni, hogy a szakirodalomban ugyan található néhány leíró készlet, referenciaanyagok megnevezésével, de egyiket sem definiálták szabványként. A gyakorlatban a borászok általában a 100 pontos OIV rendszert használják borbírálatra. Bár a módszer elegendő információt ad a borminőségről, van még számos más, kifinomultabb érzékszervi értékelő módszer, mely részletesen értékeli a bort, akár pozitív akár negatív tulajdonságokat tekintve. Lehetőség van például konkrét borhiba, borbetegség meghatározására, ami a borminőség szempontjából elengedhetetlen, hiszen sem a termelésben, sem a kereskedelmi forgalomban lévő tételek esetében nincs helye a borhibáknak, borbetegségeknek. A QDA elemzésnek helye van, borok érzékszervi elemzése során, borversenyeken is. Abban az esetben, amikor a minták részletes értékelése szükséges akkor a QDA a borspecifikus leírással és a referencia termékekkel kiegészítheti akár helyettesítheti is az OIV módszert. Ennek fontossága az üzemekben is megnő, ugyanis csak az egészséges bort lehet a piacon értékesíteni, tekintettel arra, hogy a tudatos borfogyasztó nem csak az ár-érték alapján választ terméket, hanem elsődleges szempontja a bor minősége, érzékszervi tulajdonságok alapján. A QDA módszer gyakorlati beépítése és alkalmazása az oktatásban és a borászok körében rendkívül fontos, hiszen amíg az OIV módszer a bor általános minőségéről ad képet, addig a QDA képes specifikus adatokat is azonosítani, például konkrét választ kaphatunk arról, hogy a 100 pontos bírálati módszer alapján egy bor pontosan miért kapott alacsony pontszámot. Ezzel pedig a borász munkáját segítve ad tájékoztatást arról, hogy a bornak pontosan milyen hibája, betegsége van, és azt, hogy tudja elkerülni a jövőben. Az érzékszervi értékelést emberek végezték, így mindenképpen figyelembe kell venni, hogy az emberi tényező mindig magasabb eltérést okoz, mint a műszeres mérések. Az eltérés kezelése érdekében érzékszervi gyakorlatokat kell végezni, ahol az értékelők gyenge pontjai azonosíthatók és megfelelő, személyre szabott gyakorlatokat alkalmaznak az érzékszervi képességeik javítása érdekében. Eredményeim alapján a fiatal bírálókból álló borászati panel, akik több száz órát töltöttek gyakorlással, adhatnak eltérő adatokat. Ezenfelül, az eredményeim rámutatnak annak fontosságára, mely statisztikailag is javasolt, hogy a borbírálatok során panel tesztek végezzenek. Kutatásomban az üzemi körülmények között előállított borokat, Kadarka, Kékfrankos és Cabernet franc - kezeletlen, hordós tételleket - hasonlítottam össze kereskedelmi forgalomban lévő, vásárolt Kadarka,

Kékfrankos és Cabernet franc borokkal. A referenciaminták alkalmazása csökkentette az eltérést a bírálók között így megbízhatóbb adatokat kaptam. A nemzetközi szabványokon (ISO) alapuló, informatikai támogatással megvalósított érzékszervi tesztek hatékonyan segítik a bírálatok tervezését, végrehajtását és elemzését. A bírálók teljesítményének monitoring rendszerei azonban sok esetben csak néhány területre fókuszálnak, így nem teszik lehetővé a panelek összetett teljesítményértékelését (XL-StatSensory, Profisense). Jelenleg a legsokoldalúbban az egyén és a panel teljesítményének monitorozását a PanelCheck támogatja. Kutatásomban bebizonyítottam, hogy a Workflow statisztikai módszereit követve megfelelően azonosíthatóak a fejlesztésre váró területek. Az érzékszervi bírálók folyamatos nyomonkövetésével hatékonyan valósítható meg a minőségirányítási rendszerek alapja, melynek segítségével gyors megelőző, vagy helyesbítő intézkedéseket hozhatunk a panel teljesítményének fokozására, integráns részét képezve az érzékszervi laboratóriumok minőségirányítási rendszerének. Az érzékszervi módszerek - a 100 pontos OIV bírálati módszer és a QDA - összehasonlítása, főkomponens elemzése és PLS diszkriminancia analízise azt mutatta, hogy az OIV kevésbé diszkriminatív mint a QDA módszer. Az OIV elemzés PCA loadings megmutatja, hogy az OIV tulajdonságok nagymértékben korrelálnak az általános megítéléssel. A QDA képes a minták részletesebb leírására, egyidőben sorolja fel a pozitív és negatív tulajdonságokat. Ez az előny azonban hosszabbítja az értékelési folyamatot és több időt igényel. A szórás csökkentése érdekében referencia mintákat kell használni. Az értékelők összehasonlítják az egyes mintákat a referencia ingerrel, ami időben meghosszabbítja az értékelési folyamatot. Az érzékszervi tulajdonságok nagyobb száma is növeli az értékelés idejét, ennél fogva nagyon fontos, hogy a megfelelő számú, és legrelevánsabb tulajdonságokat válasszuk ki, a fáradtság elkerülése érdekében. A QDA legfontosabb jellegzetessége a tulajdonságok halmaza. Míg az OIV egy általános módszer és többféle borra alkalmazható, a QDA egy rendkívül specializált módszer, amely felsorolja a mintakészlet bármely elemzett mintájában található tulajdonságokat. Ez azt jelenti, hogy a különböző tulajdonságok felsorolására lehet szükség, hogy értékelni tudjuk a különböző bortípusokat, fehér, rosé vagy vörösborokat, ami nehezíti vagy akár lehetetlenné is teheti az összehasonlítást. Azonban egy speciális borleírás referenciakészlet meg tudná oldani ezt a kérdést és lehetővé tenné a szakemberek számára, hogy a QDA-t mindennapi bíráló eszközként használják.

7. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1.) Megállapítottam, hogy a katechin és a leukoantocianin koncentrációk az érlelés során csökkenést mutattak a polimerizáció miatt. A katechin koncentráció csökkenés a katechin monomerek polimerizációja, míg a leukoantocianinok koncentráció csökkenése a polimerizáció és az oxidációs folyamatok miatt következett be. További megállapításom, hogy a színárnyalat és a polimerizáció negatív korrelációt mutatott, aminek magyarázata, hogy a hosszabb ideig tartó érlelés során a polimerizáció mértéke megnő, míg a színárnyalat csökken vagy változatlan marad.

2.) Meghatároztam és összevetettem három különböző fajta, de azonos borvidékről származó, vörösbor transz-rezveratrol tartalmát. Faktoriális varianciaelemzéssel (ANOVA) segítségével kimutattam, hogy a három borfajta transz-rezveratrol koncentrációjára nem volt szignifikáns hatás a különböző hordók (ászkok, barrique, acél tartály) használata az érlelési időtartam alatt.

GULD ZS, RÁCZ A, TIMA H, KÁLLAY M, NYITRAINÉ SÁRDY D. (2019) Effects of aging in oak barrels on the trans-resveratrol and anthocyanin concentration of red wines from Hungary. Acta Alimentaria. 2019; 48(3):349-357. doi:10.1556/066.2019.0004. (IF: 0.547; Q3)

3.) Az eredményeim alapján kimutattam, hogy az antocianin koncentráció időbeli csökkenése a különböző fajták esetében statisztikailag szignifikánsnak tekinthető ($\alpha=0.05$). A legmarkánsabb csökkenést a kezdeti értékekhez képest a Kékfrankos fajtánál tapasztaltam, az alábbi öt vegyület koncentrációjánál (Delfinidin-3-monoglükózid, Cianidin-3-monoglükózid, Petunidin-3-monoglükózid, Peonidin-3-monoglükózid, Malvidin-3-monoglükózid). Ez a tendencia, a hosszas fahordós érlelés és a polimerizáció következménye lehetett.

4.) A Kékfrankos estében az antocianin tartalom mellett a transz-rezveratrol koncentráció is szignifikánsan magasabb volt a Kadarka és Cabernet franc fajtákhoz képest, a teljes érlelési időszakot figyelembe véve. Eredményeim alapján kijelenthetem, hogy a szőlőfajta elsődlegesen meghatározza a transz-rezveratrol koncentrációt, majd befolyásoló tényezőként megjelenik az alkalmazott borászati technológia és borkezelési eljárások is, amit korábbi kutatások eredményei is alátámasztanak. A szüreti időpont, október vége, és az alkalmazott borászati eljárás, a héjon erjesztés időtartama 21 nap, 18-24 °C erjesztési hőmérséklet nagymértékben

hozzájárul az eredményhez. A rezveratrol felszabadulhat piceidből is az erjedés és az érlelés során. A második mintavételezési időpontban, a Kékfrankos mintáimban meghatározott transz-piceid koncentrációk magasabbak voltak, kétszer akkora mennyiségben voltak jelen, mint a másik két vizsgált borfajtában.

GULD ZS, RÁCZ A, TIMA H, KÁLLAY M, NYITRAINÉ SÁRDY D. (2019) Effects of aging in oak barrels on the trans-resveratrol and anthocyanin concentration of red wines from Hungary. Acta Alimentaria. 2019; 48(3):349-357. doi:10.1556/066.2019.0004. (IF: 0.547; Q3)

5.)A vizsgálati eredményeimből azt is megállapítottam, hogy a másfél éves fahordós érlelési időszakot követően, a *2-fenil-etil-alkohol* koncentrációja kimagasló volt a Kékfrankos borokban, valamint a Kadarka hordós mintáim esetében, hiszen a koncentráció csaknem a kétszeresére nőtt a félévvel korábban mért értékektől, amivel meghaladta a szakirodalmi értékeket (10-75mg/l) (KÁLLAY 2010). Ez a koncentráció növekedés azzal magyarázható, hogy az adott borkészítési technológia folyamán az alkalmazott starterkultúra hatására bekövetkező enzimes folyamatoknak és hidrolíziseknek köszönhetően számottevően nőtt a koncentrációjuk.

6.)Létrehoztam egy 27 tulajdonságból és azokhoz tartozó referenciából álló érzékszervi bírálati tulajdonságlistát vörösborok értékelésére, amely alkalmas vörösborok érzékszervi ujjlenyomatának meghatározására, különböző minták összehasonlítására és a hasonlóságok és különbözőségek kvantitatív definiálására.

GULD ZS, NYITRAINÉ SÁRDY D, GERE A, RÁCZ A. (2020) Comparison of sensory evaluation techniques for Hungarian wines. JOURNAL OF CHEMOMETRICS 34:4 Paper: e3219 (2020) doi.org/10.1002/cem.3219. (IF: 1.847; Q2)

7.)Azonosítottam, hogy a profilanalízis (*quantitative descriptive analysis*, QDA) pontosabb összehasonlítást végez, mint az OIV minősítési rendszer, ámbár erőforrás, idő- és energiaráfordítás igénye magasabb. A QDA képes a minták részletesebb leírására, egyidőben soroljafel a pozitív és negatív tulajdonságokat.

GULD ZS, NYITRAINÉ SÁRDY D, GERE A, RÁCZ A. (2020) Comparison of sensory evaluation techniques for Hungarian wines. JOURNAL OF CHEMOMETRICS 34:4 Paper: e3219 (2020) doi.org/10.1002/cem.3219. (IF: 1.847; Q2)

8.) Kifejlesztettem egy többszörös faktorelemzésen alapuló többváltozós statisztikai módszert borbírálati módszerek teljesítményének összevetésére, amelynek során több eltérő struktúrájú adathalmaz együttes elemzése végezhető el többtényezős faktoranalízissel (*multiple faktor analysis*, MFA).

GULD ZS, NYITRAINÉ SÁRDY D, GERE A, RÁCZ A. (2020) *Comparison of sensory evaluation techniques for Hungarian wines. JOURNAL OF CHEMOMETRICS 34:4 Paper: e3219 (2020) doi.org/10.1002/cem.3219. (IF: 1.847; Q2)*

9.) Módszertant dolgoztam ki az érzékszervi teljesítmény objektív nyomonkövetésére és értékelésére hazai borok vizsgálata során, továbbá bemutattam, hogy az egyéni és a panel teljesítmény monitorozását a PanelCheck érzékszervi célszoftver támogatja a leginkább. Munkám során bebizonyítottam, hogy a szoftver által felkínált Workflow statisztikai módszereit követve megfelelően azonosíthatók a további gyakorlást igénylő bírálók. A Panel teljesítmény elemzés lenne a legalkalmasabb módszer, ami a legjobban kizárja a szubjektivitást, az alábbi diagramok elemzésével:

1. Mixed modell (ANOVA) diagram
2. Tucker közös pontok diagram
3. Tucker korrelációs diagram
4. Manhattan diagram
5. F érték diagram
6. MSE plot diagram.

