



**BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM**

**TOKAJI ASZÚ BOROK EREDETVIZSGÁLATA SZŐLŐK ÉS BOROK  
AMIN- ÉS SAV-ÖSSZETÉTELE ALAPJÁN**

**Doktori értekezés**

Készítette:  
KISS JUDIT

Készült:  
A Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet Analitikai Osztályán.

BUDAPEST

2007

**A doktori iskola**

**megnevezése:** Élelmiszertudományi Doktori Iskola

**tudományága:** Élelmiszertudományok

**vezetője:** Dr. Fodor Péter  
egyetemi tanár, DSc  
Budapesti Corvinus Egyetem

**témavezető:** Sassné dr. Kiss Ágnes  
tudományos főmunkatárs, Ph.D.  
Központi Élelmiszer-tudományi Kutató Intézet  
Analitikai Osztály

**A doktori iskola- és a témavezető jóváhagyó aláírása:**

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

.....  
Az iskolavezető jóváhagyása

.....  
A témavezető jóváhagyása

A Budapesti Corvinus Egyetem Élettudományi Doktori Tanács 2007. június 12-i határozatában a nyilvános vita lefolytatására az alábbi bíráló Bizottságot jelölte ki:

## **BÍRÁLÓ BIZOTTSÁG**

### **Elnöke**

Dr. Deák Tibor, DSc

### **Tagjai**

Dr. Fodor Péter, DSc

Dr. Jánosi Anna, Ph.D.

Dr. Tömösközi Sándor, Ph.D.

Dr. Korány Kornél, CSc

### **Opponensek**

Dr. Lelik László, CSc

Simonné Dr. Sarkadi Lívია, CSc

### **Titkár**

Dr. Jánosi Anna, Ph.D.

## TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés .....	6
2. Irodalmi áttekintés .....	9
2.1. Tokaji borok .....	9
2.1.1. Tokaji borok hamisítása .....	9
2.1.2. Eredetvédelem .....	11
2.1.3. Tokaji szőlőfajták .....	12
2.1.4. Tokaji borfajták .....	13
2.1.4.1. Száraz fajtaborok.....	13
2.1.4.2. Kései szüretelésű borok.....	13
2.1.4.3. Tokaji borkülönlegességek ismertetése.....	13
2.2. Rothadási folyamatok a szőlőn.....	15
2.2.1. A nemesrothadás.....	15
2.2.1.1. Az aszúkészítés .....	16
2.2.1.2. Változások a must összetételében nemesrothadás során.....	17
2.2.2. Egyéb rothadási folyamatok a szőlőn .....	17
2.2.2.1. Szürkerothadás .....	17
2.2.2.2. Vegyes rothadás .....	18
2.3. Biogén aminok.....	18
2.3.1. Normál borok amintartalma .....	20
2.3.2. Tokaji szőlők és aszú borok amintartalma .....	22
2.3.3. Biogén aminok mérésének lehetőségei .....	23
2.4. Szerves savak .....	28
2.4.1. A szerves savak változása a szőlőbogyóban .....	28
2.4.2. Borok szerves sav összetétele.....	29
2.4.3. Változások a must szerves sav összetételében nemesrothadás során .....	31
2.4.4. Szerves savak mérésének lehetőségei .....	31
3. Anyag és módszer .....	34
3.1. Anyagok és eszközök.....	34
3.2. Vizsgált minták.....	35
3.2.1. Szőlőminták.....	35
3.2.1.1. Szőlőszemek minta-előkészítése aminok és szerves savak mérése esetén.....	35
3.2.2. Borminták.....	36
3.3. Az elválasztás körülményei.....	37
3.3.1. Aminok mérése.....	37
3.3.2. Szerves savak mérése.....	39
3.4. Mikrobiológiai vizsgálatok .....	41
3.5. Alkalmazott statisztikai módszerek .....	41
3.5.1. Főkomponens-analízis .....	41
3.5.2. Diszkriminancia-analízis .....	42
3.5.3. Klaszteranalízis.....	42
4. Eredmények és értékelésük.....	43
4.1. Szőlőminták vizsgálata .....	43
4.1.1. Fertőzött szőlőszemek felületének mikrobiológiai összetétele .....	43
4.1.2. A mikrobióta hatása szőlők amin-tartalmára.....	44
4.1.2.1. Szőlőminták amin-összetételének összehasonlítása és statisztikai kiértékelése	47
4.1.3. A fajták és a származási hely hatása szőlők amin-összetételére .....	55

4.1.4.	Szőlőminták savtartalma .....	58
4.1.4.1.	A szőlőminták sav-összetételének statisztikai kiértékelése és összehasonlítása	59
4.1.4.2.	A mikrobióta hatása szőlők sav-tartalmára .....	60
4.1.4.3.	Szőlőminták borkősav-almasav aránya .....	62
4.1.4.4.	Szőlőminták sav-összetételének vizsgálata többváltozós módszerekkel .....	63
4.2.	Borok vizsgálati eredményei .....	65
4.2.1.	A vizsgált borok amintartalma .....	65
4.2.2.	Tokaji aszú borok elkülönítésének lehetőségei más boroktól .....	68
4.2.2.1.	Komponensarány és pókháló diagramok.....	68
4.2.2.2.	Borok statisztikai elemzése.....	71
4.2.2.3.	Többváltozós statisztikai vizsgálat.....	71
4.2.3.	Külföldi botritiszes borok közötti hasonlóság vizsgálata.....	76
4.2.4.	Borok szerves sav-összetétele .....	77
4.2.5.	Aszúborok sav-összetételének többváltozós statisztikai elemzése.....	78
4.2.6.	Borok amin- és sav-összetételének együttes vizsgálata .....	80
4.2.6.1.	Minőség-ellenőrzési módszer alapjai .....	81
4.3.	Új tudományos eredmények .....	84
5.	Összefoglalás .....	86
6.	Summary .....	88
7.	Jelölések, rövidítések .....	90
	Mellékletek .....	92
M1	Irodalomjegyzék .....	92
M2	Táblázatok .....	100
M3	Ábrajegyzék .....	112
M4	Táblázatjegyzék .....	113
M5	Publikációs lista.....	114

## 1. BEVEZETÉS

A mezőgazdasági termékek, szűkebb értelemben az élelmiszerek eredetvédelme a mai piaci versenyhelyzetben alapvető jelentőségű. Mindazon termékek, amelyek megfelelnek a „Védett eredetmegjelölés”, a „Védett földrajzi jelzés”, vagy a „Garantáltan hagyományos és különleges” kategóriákba sorolás szempontjainak, felértékelődnek.

A kiváló magyar borászok termékei mellett, a fogyasztó néha találkozhat gyenge minőségű, kellemetlen ízű, esetleg hamisított borokkal, melyek a fogyasztónak és a minőségi termelőknek is kárt okozhatnak. Ennek köszönhetően, azok a módszerek, amelyek olyan különleges termék, mint például a Tokaji aszú azonosításának és eredetének meghatározására alkalmasak, gazdasági és egészségügyi szempontból is különösen fontosnak tekinthetők.

A szakirodalom egyre gazdagabb olyan analitikai módszerek tekintetében, amelyek arra irányulnak, hogy egy termék eredete, azonossága megállapítható legyen (VOGELS et al., 1993; ARVANITOYANNIS et al., 1999; CORDELLA et al., 2002). Azonban, ennek az elvárásnak a teljesítése, sok esetben még a mai napig sem megoldott.

Az eredet-meghatározás kutatási stratégiája, olyan komponens(ek) vagy vegyületcsoport(ok) keresése és tanulmányozása, amely(ek) jellemző(ek), azaz specifikus(ak) egy adott termékre vagy termékfajtára. Több eredményes kutatómunka is bebizonyította, hogy különféle kémiai paraméterek, mint például nyomelemek, szerves savak, aminosavak és izotóp-összetétel alapján megkülönböztethetők a szőlőfajták, az évjáratok és a különböző földrajzi területek (SUHAJ és KORENOVSKÁ, 2005; ETIÉVANT et al., 1989; DAY et al., 1995; LATORRE et al., 1994). Ebben a vonatkozásban az aminok vizsgálatának is fontos szerep tulajdonítható, mivel a biológiailag aktív aminok (biogén aminok) egy része és a primer alifás aminok a nemesrothadás során keletkeznek az aszú bogyókban (SASS-KISS és HAJÓS, 2005; HAJÓS et al., 2000; SASS-KISS et al., 2000).

Egy termék földrajzi származásának meghatározása, hitelességének megállapítása komplex feladatot jelent, mert egymástól független, és egymással kölcsönhatásban lévő tényezők együttesen határozzák meg egy termék kémiai összetételét. A tokaji aszúborokra vetítve, ez azt jelenti, hogy ezeknek a borspecialitásoknak sajátos jellege az aszú szemeknek, valamint évszázadok során kialakult borkészítési kultúrának köszönhető, ami a kémiai összetevők bizonyos fokú változékonysága mellett viszonylagos hasonlóságában is megnyilvánul. Gondoljunk arra, hogy az aszú szőlőből készült tokaji borok minősége (kémiai összetétele) milyen széles skálán mozoghat az évjáratától, a termőhelytől függően, milyen változásokon megy keresztül az aszú szemek összegyűjtésétől kezdődően, a borkészítési technológiát követően az érlelésen és tároláson át a pohárba jutásig.

A biogén aminok egy része, a poliaminok (putreszcin, a spermidin és a spermin), amelyek az élő szervezetekben megtalálható vegyületek, részt vesznek a sejtnövekedésben, a nukleinsavak és fehérjék szintézisében, lipidek stabilizációjában. Másik csoportba sorolhatók azok az élelmiszerekben (savanyú káposzta, sajt) és italokban (sör, bor) megtalálható biogén aminok, amelyek elsősorban aminosavak mikrobiális dekarboxileződése útján keletkeznek. Élettani szempontból kiemelendő a hisztamin, a tiramin és a fenil-etil-amin, amelyek egy adott koncentráció felett allergiás tüneteket válthatnak ki az embereknél valamint vazóaktív és pszichoaktív hatásúak. Ezek a vegyületek az élelmiszerek gyártása során minden olyan folyamatban (fermentáció) keletkeznek, amelyekben mikrobák (baktérium, élesztő, penész) vesznek részt. A biogén aminok nemcsak a higiénia, a technológia jelző vegyületei lehetnek, hanem tanulmányozásukkal az aszú szemek kialakulására, a *Botrytis cinerea* tevékenységére is választ kaphatunk.

A világhírű Tokaji aszú borok legfontosabb alapanyagát, a *Botrytis cinerea* hatására végbemenő nemesrothadás során képződött aszúszemek alkotják. A *Botrytis cinerea* közönséges esetben a növények, így a szőlő ellensége is (szürkepenész) lehet, amely a zöld növényi részeket, de leginkább a termést károsítja. Némely szőlőfajta, talaj és klimatikus tényező szerencsés találkozása esetén, így a Tokaj-hegylajai borvidéken is, a *Botrytis cinerea* csak nagyon lassan tud terjedni, a bogyón lassú koncentrálódási folyamatot indítva el a bogyó belsejében. Ennek a nemesrothadásnak tulajdonítható az aszú szőlő gazdag, jellegzetesen mély és széles ízvilága.

A *Botrytis cinerea* szőlőkre, borokra gyakorolt hatásának tanulmányozását a Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet (KÉKI) Táplálkozástudományi és Analitikai Osztályának munkatársai indították el 1997-ben. A KÉKI Analitikai Osztályának munkatársaként, a botritiszes szőlőkkel és borokkal kapcsolatos kutatásokban 2002 óta veszek részt.

A korábbi kutatásokat folytatva, kutatómunkám célja:

- A tokaji aszúborok minőségének, és eredetének védelmében egy olyan minőségellenőrzési módszer alapjainak kidolgozása volt, amelynek segítségével elkülöníthetőek az aszú szemekből készített borok a normál boroktól, illetve a tokaji aszúborok megkülönböztethetőek a külföldi botritizálódott szőlőszemekből készített desszert boroktól.

Kutatómunkámat két irányban végeztem:

Az egyik témakörben *szőlőfajtákat* vizsgáltam azzal a céllal, hogy a szőlő aszúsodása során végbemenő változásokat nyomonkövessem:

- Ennek érdekében tanulmányoztam a szőlőn megtelepedő *Botrytis cinerea* és egyéb mikroorganizmusok hatását a különböző fajtájú szőlőszemek amin- és savösszetételére egészséges (ép, töppedt) valamint fertőzött szőlőszemek (aszú, szürke- és zöldrothadt) összehasonlító vizsgálatával.
- A főbb szőlőfajták (furmint, hárslevelű) mellett egyéb, Tokaji borvidéken honos illetve telepítésre szánt szőlőfajtákat vizsgáltam, választ keresve a szőlőszemek aszúsodásra való hajlamára.
- Tanulmányoztam a dülők hatását.

A kutatómunka másik irányvonalát, különböző helyről származó, botritiszes és normál **borok vizsgálatai** jelentették.

- Nagyszámú tokaji aszú és külföldről származó botritiszes bor valamint egyéb hazai botritiszes és normál (nem-botritiszes) bor amin- és savösszetételét tanulmányoztam.
- Többváltozós statisztikai módszerek alkalmazásával elemeztem a mért adatokat abból a célból, hogy tanulmányozzam a borminták kémiai összetétele közötti hasonlóságot illetve különbséget.



## 2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

### 2.1. Tokaji borok

#### 2.1.1. Tokaji borok hamisítása

„*Búzám annyi van, amennyit Isten ád, de borom annyi, amennyit én akarok.*” – ismeri be az ősi mondás. S valóban, a borkészítés több ezer éves története nem más, mint egyúttal a borhamisítások elleni küzdelem története is (CSOMA, 1999).

A hamisított bor magában foglalja a műbor fogalmát, de jelenti azokat a szőlő alapanyagból készült italokat is, amelyeket a meg nem engedett eljárásokkal és adalékokkal készítettek, valamint az adott minőségi bortípusra meghatározott előírások megszegésével állítottak elő (a bor megtévesztő minősítése). A borral kapcsolatos csalások, manipulációk okát mindig egyfajta hiánypótlásra, nyereszkedésre és szigorú borellenőrzés vagy jogszabály hiányára vezethetjük vissza. Az ismeretlen eredetű, összetételű, ellenőrizetlen borok nem csak a fogyasztó egészségére jelentenek veszélyt, de egy-egy felröppenő sajtóhír ronthatja a magyar borok piaci megítélését is (ROHÁLY (Szerk.), 2001).

A régebbi évszázadok borhamisítása általában azokon a borvidékeken és bortermelő helyeken terjedt el, ahol kiváló minőségű borokat lehetett várni a kedvező évjáratoktól. Például amióta a közönséges borokon kívül a XVI. század közepétől megjelentek az aszúk, majd pedig a szamorodnik és a másolások is, azóta léteznek a lőrék és a seprűborok. Nagyváthy János (az első magyar nyelvű mezőgazdasági szakkönyv írója) megfigyelte és szóvá tette, hogy a jobbágyparasztok a gyengébb aszús évjáratokban Tokaj-hegyalján úgy próbáltak aszúhoz hasonló édes bort készíteni, hogy kenyérsütés után a kemencébe rakták töppedni a szőlőfürtöket. Noha azok összetöppedtek, a biológiai aszúsodáson nem mentek keresztül, s a belőlük készült borok édes, de nem az aszúra jellemző ízű, zamatú és illatú nedűk voltak (CSOMA, 1999).

Ma is igaz még, hogy minél értékesebb egy bor, annál gyakoribb a hamisítása. Hamis tokaji borokat világszerte forgalmaznak. Külföldön sokan azt hiszik, hogy a tokaji előállítását valamiféle „borkészítési” eljárással történik. Ebből a téves felfogásból adódik a tokaji utánzásának a kísérlete és egyben a kudarca. A tokaji elnevezést mégis számos országban használják (PAP, 1985).

Különböző hivatkozási alapok szolgálnak a fogyasztót megtévesztő hamis borok forgalmazására. Franciaországban arra hivatkoznak, hogy 1500-as években báró Lazarus de Schwendi a töröktől elfoglalta Tokajt és Szerencset és itt ismerte meg a tokaji bort. Eltávozásakor több szekér tokaji szőlővesszőt vitt magával Elzászba. Ez szolgál hivatkozási alapul a Tocai Pinot gris és a Tokay d' Alsace forgalmazására (TATTAY, 2001). Észak-Olaszországban egy Tocai

Friulano elnevezésű szőlőfajtát, illetőleg az abból készült bort forgalmazzák. A franciákhoz hasonlóan, ez az ital sem mutat rokonságot a mi tokaji borainkkal (DÉKÁNY, 1997). Magyarország és az Európai Unió közötti megállapodás szerint Franciaország és Olaszország engedélyt kapott, hogy 2007-ig törvényesen használhatják a tokaji nevet a nyelvterület írásmódjában. Kaliforniában a magyar származású Haraszty Ágoston sonomai szőlőbirtokára Xantus János vitt ki 1857-ben tokaji szőlővesszőket. Szlovákiában azért termelhettek áltokaji bort, mert a Trianoni szerződés alapján a Tokaj-hegyaljai borvidékről két községet, Kistornyát és Szöllőskét Szlovákiához csatolták. E községekben a magyar tokajinál lényegesen gyengébb minőségű és más adottságú borokat készítenek (TATTAY, 2001). A következő táblázat bemutat néhány országban ma is használatban lévő, megtévesztő tokaji megnevezést (1. táblázat). A feltüntetett országok termelőinek többsége jogtalanul használja a tokaji megjelölést.

**1. táblázat** Megtévesztő tokaji megnevezések

<b>Ország</b>	<b>Megnevezés</b>
Ausztrália	Australian Tokay
Izrael	Carmel Tokay Israel Tokay
Franciaország	Tokay d' Alsace Tocai Pinot gris
Svájc	Flurlinger Tokajer
Szlovénia	Tokajec Tokaj
Olaszország	Tocai Friulano Tocai di Lison Tocai Italic Tocai di Ippis Tocai del Piave
Amerikai Egyesült Államok	Flame Tokay California Tokay
Kanada	Canadian Tokay
Oroszország	Tokaj Juzsnobereznij
Szlovákia	Tokaysky Vyber Tokay

Forrás: ROHÁLY (Szerk.), 2001

### 2.1.2. Eredetvédelem

A borok világpiacán a magyar boroknak is újabb kihívásokkal kell szembenéznük, ezért a fogyasztókért való küzdelem egyik kimagaslóan fontos eszköze az eredetvédelmi előírások pontos rögzítése, az eredetvédelmi rendszer zökkenőmentes és megbízható működése. Az eredetvédelem jelenlegi eszközrendszere tekintetében két párhuzamosan egymás mellett létező rendszerről beszélhetünk, az egyik a bortörvény (2004. évi XVIII. törvény), a másik a védjegy törvény (2003. évi CII. törvénnyel módosított 1997. évi XI. törvény) szabályozásán alapul (ZILAI, 2001).

A 2004. évi XVIII. törvény alapján a borok eredetvédelmi szabályairól szóló 97/2004. (IV.3.) FVM rendelet (és annak módosítása, a 9/2006. FVM rendelet) tartalmazza a „védett eredetű bor” előállítására vonatkozó részletes előírásokat, a tájborok földrajzi eredetjelölésére használható földrajzi egységek megnevezéseit, valamint a borvidékek, a borvidéki körzetek és borvidéki települések felsorolását (SZABÓ, 2005, 2006).

Az eredetvédelem és a minőségvédelem szoros egységet alkot egymással. Eredetvédelem csak olyan termékeket illet meg, amelyek kimagasló vagy kivételes minősége egy meghatározott földrajzi környezetnek, továbbá e környezetben munkálkodó emberi tényezőknek tulajdonítható vagy ezekkel áll összefüggésben. Ennél fogva egy termék meghatározott eredete önmagában nem érték, ha nem párosul az eredettel összekapcsolható magas minőséggel. Védett eredetű termék esetén az adott területről származó rossz minőség nagyobb mértékben rontja a termék hírnevét, mint az eredetmegnevezéssel visszaélő hamisítvány (ZILAI, 2001).

A bor-eredetvédelem szűkebb értelemben a borvidékek, bortermőhelyek neveinek és más borra vonatkozó megjelölések földrajzi árujelzőként vagy védjegyként megvalósuló jogi oltalmát, és valóság-hű használatának biztosítását, továbbá intézményes védelmét jelenti.

A borszakemberek értelmezése szerint azonban, a bor-eredetvédelem lényegesen magasabb követelményeket támaszt, mint az árujelzők általános védelme. A bor-eredetvédelem tágabb értelemben tehát nemcsak a termék kereskedelemben való jelenlétét, hanem a szőlőtermelést, borkészítést, borkezelést, bortárolást, borszállítást is magában foglalja. A bor-eredetvédelem védi a borelőállítás és kezelés vertikális rendszerét (TATTAY, 2001).

A Tokaj, Tokay, Tokayer név nemzeti és nemzetközi eredet-megjelölésként 1970. szeptember 11. óta áll oltalom alatt. Természetesen az oltalom kiterjed a Tokaji aszú, Tokaji szamorodni, Tokaji furmint, Tokaji hárslevelű és a Tokaji muskotály borokra is. A Tokaji szamorodni, Tokaji aszú ábrás védjegyként már a 60-as évek óta védjegyoltalom alatt áll Magyarországon. A Tokaj-hegyaljai borvidéken lefolytatott privatizáció eredményeként számos részvénytársaság alakult a tokaji borok termelésére és forgalmazására. A Tokaj-hegyaljai Rt.-k különböző védjegyeket jelentettek be. Így többek között a Disznókő Rt. és Tokaj-Hétszőlő Rt.. A tokaji borok ábrás

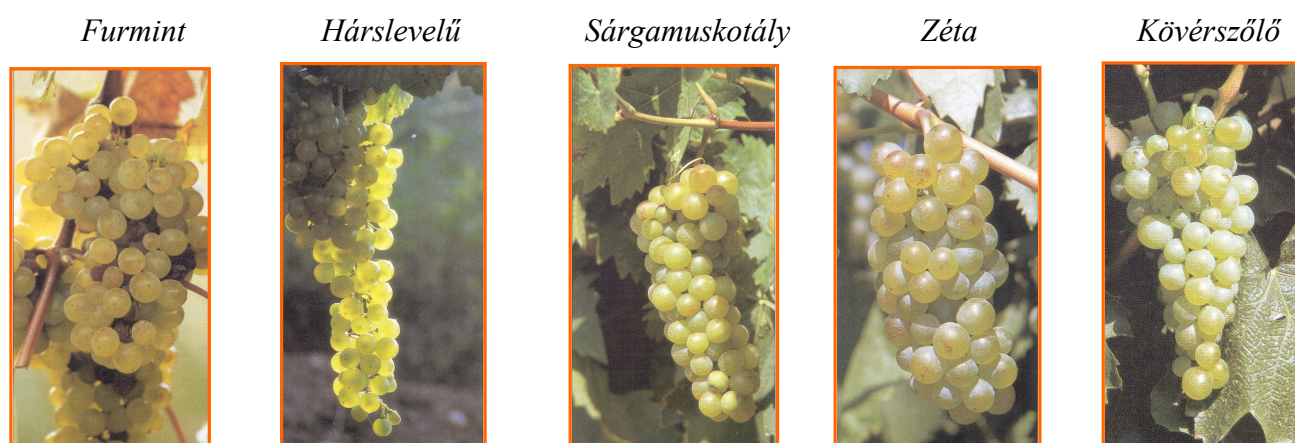
védjegyként több mint 30 országban oltalomban részesülnek nemzeti és nemzetközi védjegyként (TATTAY, 2001).

### 2.1.3. Tokaji szőlőfajták

Világviszonylatban is ritka, hogy termőhely és fajta ilyen szerencsésen találkozzék, mint Tokaj-Hegyalja fő fajtái, a *furmint* és *hárslevelű* esetében. Ezeknek a fajtáknak a termése kedvező időjárási viszonyok esetén aszúsodik, azaz nemesrothadáson megy át, amely megteremti a tokaji borkülönlegességek alapját (KÁLLAY és EPERJESI, 2002).

A Tokaj-hegyaljai borvidéken jelenleg négy szőlőfajta telepítése megengedett. A *furmint* (késői, október második felében érő fajta) a területek 65, a *hárslevelű* (érése *furminthoz* hasonlóan kései) 30%-án található, míg a fennmaradó rész nagyobbik hányadán *sárga muskotály* terem. Egyre több helyen tűnik fel az 1990 óta engedélyezett, Bouvier és *Furmint* keresztezésével előállított *zéta* (*oremus*), amely elsősorban korai érésével (*furmintnál* 4-6 héttel korábban érik) és jó aszúsodó képességével szerzett népszerűséget magának, ugyanakkor gyengébb az ellenálló képessége (ALKONYI, 2000; HARASZTI, 2002).

A szakemberek szerint hamarosan nagyobb szerep juthat két régi helyi szőlőfajtának, a *góhérnak* és a *kövérshőlőnek*, valamint a *furmintklónoknak*. A *kövérshőlő* mindössze néhány éve, 1998-ban szerzett állami minősítést, és a közeljövőben várhatóan a telepítésre ajánlott fajták közé kerül Tokaj-Hegyalján. A *Furmintnál* 10-14 nappal korábban érik, sok és jó minőségű aszút terem. Az értekezésben vizsgált szőlőfajták az **1. ábrán** láthatóak.



**1. ábra**

A vizsgált tokaji szőlőfajták

Forrás: ALKONYI, 2000

#### **2.1.4. Tokaji borfajták**

Hosszú évszázadok alatt a feldolgozás módozatainak, a minőségnek és az igényeknek megfelelően változatos borkategóriák alakultak ki Hegyalján. A borok készítésének módját szokások és rendeletek is szabályozták, sőt napjainkban is szabályozzák (PAP, 1985).

##### **2.1.4.1. Száraz fajtaborok**

A termés nagy részét ezen a vidéken a száraz tételek adják, bár az írott forrásokban csak meglehetősen későn, a XVIII. század elején tűnt fel a legegyszerűbb, száraz tokaji bortípus megnevezése, az ordinárium. Az egykori ordinárium mai utódai azok a fajtaborok, amelyek szinte kizárólag fajtatisztán kerülnek forgalomba, mint Tokaji Furmint, Tokaji ó-furmint (legalább négy éves érlelés eredménye), Tokaji Hárslevelű, Tokaji Sárga Muskotály vagy Tokaji Zéta (ALKONYI, 2000).

##### **2.1.4.2. Kései szüretelésű borok**

Napjainkban elég sokféle kései szüretelésű bor létezik, a félszáraztól az édesig terjedő tartományban. Valószínűleg a jövőben a borvidék írott vagy íratlan formában pontosabban szabályozza ezt a borkategóriát. A kései szüretelés elsősorban a borászatot, míg az aszúborok elsősorban a borvidéket jellemzik (BOTOS és MARCINKÓ, 2005).

##### **2.1.4.3. Tokaji borkülönlegességek ismertetése**

A tokaji borkülönlegességekhez tartozik a Tokaji aszú (3-6 puttonyos), a Tokaji aszúeszencia, a Tokaji eszencia, a Tokaji szamorodni (száraz, édes), továbbá a Tokaji fordítás és a Tokaji másolás. A Tokaji aszú, aszúeszencia és eszencia (nektár) egy kategóriakörbe tartozik, más kategóriát képvisel a Tokaji szamorodni, valamint a Tokaji fordítás és másolás. Ezeket a 2004. évi XVIII. törvény alapján ismertetem.

*Tokaji aszú:* az a 3-6 puttonyos, a Tokaji borvidék területén termelt, a *Botrytis cinerea* hatására nemesen rothadt, tőkén aszúsodott, szüretkor külön szedett szőlőbogyók feldolgozott anyagára öntött meghatározott termőhelyről származó legalább 19 mustfokos musttal, vagy ilyen minőségű azonos évjáratú borral áztatott, szeszes erjedés útján nyert tokaji borkülönlegesség, amely a külön jogszabályban meghatározott puttonyszámtól függő mennyiségű cukormentes extraktot,

valamint cukrot tartalmaz, és amelyet a forgalomba hozatal előtt legalább három évig, ebből legalább két évig fahordóban érlelnek.

*Tokaji aszúeszencia:* a Tokaji borvidék területén termett, a *Botrytis cinerea* hatására nemesen rothadt, tőkén aszúsodott és szüretkor külön szedett szőlőbogyóknak feldolgozott anyagára öntött meghatározott termőhelyről származó musttal vagy azonos évjáratú borral áztatott, szeszes erjedés útján készült, jellegzetes aszú- és érlelési illattal, valamint zamattal rendelkező aszúbor, amely literenként legalább 180 gramm természetes cukrot tartalmaz, és amelyet a forgalomba hozatal előtt legalább három évig, ebből legalább két évig fahordóban érlelnek.

*Tokaji eszencia:* a Tokaji borvidék területén termett, a *Botrytis cinerea* hatására nemesen rothadt, tőkén aszúsodott és szüretkor külön szedett szőlőbogyókból préselés nélkül kiszivárgó mustból minimális erjedés útján keletkező tokaji borkülönlegesség, mely literenként legalább 450 gramm összes természetes cukrot és 50 gramm cukormentes vonadékanyagot tartalmaz, ezen kívül az aszúra jellemző különleges illattal és zamattal rendelkezik.