Valójában azonban nem a módszertől csökken a szubjektivitás, hanem a képzéstől. Minél képzettebb egy bíráló, annál jobb eredményt ad. Ehhez azonban ellenőrizni szükséges őket, az ellenőrzéshez pedig a felsorolt módszerek kiválóak és bizonyítottan hatásosak.

Ha tapasztalatlanok a bírálók, mindegy milyen módszerrel dolgozunk, az eredmény megbízhatatlan lesz.

GERE A., SZABÓ D., FRANKU T., GYÖREY A., KÓKAI Z., SIPOS L. (2012): *Panelcheck szoftver statisztikai lehetőségei az érzékszervi bírálócsoportteljesítményének monitorozásában. Élelmiszervizsgálati Közlemények. 59, 2013/1-2 17.*

10.) A statisztikai elemzés (ANOVA) alapján megállapítottam, hogy mind a borfajta, mind a mérési idő, szignifikáns változást eredményez a vizsgált változókat együttesen nézve. A borok érleléséhez használt, magyar kocsánytalan tölgyből (*Quercus Petraea*)

készített tölgyfahordók alkalmasak a hosszas, 24 hónapos fahordós érlelésre is, amit korábbi kutatások is alátámasztanak. (CHATONNET és DUBOURDIEU 1998). Egyértelműen kijelenthető, hogy a fahordóban érlelt borok esetében a fenolos összetevőket markánsan befolyásolja a szőlőfajta, a fahordó típusa és az érlelési idő.

8. ÖSSZEFOGLALÁS

A tudatos borfogyasztók számára fontos, hogy minőségi bort fogyasszanak. A minőségi bor fogalma megnyilvánul abban, hogy a bor egészséges, harmónikus és antioxidáns tulajdonságokkal is rendelkezik. Eredményeim alapján kijelenthetem, hogy a szőlőfajta elsődlegesen meghatározza a transz-rezveratrol koncentrációt, majd befolyásoló tényezőként megjelenik az alkalmazott borászati technológia és borkezelési eljárások is. Doktori munkám során megállapítottam, hogy üzemi körülmények között lehetőség van a hosszas fahordós érlelést követően egészséges és minőségi bort készíteni, majd kereskedelmi forgalomba hozni. Az érzékszervi bírálók folyamatos nyomonkövetésével hatékonyan valósítható meg a minőségirányítási rendszerek alapja, melynek segítségével gyors megelőző, vagy helyesbítő intézkedéseket hozhatunk a panel teljesítményének fokozására, integráns részét képezve az érzékszervi laboratóriumok minőségirányítási rendszerének. A nemzetközi szabványokon (ISO) alapuló, informatikai támogatással megvalósított érzékszervi tesztek hatékonyan segítik a bírálatok tervezését, végrehajtását és elemzését. A bírálók teljesítményének monitoring rendszerei azonban sok esetben csak néhány területre fókuszálnak, így nem teszik lehetővé a panelek összetett teljesítmény értékelését (XL-StatSensory, Profisense). Jelenleg a legsokoldalúbban az egyén és a panel teljesítményének monitorozását a PanelCheck támogatja. Tekintettel arra, hogy a szakirodalomban kevés összehasonlító elemzés áll rendelkezésre a 100 pontos OIV bírálati rendszert és a profilanalízist (*quantitative descriptive analysis*, QDA) illetően, tudományos vonatkozásban sikerült egy olyan QDA referencia rendszert kidolgozni, amely többszintű összehasonlítást végez kereskedelmi forgalomban lévő borminták, azaz a referencia minták, valamint kísérleti, üzemi hordóminták között. Továbbá a két érzékszervi elemző módszer közötti összehasonlítást is elvégeztem. Az eredmények rávilágítanak arra, hogy az érzékszervi panel képes a mintákat megkülönböztetni. Varianciaanalízissel egyértelműen bizonyítottam, hogy a két érzékszervi módszernek különböző az érzékenysége a borok összehasonlításánál. Az OIV érzékszervi bírálati módszer a borok általános minőségét képes bemutatni, míg a QDA megfelelő kemometriai módszerekkel együtt részletes és statisztikailag alátámasztott leírást ad a borokról. Eredményeim azt mutatták, hogy a QDA módszer érzékenyebb a minták közötti különbségekre, így nagyobb megkülönböztető képessége van.

Kutatásomban bebizonyítottam, hogy a Workflow statisztikai módszereit követve megfelelően azonosíthatóak a fejlesztésre váró területek. Az érzékszervi értékelést emberek végezték, így mindenképpen figyelembe kell venni, hogy az emberi tényező mindig magasabb eltérést okoz, mint a műszeres mérések. Az eltérés vagy egyet nem értés kezelése érdekében érzékszervi gyakorlatokat kell végezni, ahol az értékelők gyenge pontjai azonosíthatók és megfelelő, személyre szabott gyakorlatokat alkalmaznak az érzékszervi képességeik javítása érdekében. Eredményeim azt mutatják, hogy a fiatal bírálókból álló borászati panel, akiknek ízlelése és szaglása nem romlik, és akik több száz órát töltöttek gyakorlással, adhatnak eltérő adatokat. Ezenfelül, az eredményeim rámutatnak annak fontosságára, mely statisztikailag is javasolt, hogy a borbírálatok során panel tesztek végezzenek.

9. SUMMARY

Quality wine consumption is important for conscious wine consumers. The concept of quality wine is manifested in the fact that the wine is healthy, harmonic and has antioxidant properties. I can state based on my results that the grape variety primarily determines the concentration of trans-resveratrol then the applied oenological technology and wine treatment methods also appear as influencing factors. In the course of my doctoral work, I established that under operating conditions it is possible to make healthy and quality wine after long maturation in wooden barrels, and then to place it on the market. With continuous monitoring of sensory reviewers the basis of quality management systems can be effectively implemented, with the help of which we can take quick preventive or corrective measures to increase the performance of the panel, forming an integral part of the quality management system of the sensory laboratories. Based on international standards (ISO) sensory tests implemented with IT support effectively aid in the design, implementation, and analysis of judgments. However, in many cases, the performance monitoring systems of the reviewers focus on only a few areas, so they do not allow for a complex performance evaluation of the panels. (XL-StatSensory, Profisense). Currently, PanelCheck supports the most versatile monitoring of individual and panel performance. Given that there is little comparative analysis in the literature regarding the 100-point OIV grading system and quantitative descriptive analysis (QDA), from a scientific point of view, a QDA reference system has been developed that provides a multi-level comparison between commercially available wine samples, ie reference samples, and experimental, factory barrel samples. The results highlight that the sensory panel is able to distinguish between samples. I clearly demonstrated by analysis of variance that the two sensory methods have different sensitivities when comparing wines. The OIV sensory evaluation method is able to present the overall quality of wines, while the QDA, together with appropriate chemometric methods, provides a detailed and statistically substantiated description of wines. My results showed that the QDA method is more sensitive to differences between samples, so it has a higher discriminative ability.

Furthermore, I also performed a comparison between the two sensory analysis methods. In my research, I proved that following the statistical methods of Workflow, the areas waiting to be developed can be properly identified. By continuously monitoring the sensory evaluators, the basis of quality management systems can be

effectively implemented, with the help of which we can take quick preventive or corrective measures to increase the performance of the panel, forming an integral part of the quality management system of sensory laboratories. Sensory evaluation was performed by humans, so it must be taken into account that the human factor always causes a higher deviation than instrumental measurements. Sensory exercises should be conducted to address discrepancies or disagreements, where evaluators can identify weaknesses and use appropriate, personalized practices to improve their sensory abilities. My results show that a wine panel of young reviewers whose tastes and smells do not deteriorate and who have spent hundreds of hours practicing may give different data. In addition, my results highlight the importance, which is also statistically recommended, of performing panel tests during wine reviews.

10. MELLÉKLETEK

M1. IRODALOMJEGYZÉK

ABDI H, WILLIAMS LJ. (2010) Principal component analysis. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*. 2(4):433-459. doi:10.1002/wics.101.

ABRANKÓ L. (2018) Élelmi polifenolok. *Magyar Kémikusok Lapja*. 345-351 LXXIII. évf.11.sz.doi: 10.24364/MKL.2018.11.

ADAMS DO. (2006) Phenolics and ripening in grape berries. *American Journal of Enology and Viticulture*. 57(3):249–256.

ADDINSOFT (2019) XLSTAT statistical and data analysis solution.

AGARWAL DP. (2002) Cardio protective effects of light-moderate consumption of alcohol: a review of putative mechanisms. *Alcohol and Alcoholism.Oxford Academic*. 2002;37(5):409–415.

ALANÓN, M.E.; CASTRO-VÁZQUEZ, L.; DÍAZ-MAROTO, M.C.; GORDON, M.H.; PÉREZ-COELLO, M.S. (2011) A study of the antioxidant capacity of oakwood used in wine ageing and the correlation with polyphenol composition. *Food Chemistry*. 2011, 128, 997–1002.

ANDREW L. WATERHOUSE, GAVIN L. SACKS, DAVID W. JEFFERY (2016)UnderstandingWine Chemistry Non-flavonoid Phenolics (Pages: 112-116)*Wiley Online Library*. Print ISBN:9781118627808 OnlineISBN:9781118730720 DOI:10.1002/9781118730720.

ARTERO A, ARTERO A, TARÍN JJ, CANO A. (2015) The impact of moderate wine consumption on health. *Maturitas*. 2015;80(1):3–13.

ATANASOVA, V., FULCRAND, H., CHEYNIER, V., AND MOUTOUNET, M. (2002): Effect of oxygenation on polyphenol changes occurring in the course of wine-making. *Analytica Chimica Acta*. 458(1), 15–27. doi: 10.1016/S0003-2670(01)01617-8.

AVAR, P, NIKFARDJAM, M. P., KUNSÁGI-MÁTÉ, S, MONTSKÓ G, SZABÓ Z, BÖDDI K, OHMACHT R, MÁRK L. (2007) Investigation of phenolic components of Hungarian wines. *International Journal of Molecular Sciences*.8, 1028-1038.

BALGA I. (2014) Technológiai műveletek hatásai az egri bikavér élettanilag aktív vegyületeinek összetételére és érzékszervi tulajdonságaira. Doktori Értekezés. 2014 DOI: 10.14267/phd.2015006

BAKKER J, BRIDLE P, BELLWORTHY SJ, GARCIA-VIGUERA C, READER HP, WATKINS SJ. (1999) Effect of sulphur dioxide and must extraction on colour, phenolic composition and sensory quality of red table wine. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 78(3):297–307.

BAKKER, J., TIMBERLAKE, C.F. (1997): Isolation, identification, and characterization of new color-stable anthocyanins occurring in some red wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 45(1):35–43.

BARKER M, RAYENS W. (2003) Partial least squares for discrimination. *Journal of Chemometrics*. 2003;17(3):166-173. doi:10.1002/cem.785.

BATE-SMITH, EC. T. (1963) Chemical and Taxonomy. London

BAVARESCO, L., LUCINI, L., BUSCONI, M., FLAMINI, R. & DE ROSSO, M. (2016): Wine resveratrol. From the ground up. *Nutrients*. 8, 222.

BERNHARDT B., SIPOS L., KÓKAI Z., GERE A., SZABÓ K., BERNÁTH J., SÁROSI SZ. (2015) Comparison of different *Ocimum basilicum* L. gene bank accessions analyzed by GC-MS and sensory profile. *Industrial Crops Products*. 2015;67. doi:10.1016/j.indcrop. 2015.01.013.

BOULTON, R. (2001) The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine: A critical review. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2001, 52, 67–87.

BOULTON, R. (2002) The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine: a critical review. *American Journal of Enology and Viticulture*. 43, 244-247.

CANALS R, LLAUDY MC, VALLS J, CANALS JM, ZAMORA F. (2005) Influence of ethanol concentration on the extraction of color and phenolic compounds from the skin and seeds of Tempranillo grapes at different stages of ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53(10):4019–4025.

CANAS, S.; QUARESMA, H.; BELCHIOR, A.P.; SPRANGER, M.I.; BRUNO-DE-SOUSA, R. (2008) Evaluation of wine brandies authenticity by the relationships between benzoic and cinnamic aldehydes and between furanic aldehydes. *Ciênc. Téc. Vitiviníc.* 2004, 19, 13–27. (14) Fujieda, M.; Tanaka, T.; Suwa, Y.; Koshimizu, S.; Kouno, I. Isolation and structure of whiskey polyphenols produced by oxidation of oak wood ellagitannins *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008, 56, 7305–7310.

CANO-LÓPEZ, M., PARDO-MÍNGUEZ, F., SCHMAUCH, G., SAUCIER, C., TEISSEDE, P. L., LÓPEZ-ROCA, J. E., GÓMEZ-PLAZA E. (2008): Effect of micro-oxygenation on color and anthocyanin-related compounds of wines with

different phenolic contents. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56(14), 5932–5941. doi: 10.1021/jf8006147

CARRASCÓN, V., BUENO, M., FERNANDEZ-ZURBANO, P., AND FERREIRA, V. (2017) Oxygen and SO₂ consumption rates in white and rosé wines: relationship with and effects on wine chemical composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 65, 9488–9495. doi: 10.1021/acs.jafc.7b02762

CARRILLO, J.D.; GARRIDO-LÓPEZ, Á.; TENA, M.T. (2006) Determination of volatile oak compounds in wine by headspace solid-phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 2006, 1102, 25–36.

CEJUDO-BASTANTE, M. J., CASTRO-VÁZQUEZ, L., HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I., AND PÉREZ-COELLO, M. S. (2011a): Combined effects of prefermentative skin maceration and oxygen addition of must on color-related phenolics, volatile composition, and sensory characteristics of Airén white wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 59(22), 12171–12182. doi: 10.1021/jf202679y

CHARTERS S., PETTIGREW S. (2007) The dimensions of wine quality. *Food Quality and Preference*. 18, 997–1007.

CHASSAING, S.; LEFEUVRE, D.; JACQUET, R.; JOURDES, M.; DUCASSE, L.; GALLAND, S.; GRELARD, A.; SAUCIER, C.; TEISSEDE, P.L.; DANGLES, O. (2010) Physicochemical studies of new anthocyanin-ellagitannin hybrid pigments: About the origin of the influence of oak C-glycosidic ellagitannins on wine color. *European Journal of Organic Chemistry*. 2010, 2010, 55–63.

CHATONNET P., DUBOURDIEU D., BOIDRON J.N. (1992): The origin of ethylphenols in wines. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 60 (1992) 165–178.

CHEYNIER V, SARNI-MANCHADO P. (2010) Wine taste and mouthfeel. In: Reynolds A, ed. *Managing Wine Quality*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited; 2010:29-72.

CHOLET, C.; DELSART, C.; PETREL, M.; GONTIER, E.; GRIMI, N.; L'HYVERNAY, A.; GHIDDI, R.; VOROBIEV, E.; MIETTON-PEUCHOT, M.; GÉNY, L. (2014): Structural and biochemical changes induced by pulsed electric field treatments on Cabernet Sauvignon grape berry skins: Impact on cell wall total tannins and polysaccharides. *J. Agric. Food Chem*. 2014, 62, 2925–2934.

COSTANTINI, A.; GARCÍA-MORUNO, E.; MORENO-ARRIBAS, M. V. (2009): Biochemical transformations produced by malolactic fermentation. In *Wine Chemistry and Biochemistry*; Moreno-Arribas, M. V., Polo, M. C., Eds.; Springer: New York. pp 27–57.

CREASY LL, COFFEE M. (1988) Phytoalexin production potential of grape berries. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 113(2): 230-234.

CZIBULYA, Z., HORVÁTH, I., KOLLÁR, L., NIKFARDJAM, M. P., KUNSÁGI-MÁTÉ, S. (2015): The effect of temperature, pH, and ionic strength on color stability of redwine. *Tetrahedron*. 71(20), 3027–3031. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tet.2015.01.0>

DAHL, T., NAES, T. (2006): A bridge between Tucker-1 and Carroll's generalised canonical analysis. *Computational statistics and data analysis*, 50 (11), pp. 3086–3098.

DALLAS, C., LAUREANO, O. (1994): Effects of pH, sulphur dioxide, alcohol content, temperature and storage time on colour composition of a young Portuguese red table wine. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 65(4):477–485.

DARNE G. (1988) Evolution des différentes anthocyanes des pellicules de Cabernet Sauvignon aucours du développement des baies. *Connaiss. VigneVin*. 22:225–231.

DARNE G. (1991) Recherches sur la composition en anthocyanes des grappe set de la feuilles de vigne. *Thésed'Etat Université Paris*. Bordeaux I., France.

DARNE G. (1993) Nouvelle shypothesesur la synthèse des anthocyanes dans les baies et dans les feuilles de vigne. *Vitis*. 32:77–85.

DE FREITAS V. AND MATEUS N. (2002) Nephelometric study of salivary protein-tannin aggregates. *Journal of theScience of Food and Agriculture*. 82, 113-119. doi:10.1002/jsfa.1016

DE FREITAS, V.; MATEUS, N. (2011) Formation of pyranoanthocyanins in redwines: A new and diverseclass of anthocyanin derivatives. *Analytical Bioanalytical Chemistry*.2011, 401, 1463–1473.

DE SIMÓN, B.F.; HERNÁNDEZ, T.; CADAHÍA, E.; DUEÑAS, M.; ESTRELLA, I. (2003) Phenolic compounds in a Spanish red wine aged in barrels made of Spanish, French and American oakwood. *European Food Research Technology*. 2003, 216, 150–156.

DOTY RL. (2018) Age-Related Deficits in Taste and Smell. *Otolaryngologic Clinicsof North America*. 2018;**51**(4):815-825. doi:10.1016/j.otc. 2018.03.014.

DRECKS WE., CREASY LL. (1989) The significance of stilbene phytoalexins in the Plasmoparaviticola–grapevine interaction. *Phisiological and Molecular Plant Pathology*. 34. 189 - 202.

EIRO, M.J.; HEINONEN, M. (2002) Anthocyanin color behavior and stability during storage: Effect of intermolecular copigmentation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2002, 50, 7461–7466.

EPERJESI I. (2010) Borászati technológia. *Mezőgazda Kiadó, Budapest*.

- ETIÉVANT, P., SCHLICH, P., BERTRAND, A., SYMONDS, P., BOUVIER, J.C. (1987) Varietal and geographic classification of French red wines in terms of pigments and flavonoid compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 42(1):39–54.
- FANG, F.; LI, J.-M.; ZHANG, P.; TANG, K.; WANG, W.; PAN, Q.-H.; HUANG, W.-D. (2008) Effects of grape variety, harvest date, fermentation vessel and wine ageing on flavonoid concentration in redwines. *Food Research International*. 41, 53–60.
- FERNÁNDEZ DE SIMÓN, B.; CADAHÍA, E.; CONDE, E.; GARCÍA-VALLEJO, M.C. (1996) Low molecular weight phenolic compounds in spanish oak woods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1996, 44, 1507–1511.
- FERREIRA, V., CARRASCON, V., BUENO, M., UGLIANO, M., AND FERNANDEZ-ZURBANO, P. (2015): Oxygen consumption by red wines. part I: consumption rates, relationship with chemical composition, and role of SO₂. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 63, 10928–10937. doi: 10.1021/acs.jafc.5b02988.
- FERRER-GALLEGO R., QUIJADA-MORIN N., BRAS, N.F., GOMES P., DE FREITAS V., RIVAS-GONZALO J.C., ESCRIBANO-BAILON M.T., 2015. *Characterization of sensory properties of flavanols – A molecular dynamic approach. ChemicalSense*.40, 381-390. doi:10.1093/chemse/bjv018.
- FLANZY, M., AUBERT, S., MARINOS, M. (1969): New technique for determination of leucoanthocyanic tannins. *Ann.Technology Agriculture*. 18, 327–328.
- GAMBUTI A, RINALDI A, UGLIANO M, MOIO L. (2013) Evolution of Phenolic Compounds and Astringency during Aging of Red Wine: Effect of Oxygen Exposure before and after Bottling. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2013;61(8):1618-1627. doi:10.1021/jf302822b.
- GAMBUTI A, STROLLO D, UGLIANO M, LECCE L, MOIO L. (2004) Trans-resveratrol, quercetin, (+)-catechin, and (–)-epicatechincontent in South Italian monovarietal wines: Relationship with maceration time and marcpressing during winemaking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52(18):5747–5751.
- GAMBUTI, A., RINALDI, A., UGLIANO, M., AND MOIO, L. (2012): Evolution of phenolic compounds and astringency during aging of red wine: effect of oxygen exposure before and after bottling *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 61, 1618–1627. doi: 10.1021/jf302822b.
- GARCIA-BENEYTEZ, E., REVILLA, E., CABELLO, F. (2002): Anthocyanin pattern of several red grape cultivars and wines made from them. *European Food Research and Technology*. 215(1).

GARCIA-ESTEVEZ, I., PEREZ-GREGORIO, R., SOARES, S., MATEUS, N., DE FREITAS, V. (2017): Oenological perspective of red wine astringency. *OENO One*. 2017, 51, 3, 237-249. doi: 10.20870/oenone.2017.51.2.1816.

GARCÍA-GUZMÁN JJ, HERNÁNDEZ-ARTIGA MP, PALACIOS-PONCE DE LEÓN L, BELLIDO- MILLA D. (2015) Selective methods for polyphenols and sulphur-dioxide determination in wines. *Food Chemistry*. 2015;182:47–54.

GAUTAM SC, XU YX, DUMAGUIN M, JANAKIRAMAN N, CHAPMAN RA. (2000) Resveratrol selectively inhibits leukemia cells: a prospective agent for ex vivo bone marrow purging. *Bone marrow transplantation*. 25(6): 639-645.

GEANA, E.I., DINCA, O.R., IONETE, R.E., ARTEM, V. & NICULESCU, V.C. (2015): Monitoring trans-resveratrol in grape berry skins during ripening and incorresponding wines by HPLC. *Food Technology and Biotechnology*. 53, 73–80.

GERE, A.; DANNER, L.; DE ANTONI, N.; KOVÁCS, S.; DÜRRSCHMID, K.; SIPOS, L. (2016): Visual attention accompanying food decision process: An alternative approach to choose the best models. *FoodQual. Prefer.* 2016, 51, doi: 10.1016/j.foodqual. 2016.01.009.

GERE A., SZABÓ D., FRANKU T., GYÖREY A., KÓKAI Z., SIPOS L. (2012): Panelcheck szoftver statisztikai lehetőségei az érzékszervi bírálócsoport teljesítményének monitorozásában. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*. 59, 2013/1-2 17.

GERE, A.; LOSÓ, V.; GYÖREY, A.; KOVÁCS, S.; HUZSVAI, L.; NÁBRÁDI, A.; KÓKAI, Z.; SIPOS, L. (2014): Applying parallel factoranalysis and Tucker-3 methods on sensory and instrumental data to establish preference maps: Case study on sweet corn varieties. *J. Sci. FoodAgric.* 2014, 94, doi:10.1002/jsfa.6673.

GERE, A.; DANNER, L.; DÜRRSCHMID, K.; KÓKAI, Z.; SIPOS, L.; HUZSVAI, L.; KOVÁCS, S. (2020): Structure of presented stimulating influences gazing behavior and choice. *FoodQual. Prefer.* 2020, 83, 103915, doi: 10.1016/j.foodqual. 2020.103915.

GLABASNIA, A.; HOFMANN, T. (2006) Sensory-directed identification of taste-active ellagitannins in American (*Quercus alba* L.) and European oakwood (*Quercus robur* L.) and quantitative analysis in bourbon whiskey and oak-matured red wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2006, 54, 3380–3390.

GONZALEZ-CABALLERO V., SANCHEZ, M.-T., FERNANDEZ- NOVALES J., LOPEZ, M.-I. AND PEREZ-MARIN D. (2012) On-vine monitoring of grape ripening using near infrared spectroscopy. *Food Analytical Methods*. 5, 1377-1385. doi:10.1007/s12161-012-9389-3.

GRIESBACH R. (2005): Biochemistry and genetics of flowercolor. *Plant Breed Rev.* 25, 89–114.

GUERRERO RF, LIAZID A, PALMA M, PUERTAS B, GONZÁLEZ-BARRIO R, GIL-IZQUIERDO A, GARCÍA-BARROSO C, CANTOS-VILLAR E. (2009)

Phenolic characterisation of red grapes autochthonous to Andalusia *Food Chemistry*. 112: 949-955.