*Tokaji szamorodni:* a tokaji borvidék területén termett, a *Botrytis cinerea* hatására nemesen rothadt, tőkén aszúsodott szőlőbogyókat is tartalmazó, válogatás nélkül szedett szőlőfürtök feldolgozásával előállított, legalább 21,0 tömegszázaléknyi természetes eredetű cukrot tartalmazó mustból szeszes erjedés útján nyert tokaji borkülönlegesség, melyet a forgalomba hozatal előtt legalább két évig, ebből legalább egy évig fahordóban érlelnek.

*Tokaji másolás:* a szamorodni vagy az aszú seprőjére felöntött mustból vagy azonos évjáratú borból alkoholos erjedés útján készült tokaji borkülönlegesség, amely jellegzetes érlelési illattal és zamattal rendelkezik, és a forgalomba hozatal előtt legalább két évig, ebből legalább egy évig fahordóban érlelték.

*Tokaji fordítás:* a kipréselt aszútésztára felöntött meghatározott termőhelyről származó mustból vagy azonos évjáratú borból alkoholos erjedés útján készült, a forgalomba hozatal előtt legalább két évig, ebből legalább egy évig fahordóban érlelt tokaji borkülönlegesség, amely jellegzetes érlelési illattal és zamattal rendelkezik.

Az előző bortörvényhez képest (1997. évi CXXI. törvény) a 2004. évi új törvényben önálló fejezetet kapott a tokaji borvidék, valamint új elemként jelent meg, hogy pusztán „töppedt” szőlőből nem készülhet aszú, csak kifejezetten a *Botrytis cinerea* gomba hatására nemesen rothadt szőlőszemekből. Az új bortörvény szerint csak a Tokaji borvidék kiváltsága az aszúbor készítése. Korábban Magyarországon belül más borvidékeken is készítettek aszúbor, ha nem is minden évjáratban és nem is nagy mennyiségben (BOTOS és MARCINKÓ, 2005).

## 2.2. Rothadási folyamatok a szőlőn

### 2.2.1. A nemesrothadás

A világhírű tokaji aszúborok legfontosabb alapanyagát a *Botrytis cinerea* hatására végbemenő, nemesrothadás során képződött aszúszemek alkotják.

A *Botrytis cinerea* közönséges esetben a növények, így a szőlő ellensége is (szürkepenész), amely a zöld növényi részeket, de leginkább a termést károsítja. Micéliumaival a bőrszövetet, majd a belső részeket is roncsolja, végül szürke színű penészgyepet fejleszt a felületen.

Némely szőlőfaj esetében, megfelelő klimatikus tényezők és talajok szerencsés találkozása esetén, így a Tokaj-hegylajai borvidéken is a szőlőszemek cukor-, ásványanyag- és szerves savtartalma olyan magas, hogy a *Botrytis c.* csak nagyon lassan tud terjedni a bogyón. Eközben a sejtfalak elvékonyításával szabad utat nyit a sejtnedv (a víz) egy részének elpárolgásához, elősegítve a bogyó beltartalmának töményedését. A *Botrytis c.* csak sok nap alatt és mindig csak a következő sérült sejtsorba tudja micéliumait továbbterjeszteni. Közben fogyasztja a bogyó nedvességtartalmát és valamelyest a szerves és ásványi anyagait is, de számos új vegyület is keletkezik, amely csak az ily módon, a tőkén aszúsodott szőlőre jellemző és nem a szárított (töppedt) vagy fagyasztott szőlőszemekre (ROHÁLY (Szerk.), 2001).

Az aszúszem (ld. **2. ábra**) annál értékesebb, minél ásványgazdagabb területen termett, továbbá ha kiegyenlített volt a fürtfejlődés, a bogyók a gomba behatolásakor érettek vagy túlértek voltak, mert ekkor a *Botrytis c.* lassú bekoncentrááló hatása sokkal finomabb, gazdagabb, mélyebb és szélesebb ízvilágot eredményez.



**2. ábra** Aszúszőlő

MAGYAR és munkatársai (2001), valamint BENE ÉS MAGYAR (2004) Tokaj-Hegylajáról származó aszúszemek élesztő- és penészflóra összetételét és annak változását tanulmányozták több évjáratban (1998-2001). Megállapították, hogy az aszúbogyók felületén a *Botrytis cinerea* mellett

egyéb penész, élesztő és baktérium (szaprofiton mikroflóra) is jelen van, melyek jelentős hatással vannak az aszúborok minőségére. Egyrészt ezek anyagcseretermékei közvetlenül befolyásolják a bogyók áztatásával nyert aszúalap minőségét, másrészt az élesztőgombáknak jelentős szerepe van az aszúborok spontán erjesztésében. Vizsgálataikkal alátámasztották, hogy az aszúbogyó élesztőflórája eltér az egészséges bogyótól, és azt az évjárat és tárolás erősen befolyásolja. A tanulmányozott négy évjárat eredményeiből azt a következtetést vonták le, hogy a legjobb évjáratokban alacsony az aszúbogyók felületén található élesztő- és penészs szám. Az aszúbogyók legjellemzőbb élesztőfajának a *Candida pulcherrima* bizonyult. Azonban a begyűjtés, szétválogatás, szállítás alatt a nemesen rothadt szőlők mikrobiotája jelentős változáson megy keresztül, amely jellemzően a *Candida stellata* dominánssá válásához vezethet. Vizsgálataik szerint, a tárolás általában az élesztőfajok változatosságának csökkenésével jár.

#### **2.2.1.1. Az aszúkészítés**

A szüreti időszak a hosszú ősz miatt Tokaj-Hegyalján köszönt be legkésőbb, rendszerint október második felétől november közepéig tart. Ekkor az aszúkészítéshez a nemespenésztől összetöppedt szemeket szétválogatják, amit egyesek már a szüretelés közben elvégeznek, de a legtöbben egyben szedik le a fürtöket, és a termés begyűjtése után fognak a szemezgetéshez. A kiválogatott aszúszemeket egy időre kádakban hagyják, hogy saját súlyuk által préselődjenek. Az így kicsöpögő nedű az esszencia, amely a legtöbb cukrot és extraktot tartalmazza. Ez a nektár a termés legértékesebb kincse, mert koncentráltan tartalmazza a talajból felvett nyomelemeket és ásványi anyagokat. Különleges értéke miatt szinte megfizethetetlen áron kerül forgalomba. Hagyományosan a borászok nem is adják el a natúreszenciát, inkább a legszebb aszújukhoz téve emelik annak, különben is magas beltartalmi értékét. A nektár kicsepegtetése után az aszúszemeket préseléssel aszútésztává alakítják. A létrejött masszára mustot vagy bort öntenek, fél-másfél napig állni hagyják, időnként felkeverik, majd kisajtolják.

Az aszúborok minőségi osztályozására a puttony kifejezés használatos, ennek magyarázata a készítési módban rejlik. Az aszútésztá mennyiségi meghatározásakor a hagyományos mértékegység egy 20-22 kg befogadó képességű puttony, a bor készítéséhez pedig egy 130-140 literes hordót, az úgynevezett gönci hordót alkalmazzák. Az aszú minősítése attól függ, egy ilyen hordót hány puttony téstával töltenek meg. Eszerint legalább 3 és legfeljebb 6 puttonyos aszú készül, az ennél magasabb puttonyszámú bor már aszúeszenciának minősül.

A hónapokig tartó erjedés után az aszúborokat még legalább két évig érlelik a fahordókban, majd még háromig palackban, de egyes vélemények szerint az aszú 10-25 éves korukra érik el csúcspontjukat.



### 2.2.1.2. Változások a must összetételében nemesrothadás során

Az aszúsodás folyamata és biokémiai változásai ma már elég jól ismertek, főként francia és német botritiszes borokra irányuló kutatások kapcsán (DONECHE, 1993).

A nemesrothadást követően a must és ezáltal a bor összetétele megváltozik, melyet a **2. táblázatban** foglaltam össze.

#### 2. táblázat *Botrytis cinerea* hatása a must és bor összetételére

##### Csökkenés a must összetételében

##### A változás hatása a borra

Termésmennyiség, lényeredék

Cukortartalom abszolút értékben csökken, glükóz:fruktóz arány megváltozik (glükózt előnyben részesíti).

A bor maradék cukortartalmát alacsony glükóz:fruktóz arány jellemzi (<1).

Borkósav, almasav mennyisége csökken

Aminosavak  
Vitaminok csökkenése (tiamin)

Vontatott erjedés (főleg a gomba által okozott tápanyaghiánynak köszönhetően).

Pektin (pektinbontás)

Nyálkasav, nyálkasavas kalcium

##### Növekedés a must összetételében

Relatív cukortartalom nő

Glicerín 5-10 g/L

Glükonsav >5 g/L

Citromsav, borostyánkősav

Ketonsavak (piroszőlősav, 2-ketoglutársav)

Polifenoloxidázok

Poliszacharidok ( $\beta$ -glükán) szintézise

Borban tovább növekszik, >10 g/L

Élesztők nem erjesztik, borban változatlan

Különleges savösszetétel

Kötött kénessav mennyiség nő

Barnulási hajlam, barna törés

Rossz szűrhetőség

Forrás: KÁLLAY és NYITRAINÉ, 2003/a

### 2.2.2. Egyéb rothadási folyamatok a szőlőn

#### 2.2.2.1. Szürkerothadás

A szürkerothadás igen gyakori, többnyire súlyos minőségromlást okozó szőlőbetegség. A bogyók mechanikai sérülése robbanásszerű rothadást eredményez, ha az időjárás ennek a folyamatnak kedvez (EPERJESI et al., 1998).

A szürkerothadást a *Botrytis cinerea* ugyanazon változatai okozzák, mint amelyek a nemesrothadást. A különbség a folyamat mértékében és körülményeiben rejlik.

### 2.2.2.2. Vegyes rothadás

A szürkerothadás egyéb rothadási folyamatokba is torkollhat, mivel a *Botrytis* által „feltárt” szőlőbogyón számos szaprobionta penészgomba (*Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Aureobasidium*, *Trichothecium* fajok) is megtalálható, valamint az élesztőgombák és ecetsav-baktériumok is intenzív növekedésnek indulnak.

Ritka és súlyos esetekben a társuló mikroflóra egyes fajai átvehetik a vezető szerepet a rothadási folyamatban, esetleg a sérült bogyókat önállóan is fertőzhetik. Ennek legismertebb példája a zöldrothadás, amelyet elsősorban a *Penicillium expansum* idéz elő. A gomba patulint is termel, ezért az erősen fertőzött mustok borkészítésre nem használhatók.

Az ecetsav-baktériumok megnövekedett aktivitása mindig kimutatható a szürkerothadás, sőt kisebb mértékben a nemesrothadás során is, de egyes esetekben olyan nagymérvűvé válhat, hogy dominál a penészgomba okozta változások fölött (ecetes rothadás). Az ecetes rothadás kialakulhat előzetes penészgombás fertőzés nélkül is, ha a bogyók mechanikailag sérültek. Ilyenkor a rothadási folyamat különböző vadélesztők (*Candida*, *Kloeckera*, *Brettanomyces* fajok), valamint az ecetsav-baktériumok együttes tevékenységének az eredménye. (EPERJESI et al., 1998).

### 2.3. Biogén aminok

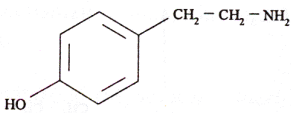
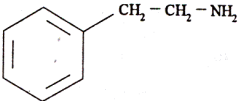
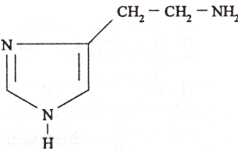
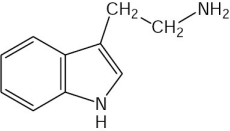
A biológiailag aktív aminok vegyületsorozatjának tanulmányozásával már igen régen foglalkoznak a kutatók az egész világon. 1954 óta ismert tény, hogy számos élelmiszerben és növényekben előfordulnak ezek a kis molekulatömegű vegyületek, azok természetes összetevőjeként (BUSTO et al., 1995; BARDÓCZ, 1995).

Az értekezésben vizsgált aminok szerkezeti képleteit és prekursor vegyületeiket (aminosavakat) a **3. táblázatban** foglaltam össze (lásd 19. oldal).

A biogén aminok élelmiszerekben és italokban (sör, bor) általában aminosavak mikrobiális dekarboxileződése útján keletkeznek (LOUKOU és ZOTOU, 2003), és alifás, aromás vagy heterociklikus szerkezetűek lehetnek (LÁSZTITY, 1981).

A biogén aminok közül a poliaminok biológiai szerepe igen sokrétű. A putreszcin, a spermidin és a spermin a legfontosabb poliaminok az élő szervezetben, melyek részt vesznek sejtnövekedésben, a nukleinsav- és fehérjeszintézisben, lipidek stabilizációjában, az agy és az idegek fejlődésében és regenerálásában (LARQUÉ et al., 2006; KALAC és KRAUSOVÁ, 2005; PAPROSKI et al., 2002).

**3. táblázat** A vizsgált aminok szerkezeti képletei és prekursorai

<b>Alifás aminok</b>		<b>Prekursor</b>
Putreszcín	$\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_4-\text{NH}_2$	Ornitin, arginin
Kadaverin	$\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_5-\text{NH}_2$	Lizin
Spermin	$\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_3-\text{NH}-(\text{CH}_2)_4-\text{NH}-(\text{CH}_2)_3-\text{NH}_2$	Spermidin
Spermidin	$\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_3-\text{NH}-(\text{CH}_2)_4-\text{NH}_2$	Spermin, putreszcín
3-metil-butil-amin	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{C}}}-\text{CH}_3$	Leucin
2-metil-butil-amin	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{C}}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Izoleucin
i-butil-amin	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{C}}}-\text{CH}_3$	Valin
Agmatin	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}-\overset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{C}}}=\text{NH}$	Arginin
n-pentil-amin	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_4-\text{NH}_2$	NA
<b>Aromás aminok</b>		<b>Prekursor</b>
Tiramin		Tirozin
Fenil-etil-amin		Fenilalain
<b>Heterociklikus aminok</b>		<b>Prekursor</b>
Hisztamin		Hisztidin
Triptamin		Triptofán

Jelölés: NA – nincs adat

A poliaminok pozitív töltésük révén elektrosztatikus kölcsönhatást alakítanak ki negatív töltésű molekulákkal, például nukleinsavakkal, így befolyásolják a DNS konformációját és

fokozzák az RNS-polimeráz aktivitását, rRNS szintézisét és az aminosavaknak a tRNS-ből fehérjékbe való beépülését (GERGELY et al., 2000). A poliaminok mennyisége az osztódó és differenciálódó sejtekben megnő (KALAC és KRAUSOVÁ, 2005; GERGELY et al., 2000).

Míg a táplálékban jelen lévő biogén aminok közül a poliaminok nélkülözhetetlenek az élő szervezet számára, addig a többi biogén amin főként hátrányos lehet, mert fejfájást, hányingert, hőhullámot, kipirulást, izzadást, magas vagy alacsony vérnyomást okozhat. Allergiás tüneteket válthatnak ki az embereknél a hisztamin, a tiramin és a fenil-etil-amin. Ezért a táplálék biogén amin tartalmát nagyon alacsony értéken kell tartani (FLAIR-FLOW 4, 2002).

### 2.3.1. Normál borok amintartalma

Több mint 20 amin komponenst azonosítottak borokban, melyeket a **4. táblázatban** foglaltam össze (LEHTONEN, 1996).

#### 4. táblázat Borokban előforduló aminok

<b>Aminok</b>		
Agmatin	Etil-amin	i-propil-amin
i-butil-amin	Fenil-etil-amin	Putreszcin
Kadaverin	Metil-amin	Szerotonin
1,5-diamino-pentán	2-metil-butil-amin	Spermidin
Dietil-amin	3-metil-butil-amin	Tiramin
Dimetil-amin	Pentil-amin	Triptamin
Etanol-amin	Propil-amin	n-butil-amin

Forrás: LEHTONEN, 1996

Az irodalmak többségében, borokból hisztamin, tiramin, fenil-etil-amin, kadaverin, putreszcin és 3-metil-butil-amin mennyiségét határozzák meg. A borok összes biogén amin tartalma, néhány mg/L-es mennyiségtől az 50 mg/L mennyiségig is terjedhet (LEHTONEN, 1996). Az **5. táblázatban** látható néhány, főként külföldi bor biogén amin tartalma (21. oldal).

A magyar borok és pezsgők biogén amin tartalmának vizsgálatával, feltérképezésével KÁLLAY és munkatársai (1981) foglalkoztak először.

SIMON-SARKADI ÉS CSOMÓS (1999) hazai fehérborok összehasonlító vizsgálatát végezték el szabad aminosav és biogén amin tartalom alapján. Vizsgálataik szerint, a biogén aminok közül a borok legnagyobb mennyiségben putreszcint (0,52 - 2,11 mg/L) és spermidint (0,18 - 3,06 mg/L) tartalmaztak.

5. táblázat Normál borok aminos-tartalma (mg/L)

Aminok	HERBERT et al., 2001		ANLI et al., 2004	KUTLÁN és MOLNÁR-PERL, 2003		IBE et al, 1991		LEHTONEN et al., 1992		BUSTO et al., 1994	
	Fehér	Vörös	Vörös	Fehér	Vörös	Fehér	Vörös	Fehér	Vörös	Fehér	Vörös
<b>Put</b>	1,0-7,6	1,3-27,2	ND-5,92	1,26	ND	0,11-10,4	0,74-28,6	1,6-2,1	3,0-36	0,2-0,8	3,0-15
<b>Kad</b>	0,17-1,1	0,6-2,7	ND-3,94	1,22	20,2	ND-0,38	0,03-0,48	ND-0,4	0,1-0,8	ND	ND-0,8
<b>iBa</b>	NA	NA	NA	0,14	ND	ND-0,49	ND-0,1	NA	NA	NA	NA
<b>nBa</b>	NA	NA	NA	0,14	ND	ND	ND	NA	NA	NA	NA
<b>Tir</b>	ND-0,4	ND-6,0	ND-0,29	ND	1,34	ND-7,80	0,13-9,51	0,5-2,8	1,2-12,8	NA	NA
<b>His</b>	NA	NA	ND-1,97	NA	NA	ND-9,9	ND-10	ND	0,1-15,1	0,3-0,7	0,2-2,0
<b>Spd</b>	NA	NA	0-2,19	1,34	0,42	ND-0,34	ND-0,81	NA	NA	NA	NA
<b>Eti</b>	0,24-3,2	0,4-8,7	NA	0,64	0,40	ND-1,10	0,08-1,69	NA	NA	NA	NA
<b>Met</b>	0,2-1,8	ND-3,2	NA	0,20	0,12	ND-0,43	0,06-0,50	NA	NA	NA	NA
<b>Agm</b>	NA	NA	NA	ND	ND	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<b>3MeBa</b>	ND-0,8	ND-0,6	NA	0,18	0,52	ND-31,5	0,08-11,8	0,1-3,7	0-2,5	ND-0,5	ND
<b>Fen</b>	ND-0,47	ND-0,47	ND-3,87	0,16	0,22	ND-10,4	0,18-5,18	0,2-2,7	0,2-1,6	NA	NA
<b>Trp</b>	0,35-0,6	0,35-0,9	NA	NA	NA	ND-0,14	ND-0,38	NA	NA	NA	NA
<b>iPr</b>	NA	NA	NA	0,14	0,06	ND	ND	NA	NA	NA	NA

Rövidítések: NA, nincs adat; ND, not detected: kimutatási határ alatt

A kadaverin (ND-0,56 mg/L) és a spermin (ND-0,34 mg/L) koncentrációja alacsonyabb volt, míg az agmatin (ND-1,37 mg/L), a hisztamin (ND-0,04 mg/L) és a tiramin (ND-0,14 mg/L) csak néhány mintában volt detektálható. A fehérborok összes biogén amin tartalma 1,4 és 5,3 mg/L között változott.

Vizsgálataik azt mutatták, hogy a szabad aminosav és biogén amin tartalom szempontjából elsősorban a bor származási helye, az alkalmazott technológia a meghatározó, a szőlőfajta csak másodlagos befolyásoló tényező.

Bioborok biogén amin tartalmának vizsgálatával KÁLLAY ÉS NYITRAINÉ (2003/b) és NYITRAINÉ foglalkozott doktori értekezésében (2004).

Borok biogén amin tartalma és higiéniai állapota közötti kapcsolat alapja lehet a borok minősítésének. A biogén aminok azonban, nemcsak a higiénia, a technológia, hanem a *Botrytis c.* tevékenységének jelző vegyületei is lehetnek (KÁLLAY ÉS NYITRAINÉ, 2003/a).

### 2.3.2. Tokaji szőlők és aszú borok amintartalma

Bár számos módszert fejlesztettek ki különböző élelmiszerek (NOVELLA-RODRÍGUEZ et al. 2000; VECIANA-NOGUES et al. 1995) és borok (VIDAL-CAROU et al., 2003; LEITAO et al., 2004; HÉBERGER et al. 2003; CSOMÓS et al., 2002; LEHTONEN, 1996; HYÖTYLÄINEN et al., 2001) biogén amin tartalmának, összetételének meghatározására, csak néhány szerző foglalkozott botritiszes szőlők és borok amin-összetételével (SASS-KISS et al., 2000; SASS-KISS és HAJÓS, 2005; SASS-KISS et al., 2005; CSOMÓS és SIMON-SARKADI, 2002/b; KÁLLAY és NYITRAINÉ, 2003/a).

Sass-Kiss és Hajós indították el a *Botrytis cinerea* szőlőkre, borokra gyakorolt hatásának tanulmányozását (SASS-KISS et al., 2000; HAJÓS et al., 2000; SASS-KISS és HAJÓS, 2005; SASS-KISS et al., 2005). Összesen négy évjáratban (1997-2000) tanulmányoztak különböző szőlőfajtájú (furmint, hárslevelű, sárgamuskotály és ottonel muskotály) ép és aszú szőlőmintákat, valamint normál és különböző puttonyszámú (3 - 6) és évjáratú (1972 - 1999) aszú borokat. Méréseikben 10 amin komponenst vizsgáltak, melyek a következők voltak: putreszcin, i-butil-amin, kadaverin, tiramin, i-pentil-amin, hisztamin, agmatin, spermidin, spermin és fenil-etil-amin. A szerzők rámutattak arra, hogy a *Botrytis cinerea* penész hatására az aszú szőlőszemekben jelentősen megváltozik a biogén aminok összetétele és koncentrációja az új amin komponensek keletkezése miatt, és ennek hatására nagymértékű változás következik be az aszú szőlőből készülő aszúborok amintartalmában és –összetételében is. Az aszúborok és a normál (nem botritiszes) borok amin-összetétele között jelentős különbséget találtak. A normál szőlőkben elsősorban spermidint (6,7 – 10,9 mg/kg sz. a.), putreszcint (2,3 - 3,3 mg/kg sz. a.) és spermint (1,1 – 1,6 mg/kg sz. a.) találtak.

Aszú szőlőkben új amin komponensek jelentek meg, amelyek közül az agmatint (0,1 - 0,8 mg/kg sz. a.), a fenil-etil-amint (4,4 – 9,6 mg/kg sz. a.), az i-butil-amint (0,7 – 6,3 mg/kg sz. a.) és egy pentil-amin izomert /2MeBa/ (1,5 - 6,0 mg/kg sz. a.) azonosították (SASS-KISS és HAJÓS, 2005). A fajták közül a furmint rendelkezett a legnagyobb összamin-tartalommal mind a normál, mind az aszú szőlők esetén (SASS-KISS et al., 2000; SASS-KISS és HAJÓS, 2005). A borok és aszú borok biogén amin összetétele a szőlő és aszú szőlők esetében tapasztaltakkal mutatott hasonló tendenciát. Az aszúk készítése során megnőtt a biogén amin (tiramin /1,1 – 4,0 mg/L/, agmatin /0,5 – 2,5 mg/L/, fenil-etil-amin /9,6 – 21,8 mg/L/) és egyéb aminok (primer alifás aminok: i-butil-amin /2,7 – 15 mg/L/, 2-metil-butil-amin /6,1 – 24,34 mg/L/) koncentrációja. Ugyanakkor a spermint nem lehetett az aszúban kimutatni. Azonos termelőktől származó borokban az összamin-tartalom növekvő tendenciát mutatott a növekvő puttonyszámmal (SASS-KISS et al., 2004; SASS-KISS és HAJÓS, 2005).

CSOMÓS ÉS SIMON-SARKADI (2002/b) a fehérborokon kívül, vörös- és tokaji borok összehasonlító vizsgálatát is elvégezték biogén amin tartalom alapján. Munkájuk során hét biogén amint vizsgáltak, ezek a hisztamin, tiramin, putreszcín, kadaverin, agmatin, spermidin és a spermin voltak. Átlagosan a legkevesebb biogén amint fehérborokban mértek (2,74 mg/L), ezeket követték a vörösborok (8,70 mg/L). A legmagasabb biogén amin tartalommal a tokaji borok rendelkeztek (19,09 mg/L). Eredményeik alapján, a vörösborokban a putreszcín (1,42 - 21,59 mg/L) és a hisztamin (0,07 - 8,48 mg/L), a fehérborokban a putreszcín (0,65 - 3,59 mg/L) és a tiramin (ND - 2,65 mg/L), míg a tokaji borokban a tiramin (0,7 - 22,45 mg/L) és putreszcín (0,67 - 4,28 mg/L) fordultak elő a legnagyobb mennyiségben a mért aminok közül.

KÁLLAY ÉS NYITRAINÉ (2003/a) tokaji furmint mustjának biogén amin összetételének és koncentrációjának erjedés alatti változásával, valamint aszúsodott szőlőszemek és aszúborok biogén amin tartalmának vizsgálatával foglalkoztak.

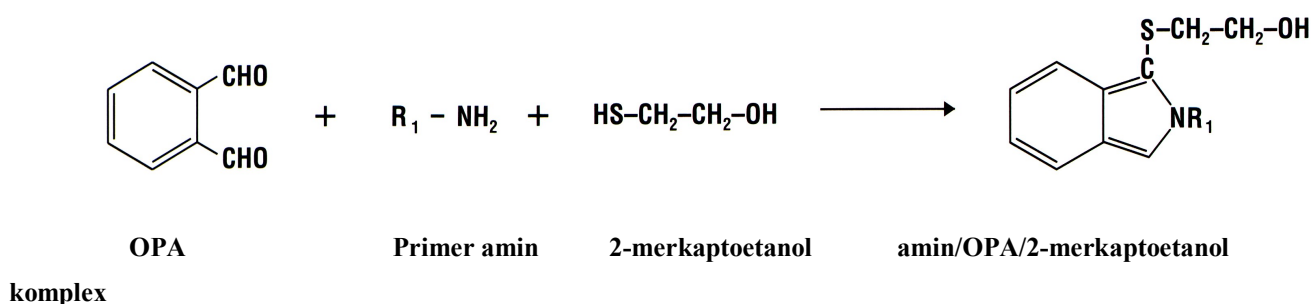
### **2.3.3. Biogén aminok mérésének lehetőségei**

Az aminok meghatározásának egyik korai módszere a vékonyréteg-kromatográfia (TLC, thin layer chromatography) volt, majd később korszerűbb analitikai technikákat fejlesztettek ki, amelyek az aminok megbízható mennyiségi meghatározását és az elválasztás jobb felbontását tették lehetővé. Ilyen korszerű technikák az aminosav-analizátor (BARÁTH et al., 1989, 1991; CSOMÓS és SIMON-SARKADI, 2002/a; CSAPÓ és CSAPÓNÉ, 2003), túlnyomásos réteg-kromatográfia /OPLC/ (CSOMÓS et al., 2002), a nagyhatékonyságú folyadék-kromatográfia /HPLC/ (LEHTONEN, 1996; VIDAL-CAROU et al., 2003), a gázkromatográfia /GC/ (ALBERTO et al., 2002) és a kapilláris elektroforézis /CE/ (ARCE et al., 1998; MALE és LUONG, 2001). A 6.

**táblázat** (lásd 25-26. oldal) részletesebben is tartalmaz néhány, aminok meghatározására használt módszert.

Jelenleg, a borok amin-összetételének meghatározásának leggyakoribb módja a HPLC (**6. táblázat**). Detektálásukhoz UV vagy fluoreszcenciás detektort használnak (LEHTONEN, 1996).

Az amin vegyületeknek gyenge az UV elnyelésük, ezért meghatározásukhoz származékképzés (danzil-klorid) alkalmazása szükséges. A fluoreszcenciás detektorral akár több nagyságrenddel érzékenyebb detektálás is elérhető, mint UV detektorral, ami a pg-ng/ml koncentráció-tartományban való mérés lehetőségeinek megteremtésével, lehetővé teszi a modern bioanalitika igényeinek a kielégítését. Mivel a legtöbb szerves vegyület, így az aminok és az aminosavak is (kromofor csoport hiányában), nem rendelkezik az ehhez szükséges erősségű natív fluoreszcenciával, a vegyületeket erősen fluoreszkáló származékokká alakítják át (GÖRÖG, 2004). Az aminok származékképző reagensai közül az o-ftálaldehid (OPA) a legelterjedtebb. A **3. ábrán** mutatom be az aminok OPA oldattal (o-ftálaldehid és 2-merkaptóetanol) történő származékképzését.