GULD ZS, RÁCZ A, TIMA H, KÁLLAY M, NYITRAINÉ SÁRDY D. (2019) Effects of aging in oak barrels on the trans-resveratrol and anthocyanin concentration of red wines from Hungary. *Acta Alimentaria*. 2019;48(3):349-357. doi:10.1556/066.2019.0004.

GULD ZS, NYITRAINÉ SÁRDY D, GERE A, RÁCZ A. (2020) Comparison of sensory evaluation techniques for Hungarian wines. *JOURNAL OF CHEMOMETRICS* 34:4 Paper: e3219 (2020) doi.org/10.1002/cem.3219.

GUTH, H. (1997) Quantitation and sensory studies of character impact odorants of different white wine varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1997, 45, 3027–3032.

HARBERTSON J.F., PARPINELLO G.P., HEYMANN H., DOWNEY M.O. (2012) Impact of exogenous tannin additions on wine chemistry and wine sensory character. *Food Chemistry*. 131, 999-1008.

HASLAM E. (2007) Vegetable tannins - Lessons of a phytochemical lifetime. *Phytochemistry*. 68, 2713–2721.

HATICE KALKAN YILDIRIM AND EZGI D'UNDAR. (2017) New techniques for wine aging BIO Web of Conferences 9, 02012 DOI: 10.1051/bioconf/20170902012 *40th World Congress of Vine and Wine*.

HUFNAGEL J. C. AND HOFMANN T. (2008) Quantitative reconstruction of the non-volatile sensory metabolome of a red wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56, 9190-9199. doi:10.1021/jf801742w.

HUNGARIAN STANDARD (1979): Vörösborok színintenzitásának meghatározása. (Red wines. Determination of colour intensity) MSZ 14848:1979.

IBERN-GÓMEZ, M.; ANDRÉS-LACUEVA, C.; LAMUELA-RAVENTÓS, R.M.; LAO-LUQUE, C.; BUXADERAS, S.; DE LA TORRE-BORONAT, M.C. (2001) Differences in phenolic profile between oak wood and stainless steel fermentation in white wines. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2001, 52, 159–164.

NEVARES, I., DEL ALAMO-SANZA, M (2018): New Materials for the Aging of Wines and Beverages: Evaluation and Comparison *Food Packaging and Preservation. Handbook of Food Bioengineering*. 375-407.

ISO 11035. (1994) Sensory analysis -- Identification and selection of descriptors for establishing a sensory profile by a multidimensional approach.

ISO 13299. (2003) Sensory analysis -- Methodology, General guidance for establishing a sensory profile.

ISO 6658. (2005) Sensory analysis -- Methodology -- General guidance.

- ISO 8589. (2007) Sensory analysis-- General guidance for the design of test rooms.
- ISO/DIS (2011): Sensory analysis – Methodology – General guidance for monitoring the performance of a quantitative sensory panel. No. 11132:2011.
- IWASHINA T. (2013) Flavonoid properties of five families new in incorporated into the order Caryophyllales (Review). *Cancer Genetics and Therapeutics: Focus on Phytochemicals*. 39, 25–51.
- JACKSON RS. (2000) Wine Science: Principles, Practice, Perception. 2nd ed. *Cambridge: Academic Press*; 2000:645.
- JACKSON RS. (2002) Wines: Wine Tasting A Professional Handbook. *Elsevier A. London, UK*; 2002. doi:10.1016/B978-0-12-384947-2.00757-1.
- JAEGER, S.R.; CHHEANG, S.L.; JIN, D.; ROIGARD, C.M.; ARES, G.: Check-all-that-apply (CATA) questions: Sensory term citation frequency reflects rated term intensity and applicability. *Food Qual. Prefer.* **2020**, 86, 103986, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.103986>.
- JENSEN, J.S.; DEMIRAY, S.; EGEBO, M.; MEYER, A.S. (2008) Prediction of wine color attributes from the phenolic profiles of red grapes (*Vitisvinifera*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008, 56, 1105–1115.
- KÁLLAY M, NYITRAINÉ SÁRDY D. (2007) Vizsgálatok hazai vörösborkok rezveratrol összetételére. *Borászati füzetek*. Kutatás: 6:7-11.
- KÁLLAY M, TÖRÖK Z. (1997) Determination of resveratrol isomers in Hungarian wines. *Kertészeti Tudomány*. 29(3-4): 78-82.
- KÁLLAY M, TUSNÁDY E. (2001) Néhány kékszőlő és vörösborkok színanyag-összetételének vizsgálata HPLC-vel. *Élelmezési Ipar*. 55(7): 196-200.
- KÁLLAY M. (1995) A jellemző magyar borszőlőfajták, illetve azok borai polifenol összetételének vizsgálata, különös tekintettel a procianidin-koncentrációra összefüggésben a bor élettani hatásával. *Zárójelentés*. OTKA T 5212 sz. téma 24 - 25.
- KÁLLAY M. (2010): *Borászati kémia*. Mezőgazda Kiadó. pp. 37-64. 117-122.
- KEITA Y, YOSHIHIRO Y, MASAO O. (2004) Changes in concentrations of resveratrol and its related compounds in red wine during alcoholic and malolactic fermentation. *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology*. 51(5):274–278.
- KENNEDY J, SAUCIER C, GLORIES Y. (2006) Grape and wine phenolics: History and perspective. *American Journal of enology and Viticulture*. 57(3): 239-248.
- KING ES, DUNN RL, HEYMANN H. (2013) The influence of alcohol on the sensory perception of red wines. *Food Quality and Preference*. 2013;28(1):235-243. doi: 10.1016/J.FOODQUAL.2012.08.013.

KING, R.E., BOMSER, J.A., MIN, D.B. (2006) Bioactivity of resveratrol. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 5, 65–70.

KISBENEDEK, A., SZABO, SZ., POLYAK, E., BREITENBACH, Z., BONA, A., MARK, L., FIGLER, M. (2014) Analysis of *trans*-resveratrol in oil seeds by high-performance liquid chromatography. *Acta Alimentaria*. 43, 459–464.

KUMAR S. ÉS PANDEY AK. (2013): Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview. *Scientific World Journal*. 2013, 162750.

LANGCAKE P, PRYCE RJ. (1976) The production of resveratrol by *Vitis vinifera* and other members of the Vitaceae a response to infection or injury. *Physiological Plant Pathology*. 9: 77-86.

LANGCAKE P, PRYCE RJ. (1977) A new class of phytoalexins from grape vines. *Experientia*. 33: 151-152.

LAWLESS HT, CORRIGAN CJ, LEE CB. (1994) Interactions of astringent substances. *Chemical Senses*. 1994;19(2):141-154.

LAWLESS HT, HEIMANN H. (2010) Sensory Evaluation of Food. 2nd ed. New York, NY: Springer Verlag. 2010. doi: 10.1007/978-1-4419-6488-5.

LESKÓ A, KÁLLAY M, NYITRAINÉ SÁRDY D, NAGY B, BALGA I. (2014) A vörösbortermelésben alkalmazott különböző élesztő-starterkultúrák hatása az antocianin koncentrációra és összetételre, valamint a színjellemzőkre (színintenzitás, színtónus) *Borászati füzetek*. 21(2): 4-7.

LESKÓ A. (2011) A tökéterhelés hatása a szőlőbogyó, a must és a bor összetételére. Doktori értekezés.

LESSCHAEVE I, NOBLE AC. (2005) Polyphenols: factors influencing their sensory properties and their effects on food and beverage preferences. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2005;81(1):330S-335S. doi:10.1093/ajcn/81.1.330S.

LI L., SUN B. (2017) Grape and wine polymeric polyphenols: Their importance in enology. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2017 Sep 21:1-17. doi: 10.1080/10408398.2017.1381071.

LOSÓ, V., GERE, A., GYÖREY, A., KÓKAI, Z., SIPOS, L. (2012): Comparison of the performance of a trained and an untrained sensory panel on sweet corn varieties with the PanelCheck software. *Applied Studies in Agribusiness and Commerce*. 1, 77-83.

MA W, GUO A, ZHANG Y, WANG H, LIU Y, LI H. (2014) A review on astringency and bitterness perception of tannins in wine. *Trends in Food Science and Technology*. 2014;40(1):6-19. doi: 10.1016/J.TIFS.2014.08.001.

- MAIN G.L., MORRIS J.R. (2007) Effect of macerating enzymes and post fermentation grape-seed tannin on the color of Cynthiana wines. *American Journal of Enology and Viticulture*. 58, 365–372.
- MARCHI D., MAZZA G., BARBIERI E., CASCIO P. (2005) Effetto dell'impiego di tannini ed enzimi nella vinificazione di uve Nebbiolo e Sangiovese. *Vigne Vini*. 7/8, 73-81.
- MARÍN, J.; ZALACAIN, A.; DE MIGUEL, C.; ALONSO, G.L.; SALINAS, M.R. (2005) Stir bar sorptive extraction for the determination of volatile compounds in oak-aged wines. *Journal of Chromatography A*. 2005, 1098, 1–6.
- MARK L, NIKFARDJAM MS, AVAR P, OHMACHT R. (2005) A validated HPLC method for the quantitative analysis of trans-resveratrol and trans-piceid in Hungarian wines. *Journal of Chromatographic Science*. 43: 445–9.
- MARTÍNEZ-CARRASCO MARTÍNEZ L., BRUGAROLAS MOLLÁ-BAUZÁ M., CAMPO GOMIS F.J., MARTÍNEZ POVEDA Á. (2006) Influence of purchase place and consumption frequency over quality wine preferences. *Food Quality and Preference*. 17, 315–327.
- MATEUS N., DE FREITAS, V., (2001) Evolution and stability of anthocyanin-derived pigments during port wine aging. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49: 5217-5222.
- MAZZA G, FRANCIS FJ. (1995) Anthocyanins in grapes and grape products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 35(4):341–371.
- MAZZA G, MINIATI E. (1993) Anthocyanins in fruit, vegetables, and grains. *CRC Press*. Boca Raton, FL, USA.
- MCCARTY MF. (2001) Does regular ethanol consumption promote insulin sensitivity and leanness by stimulating AMP-activated protein kinase? *Medical Hypotheses*. 2001; 57(3):405–407.
- MARKOSKI, M.M., GARAVAGLIA, J., OLIVEIRA, A., OLIVAES J., MARCADENTIA. (2016): Molecular Properties of Red Wine Compounds and Cardiometabolic Benefits. *Nutrition and Metabolic Insights*. 2016:9 51–57 doi:10.4137/NMI.S32909.
- MIZUTANI, K., IKEADA, K., KAWAI, Y. & YAMORI, Y. (2000): Resveratrol attenuates ovariectomy-induced hypertension and bone loss in stroke-prone spontaneously hypertensive rats. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*. 46, 78–83.
- MONTSKO, G., OHMACHT, R. & MARK, L. (2010): trans-Resveratrol and trans-piceid content of Hungarian wines. *Chromatographia*. 71, 121–124.

MORRISON-WHITTLE, P.; GODDARD, M.R. (2018): From vineyard to winery: A source map of microbial diversity driving wine fermentation. *Environ. Microb.* 2018, 20, 75.

NÆS T, BROCKHOFF PB, TOMIC O. (2010): *Statistics for Sensory and Consumer Science*. 1st Ed. Chichester, West Sussex, United Kingdom. Wiley. 2010. doi:10.1002/9780470669181.

NAGEL CW, WULF LW. (1979) Changes in the anthocyanins, flavonoids and hydroxy cinnamic acid esters during fermentation and aging of Merlot and Cabernet Sauvignon. *American Journal of Enology and Viticulture*. 30(2):111–116.

NEVES AC, SPRANGER MI, ZHAO Y, LEANDRO MC, SUN B. (2010) Effect of addition of commercial grape seed tannins on phenolic composition, chromatic characteristics, and antioxidant activity of redwine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 58, 11775–11782.

NIKFARDJAM MSP, MÁRK L, AVAR P, FIGLER M, OHMACHT R. (2006) Polyphenols, anthocyanins, and trans-resveratrol in red wines from the Hungarian Villány region. *Food Chemistry*. 2006;98(3):453-462. doi: 10.1016/j.foodchem.2005.06.014.