**3. ábra** Aminok származékképzése OPA származékképző reagenssel

Forrás: PIERCE, 2003

A második leggyakrabban használt reagens a danzil-klorid. Mindkét fajta származékhoz fluoreszcenciás detektálást alkalmaznak, a danzil-klorid esetében UV detektálás is előfordulhat (LEHTONEN, 1996; LOUKOU és ZOTOU, 2003).

Az összetett mátrix és a származékképzés eredményeképpen belső standard (pl. triptamin, 1,6-diamino-hexán, hexil-amin, heptil-amin) használata gyakori (**6. táblázat**).

A módszerek elválasztási hatékonysága igen fontos az összetett mátrix és az aminosav-származékok lehetséges zavaró hatása következtében, ezért az elválasztás során mindig gradiens elúciót használnak. Az elválasztást leggyakrabban fordított fázisú C18-as oszlopon, acetát puffer acetonitrillel vagy metanollal való kevertetésével végzik (LEHTONEN, 1996).



**6. táblázat** Aminok meghatározásának lehetőségei borokban

Módszer	Származék- képző reagens	Vizsgált aminok		Belső standard	Oszlop	Oszlop mérete; töltet	Detektor	Eluens	Irodalom
		Szá- ma	Megnevezése						
HPLC	OPA/FMOC Oszlop előtti származék- képzés	6 (10)*	Eta, Met, Eti, His, Tir, Put, (Kad, Trp, Fen, 3MeBa)*	norvalin	Merck Lichrocart 250-4 Superspher 100 RP-18 endcapped	250X4,6 mm I.D.; 5 µm	Fl.	Grad.; <b>A:</b> 20mM Na-acetát, 0,018% TEA, 0,3 % tetra- hidro-furán, 0,010% EDTA/4%/ pH 7,2; <b>B:</b> 100 mM Na-acetát /pH6/, 40% ACN, 40%MeOH, 0,018% TEA	HERBERT et al., 2001, 2005
HPLC	Dabzil-klorid Oszlop előtti származék- képzés	4 (8)*	His, Kad, Put, Tir, (Trp, Fen, Spn, Spd)*	1,7- diamino- heptán	Lichrospher 100 RP- 18	244X4,4 mm I.D.; 5 µm	UV-VIS	Grad.; <b>A:</b> 4,0X10 <sup>-2</sup> M Na- acetát, 10% DMF, 0,23% TEA, pH 5,0 <b>B:</b> ACN-TBME-víz (87,5:10:2,5)	ROMERO et al., 2000
HPCE	AccQ	7 (7)*	His, Tir, Put, Trp, Spn, Spd, Kad		Phoenix kvarc kapilláris	550X50 µm I.D.	UV-VIS (254 nm)	100 mM bórsav, 50 mM SDS, 10% ACN, pH 8,9	KOVÁCS et al., 1999
HPLC	Danzil-klorid Oszlop előtti származék- képzés	14 (16)*	Tir, 3MeBa, Trp, Met, Eti, iPr, nPr, iBa, nBa, Pir, Fen, Put, Kad, Spd, (His, nPa)*	1,6- diamino- hexán	<b>1.</b> Finepak SIL C18S <b>2.</b> Lichrosorb RP-8	<b>1.</b> 150X4,6 mm I.D.; 5 µm <b>2.</b> 250X4,6 mm I.D.; 5 µm	Fl.	Grad., ACN-víz	IBE et al., 1991
HPLC	OPA/ME Oszlop utáni szárm.k.	9 (9)*	Put, iBa, Kad, Tir, iPa, His, Agm, Spd, Fen	Hexil-amin	µBondapak C18	300X3,9 I.D.; 10 µm	Fl.	Lásd 37. oldal	SASS-KISS és HAJÓS, 2005
Aminosav analizátor IEC	Ninhidrin Oszlop utáni szárm.k.	7 (7)*	His, Tir, Put, Kad, Agm, Spd, Spn		Ostion LG ANB ioncserés oszlop	60X3,7 mm	Spekro- foto-méter (570 és 440 nm)	Grad., Na/K citrát puffer	HÉBERGER et al., 2003

Aminok meghatározásának lehetőségei borokban (6. táblázat - folytatás)

Módszer	Származékképző reagens	Vizsgált aminok		Belső standard	Oszlop	Oszlop mérete; töltet	Detektor	Eluens	Irodalom
		Szám	Megnevezése						
LC-LC Multi-dimenziós rendszer	OPA/ME Oszlop előtti származékképzés	9 (9)*	His, Met, Eti, Tir, Spd, Fen, Put, 3MeBa, Kad	Hexil-amin	1. Előoszlop: SCX kationcserés 2. XTerra C18 3. Asahipak C18 (ellennyomás)	1. 10X2,1 mm I.D.; 10-15 µm 2. 150X3,0 mm I.D.; 3,5 µm 3. 50X2,1 mm I.D.; 5 µm	Fl.	1. 20mM boric acid (pH 8,2), 2% NaCl 2. Grad. ACN-1-oktanol 3. OPA/ME	HYÖTYLÄINEN et al., 2001
1. HPLC 2. HPLC-DAD-APCI-MS	Danzil-klorid Oszlop előtti származékképzés	10 (11)*	Met, Eti, Fen, 3MeBa, Put, Kad, His, Tir, Spd, Spn, (Trp)*	1,7-diaminoheptán	RP Intersil ODS-3	250X4 mm I.D., 5 µm	1. Fl. 2. DAD	Grad., ACN-víz	LOUKOU és ZOTOU, 2003
HPLC	OPA-MPA Oszlop előtti származékképzés	13 (15)*	Eta, Met, Agm, Eti, iPr, Tir, Put, Kad, iBa, nBa, 3MeBa, Fen, Spd (His, nPr)*		Hypersil ODS	200X4 mm I.D. 5 µm	Fl. és DAD (334 nm)	Grad., A: 0,05 M Na-acetát, pH 7,2; B: 0,1 M Na-acetát-ACN-MeOH (40:45:15)	KUTLÁN és MOLNÁR-PERL, 2003
OPLC	Danzil-klorid Oszlop előtti származékképzés	7 (7)*	Agm, Spd, Spn, Put, Kad, His, Tir		HPTLC szilikagél 60 F <sub>254</sub>		Fl.	Grad., A: n-hexán-n-butanol-trietiamin (90:10:8,1); B: n-hexán-n-butanol (80:20)	CSOMÓS et al., 2002

**Rövidítések:** \* Zárójelben az összes elválasztott amin komponens száma és neve, zárójelen kívül a borban is előforduló amin vegyületek. **HPCE**, nagyhatékonyságú kapilláris elektroforézis; **IEC**, ioncserés kromatográfia; **OPA**, o-ftálaldehid; **AccQ**, 6-amino-kinin-N-hidroxi-szukcinimidol karbamát; **Fmoc**, fluorenil-metil-kloroformát; **MPA**, 3-merkaptopropionsav; **Agm**, agmatin; **Eta**, etanolamin; **Met**, metil-amin; **Eti**, etil-amin; **Fen**, fenil-etil-amin; **Trp**, triptamin; **Tir**, tiramin; **Put**, putreszcin; **Kad**, kadaverin; **3MeBa**, 3-metil-butil-amin; **iBa**, i-butil-amin; **Spn**, spermin; **Spd**, spermidin; **iPa**, pentil-amin izomer; **iPr**, i-propil-amin; **nPr**, n-propil-amin; **nBa**, n-butil-amin; **Hex**, hexil-amin; **Hep**, heptil-amin; **Okt**, oktil-amin; **I.D.**, belső átmérő; **Fl.**, fluoreszcenciás detektálási mód; **DAD**, fotodiódás detektor; **DMF**, dimetil-formamid; **TEA**, trietil-amin; **ACN**, acetonitril; **MeOH**, metanol; **Grad.**, gradiens elválasztás; **TBME**, terc-butil-metil-éter; **APCI-MS**, atmoszférikus nyomású kémiai ionizációs tömeg-spektrometria; **OPLC**, túlnyomásos réteg kromatográfia; **ME**, merkaptotanol; **Pir**, pirrolidin; **RP**, fordított fázis; **Szárm.k.**, származékképzés.

Az élelmiszerekben leggyakrabban előforduló biogén aminok meghatározására különböző módszereket használtak és dolgoztak ki Simon-Sarkadi és mtsai. Ezek között a módszerek között szerepeltek oszlopkromatográfiás (IEC) (CSOMÓS és SIMON-SARKADI, HÉBERGER et al., 2003), túlnyomásos rétegekromatográfiás (OPLC) (KOVÁCS et al., 1998) és kapilláris elektroforézises (CE) módszerek (KOVÁCS et al. 1999). Borokból általában 7 amin komponenst (**6. táblázat**) vizsgáltak (hisztamin, tiramin, putreszcin, kadaverin, agmatin, spermin és spermidin).

HERBERT és mtsai. (2005) 209, különböző évjáratú és szőlőfajtájú, portugál must és bor szabad aminosav- és amintartalmát, valamint az alkoholos erjedés alatt történő, amin-összetételbeli változásokat vizsgálták. A HPLC-s vizsgálatokat OPA/FMOC (fluorenil-metil-kloroformát) származékainak fluoreszcenciás detektálásával végezték. Tíz amin vegyületet vizsgáltak (**6. táblázat**), melyekből a minták többségénél, kimutatási határ alatt volt a kadaverin, a triptamin, a fenil-etil-amin, 3-metil-butil-amin mennyisége. Vizsgálataik szerint, a szőlőfajta, a termőhely és az évjárat hatással van a mustok és borok szabad aminosav- és amintartalmára, bár az alkoholos és a malolaktikus erjedés elnyomják ezt a hatást.

VIDAL-CAROU és mtsai. (2003) egy gyors és pontos HPLC-s módszert validáltak, melyben 12 amin vegyületet választottak szét, melyekből borokban hét komponenst találtak (tiramin, putreszcin, kadaverin, hisztamin, agmatin, fenil-etil-amin, spermidin). A kidolgozott módszerrel néhány alkoholos italt, köztük két spanyol bort vizsgáltak. Az elválasztás 60 percet vett igénybe. Módszerükben oszlop utáni származékképzést (OPA/merkaptóetanol) használtak, a detektálás fluoreszcenciás detektorral történt. A dolgozatomban leírt módszerhez hasonlóan, az aminosavak az oszlop elején eluálódtak, így azok nem zavarták az aminok elválasztását és mennyiségi meghatározását.

KUTLÁN és MOLNÁR-PERL (2003) új HPLC-s módszert fejlesztettek ki 20 aminosav és 15 amin egyidőben (53 percen belül) történő elválasztására és mennyiségi meghatározására. Az oszlop előtti származékképzést OPA/3-merkaptó-propionsav oldattal végezték. Módszerüket alkoholos italokon, köztük két bormintán, mint modell oldaton (badacsonyi szürkebarát és egy vörös bor) próbálták ki, mely során 13 amint találtak a vizsgált borokban (**6. táblázat**).

IBE és mtsai. (1991) 75 fehér és vörös bort vizsgáltak HPLC-vel az **6. táblázatban** részletezett módszer szerint. Az aminok elválasztását kétféle oszlopon (C8 és C18) is elvégezték, melyek közül a C18-as oszlop bizonyult jobbnak. 16 amint vizsgáltak, melyekből 12 amin komponenst (**6. táblázat**) találtak borokban. A vizsgálatokhoz minta-előkészítésként ioncserés oszlopot, származékképző reagensként (oszlop előtt) danzil-kloridot használtak.

LOUKOU és ZOTOU (2003) érzékeny HPLC-s módszert fejlesztettek ki 11 biogén amin meghatározására. Az oszlop előtti származékképzést danzil-kloriddal végezték, majd ezt követően szilárd fázisú extrakciót (SPE, C18-as töltet) használtak minta-előkészítésként. Az elválasztás

C18-as oszlopon, 35 perces gradiens elúcióval történt. A detektálást fluoreszcenciás detektorral végezték és a danzil-származékok beazonosítását APCI-MS (atmoszférikus nyomású kémiai ionizációs tömeg-spektrometria) készülékkel erősítették meg. Néhány görög fehér és vörös bort is vizsgáltak, melyekből 10 aminosav komponens (6. táblázat) azonosítottak.

## 2.4. Szerves savak

A borharmónia kialakulásának alapvető feltétele az alkotórészek összhangja. Ezek között mind mennyiségileg, mind minőségileg meghatározó jelentőséggel bírnak a savak. A borok savtartalma és a különböző savak aránya szőlőfajtától, évjáratától, érettségi foktól és termőhelytől függően igen változó lehet.

### 2.4.1. A szerves savak változása a szőlőbogyóban

A szőlőben levő savtartalom változásának ismerete igen fontos, mert jelentősen befolyásolja a leendő bor összetételét. A szőlőbogyó savtartalmát zömmel három szerves sav alkotja: a borkósav, az almasav és csekély mennyiségű citromsav.

Az egyes évjáratokban különböző mennyiségű borkósav és almasav képződik, sőt ezek aránya is különböző. A bogyó növekedésekor és még zsendülés idején is az almasav van túlsúlyban, a borkósav/almasav arány 1-nél kisebb. Az érés folyamán ez az arányszám növekszik, s érett állapotban mindig nagyobb 1-nél (EPERJESI et al., 1998). Míg az éretlen szőlőben másfélszer, kétszer több az almasav, mint borkósav, addig az érett szőlőben a borkósav mennyisége másfélszerese, kétszerese, de még akár ötszöröse is lehet az almasavnak (JANKY és PÓLUS, 2003).

Az állandóan csökkenő mennyiségű almasavval ellentétben, a borkósav mennyisége az érési időszak kezdetét és végét tekintve alig változik a szőlőbogyóban. Egyes évjáratokban azonban, az időjárási tényezőktől függően, érés közben erősebben ingadozik a borkósavtartalom. Általában a borkósav folyamatos beáramlása és lassú elégése kiegyenlíti egymást. Hosszabb meleg, száraz időszakokban viszont csökken a mennyisége, míg nagyobb csapadék után emelkedik (EPERJESI et al., 1998). Az irodalom alapján, a borkósav és az almasav nemcsak a szőlőbogyókban található meg, hanem a szőlő növény minden részében, szervében előfordul. A bogyóhús borkó- és almasavtartalma egyrészt a zöld bogyóban kialakuló savakból származik, másrészt a növény egyéb szerveiből jut be a szőlőbogyóba transzport folyamatoknak köszönhetően (EPERJESI et al., 1998).

Az almasav esetében az érés elején a bevándorlás soha nem kompenzálja a sav heves elégését, tehát az almasav koncentrációja mindig erősen csökken. Később a csökkenés már lassabb ütemű,

sőt az érés végén néha az almasavtartalom enyhe emelkedése észlelhető. Ez azt mutatja, hogy a bevándorlás még akkor sem szűnt meg teljesen. Az almasav csökkenése sem egyforma minden évben, az időjárási tényezők itt is éreztetik hatásukat, ha nem is olyan mértékben, mint a borkósavnál (EPERJESI et al., 1998).

#### 2.4.2. Borok szerves sav összetétele

A bor legfontosabb, viszonylag jelentékeny mennyiségben és mindig jelen levő szerves sava a borkósav, az almasav, a citromsav, a tejsav, a borostyánkősav és az ecetsav. Ezek közül a borkósav, az almasav és citromsav a szőlőből származik, a többi az erjedés folyamán keletkezik, illetve mennyiségük az ászkolás alatt, baktériumos tevékenység következtében növekedhet. Ezen kívül számos más sav is kimutatható a borokban igen kis mennyiségben (<g/L) vagy nyomokban (FERENCZI, 1966; EPERJESI et al., 1998; MATO et al., 2005). A **7. táblázatban** foglaltam össze mustokban és borokban található, HPLC és kapilláris elektroforézis (CE) módszerekkel vizsgált szerves savakat.

**7. táblázat** Mustokban és borokban található szerves savak felsorolása

<b>Szerves savak</b>		
<b>Borkósav</b> <sup>a</sup>	<i>Galakturonsav</i> <sup>b</sup>	Hangyasav
<b>Almasav</b> <sup>a</sup>	<i>Galaktársav</i> <sup>b</sup>	Keto-glutársav
<b>Citromsav</b> <sup>a</sup>	2-metil-almasav (citramálsav)	Malonsav
<b>Tejsav</b> <sup>a</sup>	Adipinsav	Maleinsav
<b>Borostyánkősav</b> <sup>a</sup>	Aszkorbinsav	Oxálsav
<b>Ecetsav</b> <sup>a</sup>	Fumársav	Piruvsav
<i>Glükonsav</i> <sup>b</sup>	Galluszcsersav	Propionsav
<i>Glükuronsav</i> <sup>b</sup>	Glutársav	Sikimisav

<sup>a</sup> Félkövér betűvel jelöltem a normál borokban előforduló hat legfontosabb savat. Dőlt betűvel jelöltem azokat a savakat, amelyeket nemesrothadáson vagy rothadáson átment szőlőkből mutattak ki nagyobb mennyiségben. Forrás: MATO et al., 2005

Az L-borkósav a bor legfontosabb és legerősebb sav komponense. A szőlő három sava közül a legellenállóbb a baktériumok lebontó-tevékenységével szemben. Nagy mennyiségben a bort keménnyé, élessé teszi, így a kiváló minőségű borok általában szegényebbek borkósavban. Maximális mennyiségét a must borkósavtartalma szabja meg, mert az erjedés alatt már csak csökken a kálium-bitartarát kicsapódása folytán. Meleg évjáratok borai kevesebb borkósavat tartalmaznak. Esős nyarú évjáratokban viszont a szőlő érése közben is növekedhet a

borkősavtartalom az intenzívebb bevándorlás miatt. A borkősav mennyisége 1 és 5 g/L között erősen változhat.

Az L-almasav maximális mennyiségét szintén a must almasavtartalma határozza meg. Minimális mennyisége akár nulla is lehet, mert mennyisége állandóan csökken az érési, alkoholos és malolaktikus erjedési folyamatokon keresztül. Még ugyanazon bor almasavtartalma is nagyon különböző, ha fejlődésének különböző időszakában vizsgálják. Mennyisége széles határok között adható meg: 0-8 g/L (EPERJESI et al., 1998).

A citromsav kis mennyiségben a szőlő és bor természetes alkotórésze, mennyisége 0 - 0,5 g/L között változik (TÖRÖK, 1995). Az ászkolás folyamán a citromsavtartalom csökken, a malolaktikus erjedés folyamán a baktériumok csaknem teljesen elfogyasztják.

A borostyánkősav az alkoholos erjedés mellékterméke. A borokban 0,8 - 1,4 g/L borostyánkősav van (SOMLYAY, 1998). A borostyánkősav-tartalom meg is marad a borban.

A tejsav alkoholos erjedés alatt képződik cukorból, kb. 1 g/L mennyiségben. Minden bor normális alkotórésze, mely az erjedéstől kezdve állandóan szaporodik, akár természetes folyamatok (malolaktikus erjedés), akár borbetegségek révén, mely alól kivételt képeznek az állandóan kénezett borok.

Ecetsav egészséges mustokban csak nyomokban mutatható ki, rothadó, penészes mustokban azonban néhány tized g/L, kivételesen több is keletkezhet. A borok ecetsavtartalma a fejlődés, tárolás alatt csak növekedhet, gondos kezeléssel változatlan marad.

A tokaji borok savtartalma nagyobb az átlagnál. A szamorodnik átlagos titrálható savtartalma 5-9 g/L, az aszúké 5-10 g/L, s az eszenciáké 6-11 g/L (SOMLYAY, 1998). A **8. táblázatban** összefoglaltam néhány palackozott tokaji bor főbb analitikai adatait.

**8. táblázat** Néhány tokaji bor főbb analitikai adatai

<b>Jelölés</b>	<b>Alkohol</b>	<b>pH</b>	<b>Titrálható sav g/L</b>	<b>Borkősav g/L</b>	<b>Almasav g/L</b>	<b>Tejsav g/L</b>	<b>Ecetsav g/L</b>
A	11,70	3,30	7,2	2,08	2,79	0,24	0,45
B	12,61	3,16	9,2	2,63	3,87	0,24	0,42
C	11,37	3,18	7,6	3,54	2,03	0,13	0,36
D	12,63	3,18	8,9	2,63	3,83	0,24	0,42
E	12,95	3,41	5,7	2,79	0,45	0,83	0,52
F	11,77	3,25	7,2	3,55	2,24	0,08	0,39

Forrás: HÁMORY, 1995

### 2.4.3. Változások a must szerves sav összetételében nemesrothadás során

A *Botrytis cinerea* borkősav-felhasználása az aszúsodás során abszolút mennyiségben a 70-90 %-ot is elérheti, míg az almasavcsökkenés kisebb mértékű (50-70 %). A bekoncentráció, valamint a glükonsavtermelés következtében azonban a titrálható savtartalomban nem feltétlenül jelentkezik csökkenés. A glükonsav mellett a botritisz kisebb mennyiségben glükuron- és galakturonsavat, valamint galaktársavat is termel. A glükonsavtartalom az erjedés során nem változik, ezért kiejert borokban is alkalmasak a nemesrothadás tényének megállapítására, más tényezők figyelembevételével. Az ecetsavtartalom általában 100-400 mg/L-rel növekszik, mely a kísérő mikroflórában felszaporodó ecetsav-baktériumok tevékenységének eredménye (EPERJESI et al., 1998).

### 2.4.4. Szerves savak mérésének lehetőségei

REBELEIN (1961) borkősavat, almasavat és tejsavat határozott meg spektrofotometriás módszerrel borban és gyümölcsleiben. A vizsgált szerves savakat erősen bázikus ioncserélő gyantán választotta szét, majd a szétválasztott frakciókat kolorimetriásan határozta meg (a borkősavat 490 nm-en, almasavat 420 nm-en, tejsavat 530 vagy 570 nm-en). A Magyar Borkönyv egyes módszerei is (16., 18. és 21. módszer) tartalmazzák szerves savak fotometriás vizsgálatainak leírását (az enzimes módszerek mellett: 17., 19. és 20. módszer) (2003). A 16. módszer szerint a borkősavat ioncserélő oszlopon elválasztva, kolorimetriásan határozzuk meg az eluátumban a vanádiumsavval végbemenő reakció által létrehozott piros szín fotometriás mérésével. A 18. módszer alapján, az anioncserélő gyantaoszlopon elválasztott tejsavat acetaldehiddé oxidáljuk, és fotometriásan határozzuk meg, miután nitroprusszid-nátriummal és piperidinnel reagáltattuk. A DL-almasav (21. módszer) a 96 %-os kénsav jelenlétében, a kromotropsavval sárga elszíneződést hoz létre.

Az enzimes módszer legnagyobb előnye a specifikussága, mivel néhány sav D és L-izomereit is lehetséges meghatározni. Mustok és borok vizsgálatánál, az enzimikus módszereket főleg almasav, tejsav és citromsav mérésére használják, bár számos más sav (ecetsav, L-askorbinsav, oxálsav, borostyánkősav, D-glükonsav) meghatározására is léteznek enzimikus módszerek (BOEHRINGER MANNHEIM GmbH, 1995). Ezek a módszerek a NADH vagy a NADPH koenzimek abszorbanciájának növekedésének vagy csökkenésének spektrofotometriás mérésén alapulnak (MATO et al., 2005), mivel annak a mennyisége sztöchiometrikus arányban van a sav mennyiségével. A módszer hátránya, hogy a vizsgálat során mindössze egyetlen savkomponenst mérhetünk. A módszer költség- és időigényességének csökkentésére áramló injektációs analitikai

(FIA, flow injection analysis) technikát dolgozott ki PUCHADES és mtsai. (1991) valamint LIMA és RANGEL (1992).

A szerves savak elválasztása és azonosítása vékonyréteg-kromatográfiával is lehetséges (IFU Analysis: No. 22), mennyiségi meghatározásuk fotodenzitóméterrel végezhető el (LIN és TANNER, 1985; MATO et al. 2005).

Gázkromatográfiát (GC) ritkán használnak szerves savak meghatározására, mivel többségük nem illékony és így mérésükhöz származékképzés szükséges, mint például trimetil-szilil (TMS), terc-butil-dimetil-szilil (TBDMS) és etil-észterek képzésével (DENG, 1997). Néhány szerves sav (ecetsav, tejsav vagy almasav) közvetlenül, származékképzés nélkül is meghatározható gázkromatográfiásan. YANG és CHOONG (2001) 13 illékony, rövid szénláncú (C<sub>2</sub>-C<sub>12</sub>) szerves savat vizsgált 37 folyékony élelmiszermintában (mustokban is) jó kimutatási határokkal.

Mustok és szőlők szerves sav összetételének vizsgálatára leggyakrabban HPLC-s technikát használnak.

A HPLC technika lehetőséget nyújt arra, hogy a szerves savakat egymás mellett, egy méréssel határozzuk meg. Sokféle HPLC-s módszer létezik, melyek közül néhányat a **9. táblázat** (lásd 33. oldalon) tartalmaz részletesebben. Mustok és borok savösszetétel vizsgálatának többségénél minta-előkészítést (szilárd fázisú extrakció, ioncserélő gyanta) alkalmaznak, más zavaró, együtt eluálódó komponensek (színanyagok, cukrok) elkerülésére (MATO et al., 2005). A vizsgálatokat az elválasztás mechanizmusa szerint a következőképpen csoportosíthatjuk: fordított fázisú (RP-HPLC), ioncserés és ion-kiszorításos HPLC-s módszerek, melyek közül az RP-HPLC a legelterjedtebb. LLORENTE és mtsai. (1991) valamint KORDIS-KRAPEZ és mtsai. (2001) RP-HPLC-vel (UV detektorral) vizsgáltak mustokat, borokat különösebb minta-előkészítés nélkül (hígítást és szűrést követően). LÓPEZ-TAMAMES és mtsai. (1996), CASELLA és GATTA (2002) valamint SOYER és mtsai. (2003) ion-kiszorításos HPLC-s módszert használtak törésmutató, elektrokémiai vagy UV detektorral. CASTELLARI és mtsai. (2000) ioncserés HPLC módszert alkalmazott két detektor (UV és törésmutató detektor) sorba kapcsolásával és egyidejűleg határozott meg szerves savakat, cukrokat és alkoholokat elfogadható felbontás mellett.

A kapilláris elektroforézis (CE) az utóbbi időkben nagyobb jelentőségre tett szert kis vegyszer- és időigényének, nagy felbontásának és egyszerűségének köszönhetően (ESTEVES et al., 2004).



**9. táblázat** Szerves savak meghatározása mustokból és borokból HPLC-vel

<b>Mátrix</b>	<b>Vizsgált szerves savak</b>	<b>HPLC-s módszer, oszlop neve (mérete /mm/ és töltet /<math>\mu</math>m/)</b>	<b>Eluens</b>	<b>Detektálás</b>	<b>Elválasztás ideje /perc/</b>	<b>Irodalom</b>
bor	borkósav, almasav, citromsav, ecetsav, tejsav	RP-HPLC Inertsil ODS-2 (250X4,0 mm I.D.; 5 $\mu$ m)	Izok., 2% MeOH, 98 % 0,02 M $\text{KH}_2\text{PO}_4$ (pH 2,88)	UV-VIS, 230 nm	12	SOUFLEROS et al., 2006
bor	galakturonsav, borkósav, almasav, tejsav, borostyánkósav, citromsav	RP-HPLC Lichrosorb RP-18 (250X4,0 mm I.D.; 10 $\mu$ m)	Izok., 6 $10^{-3}$ M $\text{H}_3\text{PO}_4$	UV-VIS, 210 nm	12	KORDIŠ–KRAPEŽ et al., 2001
bor	citromsav, tejsav, almasav, oxálsav, borkósav	RP-HPLC Ultrasphere C18 (250X4,6 mm I.D.; 5 $\mu$ m)	Izok., 0,005 M $\text{H}_2\text{SO}_4$	Fotokémiaiilag indukált kemilumineszcenciás detektálás	30	PÉREZ-RUIZ et al., 2004
szőlő must	citromsav, almasav, borkósav,	Ion-kiszorításos kromatográfia Bio Rad Aminex HPX-87 (300X7,8 mm)	Izok., 0,01 N $\text{H}_2\text{SO}_4$	UV-VIS 214 nm	11	SOYER et al., 2003
bor	ecetsav, citromsav, tejsav, almasav, borostyánkósav, borkósav	Ioncserés kromatográfia (IEC) Inores H (250X7,8 mm I.D.; 8 $\mu$ m)	Izok. 0,005 M $\text{H}_2\text{SO}_4$	Valós idejű FTIR detektálás	25	VONACH et al., 1998

**Rövidítések:** Izok., izokratikus elválasztás; RP, reversed-phase, fordított fázis; FTIR, Fourier transzformációs infravörös detektálás

### 3. ANYAG ÉS MÓDSZER

#### 3.1. Anyagok és eszközök

A mérések során az alábbiakban felsorolt anyagokat, vegyszereket és műszereket használtam fel:

##### **Vegyszerek:**

2-merkaptoetanol – puriss., *Reanal* (Budapest, Magyarország)

Acetonitril – HPLC minőségű, *Merck*

Aminok: putreszcin, i-butil-amin, kadaverin, tiramin, hisztamin, 2-metil-butil-amin, agmatin, 3-metil-butil-amin, n-pentil-amin, spermidin, fenil-etil-amin, triptamin, hexil-amin – analitikai reagens, puriss., *Sigma-Aldrich Kft.*

Bórsav – analitikai reagens, *Reanal* (Budapest, Magyarország)

Brij-35 – minőség: spec., *Reanal* (Budapest, Magyarország)

Ioncserélt víz: Milli-Q víztisztító berendezés

Kálium-dihidrogén-foszfát – analitikai reagens, *Reanal* (Budapest, Magyarország)

Kálium-hidroxid – szemcsés, analitikai reagens, *Reanal* (Budapest, Magyarország)

Kénsav – 96 %-os, analitikai reagens, *Reanal* (Budapest, Magyarország)

Meta-foszforsav – puriss., *Reanal* (Budapest, Magyarország)

Metanol - HPLC minőségű, *Merck*

Nátrium-acetát – vízmentes, analitikai reagens, *Reanal* (Budapest, Magyarország)

Nátrium-oktán-szulfonát – *Romil* (Cambridge, Egyesült Királyság)

o-ftáldialdehid – purum, *Fluka*

Orto-foszforsav – 85 %-os, analitikai reagens, *Reanal* (Budapest, Magyarország)

Perklórsav – 70 %-os, analitikai reagens, *Reanal* (Budapest, Magyarország)

Szerves savak: borkósav, tejsav, ecetsav /96 %-os/ (analitikai reagens), citromsav (puriss.) - *Reanal* (Budapest, Magyarország)

almasav – analitikai reagens, *Schuchardt* (München, Németország)

fumársav – analitikai reagens, *Merck*

sikimisav – analitikai reagens, *Sigma-Aldrich Kft.*

##### **Műszerek:**

Víztisztító berendezés – Milli-Q System (Millipore)

Mikropumpa – LS-231-246, LMIM

Ultra-turrax homogenizáló készülék

Waters Alliance 2690 HPLC (automata injektorral rendelkező és számítógéppel vezérelt)

Waters 474 fluorimetriás detektor

Waters 996 fotodióda-soros detektor

Piccolo HI1290 pH mérő (HANNA)

### ***Oszlopok:***

ODS-AQ (YMC European GMB) fordított fázisú oszlop (250 x 4,6 mm I.D., S-5 µm)

Rezex ROA Organic acid (Phenomenex) ioncserés oszlop (300 x 7,8 mm I.D., 8 µm)

µBondapak C18 (Waters) fordított fázisú oszlop (300 x 3.9 mm I.D., 10 µm)

## **3.2. Vizsgált minták**

### **3.2.1. Szőlőminták**

A szőlőminták esetében két évjáratot (2003, 2004) tanulmányoztam. A 2003-as ép, töppedt és aszús szőlőminták a Tokaj-hegylajai borvidék jellegzetes fajtái közül kerültek ki: furmint, hárslevelű és e két szőlőfajta keveréke. A minták öt különböző dűlőről, Mádról (2 dűlő: M1, M2), Tarcalról (2 dűlő: Z, P) és Tolcsváról (1 dűlő: S) származtak. Összesen tizenhat mintát vizsgáltam a 2003-as évjáratból.

A 2004-es évjáratban az eddigiekben vizsgált ép, töppedt és aszús szőlők mellett szürkerothadt és zöld penészes (zöldrothadt) szőlőszemeket vizsgáltam. 2004-ben a főbb fajtákon (furmint, hárslevelű) kívül további három szőlőfajta (sárgamuskotály, zéta és kövérszőlő) került mintavételezésre a borvidék három dűlőjéről, Sátoraljaújhelyről (G dűlő), Tarcalról (K dűlő) és Mádról (V dűlő), így a fajták és a dűlők közötti különbségeket, aszúsodásra való hajlamukat vizsgálhattam. A 2004-es évjáratból összesen huszonzét mintát tanulmányoztam.

#### **3.2.1.1. Szőlőszemek minta-előkészítése aminok és szerves savak mérése esetén**

**Aminok:** Az ép és a szürkerothadt szőlőszemekből 25 g körüli, de pontosan lemért mennyiséget 10 percig Ultra-turrax homogenizáló készülékkel homogenizáltam, 10 000 fordulat/percen centrifugáltam, majd a felülúszót 0,46 µm-es membránszűrőn átszűrtem. A nagyobb szárazanyag-tartalmú (kevés lé-tartalmú) aszús, zöldrothadt és töppedt szőlőszemekből 12 g mennyiséghez 10 %-os 20 ml perklórsavat adtam és azzal együtt homogenizáltam, centrifugáltam, majd szűrtem az ép szőlőkhöz hasonlóan. A perklórsav oldatot az ép szőlők száraz anyag tartalmához viszonyított mennyiségben illetve arányban adtam a szőlőszemekhez, melyet azért

használtam, mert az illékony, bázikus amin vegyületek stabilabbak a perklórsavban a szőlők áztatása során. A perklórsavas oldat hatására bekövetkező hígulást a koncentrációsámítás során figyelembe vettem. A szőlőmintákból három párhuzamos mérést végeztem.

**Savak:** A szőlőmintákat a mérést megelőzően Ultra-turrax homogenizáló készülékkel homogenizáltam, hígítottam (ép és rothadt szőlőminták: 12 X-es hígítás; aszú szőlők: 25 X-ös hígítás), majd szűrést (0,42 µm) követően injektáltam (10 µl) az oszlopra.

A szőlőbogyó kémiai összetételére vonatkozó elemzések eredményeit 1000 g szőlő száraz anyagára vonatkoztatva adtam meg (mg/L helyett), mivel így az adatok azokat a változásokat jelzik, amelyek a bogyóban keletkeznek, függetlenül a víz okozta koncentráció-változástól.

A szárazanyag mérést gravimetriás módszerrel, az MSZ EN 12145:1998 szabvány szerint végeztem.

### **3.2.2. Borminták**

A vizsgált borminták a 2002-es VI. Vinagora Nemzetközi Borversenyen (Budapest) és a 2004-es I. Vinagora Botrytis Nemzetközi Borversenyen (Tarczal) részt vett borok közül kerültek ki.

A Vinagora borversenyeket két évente, Magyarországon rendezik meg és a világ nyolc legjelentősebb borversenyei között jegyzik. A 2002-es borverseny egyik újdonsága volt, hogy önálló kategóriában kerültek elbírálásra a botritizálódott borok.

2004-ben a világon először Magyarországon rendezték meg az aszúsodott szőlőből készülő, szaknyelven botritizált borok nemzetközi versenyét, a Vinagora Botrytis Nemzetközi Borversenyt.

A 2002-es borversenyről származó minták között különböző évjáratú, különböző termelőktől származó tokaji aszúborok (32 minta) és tokaji eszenciák (4 minta) szerepeltek. Ezenkívül, hét (G, SK, F1, F2, F3, A1 és A2) külföldi bort is vizsgáltunk, melyek négy országból származtak (Németország /G/, Szlovákia /SK/, Franciaország /F/ és Ausztria /A/) és a vizsgált magyar borokhoz hasonlóan botritiszes töppedéssel jöttek létre. Összesen negyvenhárom mintát vizsgáltunk és két párhuzamos mérést végeztünk. A magyar, nem-botritiszes (normál) fehér borokat kereskedelemből vásároltuk és a vizsgálat előtt közvetlenül nyitottuk fel.

A 2004-es borverseny mintái esetében, a hazai botritiszes borok (egri botritizált fehér- és vörösborok /5 minta/, tokaji borkülönlegességek /Tokaji aszú: 21 minta és Tokaji szamorodni: 5 minta/) mellett, nagyszámú külföldről származó botritizált bor /24 minta/ amin- és sav-összetételét tanulmányoztuk. A külföldi borok kilenc országból származtak (Portugália: P/1, P/2; Olaszország: I/1, I/2; Spanyolország: E/1 - E/4; Ausztria: A/1 - A/7; Szlovákia: SK/1, SK/2; Svájc: CH/1, CH/2; Franciaország: F/1 - F/3; Németország: G; Egyesült Államok: USA). Az Egerből származó borfajták a következők voltak (a mintajelölések zárójelben találhatóak): Egri Tramini (ET), Egri

Bíbor Aszú (EBA), Cabernet Vörös Aszú (ECVA), Cabernet Franc (ECF), Cabernet Sauvignon (ECS).

A borversenyekről származó borokat -20°C-on fagyasztoóban tároltam a vizsgálat megkezdéséig. A bormintákat, szűrést követően, közvetlenül az oszlopra injektáltam.

### 3.3. Az elválasztás körülményei

#### 3.3.1. Aminok mérése

Az aminok mérésére Waters 474 fluorimetriás detektorral ( $\lambda_{\text{ex}} = 345 \text{ nm}$ ;  $\lambda_{\text{em}} = 455 \text{ nm}$ ) felszerelt Waters Alliance 2690 HPLC-s rendszert használtam. Az aminok elválasztását és mennyiségi meghatározását  $\mu$ Bondapak C18 (300 x 3,9 mm, 10  $\mu\text{m}$ ; Waters) fordított fázison, ionpár képzéssel végeztem. Ionpár-képzőként oktán-szulfonsavat használtam. Az aminok elválasztásához egy korábban kidolgozott (SASS-KISS és HAJÓS, 2005) gradiens elúciós programot módosítottam. A gradiens elúció során az ionkoncentrációt és az eluens szerves oldószer (acetonitril) arányát változtattam, melyet részletesen a **10. táblázat** tartalmaz.

**10. táblázat** Gradiens elúciós program az aminok elválasztására

Elúciós idő (perc)	Eluens		
	A (%)	B (%)	C (%)
4	100	0	0
5	100	0	0
13	85	15	0
14	85	15	0
25	75	25	0
48	0	40	60
49	0	52	48
63	0	52	48
75	0	70	30
80	0	100	0
90	0	100	0
92	100	0	0

A tizennégy amin egyidőben történő elválasztásához három oldatot használtam. Az eluensek összetétele a következő volt:

A eluens  $\Rightarrow$  0,16 M Na-acetát, 10 mM oktán-szulfonsav (pH 5,25)

B eluens  $\Rightarrow$  0,2 M Na-acetát, 10 mM oktán-szulfonsav (pH 4,5) és acetonitril (arányuk: 66:34)

C eluens  $\Rightarrow$  0,1 M Na-acetát, 10 mM oktán-szulfonsav (pH 5,25)

Az aminok egy részének (Put, iBa, Kad, ismeretlen1 /Ism1/, Tir, His, ismeretlen2 /Ism2/) az elválasztásához nagyobb, míg másik csoportjának (2MeBa, Agm, 3MeBa, Pa, Spd, Phe) elválasztásához kisebb ionkoncentrációra volt szükség (SASS-KISS és HAJÓS, 2005).

Az aminok származékképzése OPA oldattal (1,49 mM o-ftáldialdehid, 42,6 mM 2-merkaptóetanol, 0,5 M bórsav, 0,46 M KCl, 0,03% Brij 35) történt az oszlopról történő eluálódást követően (post-column derivatization). Az oszlop utáni származékképzés SEILER és KNÖDGEN (1980) módszere alapján történt.

A vizsgálatokhoz használt módszer az aminok jó elválasztását tette lehetővé, mivel vizsgálatainkkal igazoltuk, hogy az aminosavak az első húsz percben lefutottak, és ezért a tanulmányozott amin komponensek meghatározását nem zavarják.

A komponensek mennyiségi meghatározásához belső standard-ként hexil-amint használtam.

A mozgó fázis áramlási sebessége 1 ml/perc, az OPA származékképző reagenssé 0,8 ml/perc volt, mely utóbbi az oszlop után elhelyezett T-elágazásban keveredett az eluenssel. A származékképző reagenst mikropumpa (LS-231-246, LMIM) szállította.

Az aminok azonosítását a standard vegyületek retenciós idejének összehasonlításával illetve standard addíciós módszerrel végeztem. Az azonosított komponensek mennyiségi meghatározásához kalibrációs görbét vettem fel 0,1-10 mg/L-es tartományban, melyet 10 %-os perklórsav oldatban készítettem el. A kadaverin, hisztamin, tiramin és n-pentil-amin esetében a 0,1-1 mg/L-es koncentráció tartományt használtam, mivel ezek az aminok kisebb koncentrációban fordulnak elő a vizsgált mintákban.

Lineáris regresszió alkalmazásakor kapott korrelációs koefficiens értékeket az **11. táblázatban** foglaltam össze.

**11. táblázat** Korrelációs koefficiens

Korrelációs koefficiens (r)	Amin
$r \geq 0,9990$	kadaverin, tiramin, hisztamin, agmatin, spermidin, fenil-etil-amin, triptamin, spermin
$r \geq 0,9973$	putreszcin, i-butil-amin
$r \geq 0,9784$	n-pentil-amin, 3-metil-butil-amin
$r = 0,9041$	2-metil-butil-amin

A kimutatási határ 0,02 ng (3-metil-butil-amin) és 1 ng (hisztamin, tiramin) között változott 10 µl injektálási térfogat mellett.

Az ismételhetőség vizsgálata céljából öt párhuzamos mérést végeztem az egyik bormintából. A relatív szórás (RSD) elfogadható volt (5 % alatt). Kadaverin (10 %), hisztamin, spermidin, agmatin (15 %) esetében magasabb relatív szórás értékeket kaptam a mintában található alacsony koncentrációjuknak (<0,3 mg/L) köszönhetően.

### 3.3.2. Szerves savak mérése

A szőlőminták szerves savainak elválasztása Rezex ROA Organic acid (Phenomenex) ioncserés oszlopon (300 x 7,8 mm I.D., 8 µm) történt, melyhez 0,005 N kénsavat használtam izokratikus körülmények között. Az eluens áramlási sebessége 0,6 ml/perc volt.

A Rezex oszlopon a kimutatási határ 0,04 ng (fumársav) és 52 ng (ecetsav, tejsav) között változott (almasav: 20 ng, borkósav, citromsav: 10 ng) 10 µl injektált térfogat mellett. A korrelációs koefficiens (r) 0,9999 volt a borkósavra, az almasavra, a citromsavra és a fumársavra, míg 0,9997 a tejsavra és az ecetsavra. Az ismételhetőség vizsgálatára, az aminokhoz hasonlóan, öt párhuzamos mérést végeztem az egyik szőlőmintából. A relatív szórás (RSD) a citromsav, a borkósav, a tejsav és a sikimisav esetében kisebb volt, mint 5,6 %, az almasavra, az ecetsavra és a fumársavra 2,4% alatti értéket kaptam.

A borok szerves savainak mérését ODS-AQ (YMC European GMB) fordított fázisú oszlopon (250 x 4.6 mm I.D., S-5µm) végeztem. Az elválasztáshoz 0,02 M foszfát puffert (2,75 g/L KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, pH 2,7) használtam izokratikus körülmények között. A mozgó fázis (eluens) áramlási sebessége 0,7 ml/perc volt. A detektálás UV detektor segítségével történt mindkét esetben, 214 nm-en.

Az ODS-AQ oszlopon a kimutatási határ szűkebb intervallumban, 0,1 ng (fumársav) és 2,5 ng (ecetsav) között változott 10 µl injektált térfogat mellett. A korrelációs koefficiens (r) 0,9999 volt az összes savra. Az ismételhetőség vizsgálatára öt párhuzamos mérést végeztem az egyik bormintából. A relatív szórás (RSD) a citromsav és az almasav esetében kisebb volt, mint 4,2 %, a sikimisavra, tejsavra és fumársavra 3,5 % alatti értéket kaptam.

A szőlőkben és a borokban található szerves savak (borkósav, almasav, citromsav, sikimisav, fumársav) azonosítását a standard vegyületek retenciós idejének összehasonlításával valamint standard addícióval végeztem. Az azonosított komponensek mennyiségi meghatározásához kalibrációs görbét vettem fel 0,04 g/L - 1,0 g/L tartományban. A fumársav esetében 0,08 mg/L- 2 mg/L-es koncentráció tartományt használtam. Az oldatokat 2 %-os meta-foszforsav oldatban készítettem el.

A borminták és a szőlőminták sav-összetételének vizsgálata két különböző oszlopon történt. A botritiszes borokban a nemesrothadást jelző savakat, mint például glükonsavat és galakturonsavat nem tudtam vizsgálni a fordított fázisú oszlopon egyidőben történt eluálódásuk következtében. A szőlőminták esetében az ioncserés oszlopot alkalmaztam annak reményében, hogy a fentiekben említett savak változásait a normál és a különbözőképpen fertőzött szőlők esetében nyomon kövessem. Sajnos megbízható eredményt ezen savak vizsgálata során nem kaptam.



### **3.4. Mikrobiológiai vizsgálatok**

A mikrobiológiai vizsgálatokat a Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet Mikrobiológiai Osztályán dolgozó munkatársak végezték.

A mezofil aerob összes élőcsíraszám meghatározásához PCA agart (plate count agar, Merck) használtak. Az élesztők és penészek számát kloramfenikol glükóz agarral (Biolab), bengál-rózsával kiegészítve (Fluka) határozták meg.

Minden mintából 10 g-ot 90 ml (1g pepton, 9 g NaCl, 1 L desztillált víz) hígítóval homogenizáltak stomacher készülékben 90 másodpercig. A hígítási sorból lemezöntést végeztek PCA agarra (5 g pepton, 2,5 g élesztőextraktum, 1 g glükóz, 14 g agar-agar, 1 L desztillált víz), a lemezeket 5 napig 30°C-on inkubálták az összes élőcsíraszám meghatározásához. A penészek és az élesztők meghatározását szintén lemezöntéses módszerrel végezték kloramfenikol glükóz agarra (5 g pepton, 20 g glükóz, 0,2 g kloramfenikol 14,8 g agar-agar, 1 L desztillált víz), mely 0,025 g/L bengál-rózsát tartalmazott, ugyanabból a hígítási sorból. A lemezeket 5 napig szobahőmérsékleten inkubálták. Az adatokat telepképző egység (tke, CFU) logaritmus értékeinek formájában adták meg 1 g szőlőszemre vonatkoztatva.

### **3.5. Alkalmazott statisztikai módszerek**

Az eredmények kiértékeléséhez korreláció analízist, t-próbát, variancia-analízist és többváltozós statisztikai módszerek közül főkomponens-, lineáris diszkriminancia- és klaszteranalízist használtam, Excel és MINITAB programcsomag felhasználásával.

#### **3.5.1. Főkomponens-analízis**

A főkomponens-analízis (principal component analysis, PCA) a többváltozós módszerek közül a legfontosabbnak tekinthető. A PCA alkalmazása bonyolult sajátérték-számításra épül, és éppen ezért alkalmazása számítógéphez kötött (SVÁB, 1979).

Főkomponens-analízis segítségével a borokban illetve a szőlő mintákban mért nagy számú, korrelált amin és sav (változók) koncentráció értékeit matematikai transzformáció útján olyan, az eredeti változókkal megegyező számú, korrelálatlan változókká alakítjuk, amelyek közül már a kevesebb számú (2) változó is le tudja írni a rendszert jelentős információvesztés nélkül. Ezek az új, matematikai változók az ún. főkomponensek (principal components, PCs) úgy vannak sorba rendezve, hogy elől állnak azok, amelyek az eredeti változók együttes varianciájának (X mátrix összes elemére számított szórásnégyzetnek) legnagyobb részéért felelősek (HORVAI (Szerk.),

2001; SZELÉNYI, 1993; SZELÉNYI és LAKATOS, É.n.). A főkomponens-analízis során megadott összvariancia százalékos értékei azt mutatják, hogy a főkomponensek az eredeti változók által hordozott teljes információ hány százalékát tartalmazzák.

A főkomponens-elemzés eredményeinek láthatóvá tételét rendszerint főkomponens (score) és főkomponens együttható (loading) ábrákkal oldhatjuk meg. A főkomponens ábra lehetővé teszi a megfigyelések (borok, szőlők) esetleges elkülönülő csoportjainak felismerését. A főkomponens együttható ábrából a tulajdonság-változók hasonlóságaira, valamint a tulajdonság-változók és a főkomponensek közötti korrelációira lehet következtetni (HORVAI (Szerk.), 2001).

### **3.5.2. Diszkriminancia-analízis**

A diszkriminanciaanalízis a nagymennyiségű, és éppen ezért áttekinthetetlen jellemző érték alapján is lehetővé teszi a különböző osztályozási variációk vizsgálatát. Kimutatja az általunk adott csoportbesorolás helyességét, az átsorolt egyedek számát, valamint a helyesen besorolt egyedek (megfigyelési egységek) arányát. Ennek alapján, az egyes osztályozások jósága értékelhető és összehasonlítható (SZELÉNYI és LAKATOS, É.n.).

### **3.5.3. Klaszteranalízis**

A klaszteranalízis ezzel szemben annak a vizsgálatára használható, hogy a megfigyelések illetve a változók milyen osztályokba (csoportokba) sorolhatók bármiféle ezzel kapcsolatos előzetes feltételezés nélkül. Meghatározott hasonlósági szint (similarity) beállítása esetén kimutatható és ábrázolható, hogy mely megfigyelési egységek hasonlítanak egymásra nagyszámú adott jellemzőjük (megfigyelési változók) alapján (SZELÉNYI és LAKATOS, É.n.).

## 4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

### 4.1. Szőlőminták vizsgálata

A szőlők vizsgálatának célja elsősorban az volt, hogy különböző szőlőfajtájú és helyről származó egészséges (ép, töppedt) valamint fertőzött szőlőszemek (nemesrothadt, szürke- és zöldróthadt) amin- és savösszetételét tanulmányozzam. Aszú, szürke- és zöldróthadt szőlőszemek valamint tokaji szőlőfajták összehasonlító vizsgálatára irodalmi adatokat nem találtam. A főbb szőlőfajták mellett kevésbé elterjedt és a közeljövőben telepítésre szánt fajtákat is tanulmányoztam.

A mikrobiológiai vizsgálatok elvégzését a nemesen rothadt szőlőszemek más jellegű rothadási folyamaton átesett szőlőszemekkel való összehasonlítása és a mikrobiótának a szőlő amin- és savösszetételre gyakorolt hatása szempontjából találtam fontosnak.

#### 4.1.1. Fertőzött szőlőszemek felületének mikrobiológiai összetétele

A mikrobiológiai vizsgálatok között azonos termőhelyről származó szőlőminták mezofil aerob összes élősíraszám, élesztő- és penészszám vizsgálatai szerepeltek.

A **12. táblázatban** foglaltam össze a 2004-es szüretelésű, különböző szőlőfajták mikrobaszámának átlagos értékeit és a szőlőszemek felületén található penészek megoszlását (*Penicillium* és *Botrytis*), melyek két dűlőről (K és V) származtak.

**12. táblázat** Szőlőszemek mikrobaszáma és a penészek megoszlása a szőlőbogyókon (*Penicillium* és *Botrytis*) a 2004-es évjáratban

	K DŰLŐ (lg CFU / g)			
	Baktérium	Élesztő	Penész	
Aszú szőlő	3,344 (0,561)	3,185 (0,799)	6,344 (0,469)	
			Penicillium 1,434 (1,362)	Botrytis 4,909 (1,703)
Szürke rothadt szőlő	3,611 (0,263)	3,719 (0,684)	4,987 (0,164)	
			Penicillium 1,133 (0,393)	Botrytis 3,854 (0,368)
V DŰLŐ (lg CFU / g)				
Aszú szőlő	Baktérium	Élesztő	Penész	
	2,204 (0,763)	4,568 (0,984)	6,204 (0,464)	
			Penicillium 1,117 (0,562)	Botrytis 5,087 (1,703)
Zöld rothadt szőlő	4,342 (0,363)	4,255 (0,684)	7,176 (0,364)	
			Penicillium 6,458 (0,197)	Botrytis 0,718 (0,540)

A szórások zárójelben találhatóak.

A szőlőszemekben 6 morfológiailag különböző kolónia található. A mikroszkopikus vizsgálatok kimutatták, hogy a kolóniák *Penicillium spp.* (két morfológiailag különböző kolónia) és *Botrytis spp.* (négy morfológiailag különböző kolónia) fajok voltak.

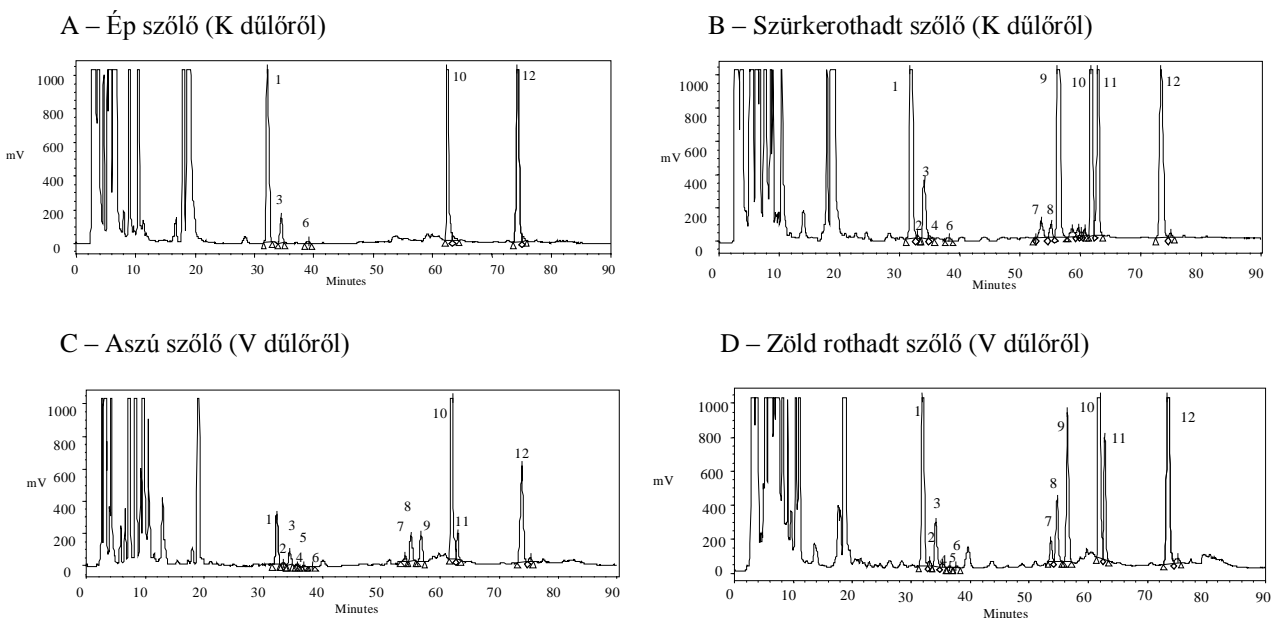
A K dűlön mind az aszú, mind a szürkerothadt szőlőszemek főleg *Botrytis cinerea* penésszel fertőződtek. A V dűlön elsősorban *Penicillium spp.* volt jelen a zöld penészes szőlőkön és főleg *Botrytis cinerea* telepedett meg az aszúszemekben.

BENE és MAGYAR (2004) szőlőszemek élesztő és penész mikrobióta vizsgálatai szerint, a jó évjáratokra kisebb élesztőpopuláció és penész konidium szám jellemző, valamint a *Botrytis* mellett, rendszerint más penészfajok, mint például *Penicillium* és *Aspergillus* is előfordulnak.

#### 4.1.2. A mikrobióta hatása szőlők amin-tartalmára

Korábban, Sass-Kiss és Hajós tokaji ép és aszú szőlők amin-összetételét több évjáratban is (1997-2000) tanulmányozták (SASS-KISS et al., 2000; HAJÓS et al., 2000, SASS-KISS és HAJÓS, 2005; SASS-KISS et al., 2005), mely kutatásokat két évjárat (2003, 2004) vizsgálatával továbbfolytattam. A különböző rothadási folyamaton átesett (szürke- és zöldrothadt) szőlőszemek amin- és sav-összetételét korábban még nem vizsgálták.

A **4. ábrán** egy egészséges (A), szürkerothadt (B), aszú (C) és zöld rothadt (D) szőlő kromatogramja látható.



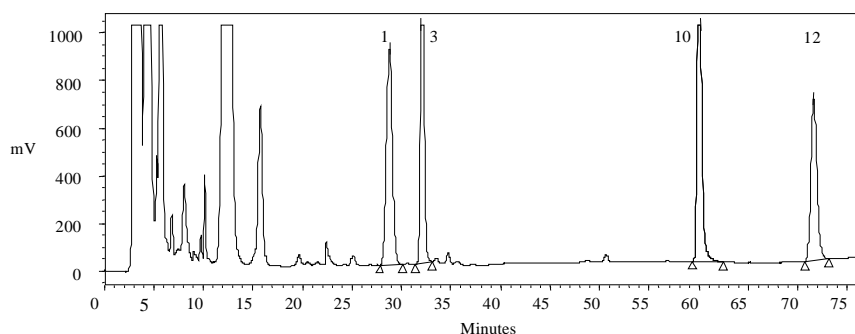
2004-es évjárat, Furmint szőlőfajta; Injektált mennyiség: 30 µL, kivéve az aszú szőlőnél, amelyből 10 µL-t injektáltam az oszlopra; Azonosított csúcsok: Put, 1; iBa, 2; Kad, 3; Ism1, 4; Tir, 5; His, 6; 2MeBa, 7; Agm, 8; 3MeBa, 9; Spd, 10; Fen, 11 és Istd, 12.