NONIER, M.F.; VIVAS, N.; VIVAS DE GAULEJAC, N.; ABSALON, C.; SOULIÉ, P.; FOUQUET, E. (2006) Pyrolysis–gaschromatography/mass spectrometry of Quercus sp. Wood: Application to structural elucidation of macromolecules and aromatic profiles of different species. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 2006, 75, 181–193.

OBREQUE-SLIER E., LOPEZ-SOLIS R., PENA-NEIRA A. ANDZAMORA-MARIN F. (2010) Tannin-protein interaction is more closely associated with astringency than tannin protein precipitation: experience with two oenological tannins and a gelatin. *International Journal of Food Science and Technology*. 45, 2629-2636. doi:10.1111/j.1365-2621.2010.02437.

OIV 332A. (2009) OIV Standard for International Wine and Spirituous Beverages of Vitivinicultural Origin Competitions.

OLIVEIRA J., MATEUS, N., DE FREITAS, V. (2014) Previous and recent advances in pyranoanthocyanins equilibria in aqueous solution. *Dyes and Pigments*, 100: 190-200.

OLIVEIRA, J., BRAS, N. F., DA SILVA, M. A., MATEUS, N., PAROLA, A. J., DE FREITAS, V. (2014) Grape anthocyanin polymerization: a putative mechanism for red color stabilization? *Phytochemistry*. 105: 178-185.

OSZMIANSKI J, ROMEYER FM, SAPIS JC, MACHEIX JJ. (1986) Grape seed phenolics: Extraction as affected by some conditions occurring during wine processing. *American Journal of Enology and Viticulture*. 37(1):7–12.

- P. RIB`EREAU-GAYON, D. DUBOURDIEU, B. DON`ECHE, A. LONVAUD. (2006) (Eds.) *Handbook of enology, themicrobiology of wine and vinifications*. (Vol. 1). Wiley
- PAGES J. (2005) *Multiple Factor Analysis by Example UsingR*. 1st ed. New York, NY: *Chapman and Hall/CRC*. 2005. doi:10.1201/b17700.
- PANCHE, A.N; DIWAN A. D., CHANDRA S. R. (2016) Flavonoids: an overview. *Journal of Nutritional Science*. (2016), vol. 5, e47, page 1 of 15. doi:10.1017/jns.2016.41
- PARKER M., SMITH P.A., BIRSE M., FRANCIS I.L., KWIATKOWSKI M.J., LATTEY K. A. (2007) The effect of pre- and post-ferment additions of grape derived tannin on Shiraz wine sensory properties and phenolic composition. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 13, 30–37.
- PERI C, POMPEI C. (1971) Estimation of different phenolic groups in vegetable extracts. *American Journal of Enology and Viticulture*. 22: 55-58.
- PEYNAUD E. (1987) *The Taste of Wine: The Art and Science of Wine Appreciation*. London: *Macdonald Orbis*.
- POLLNITZ, A.P.; PARDON, K.H.; SYKES, M.; SEFTON, M.A. (2004) The effects of sample preparation and gaschromatograph injection techniques on the accuracy of measuring guaiacol, 4-methyl guaiacol and other volatile oak compounds in oak extracts by stable isotope dilution analyses. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2004, 52, 3244–3252.
- PRIDA, A.; PUECH, J.L. (2006) Influence of geographical origin and botanical species on the content of extractives in American, French, and East European oakwoods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2006, 54, 8115–8126.
- RÁCZ A, ANDRIĆ F, BAJUSZ D, HÉBERGER K. (2018) Binary similarity measures for fingerprint analysis of qualitative metabolomic profiles. *Metabolomics*. 2018;14(3):1-9. doi:10.1007/s11306-018-1327-y.
- RÁCZ A, HÉBERGER K, RAJKÓ R, ELEK J. (2013) Classification of Hungarian medieval silver coins using x-ray fluorescent spectroscopy and multivariate data analysis. *Herit Science*. 2013;1(1). doi:10.1186/2050-7445-1-2.
- RAK, G., FODOR, P., ABRANKO, L. (2010) Three-step HPLC-ESI-MS/MS procedure for screening and identifying non-target flavonoid derivatives. *International Journal of Mass Spectrometry*. 290 (1), 32–38.
- RAYNE S., EGGERS N.J. (2008): 4-Ethylphenol and 4-ethylguaiacol concentrations in barreled red wines from okanagan valley appellation british columbia, *American Journal of Enololgy and Viticulture*. 59.92–97.
- REBELEIN, H. (1965): Beitragzur Bestimmung des Catechin gehaltes in Wein. *Deutsche Lebensmittel–Rundsch*. 61, 182–183.

RIBÉREAU-GAYON P., GLORIES Y., MAUJEAN A., DUBOURDIEU D. Handbook of Enology (2006): The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments, 2nd ed., Wiley. England.

RINALDI A., GAMBUTI A., MOIO L. (2012) Application of the SPI (SalivaPrecipitation Index) to the evaluation of red wine astringency. *Food Chemistry*. 135, 2498-2504. doi:10.1016/j.foodchem.2012.07.031.

RIOU, V., VERNHET, A., DOCO, T., MOUTOUNET, M. (2002) Aggregation of grape seed tannins in modelwine: effect of wine polysaccharides. *Food Hydrocolloids*. 16:17–23. [http://dx.doi.org/10.1016/s0268-005x\(01\)00034-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0268-005x(01)00034-0)

RIVIERE, C., PAPASTAMOULIS, Y., FORTIN, P.Y., DELCHIER, N. & ANDRIAMANARIVO, S. (2010): New stilbene dimers against amyloid fibril formation. *Bioorganic and Medical Chemistry Letters*. 20, 3441–3443.

ROSSETTI D., YAKUBOV, G. E., STOKES, J. R., WILLIAMSON A.M. AND FULLER G.G. (2008) Interaction of human whole saliva and astringent dietary compounds investigated by interfacial rheology. *Food Hydrocolloids*. 22, 1068-1078. doi: 10.1016/j.foodhyd.2007.05.014.

SACCHI K.L., BISSON L.F., ADAMS D.O. (2005) A review of the effect of wine making techniques on phenolic extraction in redwines. *American Journal of Enology and Viticulture*. 56, 197-206.

SAVELA-HUOVINEN U, MUUKKONEN H, TOOM A. (2018) Sensory expert assessor's learning practices at workplace: Competencies and contexts in sensory evaluation. *Journal of Sensory Studies*. 2018;33(2). doi:10.1111/joss.12315.

SCHMIDTKE LA, CLARK AC. (2011) Scollary GR. Micro-Oxygenation of Red Wine: Techniques, Applications, and Outcomes. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2011;51(2):115-131. doi:10.1080/10408390903434548.

SEIGNEUR M, BONNET J, DORIAN B, BENCHIMOL D, DROUILLET F, GOUVERNEUR G, LARRUE J, CROCKETT R, BOISSEAU MR, RIBÉREAU-GAYON P, BRICAUD H. (1990) Effect of the consumption of alcohol, white wine and red wine on platelet function and serum lipids. *Journal of Applied Cardiology*. 5: 215-222.

SHERMAN E, HARBERTSON JF, GREENWOOD DR, VILLAS-BÔAS SG, FIEHN O, HEYMANN H. (2017) Reference samples guide variable selection for correlation of wine sensory and volatile profiling data. *Food Chemistry*. 2018; 267:344-354. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.10.073.

SHIELD KD, PARRY C, REHM J. (2013) Chronic diseases and conditions related to alcohol use. *Alcohol Research*. 2013;35(2):155–173.

SINGLETON VL, ESAU P. (1969) Phenolic substances in grapes and wine and their significance. *Advances in food research*. Supplement 1: 1-261.

SIPOS, L., KOVACS, Z., SAGI-KISS, V., CSIKI, T., KOKAI, Z., FEKETE, A., ÉS HEBERGER, K. (2012). Discrimination of mineral waters by electronic tongue, sensory evaluation and chemical analysis. *Food Chemistry*, 135(4), 2947–2953. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.06.021>

SIPOS, L., KOLLÁR–HUNEK, K., HESZBERGER, J. & KÓKAI Z. (2008): Preference Mapping, Panel Consistency and PCA in Food Marketing. 28th International Workshop on Chemical Engineering Mathematics. Meißen, Germany, 17-20. August. 10–13.

SIPOS, L.; LADÁNYI, M.; LOSÓ, V.; KÓKAI, Z.; GERE, A. (2016): Érzékszervi Bírálók Egyetértésének Nyomonkövetése: Monitoring the agreement of sensorypanelists. *Élelmiszervizsgálati Közlemények* 2016, 62, 1326–1338.

SOARES S., BRANDAO E., MATEUS N., DE FREITAS V. (2017) Sensorial properties of red wine polyphenols: astringency and bitterness. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 57, 937-948. doi:10.1080/10408398.2014.946468

SOÓS J, VÁRVÖLGYI E, DÉNES LD, KOVÁCS Z, FELFÖLDI J, MAGYAR I. (2014) Application of electronic tongue to discriminate white wines originated from different regions of Hungary. *Acta Alimentaria*. 2014;43:132-139. doi: 10.1556/AAlim.43.2014.Suppl.19.

STEIN U, HOSS G. (1984) Induktions - und Nachweis methoden für Stilbene bei Vitaceae. *Vitis*. 23. 179 - 194.

STEIN U, BLAICH R. (1985) Untersuchungen über Stilbenproduktion und Botrytis anfälligkeit bei Vitis - Arten. *Vitis*. 24. 75 - 87.

STONE H, SIDEL JL. (2004) Sensory Evaluation Practices. 2nd ed. London: Elsevier. 2004. doi:10.1016/B978-0-12-374181-3.00017-X.

SUÁREZ R., SUÁREZ-LEPE J.A., MORATA A., CALDERÓN F. (2007) The production of ethylphenols in wine by yeasts of the genera *Brettanomyces* and *Dekkera*: a review, *Food Chemistry*. 102. 10–21.

SUDRAUD, P. (1958) Interprétation Des Courbes D'absorption Des Vins Rouges. *Ann. Technology Agricultural*. 2, 203–208.

SUMBY KM, GRBIN PR, JIRANEK V. (2010) Microbial modulation of aromatic esters in wine: current knowledge and future prospects. *Food Chemistry*. 2010;121:1–16.

SUN B.S., DE SA M., LEANDRO C., CALDEIRA I., DUARTE F. L. AND SPRANGER I. (2013) Reactivity of polymeric proanthocyanidins towards alivary proteins and their contribution to young red wine astringency. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 61, 939-946. doi:10.1021/jf303704u

SZKUDELKA K & NOGOWSKI L (2007) Genistein–a dietary compound inducing hormonal and metabolic changes. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*. 105, 37–45.

TAKAHASHI A., OHNISHI T. (2004) The significance of the study about the biological effects of solar ultraviolet radiation using the exposed facility on the international space station. *Biological Science in Space*. 18, 255–260. DOI: 10.2187/bss.18.255

VIDAL, L., GIMÉNEZ, A., MEDINA, K., BOIDO, E., ARES, G. (2015) How do consumers describe wine astringency? *Food Research International*. 78, 321-326.

WATERHOUSE, A.L. (2002) Wine phenolics. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 957, 21–36.

WEDRAL D., SHEWFELT R., FRANK J. (2010) The challenge of *Brettanomyces* in wine, *LWT Food Science and Technology*. 43. 1474–1479.

WIGHTMAN JD, PRICE SF, WATSON BT, WROLSTAD RE. (1997) Some effects of processing enzymes on anthocyanins and phenolics in Pinot noir and Cabernet Sauvignon wines. *American Journal of Enology and Viticulture*. 48(1):39–48.

WOLD S, ESBENSEN K, GELADI P. (1987) Principal component analysis. *Chemom Intell Lab Syst*. 1987;2(1-3):37-52.

YANG, J., MARTINSON, T.E. & LIU, R.H. (2009) Phytochemical profiles and antioxidant activities of wine grapes. *Food Chemistry*. 116, 332–339.

YU GAO, ANSCHA J. J. ZIETSMAN, MELANÉ A. VIVIER JOHN P. MOORE (2019): Deconstructing Wine Grape Cell Walls with Enzymes During Winemaking: New Insights from Glycan Microarray Technology. *Molecules* 2019, 24, 165; doi:10.3390/molecules24010165.

ZAY, K.; GERE, A. Sensory acceptance of poppyseed-flavored white chocolates using just-about-right method. *LWT* 2019, 103, 162–168, doi: 10.1016/j.lwt.2018.12.069.

ZHANG B, YANG XS, LI NN, ZHU X, SHENG WJ, HE F, DUAN CQ, HAN SY. (2017) Colorimetric study of malvidin-3-O-glucoside copigmented by phenolic compounds: The effect of molar ratio, temperature, pH, and ethanol content on color expression of red wine model solutions. *Food Research International*. 2017 Dec;102:468-477. doi: 10.1016/j.foodres.2017.09.034.

Elektronikus publikáció:

Szabályzat-minta hegyközségi és borvidéki borversenyek lebonyolításához (2019) [www.hnt.hu > wp-content > uploads > 2019/03/letöltés: 2020-01-27](http://www.hnt.hu/wp-content/uploads/2019/03/letoltés:2020-01-27)

[https://boraszat.kormany.hu/utmutatok/letöltés: 2020.02.22](https://boraszat.kormany.hu/utmutatok/letoltés:2020.02.22)

M2: A polifenol tartalom változása a különböző mintavételezési időpontokban az üzemi körülmények között vizsgált különböző kísérleti bormintákban

9. táblázat: A polifenol koncentrációk változása a különböző borfajták esetében, különböző mintavételezési időpontokban. (n.d. nem detektálható)

Minta	összes polifenol mg/l	monomer antocianin mg/l	leuko-antocianin mg/l	katechin mg/l	polimer %	I	T	cisz-piceid mg/l	transz-piceid mg/l	cisz-rezveratrol mg/l	transz-rezveratrol mg/l
B0KAD	1567	234,0	1354	1021	44,00	5,30	0,96	0,1	0,4	0,4	0,4
B11KAD	1444	183,5	1059	1234	55,83	6,97	0,96	0,3	0,4	n.d.	n.d.
B12KAD	1495	248,3	1580	1102	53,98	5,08	0,92	0,1	0,4	0,5	0,7
B13KAD	2161	252,0	1328	1437	51,62	5,30	0,91	0,1	0,3	0,4	0,5
B21KAD	2055	230,1	1041	1163	61,31	4,13	0,92	0,2	0,9	1,9	4,2
B22KAD	1844	208,2	1526	1087	61,06	4,42	0,96	0,1	0,8	1,4	4,5
B23KAD	1940	222,8	1352	1472	63,18	4,21	0,99	0,1	0,7	1,2	3
B31KAD	2287	130	1128	1192	3,8	0,92	63,1	0,22	1,41	1,26	3,36
B32KAD	1950	145	1484	1563	4,9	0,98	65,3	0,18	0,81	1,27	3,05
B33KAD	2435	146	2391	1742	4,7	1,02	63,1	0,28	0,97	1,88	4,58
B0KFK	2355	473,0	2022	1825	38,00	6,82	0,67	0,1	0,3	1,00	3,5
B11KFK	2304	389,0	2092	1689	44,40	7,98	0,70	0,2	0,8	0,40	3,8
B12KFK	3922	399,0	2135	1912	43,58	7,92	0,70	0,2	0,7	0,6	1,3
B13KFK	2324	387,1	1988	1512	43,46	7,76	0,69	0,2	0,7	0,5	1,8
B21KFK	2667	270,2	2161	1741	48,48	5,47	0,75	0,5	1,4	2,50	5,7
B22KFK	2540	270,2	2212	1890	51,27	5,24	0,77	0,5	1,5	2,8	6,3
B23KFK	2319	269,3	1918	1492	51,06	5,04	0,77	0,5	1,2	2,5	4,4
B31KFK	2063	182	2241	1712	5,2	0,82	48,1	0,50	1,41	2,33	4,69
B32KFK	2709	194	2263	1906	5,3	0,8	51,4	0,65	0,58	2,16	4,17
B33KFK	2962	205	1982	1563	5,1	0,79	51,3	0,65	0,60	1,90	4,60
B0CAB	2683	380,0	2474	2675	31,00	3,58	0,61	0,1	0,3	0,2	1,3
B11CAB	1771	274,8	2335	2058	37,55	4,18	0,68	0,0	0,2	0,2	1,4
B12CAB	1966	137,0	1736	791	55,15	4,93	0,81	0,1	0,3	n.d.	0,3
B13CAB	1659	209,1	1884	992	57,79	5,22	0,83	0,1	0,3	0,1	0,3
B21CAB	2456	190,8	1692	768	48,35	8,29	0,61	0,3	0,7	0,1	0,5
B22CAB	2277	160,7	2256	1960	54,81	6,58	0,69	0,3	0,8	0,8	0,4
B23CAB	3499	204,6	1916	989	49,13	8,40	0,62	0,5	0,4	0,5	0,5
B31CAB	2319	100	1681	812	6,7	0,77	49,5	0,27	1,46	0,60	1,14
B32CAB	2055	127	1683	961	7,5	0,86	55,2	0,40	1,74	1,85	4,42
B33CAB	2993	157	2282	1718	7,4	0,68	49,6	0,11	0,44	0,57	0,64

M3: Az antocianin monomerek mennyisége a különböző vizsgálati időpontokban a különböző kísérleti bormintákban

10. táblázat: Az antocianin monomerek mennyisége a különböző vizsgálati időpontokban a különböző kísérleti bormintákban.

	B0KAD	B0KFK	B0CAF	B11KAD	B12KAD	B13KAD	B21KAD	B22KAD	B23KAD	B31KAD	B32KAD	B33KAD	B11KFK	B12KFK	B13KFK	B21KFK	B22KFK	B23KFK	B31KFK	B32KFK	B33KFK	B11CAF	B12CAF	B13CAF	B21CAF	B22CAF	B23CAF	B31CAF	B32CAF	B33CAF
Delfinidin-3-monoglükózid	2,30	35,80	33,10	1,81	7,64	7,08	3,70	2,10	1,30	8,11	4,4	13,75	24,21	24,84	24,69	8,70	7,10	8,90	19,08	15,91	16,23	23,68	6,29	6,45	1,60	1,80	8,20	3,07	4,16	10,72
Cianidin-3-monoglükózid	2,10	6,50	4,90	2,08	1,01	1,47	1,40	1,20	1,80	0,67	1,37	1,95	2,94	2,65	2,94	1,70	0,80	0,80	2,26	1,81	1,13	0,88	1,80	1,83	0,60	0,80	2,50	0,79	0,88	1,94
Petunidin-3-monoglükózid	5,20	46,30	38,10	1,18	9,06	8,85	5,40	3,30	5,00	10,49	9,41	14,46	29,47	29,94	30,25	9,80	6,90	8,60	21,98	17,66	17,69	23,98	9,71	8,55	0,40	2,00	9,00	2,95	3,83	10,52
Peonidin-3-monoglükózid	15,80	48,70	39,20	2,98	12,52	10,99	4,70	3,80	3,10	9,96	9,71	11,42	30,58	31,12	30,55	10,50	6,80	9,30	19,44	17,29	18,57	25,58	5,34	4,94	0,30	2,90	9,70	3,86	1,57	11,23
Malvidin-3-monoglükózid	103,30	368,90	295,90	28,20	139,84	123,48	28,50	21,00	15,20	57,57	77,87	85,55	243,68	250,70	244,38	62,10	51,00	66,90	117,21	108,77	127,65	174,51	40,16	37,06	1,80	7,80	29,70	9,03	13,45	5,66
Cianidin-3-glükóz-acetát	5,70	3,10	6,80	1,16	1,77	2,54	5,10	4,30	4,30	1,35	4,36	5,26	3,80	3,24	3,73	6,30	3,10	2,80	4,8	0,98	1,21	1,48	6,34	7,31	1,50	4,20	9,60	3,54	2,84	3,43
Petunidin-3-glükóz-acetát	6,10	9,00	0,20	2,35	3,26	1,55	10,00	7,90	7,30	1,57	5,33	6,89	4,55	4,48	4,50	14,00	11,00	10,40	10,6	2,83	1,82	5,35	2,01	2,54	1,20	3,70	5,30	3,62	1,38	4,34
Peonidin-3-glükóz-acetát	34,60	2,90	7,70	1,03	4,11	3,92	8,50	8,10	6,50	3,54	7,52	4,01	4,00	3,94	11,20	9,20	8,50	3,49	1,66	1,01	6,62	6,20	6,44	2,90	6,90	6,30	6,73	2,93	22,65	
Malvidin-3-glükóz-acetát	3,90	21,70	0,80	12,16	35,22	30,57	18,50	14,20	13,10	2,13	24,78	29,93	15,40	15,62	15,15	11,90	8,00	8,20	10,92	7,41	10,24	34,20	16,15	13,89	0,70	11,00	19,00	10,33	5,81	9,75
Peonidin-3-glükózid-(p-kumarát)	18,30	8,20	8,40	6,15	9,30	7,74	11,70	7,40	7,60	11,87	6,94	8,16	9,91	9,81	9,16	6,50	2,60	5,20	7,09	5,77	6,25	7,70	7,90	7,58	2,90	8,10	11,90	7,39	6,24	
Malvidin-3-glükózid-(p-kumarát)	2,70	27,50	35,00	8,47	24,19	19,57	9,10	4,70	4,10	2,34	5,38	15,52	23,64	23,10	21,93	8,40	6,90	8,40	14,84	12,71	18,19	24,70	10,17	8,34	2,10	3,20	5,20	3,18	8,89	8,76
A	200,00	578,60	470,10	67,57	247,92	217,76	106,60	78,00	69,30	109,6	149,55	200,41	392,19	399,50	391,22	151,10	113,40	138,00	231,71	192,8	219,99	328,68	112,07	104,93	16,00	52,40	116,40	54,49	51,98	89
AC	36,00	12,50	12,50	46,40	34,40	30,30	59,00	59,70	61,90	7,8	23,0	24,7	15,60	15,10	14,90	38,60	44,10	31,50	12,9	6,7	6,5	24,40	43,50	43,90	70,10	70,10	49,20	44,4	24,9	45,1
VAC	2,40	1,00	0,40	1,14	1,32	1,41	2,02	2,85	2,67	0,605	2,798	2,095	0,83	0,83	0,88	2,91	3,29	2,20	1,359	0,697	0,584	1,47	1,70	1,90	1,26	2,28	2,35	2,291	0,857	4,586

11. táblázat: A 9. és 10. táblázatokhoz kapcsolódó borminta kódokhoz tartozó mintavételezési időpontok.

BOKAD	BOKFK	BOCAB	1. mintavételezési időpont: 2014.április
B11KAD	B11KFK	B11CAB	2. mintavételezési időpont: 2014. szeptember
B12KAD	B12KFK	B12CAB	
B13KAD	B13KFK	B13CAB	
B21KAD	B21KFK	B21CAB	3. mintavételezési időpont: 2015. április
B22KAD	B22KFK	B22CAB	
B23KAD	B23KFK	B23CAB	
B31KAD	B31KFK	B31CAB	4. mintavételezési időpont: 2015. szeptember
B32KAD	B32KFK	B32CAB	
B33KAD	B33KFK	B33CAB	

12. táblázat: A 9. és 10. táblázatokhoz kapcsolódó borminta kódok feloldása:

0. Kadarka	BOKAD
1.2. Kadarka kontroll	B11KAD
2.2. Kadarka ászokhordó	B12KAD
3.2. Kadarka barrique	B13KAD
1.3. Kadarka kontroll	B21KAD
2.3. Kadarka ászokhordó	B22KAD
3.3. Kadarka barrique	B23KAD
1.4. Kadarka kontroll	B31KAD
2.4. Kadarka ászokhordó	B32KAD
3.4. Kadarka barrique	B33KAD
0. Kékfrankos	BOKFK
1. 2. Kékfrankos kontroll	B11KFK
2. 2. Kékfrankos ászokhordó	B12KFK
3.2. Kékfrankos barrique	B13KFK
1. 3. Kékfrankos kontroll	B21KFK
2. 3. Kékfrankos ászokhordó	B22KFK
3.3. Kékfrankos barrique	B23KFK
1.4. Kékfrankos kontroll	B31KFK
2.4. Kékfrankos ászokhordó	B32KFK
3.4. Kékfrankos barrique	B33KFK
0. Cabernet franc	BOCAB
1. 2. Cabernet franc kontroll	B11CAB
2.2. Cabernet franc ászokhordó	B12CAB
3.2. Cabernet franc barrique	B13CAB
1. 3. Cabernet franc kontroll	B21CAB
2.3. Cabernet franc ászokhordó	B22CAB
3.3. Cabernet franc barrique	B23CAB
1.4. Cabernet franc kontroll	B31CAB
2.4. Cabernet franc ászok	B32CAB
3.4. Cabernet Franc barrique	B33CAB

M4: Illó fenolok mennyiségi vizsgálati eredményei az első és a második mintavételezési időpontban, egy éves fahordós érlelést követően, 2015. márciusban és 2015. szeptember hónapban

13. táblázat: Az első mintavételezési időpontban, 2015. márciusban vizsgált illó fenol koncentrációk (mg/l) mértékegységben kifejezve.