**4. ábra** Szőlőminták kromatogramjai - aminok

A szőlőkben, a korábban elválasztott és azonosított amin komponenseken kívül (SASS-KISS és HAJÓS, 2005) további két amin vegyületet, a 2-metil-butil-amint és a 3-metil-butil-amint (pentilamin izomerek), azonosítottam standard vegyületek retenciós idejének összehasonlításával, illetve standard addíciós módszerrel. A mintákból így összesen tíz amin vegyület mennyiségét tudtam meghatározni.

Az ép szőlőszemek kevesebb számú amin komponenst tartalmaztak (putreszcín, kadaverin, spermidin és kevés hisztamin), mint a penésszel fertőzött szőlőszemek. A kromatogramokon jól látható, hogy a fertőzött szőlőszemekeken (B-D) primer alifás aminok, fenil-etil-amin és az agmatin jelent meg.

A szőlőmagokban (**5. ábra**) putreszcint, kadaverint és spermidint találtam nagyobb koncentrációban. A putreszcín és a spermidin a poliaminok közé tartoznak az élő szervezetben, jelenlétüket így természetesnek tekinthetjük a szőlőmagokban. A kadaverin nagyobb mennyiségben való jelenléte meglepő volt.



Azonosított csúcsok: Put, 1; Kad, 3; Spd, 10 és Istd, 12.

**5. ábra** Szőlőmag kromatogramja - aminok

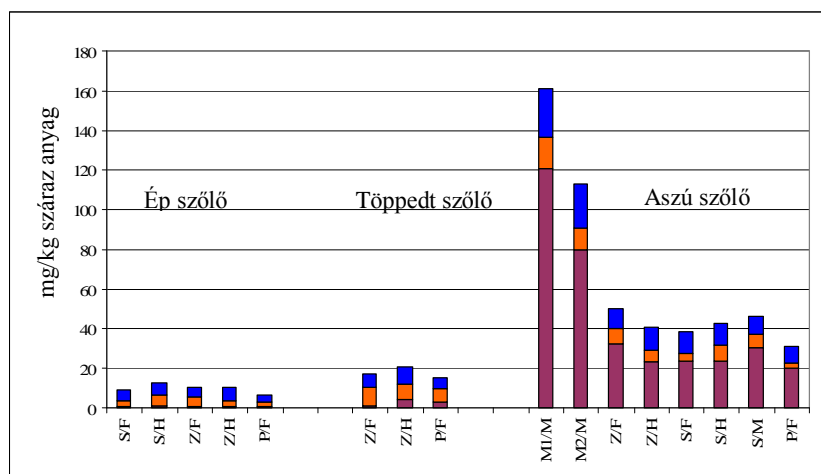
A vizsgált tokaji szőlők amin koncentrációinak értékeit a **18.**, **19.** és **20. táblázat** tartalmazza, melyek az **M2-es mellékletben** találhatóak. Korábbi eredményekkel összhangban (SASS-KISS és HAJÓS, 2005), az ép szőlők (**18. táblázat**) elsősorban putreszcint (0,7 – 7,24 mg/kg sz. a.) és spermidint (3,69 – 12,25 mg/kg sz. a.) tartalmaznak. Más aminok (kadaverin, hisztamin, fenil-etil-amin) csak kis mennyiségben fordulnak elő (1,00 és 1,30 mg/kg sz. a. alatt) vagy egyáltalán nem találhatóak meg az ép szőlőkben.

Korábbi irodalmi adatokkal megegyezően (SASS-KISS és HAJÓS, 2005), a nemesrothadás során új vegyületek, elsősorban primer alifás aminok jelentek meg az aszú szőlőkben (**19. táblázat**), mint például az i-butil-amin (0,05 – 14,22 mg/kg sz. a.), ismeretlen 1-el jelölt vegyület, tiramin (0 – 7,58 mg/kg sz. a.), agmatin (0,32 – 7,71 mg/kg sz. a.), 2-metil-butil-amin (0 – 20,66 mg/kg sz. a.) és a 3-metil-butil-amin (0,66 – 34,23 mg/kg sz. a.). A spermidin (8,49 – 32,13 mg/kg sz. a.) és a fenil-etil-amin koncentrációja (1,76 – 28,23 mg/kg sz. a.) emelkedett az ép szőlőkhöz képest.

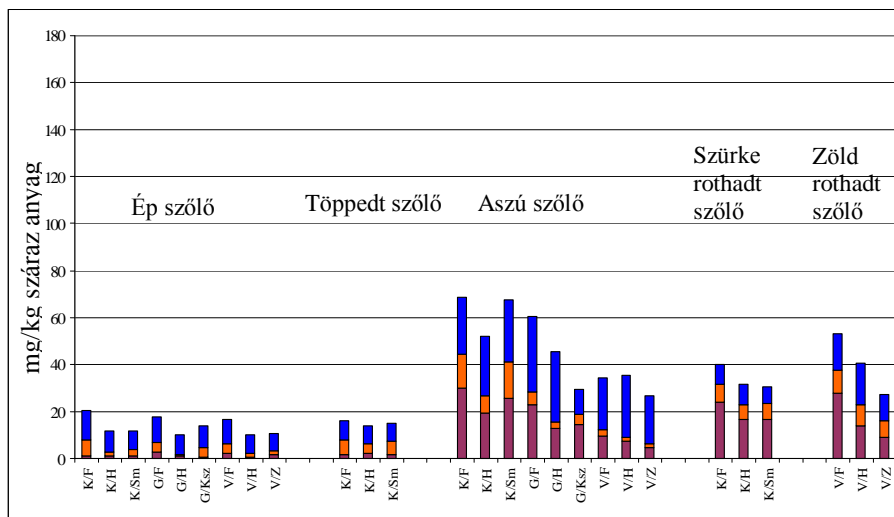
A szürke rothadt szőlőkben (**20. táblázat**) a putreszcín (6,45 – 7,74 mg/kg sz. a.), a 3-metil-butil-amin (9,68 – 11,55 mg/kg sz. a.), a spermidin (7,25 – 8,39 mg/kg sz. a.), a fenil-etil-amin (4,62 – 8,73 mg/kg sz. a.) volt jelen nagyobb koncentrációban az ép szőlőkhöz viszonyítva. A szürke rothadt szőlők agmatin tartalma (0,33 - 0,72 mg/kg sz. a.) alacsonyabb szinten maradt az aszú szőlőkhöz képest. A zöld rothadt szőlőkben a putreszcín (7,22 – 9,64 mg/kg sz. a.), az agmatin (2,19 – 4,77 mg/kg sz. a.), a 3-metil-butil-amin (1,4 – 9,46 mg/kg sz. a.), a spermidin (11,16 – 17,5 mg/kg sz. a.) és a fenil-etil-amin (3,2 – 8,54 mg/kg sz. a.) a legfontosabb amin vegyületek.

A **6. ábra** az ép és a fertőzött szőlőszemek összamin-tartalmát mutatja. Az ábrán külön ábrázoltam a két vizsgált (2003-as és 2004-es) évjáratot.

### 2003-as évjárat



### 2004-es évjárat



■ , spermidin; ■ , putreszcín; ■ , többi amin.

Többi amin: iBa, Kad, Ism1, Tir, His, 2MeBa, Agm, 3MeBa és Fen összege. Dülők: S, Z, P, M1, M2, K, G, V. Szőlőfajták: F - furmint; H - hárslevelű; Sm - sárga muskotály; Z - zéta; Ksz – kövérszőlő; M – furmint és hárslevelű fajták keveréke.

**6. ábra** 2003-as és 2004-es szőlők összamin-tartalma

A szőlők putreszcin és spermidin tartalma mellett, a többi amin mennyiségének az összegét ábrázoltam az oszlopdigramokon. Az ép és a töppedt szőlők összamin-tartalma nem éri el a 21 mg/kg sz. a. mennyiséget, míg az aszú, szürke rothadt és zöld rothadt szőlők összamin-tartalma 26 és 69 mg/kg között változott.

Megállapítottam, hogy a fertőzött szőlőszemekben (aszú, szürkerothadt és zöldrothadt) egyes aminok, elsősorban primer alifás aminok, megjelenése és mennyiségi növekedése a mikrobióta hatásának köszönhető.

BAST (1971, 1972) komplex közegben baktérium törzsek tanulmányozásával arra a következtetésre jutott, hogy a baktériumok illékony primer aminokat termelhetnek aldehidekből és aminosavakból. Legtöbb esetben, butil-amin, pentil-amin és fenil-etil-amin jelent meg nagyobb mennyiségben, melyek enzimatis dekarboxilációval illetve aldehidek transz-aminációjával keletkezhetnek.

Megismételtem egy nem publikált vizsgálatot, melynek eredményei alapján megállapítottam, hogy *in vitro* körülmények között a *Botrytis cinerea* oldatából agmatin, 3-metil-butil amin, putreszcin, spermidin és fenil-etil-amin volt kimutatható nagyobb mennyiségben. A primer alifás aminok nagy koncentrációban való megjelenése mikroorganizmusok, nevezetesen a *Botrytis cinerea* tevékenységét mutatja. Az *in vitro* eredmények alapján feltételezhető, hogy a szőlőn megtelepedő penészek és baktériumok nagy koncentrációban termelnek további primer alifás aminokat (iBa, 2MeBa és Ism1).

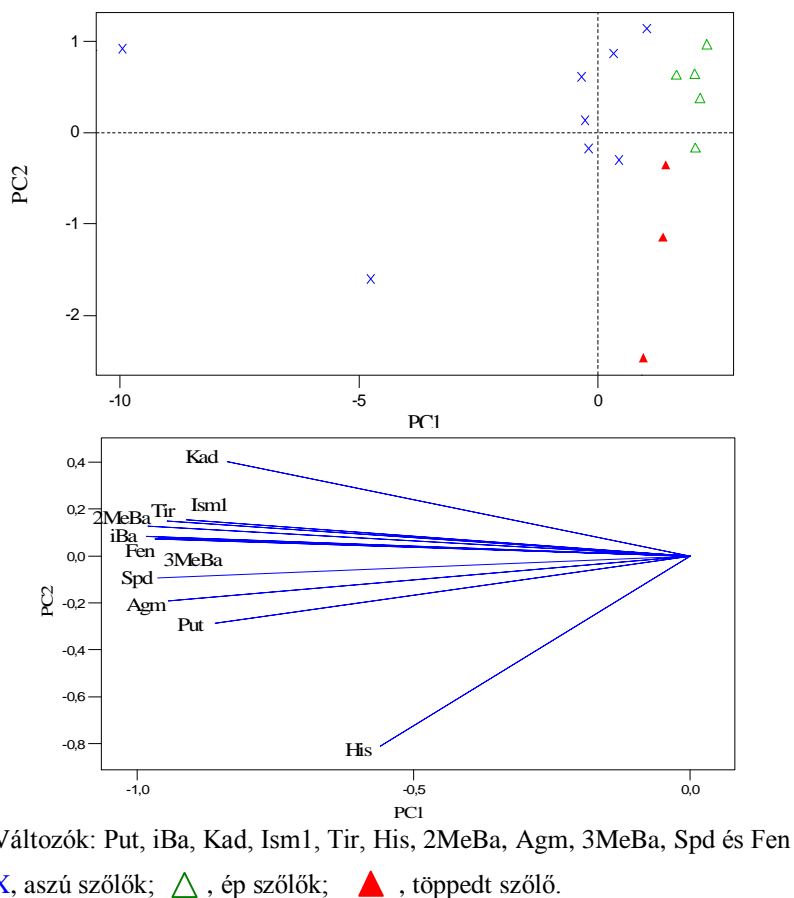
A borkészítés során, a botritiszes szőlőből készült borokban megnő az alifás primer aminok koncentrációja a szőlőkhöz képest (SASS-KISS et al., 2000; HAJÓS et al., 2000; SASS-KISS és HAJÓS, 2005), mely az élesztők tevékenységére utal.

Egészséges és rothadt szőlőből készült mustok és borok tanulmányozása során EDER és munkatársai megállapították (2002), hogy az összamin-tartalom szignifikánsan nagyobb volt a rothadt szőlőből készült termékekben azokhoz képest, amelyek egészséges szőlőből készültek. A szerzők a magasabb összamin-tartalmat elsősorban a pentil-amin izomerjeinek (2-metil-butil-amin, 3-metil-butil-amin) és fenil-etil-aminnak tulajdonították. Más publikációk is beszámolnak i-pentil-amin (3MeBa) jelenlétéről (LEHTONEN, 1996; IBE et al., 1991).

#### **4.1.2.1. Szőlőminták amin-összetételének összehasonlítása és statisztikai kiértékelése**

A **2003-as évjárat**ból egészséges (ép és töppedt) valamint aszús szőlőmintákat vizsgáltam. A **7. ábrán** a 2003-as évjárat főkomponens és a hozzá tartozó főkomponens együttható ábráit mutatom be. A főkomponens (score) ábra jellegzetes csoportosulásokat mutat. Az ép, aszú és

töppedt szőlőminták elkülönülése jól látható. Az aszú szőlők közül a mádi minták (M1 és M2) távolabb (első főkomponens negatív tartománya) helyezkednek el. Az első két főkomponens 92 %-ban jellemezte a rendszer varianciáját.



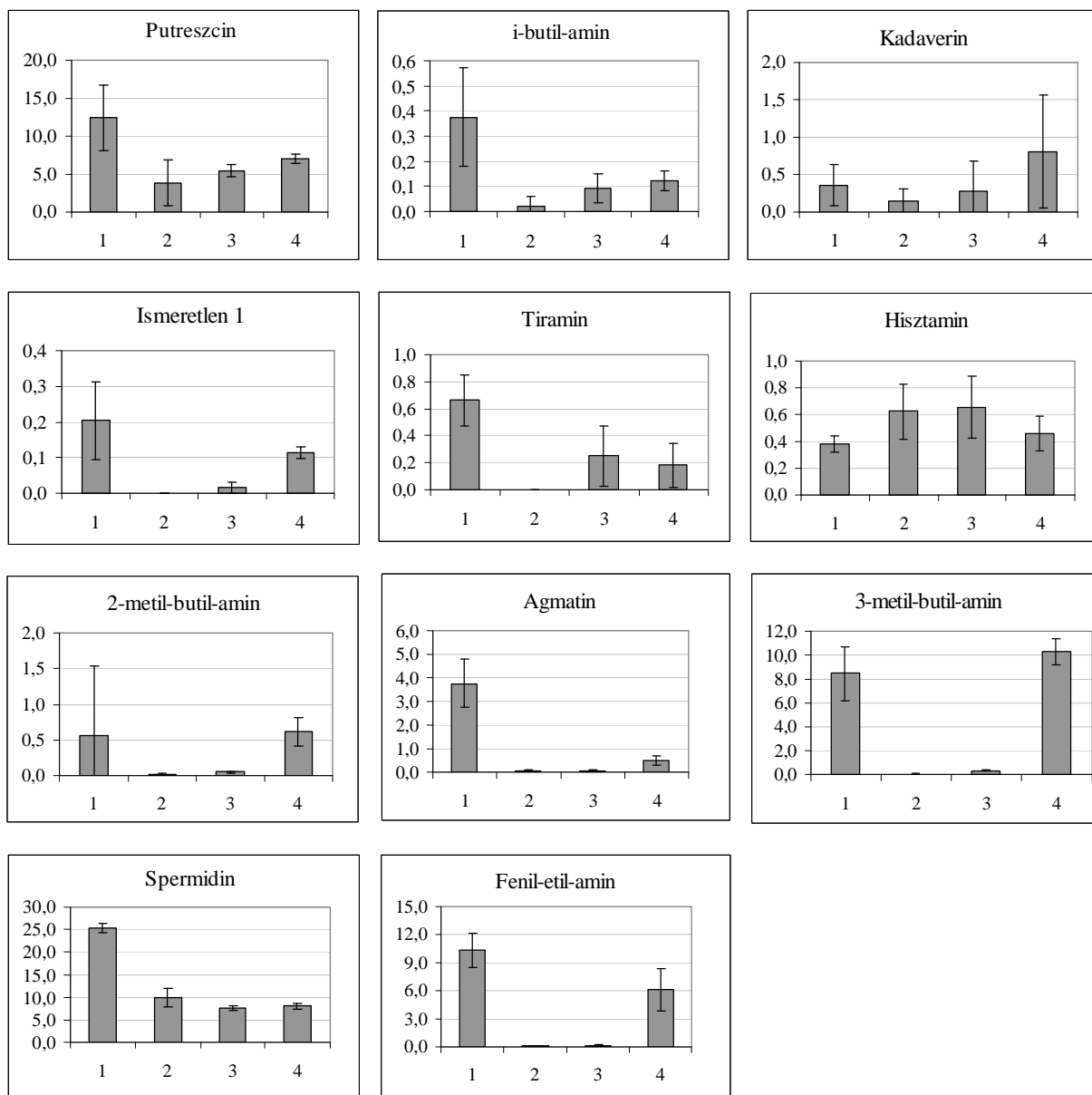
**7. ábra** Aminok főkomponens-analízise (2003-as évjárat; S, Z, P, M1 és M2 dűlők)

A **7. ábra** második részén ábrázolt főkomponens együtthatókat is felhasználhatjuk következtetések levonására. A főkomponens együttható ábrából az eredeti tulajdonságváltozók hasonlóságaira és korrelációjára következtethetünk. A tulajdonságváltozók korrelációját a főkomponens együttható vektorok által bezárt szög koszinusza adja. (Minél kisebb ez a szög, annál szorosabb a tulajdonságok közötti korreláció.) Az ábra alapján megállapítottam, hogy a változók közül több is szorosan korrelál egymással. A Tir, Agm, Ism1, iBa, Fen, Put, 3MeBa, Spd és a 2MeBa nagysága és iránya az első főkomponens mentén közel azonos. A mádi szőlőminták (M1 és M2) az első főkomponens mentén negatív irányba tolódnak el a többi aszú mintához képest nagyobb amintartalmuknak köszönhetően. A hisztamin a minták második főkomponens mentén való elkülönítésében játszik nagyobb szerepet, ezért a töppedt szőlőminták második főkomponens mentén való elkülönülése a nagyobb hisztamin-tartalomnak tulajdonítható.

A **2004-es évjáratban** az egészséges és a nemesrothadt (aszús) szőlőmintákon kívül egyéb rothadási folyamaton (szürke és zöldrothadt) átesett mintákat is vizsgáltam.



A **8. ábrán** látható a 2004-es évjáratú (K dűlőről származó) szürkerothadt, nemesrothadt és egészséges (ép, töppedt) szőlők amintartalma.



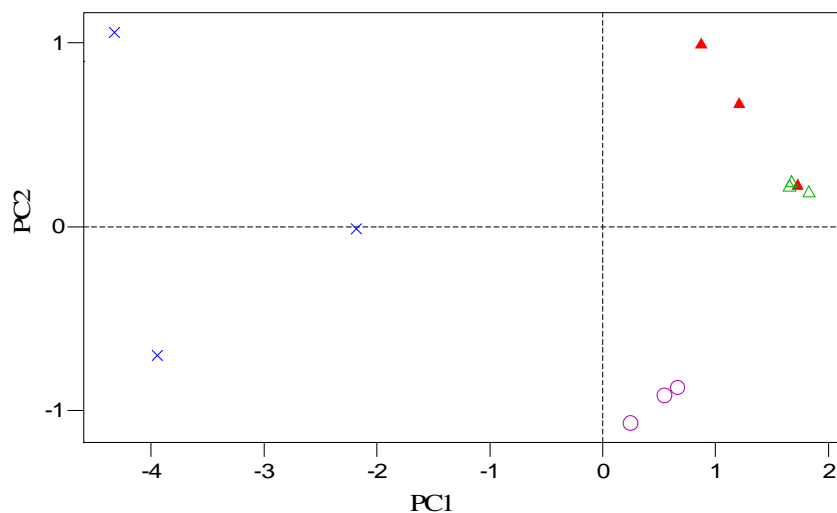
1 – aszú szőlők; 2 – ép szőlők; 3 – töppedt szőlő; 4 – szürkerothadt szőlők

Az eredményeket mg/kg száraz anyagra vonatkoztattam. A szórások a fajták közötti változatosságot mutatják.

**8. ábra** Szürkerothadt, nemesrothadt és egészséges szőlők amintartalmának összehasonlítása

Az ábrán a különböző szőlőfajták (furmint, hárslevelű és sárga muskotály) amintartalmának átlagát vettem. T-próbával tanulmányoztam a különbségeket a minták között, mellyel szignifikáns különbséget találtam ( $0,001_{(Spd)} < p < 0,02_{(Agm)}$ ) az aszú és a szürke rothadt szőlők tiramin, agmatin és spermidin tartalmában. Az utóbbi aminok átlagos koncentrációja 3-7-szer nagyobb az aszú szőlőkben, mint a szürke rothadt szőlőkben.

A K dűlőről származó szőlőminták különböző csoportjainak felismeréséhez főkomponens-analízist végeztem, melyet a **9. ábrán** mutatok be.



Változók: iBa, Ism1, Tir, Agm, Spd és Fen; X, aszú szőlő; △, ép szőlő; ▲, töppedt szőlő; ○ szürke rothadt szőlő.

**9. ábra** Aminok főkomponens-analízise. Aszú, ép, töppedt és szürke rothadt szőlők elkülönítése (K dűlő, 2004)

Az első két főkomponens a modell variabilitásának több mint 90 %-át írja le. Hat amin vegyületet használtam változóként a főkomponens analízisben, melyeket az ábra alatt felsoroltam. A főkomponens ábra három csoportot mutat (aszú, szürke rothadt szőlők és a nem fertőzött szőlőminták /ép és töppedt/) a PC1 és PC2 főkomponensek kétdimenziós terében. Mindössze az egyik töppedt szőlőminta esik át az ép szőlők csoportjába.

A fenti szőlőminták osztályozását lineáris diszkriminancia analízissel egészítettem ki két (Tir és Ism1) változó felhasználásával (**13. táblázat**).

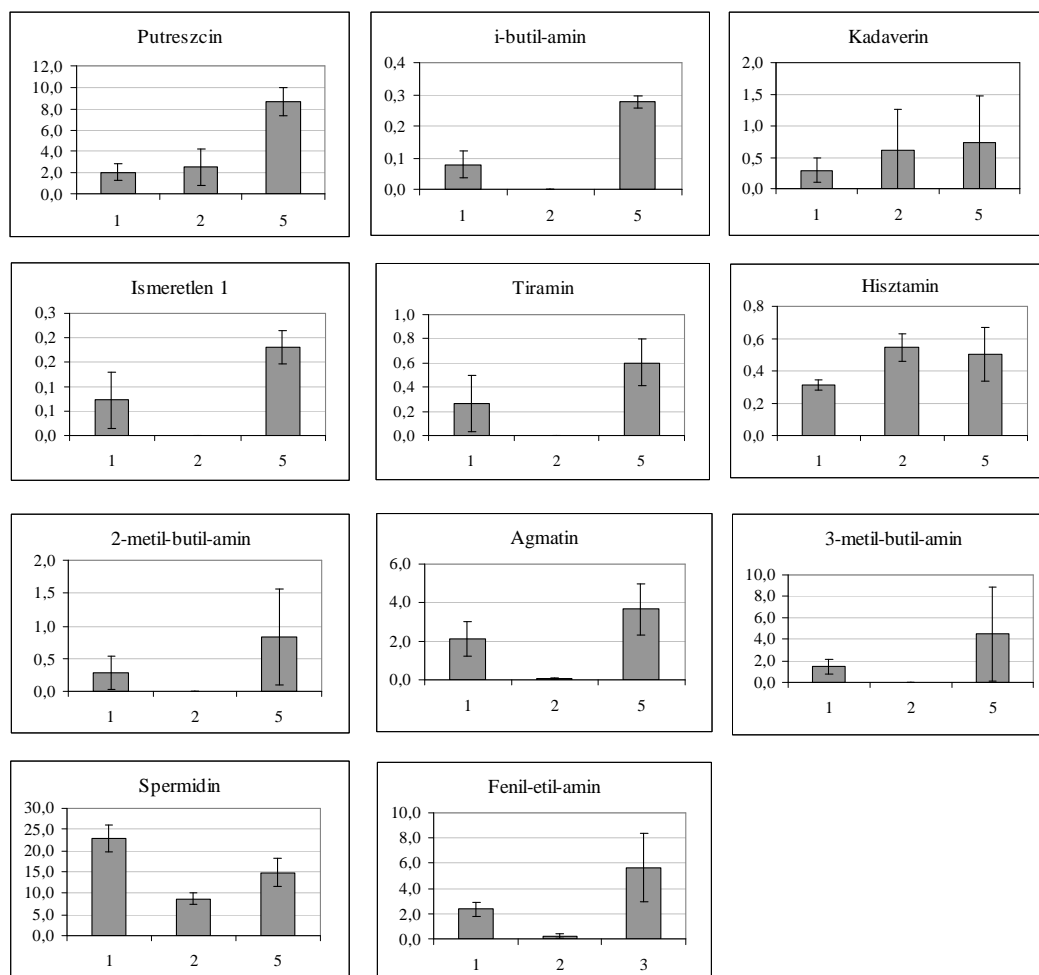
**13. táblázat** Aminok lineáris diszkriminancia analízise (osztályozás kereszt-validációval) – Aszú, ép, töppedt és rothadt szőlők csoportosításának helyessége (K dűlő, 2004)

Csoportok	Eredeti csoport			
	Aszú	Ép	Töppedt	Rothadt
Aszú	3	0	0	0
Ép	0	3	1	0
Töppedt	0	0	2	0
Rothadt	0	0	0	3
Összesen	3	3	3	3
Ebből helyesen csoportosított	3	3	2	3
Arány	1,000	1,000	0,667	1,000
Összesen: 12	Helyesen csoportosított: 11	Helyes besorolás aránya: 0,917		

<sup>a</sup>Változók: Tir és Ism1

Az ugyanazon dűlőről származó aszú, ép és szürke rothadt szőlők osztályozása helyesnek bizonyult (100 %), míg a töppedt mintáknál 67 %-os értéket ért el. Egy töppedt minta (furmint) került át az ép szőlőminták csoportjába.

A **10. ábra** a V dűlőről származó ép, aszú és zöld rothadt szőlők amin-tartalmát mutatja. Az ábrán a különböző fajták (furmint, hárslevelű és zéta) amin-tartalmának átlagai láthatóak. Korábbi vizsgálatok alapján (HAJÓS et al., 2000; SASS-KISS és HAJÓS, 2005), iBa, Ism1, Tir, Agm, Spd és Fen bizonyultak a legjelentősebb aminoknak az ép és aszú szőlők közötti különbségek megállapításánál.

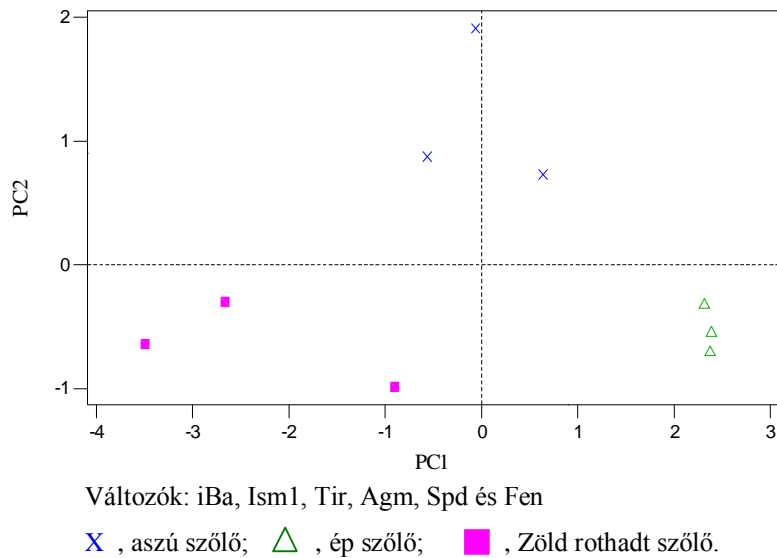


1 – aszú szőlő; 2 – ép szőlő; 5 – zöld rothadt szőlő; Az eredményeket mg/kg száraz anyagra vonatkoztattam. A szórások a fajták közötti változatosságot mutatják.

**10. ábra** Zöldrothadt, nemesrothadt és ép szőlőszemek amintartalmának összehasonlítása

Zöld rothadt szőlők főleg putreszcin, i-butil-amint, ismeretlen 1-el jelölt vegyületet, tiramint, agmatint, spermidint és fenil-etil-amint tartalmaztak, amelyek közül, t-próba alkalmazásával ( $p_{(Put,iBa)}=0,005$ ) a putreszcin és az i-butil-amin szignifikánsan nagyobb volt az aszú szőlőkben. Spermidin az egyetlen amin, amely kisebb koncentrációban található a zöld rothadt szőlőkben az aszú szőlőkhöz képest ( $p=0,04$ ).