Illó fenolok	Kékfrankos ellenminta	Kékfrankos ászokhordó	Kékfrankos barrique	Kadarka ellenminta	Kadarka ászokhordó	Kadarka barrique	Cabernet franc ellenminta	Cabernet franc ászokhordó	Cabernet franc barrique
<i>3,4-dihidroxi-benzoészav</i>									
<i>vanillin</i>					84,03				
<i>2- FEA (fenil-etil-alkohol)</i>	99,15	93,15	95,95	35,60	46,71	51,90	32,55	43,1	30,4
<i>4-etil-katechol</i>	56,24	16,89	48,78	38,53	37,43	50,76			
<i>sziringol (2,66-timetoxi-fenol)</i>	4,26	3,97	3,19	2,98	3,57	3,05			
<i>4-vinil-fenol</i>	38,15	30,53	24,23	26,08	25,86	19,92	2,06	1,84	5,5
<i>4-vinil-gvajakol</i>		1,72							
<i>4-etil-fenol</i>									
<i>4-etil-gvajakol</i>	1,44	0,76	0,67	0,42	0,17	1,69			

14. táblázat: Az első mintavételezési időpontban, 2015. márciusban, vizsgált illó fenol koncentrációk (mg/l) mértékegységben kifejezve.

Illó fenolok	Kékfrankos ellenminta	Kékfrankos ászokhordó	Kékfrankos barrique	Kadarka ellenminta	Kadarka ászokhordó	Kadarka barrique	Cabernet franc ellenminta	Cabernet franc ászokhordó	Cabernet franc barrique
<i>3,4-dihidroxi-benzoészav</i>									
<i>vanillin</i>				338,2	393,70	431,50			
<i>2- FEA (fenil-etil-alkohol)</i>	79,5	59,5	54,5	48,20	96,00	90,80	50,2	80,7	48,8
<i>4-etil-katechol</i>	13,2	13,9	13,7	24,40	10,70	10,80		19,7	
<i>sziringol (2,66-timetoxi-fenol)</i>				1,30	3,60	3,50	3,8		
<i>4-vinil-fenol</i>	14,1	15,5	14,5	5,50	10,00	8,80		4	1,9
<i>4-vinil-gvajakol</i>					0,90	0,80			
<i>4-etil-fenol</i>									
<i>4-etil-gvajakol</i>	0,8				0,70				

M5: A kísérletbe vont borfajták, felhasznált borászati segédanyagok, irányított alkoholos erjedés ideje, hőmérséklete, érleléshez használt fahordók

15. táblázat: A kutatómunka során alkalmazott borfajták, borászati segédanyagok alkoholos erjedés ideje, hőmérséklete és fahordó használat.

Borfajta	Kadarka	Kékfrankos	Cabernet franc
Szüreti időpont	október közepe	október vége	október eleje
Borászati segédanyagok	UVAFERM BDX (Danstar Ferment AG, Zug, Switzerland	UVAFERM BDX (Danstar Ferment AG, Zug, Switzerland	UVAFERM BDX (Danstar Ferment AG, Zug, Switzerland
Alkoholos erjedés időtartama	14 nap	21 nap	14 nap
Alkoholos erjedés hőmérséklete	25-28 °C	18-24 °C	25-28 °C
Ászok hordótípus	első töltésű Zempléni és Mecseki tölgy	öt éves, negyed töltésű Zempléni tölgy	öt éves, negyed töltésű Zempléni tölgy
Barrique hordó típus	első töltésű Zempléni és Mecseki tölgy	harmad töltésű Zempléni tölgy	harmad töltésű Zempléni tölgy

M6: Profilanalízis érzékszervi vizsgálatának leírása

A profilanalízis során a bírálók a minták elemzéséhez leíró kifejezéseket alkalmaznak. A leíró kifejezés a minta egyik tulajdonságára vonatkozik, például a bor testességére, alkohol tartalmára vagy tannin tartalmára utal. Ennek a tulajdonságnak az intenzitását egy skálán értékelik a bírálók. Kutatásomat a ProfiSens szoftverrel kalmazásával végeztem, melyben 12 értékelő vet részt. Első lépésben elkészítettem a mintakiosztást (M6), majd a 100 pontos OIV értékelő táblázatot (M7 és M8), majd a profilanalízis táblázatot (M9), a 27 alkalmazott tulajdonsággal, mintakódokkal. A profilanalízist két ismétlésben végezték az értékelők, a megadott instrukciók alapján. A két vizsgálat között egy hét telt el.

A kóstolás körülményei képekben:

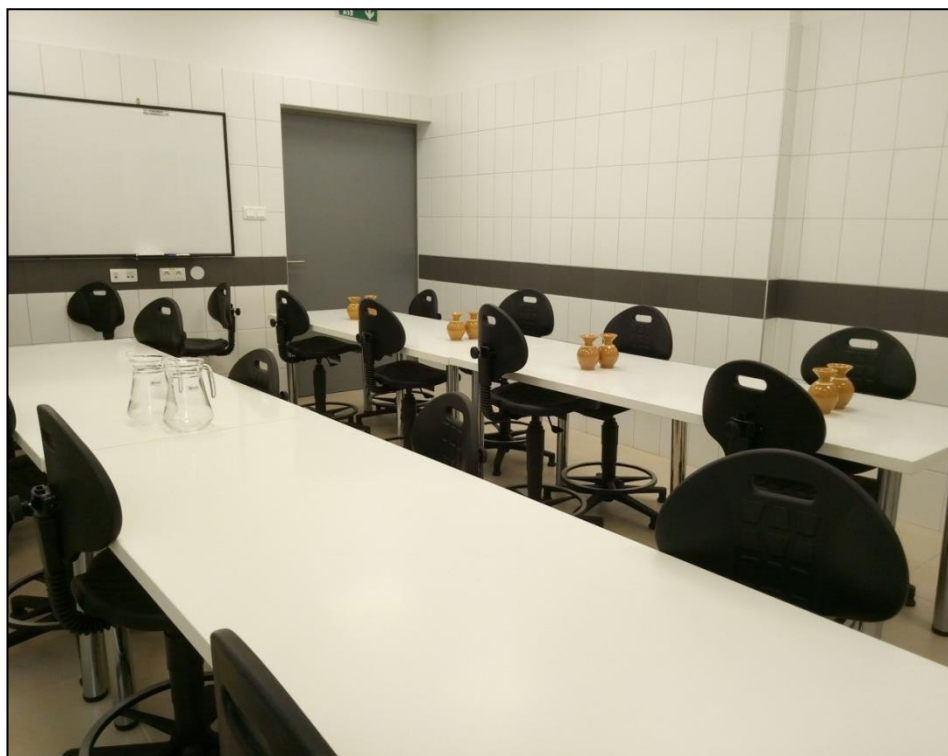
A borok hűtését borhűtő biztosította. A vörösborok kóstolási hőmérséklete 16 °C.



A kóstolóterem állandó hőmérsékletét klímaberendezés biztosította.



A kóstolóterem, ahol a bírálatok zajlottak:



Mintaelőkészítés:



M7:**Mintakiosztás a 12 bíráló részére****Bor
profilanalízis****Vizsgálat dátuma:**

A	KadR
B	KadH
C	CabR
D	CabH
E	KekR
F	KekH

1	B	A	F
	613	835	397
	C	D	E
	856	768	247

2	C	F	A
	184	574	293
	E	B	D
	869	683	836

3	D	E	B
	182	314	729
	A	F	C
	873	308	239

4	E	C	D
	936	249	602
	F	A	B
	361	240	802

5	F	D	E
	469	348	839
	B	C	A
	987	267	670

6	A	B	C
	386	364	248
	D	F	E
	452	246	156

7	B	A	F
	952	257	234
	C	E	D
	894	125	274

8	C	F	A
	571	734	896
	E	D	B
	940	429	365

9	D	E	B
	765	179	375
	A	C	F
	102	798	832

10	E	C	D
	254	710	961
	F	B	A
	612	690	438

11	F	D	E
	720	819	781
	B	A	C
	592	354	840

12	A	B	C
	103	496	721
	E	D	F
	594	937	137

CabH – produced Cabernet franc: üzemi hordóminta Cabernet franc

CabR – commercial Cabernet franc: kereskedelmi forgalomban lévő referencia Cabernet franc

KadH – produced Kadarka: üzemi hordóminta Kadarka

KadR – commercial Kadarka:

KekH – produced Kékfrankos: üzemi hordóminta Kékfrankos

KekR – commercial Kékfrankos: kereskedelmi forgalomban lévő referencia Kékfrankos

M8: I. 100 pontos bírálat

Az első 100 pontos értékelés ideje: 2018. december 03.

M4								
Bíró: 2.								
Minta: 869			Nagyon Kiváló	jó	Jó	Megfelelő	Elégtelen	Pontszám
Megjelenés	Tisztaság	5	4	3	2	1	5	
	Szín	10	8	6	4	2	6	
Illat	Intenzitás	8	7	6	4	2	4	
	Fajtakarakter	6	5	4	3	2	3	
		Minőség	16	14	12	10	8	10
Zamat	Intenzitás	8	7	6	4	2	6	
	Fajtakarakter	6	5	4	3	2	3	
		Minőség	22	19	16	13	10	13
		Hosszúság	8	7	6	5	4	5
		Összbenyomás	11	10	9	8	7	8
		Kizárva						
						Összesen	63	

Bíró: 2.								
Minta: 683			Nagyon Kiváló	jó	Jó	Megfelelő	Elégtelen	Pontszám
Megjelenés	Tisztaság	5	4	3	2	1	5	
	Szín	10	8	6	4	2	8	
Illat	Intenzitás	8	7	6	4	2	6	
	Fajtakarakter	6	5	4	3	2	4	
		Minőség	16	14	12	10	8	14
Zamat	Intenzitás	8	7	6	4	2	4	
	Fajtakarakter	6	5	4	3	2	3	
		Minőség	22	19	16	13	10	13
		Hosszúság	8	7	6	5	4	6
		Összbenyomás	11	10	9	8	7	8
		Kizárva						
						Összesen	71	

M9. II. 100 pontos bírálat

A második 100 pontos értékelés ideje: 2018. december 10.

M5		Nagyon					Pontszám
Bíró: 2.		Kiváló	jó	Jó	Megfelelő	Elégtelen	
Minta: 869							
Megjelenés	Tisztaság	5	4	3	2	1	5
	Szín	10	8	6	4	2	4
Illat	Intenzitás	8	7	6	4	2	6
	Fajtakarakter	6	5	4	3	2	5
	Minőség	16	14	12	10	8	12
Zamat	Intenzitás	8	7	6	4	2	4
	Fajtakarakter	6	5	4	3	2	3
	Minőség	22	19	16	13	10	13
	Hosszúság	8	7	6	5	4	6
	Összbenyomás	11	10	9	8	7	8
	Kizárva						
						Összesen	66

Bíró: 2.		Nagyon					Pontszám
Minta: 683		Kiváló	jó	Jó	Megfelelő	Elégtelen	
Megjelenés	Tisztaság	5	4	3	2	1	5
	Szín	10	8	6	4	2	6
Illat	Intenzitás	8	7	6	4	2	6
	Fajtakarakter	6	5	4	3	2	3
	Minőség	16	14	12	10	8	12
Zamat	Intenzitás	8	7	6	4	2	7
	Fajtakarakter	6	5	4	3	2	5
	Minőség	22	19	16	13	10	16
	Hosszúság	8	7	6	5	4	7
	Összbenyomás	11	10	9	8	7	9
	Kizárva						
						Összesen	76