PCA analízist végeztem a V dűlő esetén is, melynek eredménye a **11. ábrán** látható. Összesen hat változót használtam, és a főkomponensek közül már az első kettő segítségével sikerült 93 %-ban jellemezni a rendszerben levő varianciát. Az ábráról leolvasható, hogy a három csoport, ép, aszú és zöld penészes szőlők jól elkülönültek egymástól.



**11. ábra** Aminok főkomponens-analízise - Aszú, ép és zöld rothadt szőlők elkülönítése (V dűlő, 2004)

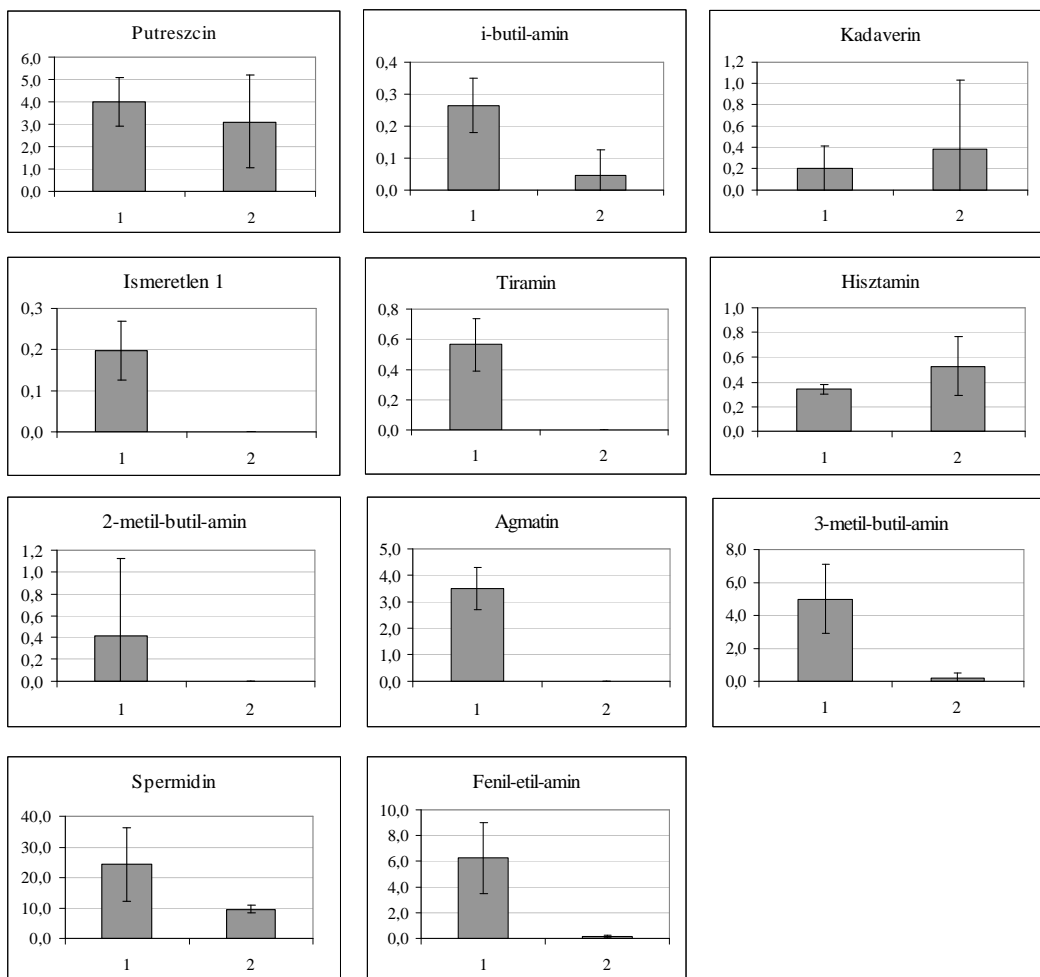
A lineáris diszkriminancia analízis (**14. táblázat**), három változó használatával (Tir, Agm és Spd), 88,9 %-os elkülönülést eredményezett a csoportok között.

**14. táblázat** Aminok lineáris diszkriminancia analízise (osztályozás kereszt-validációval) – Aszú, ép és zöld rothadt szőlők csoportosításának helyessége (V dűlő, 2004)

csoportok	Eredeti csoport		
	Aszú	Ép	Zöld rothadt szőlő
Aszú	3	0	0
Ép	0	3	1
Zöld rothadt szőlő	0	0	2
Összesen	3	3	3
Ebből helyesen csoportosított	3	3	2
Arány	1,000	1,000	0,667
Összesen: 9	Helyesen csoportosított: 8		Helyes besorolás aránya: 0,889

<sup>a</sup>Változók: Tir, Agm és Spd

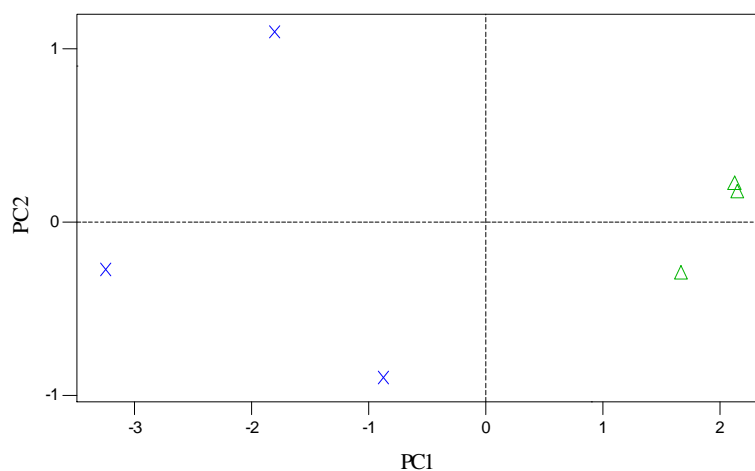
Megerősítve a fent kapott eredményeket, a G dűlőről vizsgált aszú és ép szőlőszemek amintartalmának az összehasonlítását is elvégeztem, amely a **12. ábrán** látható. A fentebb megnevezett aminok koncentrációi ebben az esetben is jól mutatják az ép és aszú szőlők közötti különbséget.



1 – aszú szőlő; 2 – ép szőlő; Az eredményeket mg/kg száraz anyagra vonatkoztattam. A szórások a fajták közötti változatosságot mutatják.

**12. ábra** Nemesrothadt és ép szőlőszemek amintartalmának összehasonlítása

A főkomponens-analízis (**13. ábra**) ebben az esetben is jó elkülönülést mutatott és már az első két főkomponens is az összes variancia 95 %-át jellemezte.

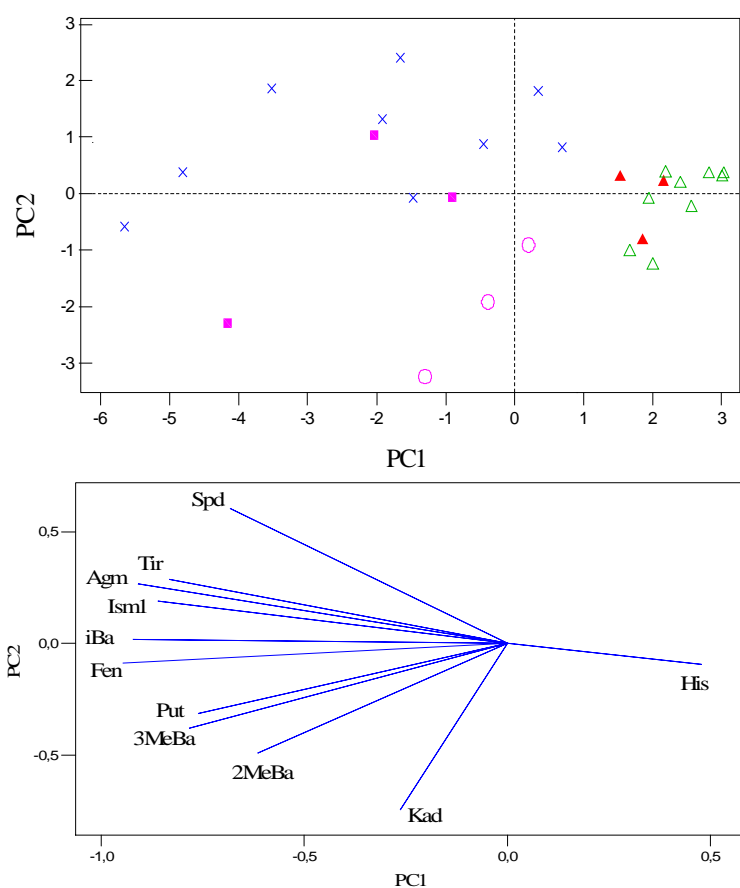


Változók: iBa, Ism1, Tir, Agm, Spd és Fen; X, aszú szőlő; △, ép szőlő

**13. ábra** Aminok főkomponens-analízise – Aszú és ép szőlők elkülönítése (G dülő, 2004)

Lináris diszkriminancia analízissel a helyes csoportbasorolás arányára 100%-ot kaptam mindössze két változó felhasználásával (iBa és Ism1).

Annak érdekében, hogy feltárjuk az egész mintahalmazban rejlő esetleges csoportokat, az összes dűlő mintáira, származási helytől függetlenül, együttesen is elvégeztem a főkomponens-analízist (**14. ábra**). A főkomponens ábra jól mutatja, hogy az ép /egészséges/ szőlők (beleértve a töppedt szőlőmintákat is) és a szürke rothadt szőlőszemek elkülönülő csoportot képeznek az aszútól. Ezzel szemben az aszú és a zöld rothadt szőlők nem különültek el egymástól. Az első két főkomponens több mint 72 %-ban jellemezte a rendszer varianciáját.



Változók: Put, iBa, Kad, Ism1, Tir, His, 2MeBa, Agm, 3MeBa, Spd és Fen;

X , aszú szőlők;  $\triangle$ , ép szőlők;  $\blacktriangle$  , töppedt szőlő;  $\blacksquare$  , Zöld rothadt szőlő;

$\circ$  , szürke rothadt szőlő.

**14. ábra** Aminok főkomponens-analízise és főkomponens együttható ábrája (2004-es évjárat; K,G, V dűlők)

A szürke és nemesen rothadt szőlők elkülönítése további vizsgálatokat tesz szükségessé.

A **14. ábra** második részén, a főkomponens együttható (loading) ábrán jól látható az eredeti tulajdonság-változók és a főkomponensek közötti korreláció. A szögek nagyságát és előjelét vizsgálva, megállapítható, hogy a hisztamin ellentétes irányba befolyásolja a minták elhelyezkedését az összes többi változóval szemben. Ez azt jelenti, hogy az ép minták a

főkomponens ábrán (score ábra) annál inkább jobbra tolódnak el, minél nagyobb a hisztamin tartalmuk. A Tir, Agm, Ism1, iBa, Fen, Put és 3MeBa nagysága és iránya közel azonos, így ezeknek az aminosavaknak a mennyiségi növekedése az aszú és a zöldrothadt mintákat negatívabb irányba tolja el az egészséges mintákhoz képest. A kadaverin és kisebb mértékben a spermidin a második főkomponens mentén járul hozzá a szürke penésszel fertőzött minták elkülönüléséhez. A szürke rothadt szőlők átlagos spermidin-tartalma kisebb, átlagos kadaverin-tartalma nagyobb az aszú szőlők amintartalmától.

Megállapítottam, hogy a származási helytől (dűlő) függetlenül is szignifikáns különbség van a nemesrothadt és a szürkerothadt szőlők Spd, Agm és Tir tartalmában (t-próba,  $2,1 \times 10^{-6}$  (Agm)  $< p < 0,04$  (Tir)).

Korreláció analízissel megvizsgáltam az aszú szőlők amin komponensei közötti kapcsolatot. Az összes aszú szőlő vizsgálatával, az iBa, 3MeBa, Fen, Put, Agm és Tir szignifikánsan korreláltak egymással ( $0,68 < r < 0,94$ ;  $p < 0,04$ ).

Zöldrothadt szőlőknél csak az Agm, Ism1 és iBa vegyületek korreláltak egymással szignifikánsan ( $0,99 < r < 1,00$ ,  $p < 0,03$ ), míg szürke rothadt szőlőknél egyik aminpár esetében sem találtam szignifikáns korrelációt. Az utóbbi megfigyelés, valószínűleg a zöldrothadt szőlők rothadási folyamatának irányítottságának tulajdonítható.

#### **4.1.3. A fajták és a származási hely hatása szőlők amin-összetételére**

A 2003-as évjáratból kettő (furmint, hárslevelű), míg 2004-ben a főbb fajták mellett további három (sárga muskotály, kövérszőlő, zéta) szőlőfajtát vizsgáltam.

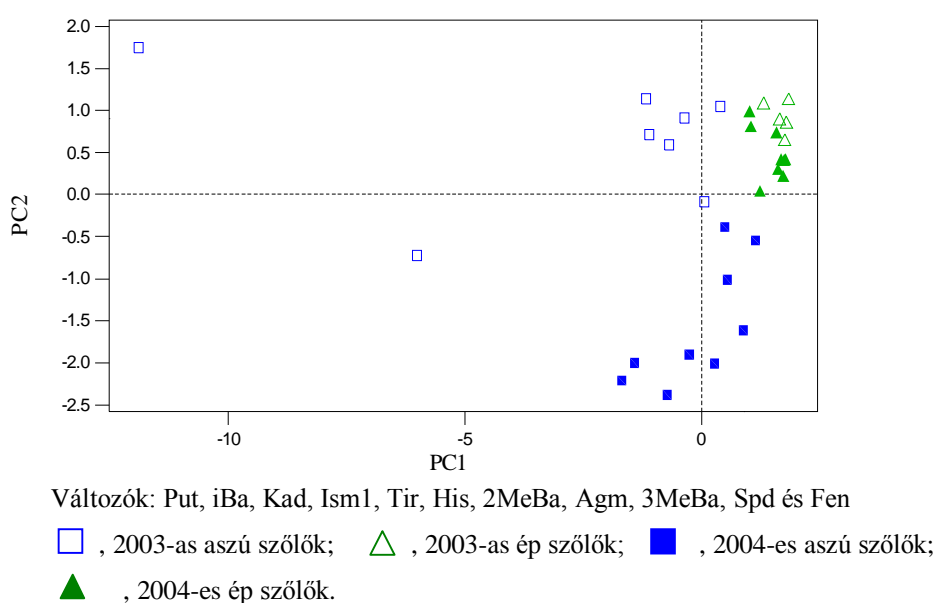
Az egy termőhelyről származó, különböző penész mikrobiótával fertőzött szőlőszemek (aszú, zöld és szürke rothadt szőlők) összehasonlításából megfigyelhető volt, hogy a furmint szőlőfajta (**6. ábra**) nagyobb összamin-tartalommal (az oszlopdiagram teljes egészének illetve a lila színnel jelölt részeinek összehasonlítása) rendelkezett. Az utóbbi megállapítás alól két eset képezett kivételt. 2003-ban az S dűlő és 2004-ben a V dűlő esetén a furmint és a hárslevelű fajtának közel ugyanakkora összamin-tartalma volt. A furmint más szőlőfajtákkal történő összehasonlítása során, egytényezős variancia-analízissel a furmint összamin-tartalmát szignifikánsan nagyobbak találtam ( $F_{\text{számított}} 6,84 > F_{\text{kritikus}} 4,45$ ,  $p < 0,05$ ). Az utóbbi, statisztikailag is bebizonyított megfigyelés, összhangban áll korábbi vizsgálatok eredményeivel (SASS-KISS et al., 2000).

A V dűlő (2004) vizsgált fajtái közül (furmint, hárslevelű és zéta), a zéta szőlőfajta volt a legkisebb összamin-tartalmú, mind az aszú, mind a zöld rothadt szőlők esetében. A K dűlőről származó sárga muskotály összamin-tartalma csak az aszú szőlőknél volt magasabb a hárslevelű fajtaéhoz képest, zöld rothadt szőlőknél nem volt különbség a két fajta között. A G dűlőn a kövérszőlő

összamin-tartalma kisebbnek bizonyult a hárslevelűnél. A fenti eredmények alapján megállapítottam, hogy a szőlőfajták között (hárslevelű, sárga muskotály, kövérszőlő, zéta) nem mutatkozott egyértelmű különbség.

A **6. ábrán** szintén jól látható, hogy az aszú szőlők összamin-tartalma dűlőtől függően változik. Ugyanakkor, az ép szőlőszemek összamin-tartalma gyakorlatilag nem változott jelentősen a származási helytől függően. 2003-ban az M1 (161 mg/kg) és M2 (112 mg/kg) dűlők összamin-tartalma különösen magas volt, más dűlők összamin-tartalmát jóval alacsonyabbnak találtam. 2003-ban 31 és 50 mg/kg és 2004-ben 26 és 69 mg/kg között változott az összamin-tartalom.

A két vizsgált évjárat teljes mintahalmazában kialakuló csoportokat főkomponens-analízissel vizsgáltam (**15. ábra**).



**15. ábra** A két vizsgált évjárat (2003 és 2004) aszú és ép szőlőinek főkomponens-analízise - aminok

Az első két főkomponens 80,4 %-ban jellemzi a rendszert. Bizonyos elkülönülés figyelhető meg az évjáratok között az aszú szőlőkre vonatkozólag, míg az ép szőlők közelebb helyezkednek el egymáshoz (egy csoportba tartoznak). Az ép szőlőkre lényegesen kisebb mértékű a környezeti tényezők hatása. Tekintettel arra, hogy a dűlők különbözőek a két vizsgált évjáratban, a csoportok elkülönülése nem csak az évjáratok hatásának köszönhető kizárólagosan, hanem a minták eltérő eredetének is. Korábbi vizsgálatok eredményei (SASS-KISS et al., 2000; HAJÓS et al., 2000) arra engednek következtetni, hogy az évjáratok hatásának nagy jelentőség tulajdonítható az aszú szőlők amin tartalmára vonatkozóan.

A két vizsgált évjárat összes aszú és ép szőlőmintájára egytényezős variancia-analízist használtam. A nemesrothadás során, a szőlőt ért változatos hatások ellenére, az eltérő eredetű aszú és ép szemek amin-összetétele közötti különbséget szignifikánsnak találtam ( $F_{\text{számított}} 40,85 > F_{\text{kritikus}}$



3,86;  $p < 0,0001$ ). A két vizsgált évjárat aszú és ép szőlőmintáinak statisztikai vizsgálatával (kétmintás t-próba) a következő aminok esetében találtam szignifikáns különbséget: putreszcin, tiramin, 2-metil-butil-amin, agmatin, 3-metil-butil-amin, spermidin és fenil-etil-amin ( $0,001_{Fen} < p < 0,03_{Tir}$ ). Nem találtam szignifikáns különbséget a hisztamin, kadaverin, i-butil-amin és az 1-es számmal jelölt ismeretlen amin komponens esetén ( $0,05_{iBa} < p < 0,34_{His}$ ). Az utóbbi két vegyület (iBa és Ism1) szignifikáns különbséget mutatott a két vizsgált populáció között, amennyiben a kiugró értékkel rendelkező szőlőmintát (M1, 2003-as évjárat) kivettem az adathalmazból ( $p_{Ism1} = 0,003$ ;  $p_{iBa} = 0,03$ ). A pozitív eredmény annak volt köszönhető, hogy az eltávolított minta jelentősen csökkentette a mintapopuláció szórását, megnövelve ezáltal a számított statisztika értékét a kritikus érték fölé.

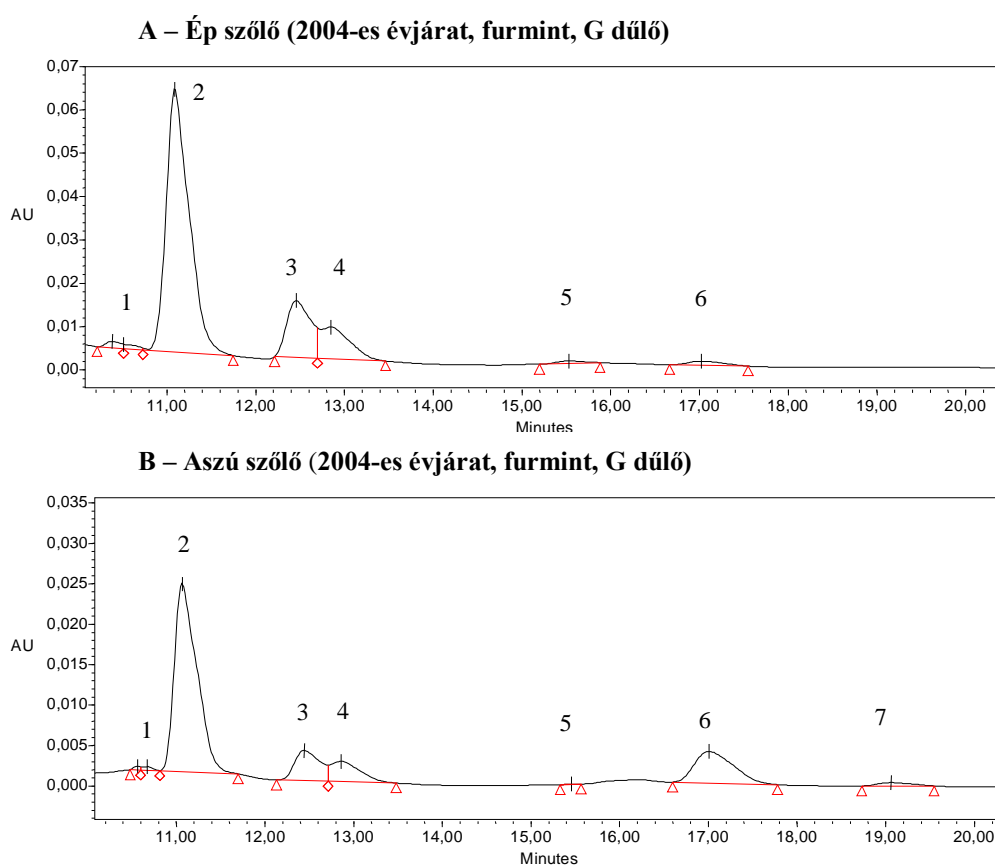
A fenti eredmények alapján megállapítható, hogy a szőlőbogyók felületén (vagy szőlőbogyókban) élő mikrobióta nagy hatással van a szőlőbogyók amintartalmára és –összetételére.

A körülményektől függően, a *Botrytis cinerea* által okozott rothadási folyamat kedvező feltételek teljesülése esetén, nemesrothadásba torkollhat, mely édes, kellemes ízű, mazsolaszerű aszúszemeket eredményez, míg kedvezőtlen körülmények között, szürkerothadáshoz vezet, melynek következtében rothadt, teljesen értéktelen szőlőt kapunk. A szürkerothadt szőlőmintákat amin-összetételük alapján megkülönböztettem a nemesrothadt szőlőmintáktól, azonban ennek teljeskörű igazolása további vizsgálatokat tesz szükségessé.

Az eredmények azt mutatják, hogy a szőlőbogyók amin-összetétele a mikrobióta jellegétől és a szőlőbogyón való növekedésük körülményeitől függ.

#### 4.1.4. Szőlőminták savtartalma

A szőlőmintákban hét savkomponenst választottam szét, melyekből hat szerves savat azonosítottam. A beazonosított szerves savak a következők voltak: borkősav, almasav, citromsav, ecetsav, sikimisav és fumársav. Az eredményeket száraz anyagra (g/kg sz. a.; mg/kg sz. a.) vonatkoztatva adtam meg. Az ismeretlen (sav komponensnek feltételezett) vegyület mennyiségét területben (terület  $\times 10^{-7}$ ) fejeztem ki. A **16. ábrán** egy ép (A) és egy aszú szőlő (B) kromatogramja látható.



Azonosított csúcsok: citromsav (1), borkősav (2), almasav (3), ismeretlen (4), sikimisav (5), fumársav (6), ecetsav (7); Rezex ioncserés oszlop; Injektált mennyiség: 10  $\mu$ L

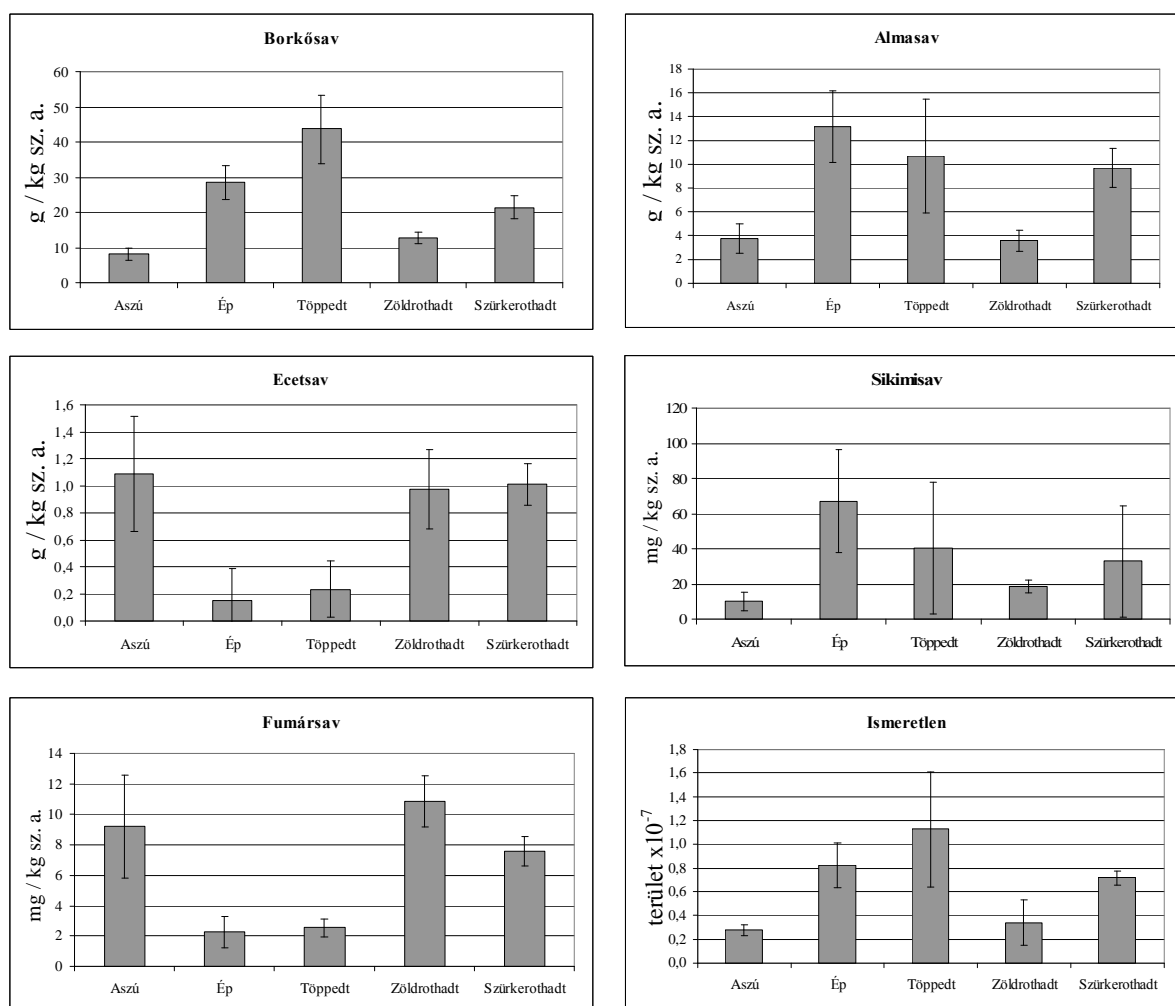
**16. ábra** Szőlőminták kromatogramjai (savak)

A vizsgált, 2004-es szüretelésű szőlők sav koncentrációinak értékeit a **21. táblázat (M2-es melléklet)** tartalmazza. Az ép szőlők savtartalmát lényegében három sav alkotja, a borkősav (22,82 - 36,78 g/kg sz. a.), az almasav (8,84 – 18,08 g/kg sz. a.) és a citromsav (0,34 – 0,58 g/kg sz. a.). A sikimisav (9,91 – 95,26 mg/kg sz. a.) és fumársav (1,03 -4,69 mg/kg sz. a.) koncentrációja jóval kisebbnek bizonyult. Ecetsavat csak néhány ép szőlőmintában lehetett kimutatni, kis mennyiségben. A fertőzött szőlőmintákban (aszú, zöld rothadt és szürkerothadt) a borkősav, az

almasav, az ismeretlen és sikimisav mennyisége, az ép szőlőkhöz képest lecsökkent, míg az ecetsav- és fumársav tartalma megnőtt. Az aszú szőlők borkósav-tartalma 6,03 – 11,76 g/kg sz. a., almasav-tartalma 1,88 – 5,04 g/kg sz. a. és a citromsav mennyisége 0,27 – 0,38 g/kg sz. a. között változott.

#### 4.1.4.1. A szőlőminták sav-összetételének statisztikai kiértékelése és összehasonlítása

A 17. ábrán a különböző fajtájú és dűlőkről származó szőlőminták savátlagai és azok szórásai láthatóak a 21. táblázatban (M2-es melléklet) közölt adatok szemléletes bemutatása céljából. A szórások az eltérő fajták és származási helyek változatosságát mutatják.



17. ábra Szőlőminták savainak összehasonlítása

Varianciaanalízissel elvégeztem a csoportok középértékeinek összehasonlítását, melyben arra vonatkozóan döntünk, hogy azonosnak tekinthetők-e azoknak a populációknak a középértékei,

amelyekből a minták származnak (BARÁTH et al., 1996). A varianciák összehasonlítására használt F-próba értékeit a **15. táblázatban** foglaltam össze.

**15. táblázat** F próba értékei szőlőminták savtartalmára

Savkomponens	F számított	F kritikus	P érték
Borkősav	49,13		$1,17 \times 10^{-10}$
Almasav	19,62		$5,31 \times 10^{-7}$
Ecetsav	12,93		$1,46 \times 10^{-5}$
Sikimisav	7,36	2,81	$6,37 \times 10^{-4}$
Fumársav	16,88		$1,83 \times 10^{-6}$
Ismeretlen	15,95		$2,89 \times 10^{-6}$
Citromsav	10,64		$5,9 \times 10^{-5}$

A táblázatban az összes sav esetében látható, hogy a próbastatisztika minták alapján meghatározott értéke ( $F_{\text{számított}}$ ) nagyobb a kritikus értéknél ( $F_{\text{kritikus}}$ ), így a csoportok közötti különbségeket szignifikánsnak tekintjük.

Annak az eldöntésére, hogy a **17. ábrán** bemutatott csoportok (aszú, ép, töppedt, zöldrothadt és szürkerothadt) közül melyek különböznek egymástól szignifikánsan, kétmintás t-próbát használtam. Kétmintás t-próba alkalmazásával, az összes vizsgált sav tekintetében, az aszú és az ép szőlőminták között szignifikáns különbséget kaptam ( $2,82 \times 10^{-7}$  (borkősav)  $< p < 0,004$  (citromsav)), míg a nem-fertőzött minták (ép és töppedt) között nem találtam szignifikáns különbséget ( $0,12$  (borkősav)  $< p < 0,58$  (ecetsav)). Az aszú és a szürkerothadt szőlőminták között t-próbával szignifikáns különbséget találtam a borkősav, az almasav és az ismeretlen sav mennyiségében ( $0,02$  (borkősav)  $< p < 0,001$  (ismeretlen)), míg az ecetsav, sikimisav, fumársav és citromsav mennyiségében nem mutatkozott szignifikáns különbség ( $0,14$  (citromsav)  $< p < 0,66$  (ecetsav)). Az aszú és zöld rothadt szőlők esetében, a borkősav és a sikimisav mennyisége bizonyult szignifikánsnak ( $p < 0,02$ ). A t-próbával kapott eredmények rámutatnak arra, hogy a savak, az aminosavakhoz hasonlóan, alkalmasak a fertőzött és az egészséges minták elkülönítésére.

#### 4.1.4.2. A mikrobióta hatása szőlők sav-tartalmára

A **17. ábrán** bizonyos savak mennyiségének csökkenése (borkősav, almasav, sikimisav és ismeretlen), míg más szerves savak mennyiségének növekedése (ecetsav, fumársav) figyelhető meg, mely változások feltételezhetően a szőlőn megtelepedő mikrobióta (köztük a *Botrytis cinerea*) anyagcsere folyamatainak köszönhetőek.

A nemesrothadás során, a **borkósav** és az **almásav** mennyiségében tapasztalt csökkenés összhangban áll az irodalmi adatokkal (EPERJESI et al., 1998).

A **17. ábrán** jól látható az **ecetsav**tartalom növekedése a fertőzött, rothadt mintákban, mely szintén megegyezik az irodalomban található eredményekkel. Az irodalom szerint, a nemesrothadás során a botritiszes mustokban az ecetsavtartalom általában 100-400 mg/L-rel növekszik a kísérő mikroflórában felszaporodó ecetsav-baktériumok tevékenységének köszönhetően (EPERJESI et al., 1998).

Tokaji aszú és ép szőlők, valamint a szürke- és a zöldrothadt szőlők **sikimisav-** és **fumársav-**tartalmára, valamint azok szisztematikus összehasonlítására és esetleges mennyiségi változásaikra irodalmi adatokat nem találtam.

Az ecetsavhoz hasonlóan, a **fumársav** mennyisége is szignifikánsan megnőtt az aszú, a zöld- és a szürkerothadt szőlőkben az egészséges (ép és töppedt) szőlőmintákhoz képest ( $p_{\text{aszú-ép}} = 0,0002$ ;  $p_{\text{aszú-töppedt}} = 0,0003$ ;  $p_{\text{ép-zöldrothadt}} = 0,004$ ;  $p_{\text{ép-szürkerothadt}} = 0,001$ ). A szőlőmintákban a fumársav mennyiségének növekedése, feltételezéseim szerint, a fertőzött szőlőszemek felületén található mikrobióta (fumársav-termelő) mikroorganizmusainak tulajdonítható. GOLDBERG és mtsai. összefoglaló publikációjukban (review) néhány gomba, adott stressz körülmények hatására történő, szerves sav, köztük a fumársav termelő képességéről és hozzá kapcsolódó anyagcsere-útvonalairól szóló kutatásokról írtak (2006). A fumársav mennyiségének meghatározása elsősorban almalevekben fontos, hiszen az almának, mint nyersanyagának, a mikrobiológiai szennyezettségére (*Rhizopus stolonifer*, *Penicillium expansum* és *Lactobacillus plantarum*) utalhat (GOKMEN és ACAR, 2004).

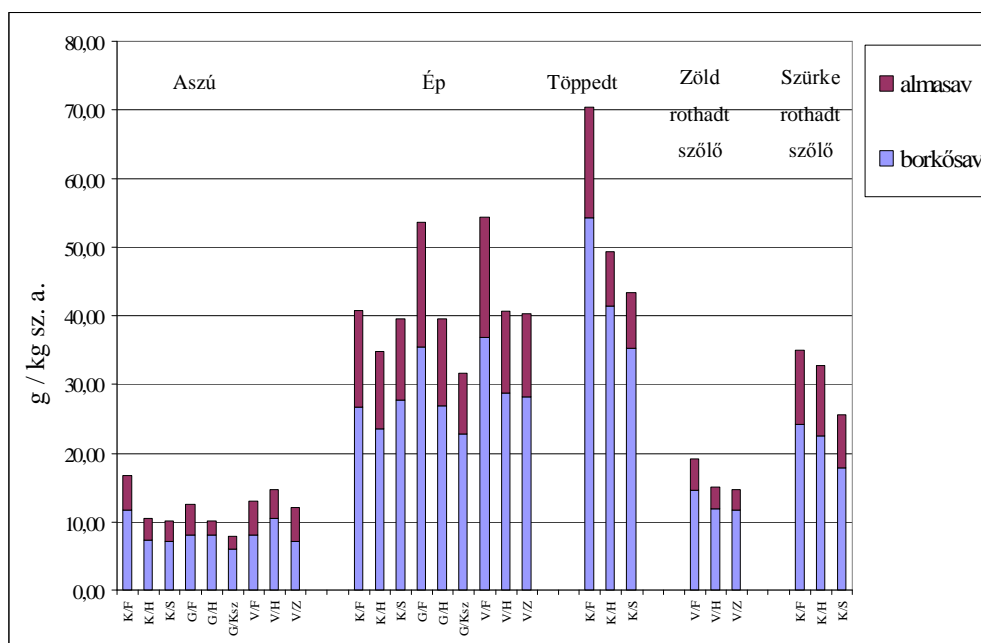
Tekintettel arra, hogy az összes fertőzött mintában (aszú, zöld- és szürkerothadt szőlő) megnövekedett az ecetsav és a fumársav mennyisége, így ezek a komponensek indikátor vegyületei lehetnek a különböző rothadási folyamatoknak.

A **sikimisav** (3,4,5-trihidroxi-1-ciklohexán-1-karbonsav) a szőlő héjában található és kis koncentrációban mindig jelen van mustokban és borokban. A sikimisav, a sikimisav-út egyik köztes vegyülete, és ezen a reakcióúton (sikimisav-út) keresztül szintetizálódnak a polifenolok és az aromás aminosavak (fenilalanin, tirozin) (EPERJESI et al., 1998; MARDONES et al., 2005). A sikimisav meghatározása elsősorban vörösborok vizsgálatánál jelentős a különböző vörös bor fajták elkülönítése céljából (MARDONES et al., 2005; ETIÉVANT et al., 1989). A **17. ábrán** bemutatott eredmények alapján megfigyelhető, hogy a sikimisav mennyisége az aszú és a zöldrothadt szőlőkben lecsökken az ép szőlőkhöz képest.

#### 4.1.4.3. Szőlőminták borkósav-almasav aránya

A szőlő érésének folyamata nagyban meghatározza a borkósav és az almasav arányát. Míg az éretlen szőlőben másfélszer, kétszer több az almasav, mint borkósav, addig az érett szőlőben a borkósav mennyisége másfélszerese, kétszerese, de még akár ötszöröse is lehet az almasavnak (JANKY és PÓLOS, 2003).

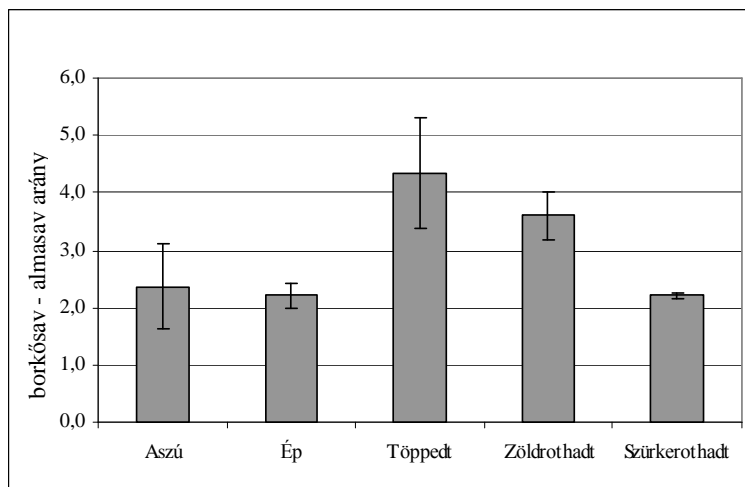
A **18. ábrán** látható az egyes szőlőminták borkósav és almasav-tartalma, a **19. ábrán** a két sav arányát mutatom be. A **18. ábrán** megfigyelhető, hogy az összes szőlőmintában a borkósav nagyobb arányban van jelen az almasav mennyiségéhez képest. Továbbá, az ép szőlőmintánál a furmint szőlőfajta rendelkezett a legnagyobb borkósav- és almasav-tartalommal más szőlőfajtákkal összehasonlítva, mely különbséget szignifikánsnak találtam t-próbával ( $p_{\text{borkósav}}=0,03$ ,  $p_{\text{almasav}}=0,003$ ).



2004-es évjárat; Jelölések: K, G, V: dülőnevek rövidítései; F – Furmint, H – Hárslevelű, S – Sárgamuskotály, Z – Zéta, Ksz –Kövérshőlő.

**18. ábra** Szőlőminták borkósav és almasav-tartalma

A két sav aránya (**19. ábra**) az ép szőlők esetén 1,9 és 2,6 között változott, mely nagyságrend szerint megegyezik az irodalomban leírt (érett szőlőkre vonatkozó, fentiekben említett) másfél és kettő arányszámokkal. Bár az aszú szőlőszemekben mind a borkósav, mind az almasav mennyisége lecsökkent, a két sav arányának átlagos értéke nem változott nagymértékben. Az arányszám ebben az esetben tágabb határok között (1,5 és 3,8) változott.



**19. ábra** Szőlőminták átlagos borkősav-almasav aránya

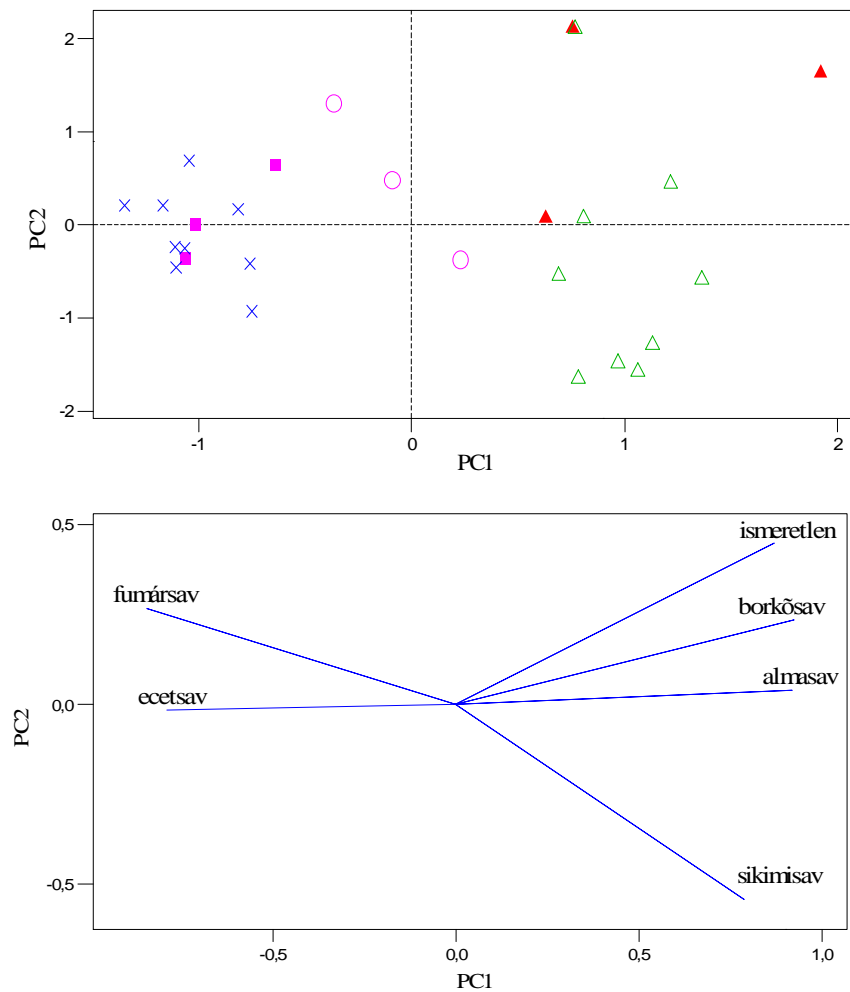
Az egészséges szőlőminták közül, a töppedt szőlőszemek borkősavtartalma nagyobbak bizonyult ép szőlőmintákhoz képest (**18. ábra**), ennek köszönhetően nagyobb borkősav-almasav arányszámot kaptam (3,3 - 5,3).

Feltételezésem szerint, a töppedt szőlőminták nagyobb borkősavtartalma az időjárási viszonyoknak tulajdonítható, bár statisztikailag, t-próbával nem találtam szignifikáns különbséget ( $p_{\text{borkősav}}=0,12$ ) a töppedt és az ép minták között. A **18. ábrán** látható zöld- és szürkerothadt szőlőkben nagyobb borkősavtartalmat találtam, mint az ugyanarról a dűlőről származó aszú szőlőszemekben, amely feltételezhetően az eltérő mikrobiótának köszönhető.

#### 4.1.4.4. Szőlőminták sav-összetételének vizsgálata többváltozós módszerekkel

A teljes mintahalmazban lévő esetleges csoportok vizsgálata és feltárása céljából főkomponens analízist végeztem, melynek eredményei a **20. ábrán** láthatóak.

Az első főkomponens mentén három elkülönülő csoport figyelhető meg, mellyel ugyanazt az eredményt kaptam, mint a szőlőminták amintartalmára elvégzett főkomponens-analízissel (**14. ábra**). Az egyik csoportba az egészséges (nem-fertőzött) szőlőminták /ép és töppedt/ csoportosulnak, melyek közül a töppedt minták a második főkomponens mentén mutatnak elkülönülést az ép minták többségétől. A szürkerothadt minták különálló csoportot alkotnak, míg a harmadik csoportba az aszús és a zöldrothadt szőlőminták tartoznak. Az aminok főkomponens ábrájához (**14. ábra**) hasonlóan, az aszú és a zöld rothadt szőlőminták nem válnak szét egymástól a főkomponens ábrán. Az első két főkomponens több mint 83%-ban jellemezte a rendszer varianciáját.



Változók: borkősav, almasav, ismeretlen, sikimisav, fumársav, ecetsav

X , aszú szőlők;  $\triangle$  , ép szőlők;  $\blacktriangle$  , töppedt szőlő;  $\blacksquare$  , Zöld rothadt szőlő;

$\circ$  , szürke rothadt szőlő.

**20. ábra** Szőlőminták (2004) főkomponens-analízis és főkomponens együttható ábrái - savak

A főkomponens együttható (loading) ábra alapján megállapítható, hogy a változók közül a fumársav és az ecetsav korrelálnak egymással, mivel a vektoraik által bezárt szög kicsi és előjelük is megegyezik. A minták annál inkább balra tolódnak el, minél nagyobb az ecetsav és fumársav tartalmuk. A többi változó ellentétes irányba befolyásolja a minták elhelyezkedését, mely azt jelenti, hogy az egészséges minták a főkomponens ábrán (score ábra) annál inkább jobbra tolódnak el, minél nagyobb a borkősav, almasav, ismeretlen és sikimisav tartalmuk. A borkősav, almasav, ismeretlen vegyületek vektorainak nagysága és iránya közel azonos, így ezek a savak szintén korrelálnak egymással és mennyiségi növekedésük az egészséges mintákat pozitívabb irányba tolják el az első főkomponens mentén. A minták második főkomponens síkjában való elkülönüléshez leginkább az ismeretlen vegyület és a sikimisav mennyisége járul hozzá.

A citromsavat, mint változót, nem használhattam fel a főkomponens-analízissel történő kiértékelés során, mivel a zöld rothadt minták esetében nem tudtam azt egyértelműen meghatározni.



A zöld rothadt mintáknál a kis csúcsot adó citromsav értékelését egy annál nagyobb csúcsot adó komponens megjelenése zavarta. Emiatt a két csúcsot együtt tudtam csak mérni. A két csúcs együttesen jellemző komponens lehetett volna a zöld rothadt mintákra, így lehetővé téve a zöld rothadt és a nemesrothadt szőlőminták elkülönülését.

A fenti szőlőminták osztályozását lineáris diszkriminancia analízissel egészítettem ki, melynek eredményét a **16. táblázat** tartalmazza. A különböző dűlőről származó aszú, ép szőlők esetén a helyes besorolás aránya 88,9 %-os volt, míg a töppedt, zöld- és szürkerothadt szőlőmintáknál 100 %-os értéket ért el. A csoportosítás jóságára a savaknál több mint 92 %-ot kaptam.

**16. táblázat** Savak lineáris diszkriminancia analízise (osztályozás kereszt-validációval) – Aszú, ép, töppedt, zöld rothadt és szürke rothadt szőlők csoportosításának helyessége (K, G, V dűlő, 2004)

Csoportok	Eredeti csoport				
	Aszú	Ép	Töppedt	Zöld rothadt szőlő	Szürke rothadt szőlő
Aszú	8	0	0	0	0
Ép	0	8	0	0	0
Töppedt	0	0	3	0	0
Zöld rothadt szőlő	1	0	0	3	0
Szürke rothadt szőlő	0	1	0	0	3
Összesen	9	9	3	3	3
Ebből helyesen csoportosított	8	8	3	3	3
Arány	0,889	0,889	1,000	1,000	1,000
Összesen: 27	Helyesen csoportosított: 25	<b>Helyes besorolás aránya: 0,926</b>			

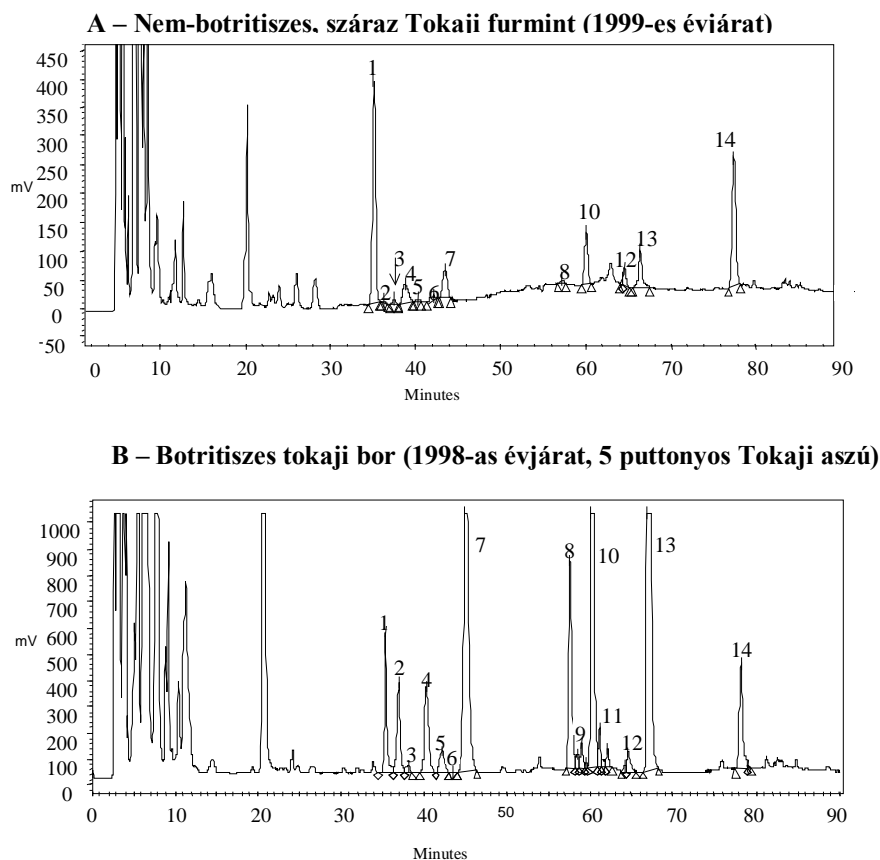
Változók: borkősav, almasav, ismeretlen, sikimisav, fumársav, ecetsav

## 4.2. Borok vizsgálati eredményei

### 4.2.1. A vizsgált borok amintartalma

SASS-KISS és HAJÓS megállapították, hogy a hazai normál borok és az aszúborok aminoszetétele az egészséges szőlők és aszúszőlők esetében tapasztaltakkal mutatott hasonló tendenciát (2005). A korábbi vizsgálatokat nagyszámú hazai és külföldről származó botritiszes bor aminoszetételének tanulmányozásával egészítettem ki.

A **21. ábrán** egy száraz tokaji (nem-botritiszes) furmint /A/ és egy 5 puttonyos aszú bor /B/ (1998) kromatogramja látható.



Azonosított csúcsok: Put (1), iBa (2), Kad (3), Ism1 (4), Tir (5), His (6), Ism2 (7), 2MeBa (8), Agm (9), 3MeBa (10), Pa (11), Spd (12), Fen (13) and Istd (14)

**21. ábra** Borminták kromatogramjai (aminok)

A botritiszes borokban a tizenhárom vizsgált aminból tizenegyet beazonosítottam, melyeket az ábrafeliratban felsoroltam. Feltételezhető, hogy a két beazonosítatlan komponens (Ism1 és Ism2) szintén amin vegyület, tekintettel arra, hogy az aminok jól elválnak az oszlop elején eluálódó aminosavaktól. A két ismeretlen vegyület (Ism1 és Ism2) koncentrációját az i-butil-amin kalibrációs görbéje alapján számoltam. Triptamint és spermint a vizsgált borokban nem találtam. A **21. ábra** két kromatogramját összehasonlítva, jól látható a vártaknak megfelelően, hogy a nem-botritiszes (normál) borok sokkal kevesebb számú amin-komponenst tartalmaznak, mint a botritiszes borok. Normál borokban mindössze 2-5 amin-vegyület (Put, Tir, Fen, 3MeBa és Ism2) található, melyek koncentrációja 1 mg/L feletti.

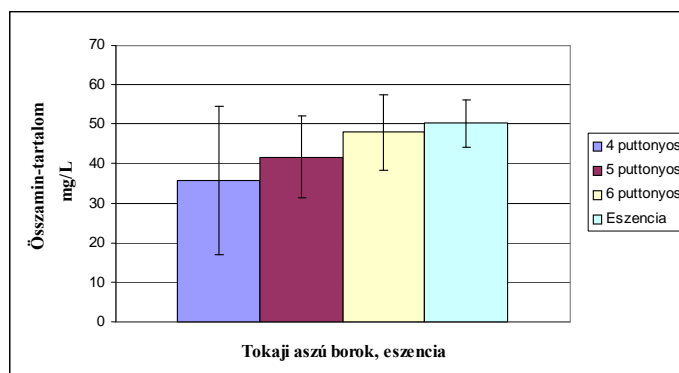
A **M2-es mellékletben** található **22. táblázat** tartalmazza a normál, száraz borok biogén amin és primer alifás amin komponenseinek koncentrációját. Az eredmények jól mutatják, hogy a magyar normál borokban alig (vagy egyáltalán nem) található primer alifás amin. A normál borokban nagyobb mennyiségben, az esetek többségében, csupán 3-metil-butil amin (0,1 - 5,0 mg/L) fordult

elő. A biogén aminok közül legjelentősebbek a putreszcín (0,7 - 4,0 mg/L) és a fenil-etil-amin (0,1 – 3,0 mg/L), bár az aszú borokhoz képest kisebb mennyiségben voltak jelen.

Az **M2-es melléklet 23. és 24. táblázatában** (Vinagora 2002 borverseny), valamint a **25. és 26. táblázatában** (Vinagora Botrytis, 2004) találhatóak a botritiszes borminták biogén amin és egyéb amin komponenseinek koncentrációi. A biogén aminok közül, a fenil-etil-amin (4,6 – 23,6 mg/L) fordult elő a legnagyobb mennyiségben, melyet a putreszcín (1,1 – 8,7 mg/L) és a tiramin (0,2 – 2,9 mg/L) követett a két borverseny eredményei alapján (**23. és 25. táblázat**). A többi biogén amin koncentrációja 1 mg/L alatt maradt a tokaji aszúborok és tokaji eszenciák esetében. A külföldi botritiszes boroknál is ezek a tendenciák voltak megfigyelhetőek, azonban a tiramin koncentrációja általában 1 mg/L alatt maradt, néhány bortól (spanyol borok: E/1-E/4; egy osztrák és egy francia bor: A/6-99, F1-40) eltekintve (**23. és 25. táblázat**). A primer alifás aminok közül a 3-metil-butil-amin (8,1 – 26,7 mg/L) volt jelen a legnagyobb mennyiségben a külföldi borokhoz hasonlóan (**24. és 26. táblázat**). A n-pentil-amin kivételével, a legtöbb tokaji botritiszes borban a primer alifás aminok koncentrációja 1 mg/L feletti volt. A külföldi borok esetében általában csak a 3-metil-butil-amin vegyület koncentrációja emelkedett 1 mg/L felé. A legtöbb esetben, az i-butil-amin, ismeretlen, 2-metil-butil-amin, valamint a n-pentil-amin mennyisége 1 mg/L alatt maradt.

Korábbi vizsgálatok (HAJÓS et al., 2000; SASS-KISS et al., 2000) is azt igazolták, hogy a szőlőszemek primer alifás amin tartalma megnő a botritiszes fertőzés során, a borkészítés folyamán pedig még tovább növekszik. Párhuzamosan a fenti aminok koncentrációjának emelkedésével, a tiramin tartalom is megnő. Az aszú borok amin-összetétele sajátos jelleget kap, melynek alapján megkülönböztethetőek normál boroktól. Más szóval, borok amin-összetételének vizsgálatával megállapítható, hogy egy bor *Botrytis c.* penésszel fertőzött szőlőszemből készült-e (SASS-KISS és HAJÓS, 2005).

A **22. ábrán** különböző puttonyszámú aszú borok átlagos összamin-tartalmát hasonlítottam össze. Kismértékű összefüggést találtam a különböző évjáratú borok összamin-tartalma és a puttonyszámok között. A puttonyszámok emelkedésével az összamin-tartalom növekszik, azonban szignifikáns különbség nincs a puttonyszámok között.



**22. ábra** Különböző puttonyszámú aszúborok összamin-tartalma

Hangsúlyoznám, hogy a vizsgált borminták különböző évjáratúak és más-más termelőktől származnak. Kevés számban végzett, előzetes vizsgálatok eredményei (SASS-KISS et al., 2000) arra engednek következtetni, hogy azonos termelők, ugyanazon évjáratú borait vizsgálva szignifikáns különbséget kaphatunk a puttonyszámok között, azonban a bizonyításhoz további mérések szükségesek. Az aszúborok szórása növekvő tendenciát mutatott a puttonyszámok csökkenésével, amely a termelők eltérő technológiájából eredő összamin-tartalom változékonyságát jelenti.