M10: Profilanalízis



SZIE

ÁÉMT



Bor profilanalízis

Bíráló kódja

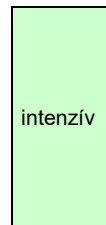
Tulajdonságok

1. színintenzitás	184	60	világos	<		>	sötét
	574	40		<		>	
	293	30		<		>	
	869	45		<		>	
	683	60		<		>	
	836	75		<		>	
2. poros	184	15	áttetsző	<		>	poros
	574	0		<		>	
	293	0		<		>	
	869	0		<		>	
	683	5		<		>	
	836	10		<		>	
3. gliceringyűrű	184	30	vékony	<		>	vastag
	574	15		<		>	
	293	30		<		>	
	869	30		<		>	
	683	35		<		>	
	836	35		<		>	
4. Golbális illatintenzitás	184	65	gyenge	<		>	intenzív
	574	75		<		>	
	293	50		<		>	
	869	30		<		>	
	683	55		<		>	
	836	50		<		>	
5. pirosbogyós gyümölcs illat	184	40	gyenge	<		>	intenzív
	574	50		<		>	
	293	30		<		>	
	869	20		<		>	
	683	45		<		>	
	836	25		<		>	
6. konyakmeggy illat	184	30	gyenge	<		>	intenzív
	574	10		<		>	
	293	0		<		>	
	869	5		<		>	
	683	15		<		>	
	836	5		<		>	
	184	5	gyenge	<		>	intenzív

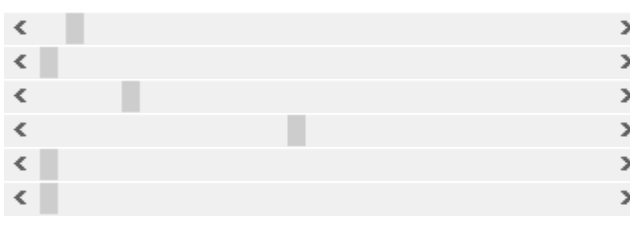
7. vaníliaillat			
	574	0	
	293	35	
	869	0	
	683	5	
	836	10	



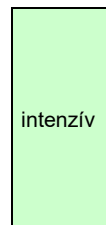
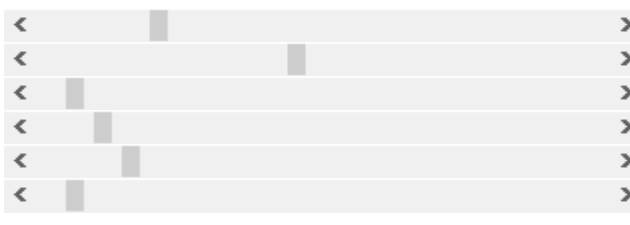
8. étcsokoládé é illat	184	15	gyenge
	574	0	
	293	10	
	869	0	
	683	10	
	836	5	



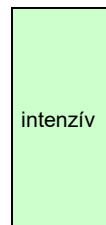
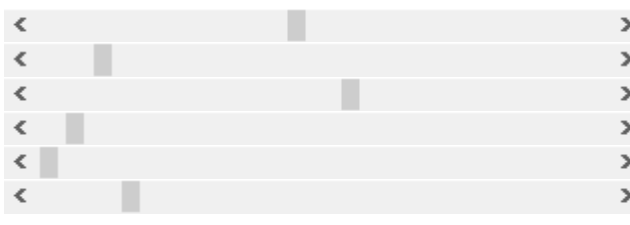
9. fás illat	184	5	gyenge
	574	0	
	293	15	
	869	45	
	683	0	
	836	0	



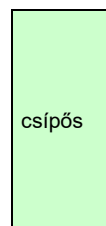
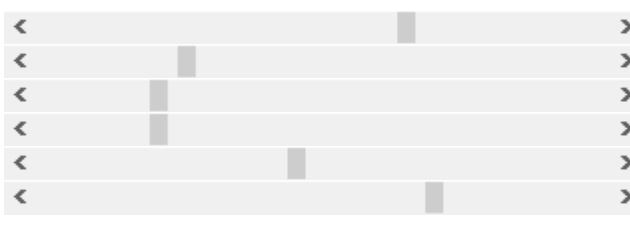
10. fűszeres illat	184	20	gyenge
	574	45	
	293	5	
	869	10	
	683	15	
	836	5	



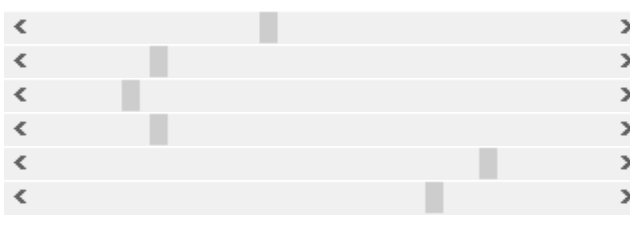
11. éretlen/zöld es illat	184	45	gyenge
	574	10	
	293	55	
	869	5	
	683	0	
	836	15	



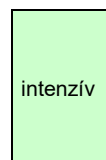
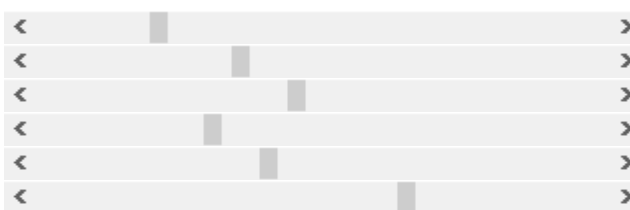
12. savéretet	184	65	bársonyos
	574	25	
	293	20	
	869	20	
	683	45	
	836	70	



13. asztringencia (tanninok)	184	40	gyenge
	574	20	
	293	15	
	869	20	
	683	80	
	836	70	



14. Golbális ízintenzitás	184	20	gyenge
	574	35	
	293	45	
	869	30	



	683	40	
	836	65	

--

15. pirosbogyós gyümölcs íz	184	15	gyenge
	574	20	
	293	35	
	869	10	
	683	10	
	836	30	



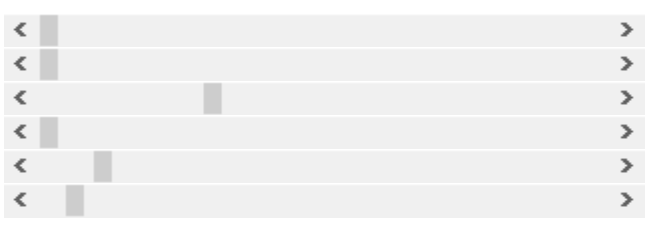
intenzív

16. alkohol íz	184	20	gyenge
	574	10	
	293	20	
	869	5	
	683	25	
	836	10	



intenzív

17. vanília íz	184	0	gyenge
	574	0	
	293	30	
	869	0	
	683	10	
	836	5	



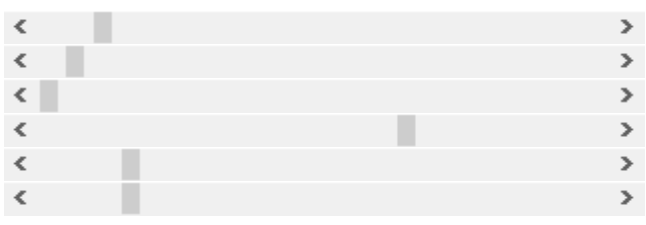
intenzív

18. étcsokoládé íz	184	15	gyenge
	574	10	
	293	20	
	869	0	
	683	5	
	836	0	



intenzív

19. fás íz	184	10	gyenge
	574	5	
	293	0	
	869	65	
	683	15	
	836	15	



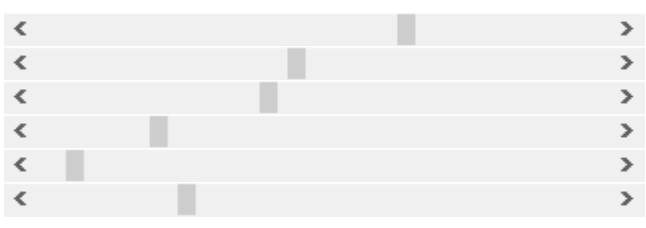
intenzív

20. fűszeres íz	184	5	gyenge
	574	15	
	293	0	
	869	10	
	683	15	
	836	10	



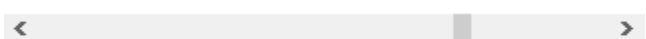
intenzív

21. éretlen/zöld es íz	184	65	gyenge
	574	45	
	293	40	
	869	20	
	683	5	
	836	25	



intenzív

	184	75	gyenge
--	-----	----	--------

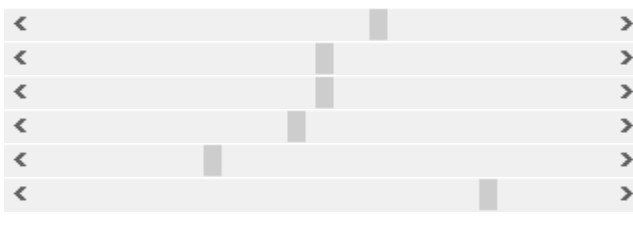


intenzív

22. keserű íz			gyenge
	574	30	
	293	20	
	869	30	
	683	10	
	836	50	



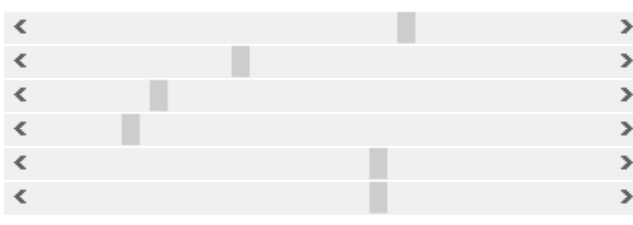
23. savanyú íz	184	60	gyenge
	574	50	
	293	50	
	869	45	
	683	30	
	836	80	



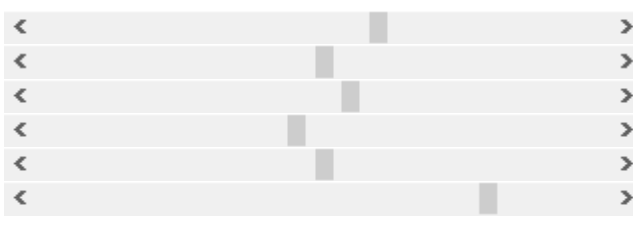
24. édes íz	184	0	gyenge
	574	0	
	293	0	
	869	5	
	683	0	
	836	0	



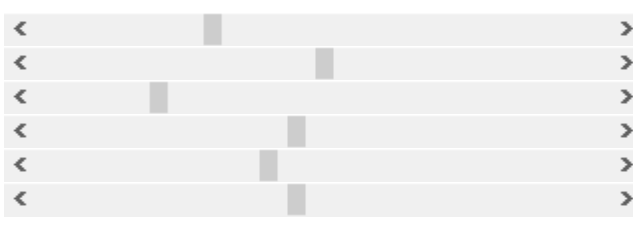
25. nyers utóíz	184	65	gyenge
	574	35	
	293	20	
	869	15	
	683	60	
	836	60	



26. savanyú utóíz	184	60	gyenge
	574	50	
	293	55	
	869	45	
	683	50	
	836	80	



27. mellékíz intenzitás	184	30	gyenge
	574	50	
	293	20	
	869	45	
	683	40	
	836	45	



Kész

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Mindenekelőtt köszönettel tartozom témavezetőmnek, Nyitrai Dr. Sárdy Diána Ágnesnek és korábbi témavezetőmnek Dr. Kállay Miklósnak a doktori munkám során nyújtott szakmai segítségükért és iránymutatásért.

Szeretném megköszönni Mészáros Pál, Módos Ernő és Vida Péter önzetlen szakmai segítségét, a rendelkezésemre bocsátott bormintákat, melyeket üzemi körülmények között készítettek és érleltek, tiszteletben tartva azokat az instrukciókat, melyek hozzájárultak a doktori munkám elvégzéséhez.

Szintén köszönet illeti a Borászati Tanszék valamennyi oktatóját és dolgozóját, akik szakmai segítségükkel segítették munkám előrehaladását. Külön köszönet illeti Dr. Sólyom-Leskó Annamáriát és Hegyiné Kiss Zsuzsannát a kísérleti boraim vizsgálati során nyújtott segítségükért.

Köszönettel tartozom Dr. Bajusz-Rác Anitának, Dr. Geréné Dr. Radványi Dalmának és Dr. Gere Attilának, a doktoranduszi éveink alatt nyújtott rengeteg biztatásért és a disszertációm elkészítése során nyújtott szakmai tanácsért és útmutatásért. Külön köszönettel tartozom Dr. Bajusz-Rác Anitának és Dr. Bajusz Dávidnak az adataim statisztikai elemzése során nyújtott szakmai segítségéért.

Végül, de nem utolsó sorban végtelen hálával tartozom Férjemnek akinek kitartó biztatása, türelme és megértése nélkül nem született volna meg doktori munkám.