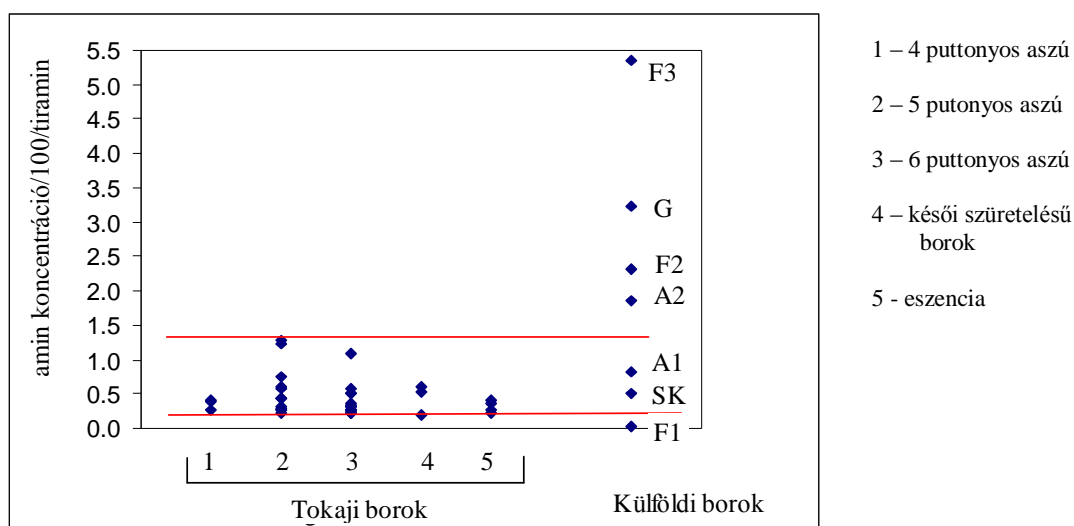
#### 4.2.2. Tokaji aszú borok elkülönítésének lehetőségei más boroktól

Az aszú borok közötti hasonlóság, valamint az aszú borok és a külföldi borok közötti különbség többféle módszerrel mutatható be.

##### 4.2.2.1. Komponensarány és pókháló diagramok

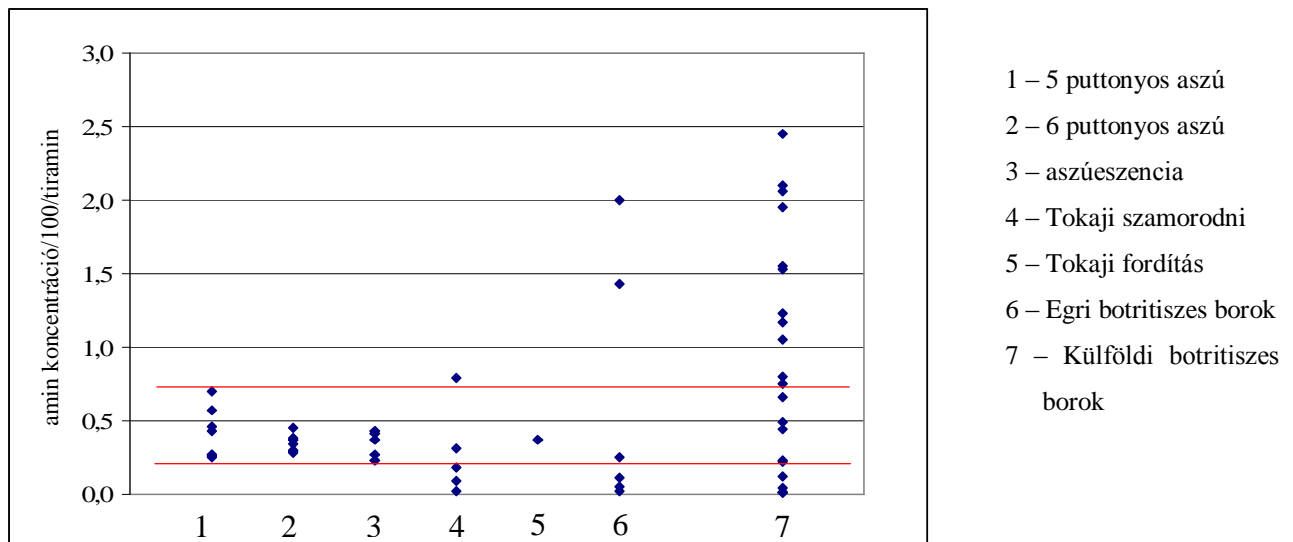
Korábban SASS-KISS és HAJÓS (2005) megállapították, hogy ún. komponensarányal (aminok tiraminra vonatkoztatott koncentrációjával) egymáshoz közel eső értékeket kapnak tokaji aszúborokra. Az arányszámmal kapott eredményeket, jelenlegi vizsgálataimban nagyszámú tokaji aszúbor és külföldi botritiszes bor tanulmányozásával szeretném kiegészíteni és igazolni. Ezek alapján megállapíthatom, hogy a fenti komponensarány alkalmas-e a külföldi botritiszes borok elkülönítésére.

A két borverseny mintáit ábrázolva, a **23.** és **24. ábrán** látható a primer alifás aminok és a fenil-etil-amin (biogén amin) összegének tiramin koncentrációjára vonatkoztatott aránya.



**23. ábra** Aminok tiraminra vonatkoztatott aránya (Vinagora 2002)

A **23. és 24. ábrán**, a komponens arányokból látható, hogy a magyar borok egy meghatározott intervallumon belül mozognak (**23. ábra**: 0,23 - 1,27; **24 ábra**: 0,23 - 0,70). A **23. ábrán** a külföldi borok közül két minta esik ebbe az intervallumba, melyekből az egyik a szlovákiai 6 puttonyos aszú (SK), a másik egy osztrák bor (A1). Az 1-es számú francia bor is az intervallumon kívül esik, mivel egy nagyságrenddel kisebb az értéke (0,03) az intervallum alsó határához képest.

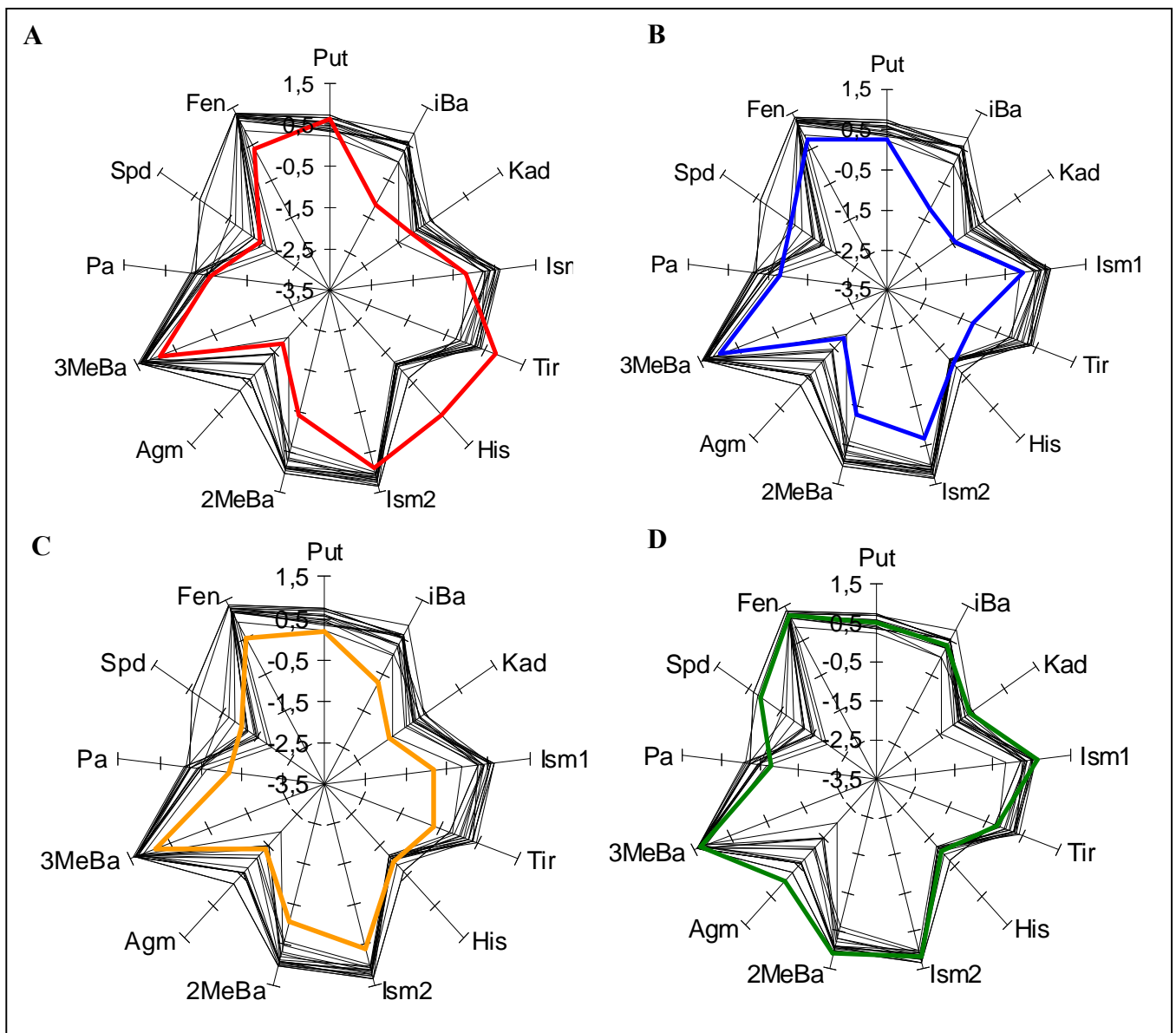


**24. ábra** Aminok tiraminra vonatkoztatott aránya (Vinagora Botrytis, 2004)

A **24. ábrán** látható intervallum (0,23 - 0,70) szűkebbnek bizonyult, feltételezhetően a kevesebb számú tokaji bormintának köszönhetően. A második borverseny huszonnégy külföldi bora közül, mindössze öt bor (A/4-00, A/3-99, P/1-52, A/6-99) került az aszúeszencia, illetve az 5 és 6 puttonyos aszú borok által meghatározott intervallum közé. A tokaji szamorodni boroknál nagyobb szórást tapasztalhatunk, mindössze egy minta került ebbe a tartományba.

SASS-KISS és mtsai. pókháló diagram segítségével mutatták be, hogy a tokaji aszúborok jellegzetes amin-összetétellel rendelkeznek (2005). Normál tokaji borok esetében a pókháló diagram alakja minden esetben különbözött, míg aszú borok esetében, puttonyszámtól és évjárártól függetlenül, jellegzetes, ugyanolyan alakú tíszöget kaptak.

A **25. ábrán** 6 puttonyos tokaji aszúborok és néhány külföldi bor (Vinagora 2002: F1, F2, SK, A1) pókháló diagramját mutatom be. A pókháló diagram tengelyein amin koncentrációk logaritmus értékeit ábrázoltam. A logaritmus értékek kiszámolására azért volt szükség, mert a különböző mintákban a koncentrációk akár 1-2 nagyságrend között is változhattak. A külföldi borokat színes, vastagabb vonallal jelöltem, megkülönböztetve azokat a vékonyabb fekete vonallal jelzett aszúboroktól. Előző vizsgálatokkal összhangban, a pókháló diagramok alakja az összes aszúbor esetében hasonlóan bizonyult, függetlenül a puttonyszámtól. Csupán az agmatin és a spermidin koncentrációjában láthatóak nagyobb különbségek.



Koncentrációk logaritmusai, **A**: 6 puttonyos aszú borok ( — ) és F1 francia bor ( — ); **B**: 6 puttonyos aszú borok és F2 francia bor ( — ); **C**: 6 puttonyos aszú borok és SK szlovák tokaji bor ( — ); **D**: 6 puttonyos aszú borok és A1 osztrák bor ( — ).

**25. ábra** 6 puttonyos aszú borok és néhány külföldi botritiszes bor pókháló diagramjai

Ezek az eredmények azt mutatják, hogy a különböző évjáratú és termelőktől származó aszúboroknak jellegzetes az aminos-összetétele. Mivel az összes aszúbornál hasonló alakú pókháló diagramot kaptam, így csak a 6 puttonyos aszúborok ábráját mutatom be. A 6 puttonyos szlovák tokaji aszúbor (SK) a komponensarányánál (23. ábra) az aszúborok által kijelölt tartományba esett, míg a pókháló diagram alapján (25. ábra/C) elkülönült a magyar boroktól. A többi külföldi bor is megkülönböztethető volt ezzel a módszerrel (25. ábra/A és 25. ábra/B), egyetlen osztrák bor kivételével (A1), mely pókháló diagramja alapján (25. ábra/D) teljesen megegyezett a tokaji borokkal.

#### 4.2.2.2. Borok statisztikai elemzése

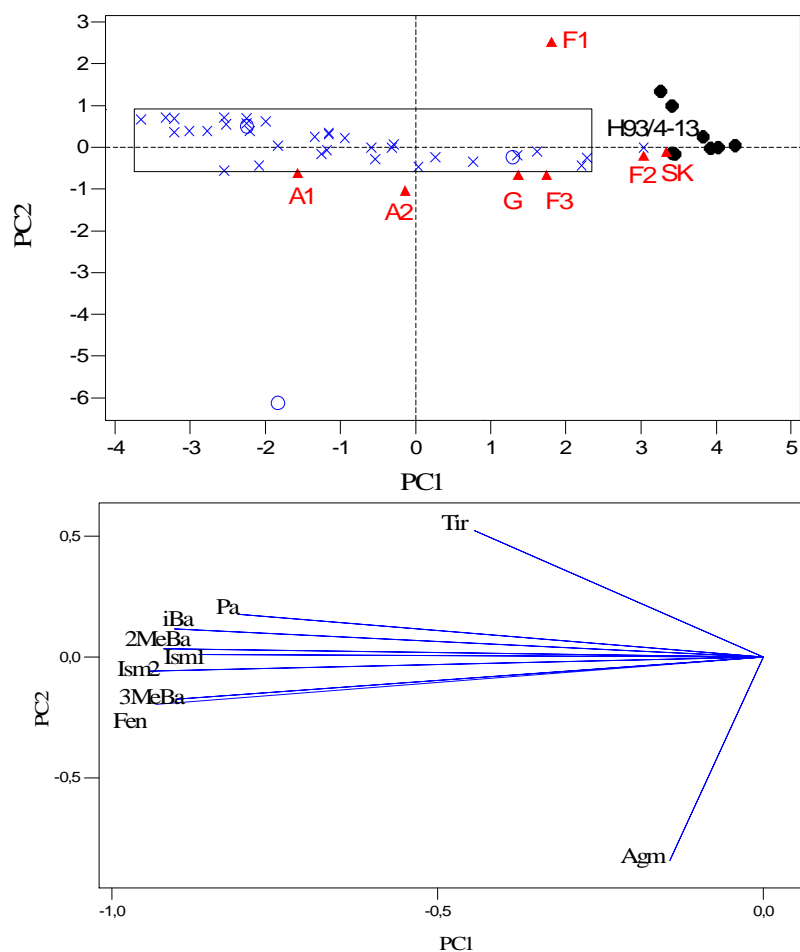
A **23.** és a **25. ábrán** bemutatott borminták amin-összetételbeli különbségeket statisztikailag is vizsgáltam. Első lépésben egyutas varianciaanalízist végeztem, mellyel szignifikáns különbséget találtam az aszú borok és a külföldi botritiszes borok között ( $F_{\text{számított}} 5,038 > F_{\text{kritikus}} 3,874$ ;  $p < 0,05$ ), valamint az aszú borok és a normál, száraz borok között ( $F_{\text{számított}} 51,108 > F_{\text{kritikus}} 3,872$ ;  $p < 0,001$ ). Kétmintás t-próba alkalmazásával a következő aminok esetében találtam szignifikáns különbséget az aszú és normál borok között: iBa, Ism1, Tir, Ism2, 2MeBa, Agm, 3MeBa, nPa, Fen, Kad és His ( $0,0001_{\text{Fen}} < p < 0,02_{3\text{MeBa}}$ ). Mindössze két amin komponens, a putreszcín és a spermidin, esetében nem találtam szignifikáns különbséget a két csoport között ( $p_{\text{Put}}=0,09$ ,  $p_{\text{Spd}}=0,06$ ).

#### 4.2.2.3. Többváltozós statisztikai vizsgálat

Az amin-összetétel eredményeinek kiértékelésére főkomponens analízist (PCA) végeztem, mivel így a borminták közötti kapcsolatok és hasonlóságok könnyebben észrevehetőek.

A megfigyelési egységek (borok) elhelyezkedését a **26. ábra** (Vinagora 2002) és **27. ábra** (Vinagora Botrytis, 2004) szemlélteti. Az első két főkomponens (PC1, PC2) az összes variancia több mint 77% (**26. ábra**) illetve 71%-át (**27. ábra**) magyarázza. Az összes primer alifás amin és a biogén aminok közül az agmatint valamint a fenil-etil-amint használtam változóként. Az ábráról leolvasható, hogy a tokaji botritiszes borok és normál száraz borok jól elkülönülnek. A **26. ábrán** a magyar botritiszes borok, két mintától eltekintve, egy téglalap által bezárt, szűk tartományba esnek a második főkomponens mentén (PC2). A két, téglalap által határolt területen kívül eső minta közül az egyik, tulajdonképpen nem aszú, hanem kései szüretelésű bor, a másik pedig egy 4 puttonyos Tokaji aszú (H93/4-13), melynek pontja az ábrán a normál, száraz borokéhoz esik közelebb. Amin-összetételét tekintve (**M2-es melléklet: 23. és 24. táblázat**) megállapítható, hogy az utóbbi bormintának, a normál borokhoz hasonlóan, igen alacsony az amin-tartalma. Az összes külföldi bor, beleértve a szlovák (SK) és az egyes számú osztrák bort (A1) is, a tokaji botritiszes borok által meghatározott téglalapon kívülre esnek. A komponensaránytal (**23. ábra**) szemben, főkomponens-analízissel (**26. ábra**) a külföldi borok elkülönülnek a magyar botritiszes boroktól.

A **26. ábra** főkomponens együttható (loading) ábrájából következtethetünk az eredeti tulajdonságváltozók hasonlóságaira és korrelációira. A Pa, iBa, 2MeBa, Ism1, Ism2, 3MeBa, Fen változók nagysága és iránya (negatív) megegyezik, illetve egymással korrelálnak, mivel a vektorok által bezárt szög kicsi.



Változók: iBa, Ism1, Tir, Ism2, 2MeBa, Agm, 3MeBa, Pa, Fen; ▲ Külföldi botritiszes borok; X Tokaji aszúk és eszenciák; ● Hazai nem-botritiszes fehér borok; ○ Kései szüretelésű (botritiszes) tokaji borok

**26. ábra Aminok főkomponens-analízise és főkomponens együttható ábrája – Vinagora 2002**

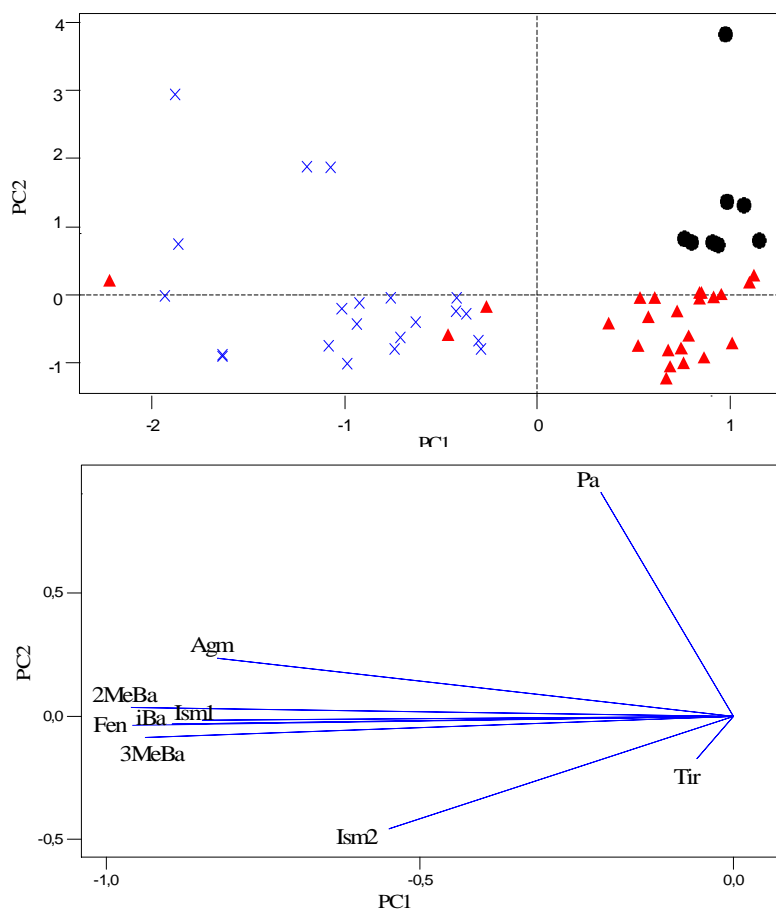
A koordináta-rendszer origójától távol helyezkednek el, ezért fontos tulajdonságokat reprezentálnak, -1-hez közel eső értéket vesznek fel. Ezeknek a változóknak köszönhető a minták, többek között a normál és néhány külföldi bor (SK, F2), tokaji aszúboroktól első főkomponens mentén való elkülönülése. A külföldi borok második főkomponens mentén való elkülönülésében a tiramin, valamint az agmatin tartalom játszik szerepet. Az utóbbi két változó azonban közelebb található az origóhoz, ezért kevésbé fontosak az első főkomponens mentén, a többi változóhoz viszonyítva.

Korreláció analízissel megvizsgáltam, hogy a változók (aminok) között, számszerűen mekkora a korreláció. Korreláció analízis eredményei alapján megállapítottam, hogy a primer alifás aminok közül, az i-butil-amin, a 2-metil-butil-amin, a 3-metil-butil-amin, a két ismeretlen amin vegyület és a n-pentil-amin ( $0,628 < r < 0,968$ ,  $p < 0,001$ ), a biogén aminok közül a fenil-etil-amin mutatott ( $0,690 < r < 0,968$ ,  $p < 0,001$ ) szignifikáns korrelációt egymással. A korreláció analízis valamint a főkomponens együttható ábra eredményei összhangban álltak egymással.



Ezek az utóbbi vizsgálatok megerősítették SASS-KISS és munkatársai, valamint HAJÓS és munkatársainak (2000) megfigyeléseit, mely szerint a *Botrytis cinerea* hatással van a fenti aminokra. Ez a hatás az amin koncentráció növekedésében nyilvánul meg. Az aszú borok fontos amin vegyülete, a tiramin nem mutatott korrelációt más aminokkal. A tiramin elsősorban a borkészítés során termelődik, illetve nő meg a mennyisége.

A 2004-ben megrendezett Vinagora Botrytis verseny (27. ábra) borainak vizsgálatai is alátámasztották a főkomponens-analízissel (26. ábra) kapott eredményeket.



Változók: iBa, Ism1, Tir, Ism2, 2MeBa, Agm, 3MeBa, Pa, Fen; ▲ Külföldi botritiszes borok; X Tokaji aszú és esszenciák; ● Hazai nem-botritiszes fehér borok

**27. ábra** Aminok főkomponens- és főkomponens együttható ábrái (Vinagora Botrytis, 2004)

A 27. ábrán a nagyobb számban vizsgált külföldi botritiszes bor még inkább elkülönül a tokaji aszúboroktól és esszenciáktól. Három ugyanazon borkategóriába (Trockenbeerenauslese) tartozó osztrák bor hasonlít a legnagyobb mértékben a tokaji borokhoz (A/6-99, A/2-00, A/4-00). A normál borok is jól elkülönülnek mind a tokaji, mind a külföldi botritiszes boroktól.

A főkomponens együttható ábrán az iBa, 2Meba, Ism1, 3MeBa, Fen változók a 25. ábrához hasonlóan korrelációt mutatnak, és nagyban hozzájárulnak az első főkomponens mentén való elkülönüléshez. Míg a függőleges tengely mentén Pa és Ism2 vegyületek fontosabbak.

Lineáris diszkriminancia analízist használtam az aszúborok, a külföldi botritiszes és a normál borok csoportbasorolásának helyességének megállapítására, valamint az osztályozás jóságának értékelésére, mely a **17. táblázatban** látható.

**17. táblázat** Aminok lineáris diszkriminancia analízise (osztályozás kereszt-validációval) – Tokaji aszú, külföldi botritiszes borok és normál fehér borok csoportosításának helyessége

**A** 2002-es Vinagora borverseny

csoportok	Eredeti csoport		
	Tokaji aszú	Külföldi botritiszes bor	Normál bor
Tokaji aszú	31	2	0
Külföldi botritiszes bor	1	2	0
Normál bor	1	3	8
Összesen	33	7	8
Ebből helyesen csoportosított	31	2	8
Arány	0,939	0,286	1,000
Összesen: 48	Helyesen csoportosított: 41	<b>Helyes besorolás aránya: 0,854</b>	

**B** 2004-es Vinagora Botrytis borverseny

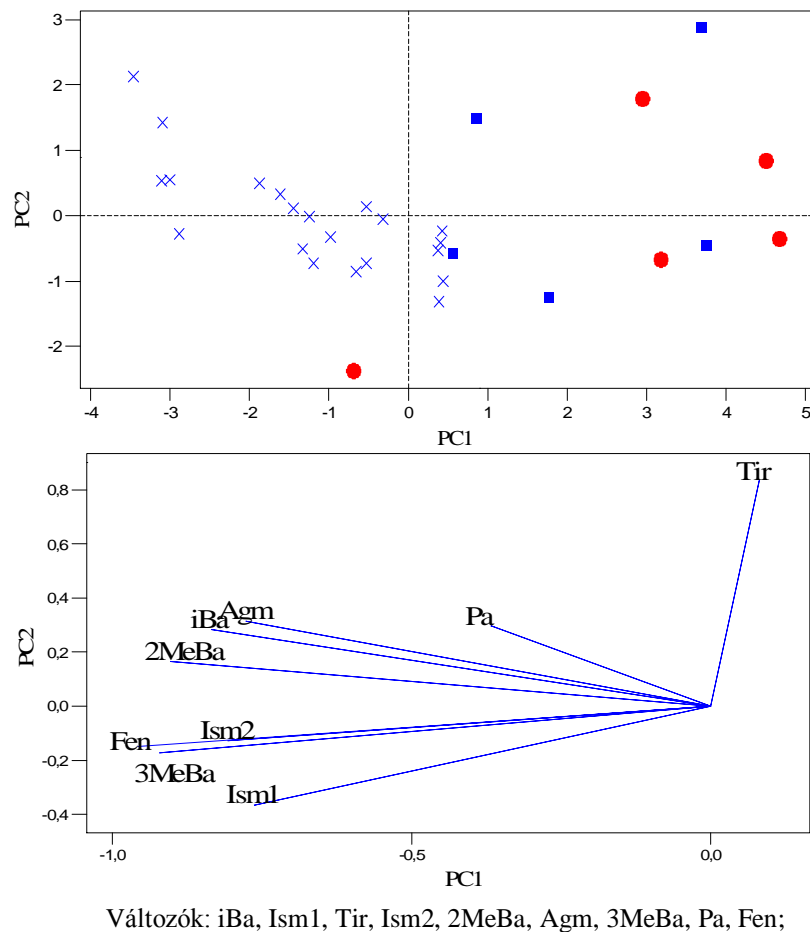
csoportok	Eredeti csoport		
	Tokaji aszú	Külföldi botritiszes bor	Normál bor
Tokaji aszú	20	3	0
Külföldi botritiszes bor	1	17	0
Normál bor	0	4	8
Összesen	21	24	8
Ebből helyesen csoportosított	20	17	8
Arány	0,952	0,708	1,000
Összesen: 53	Helyesen csoportosított: 45	<b>Helyes besorolás aránya: 0,849</b>	

A borok osztályozását a következő kilenc változóval végeztem el: iBa, Ism1, Tir, Ism2, 2MeBa, Agm, 3MeBa, Pa és Fen. A felsorolt változókkal az osztályozás jósága mindkét borversenyen hasonló, 85,4 %-os (**17. táblázat/A**) és 84,9 %-os (**17. táblázat/B**) értéket ért el. A normál borok csoportba sorolása hibátlannak (100 %) bizonyult mindkét borverseny esetén, és az aszú (93,9 % és 95,2 %) borok csoportba sorolására is igen jó eredményt kaptam. A külföldi borok besorolása nem volt tökéletes: 28,6% és 70,8%, mivel különböző helyről (országokból) származtak.

A Tokaji borvidéken kívül más hazai borvidékeken is készülnek botritiszes szőlőből készült borok, melyek közül néhány, borversenyen részt vett, egri botritiszes fehér és vörös bor aminösszetételét is megvizsgáltam.

A **28. ábrán** tokaji aszú, tokaji szamorodni és egri botritiszes borok főkomponens és főkomponens együttható ábrái láthatóak. Az első két főkomponens az összes variancia több mint

71%-át magyarázza. A főkomponens-analízishez az ábrafeliratban felsorolt kilenc változót használtam. Az egri borok közül, az egri bíbor aszú (EBA-02) került legközelebb a tokaji aszúborokhoz, nagyobb Fen, 3MeBa, Ism1 és Ism2 tartalmának köszönhetően.



X Tokaji aszú borok és essenciák, ■ Tokaji szamorodni, ● Egeri botritiszes borok

**28. ábra** Tokaji aszú, tokaji szamorodni és egri botritiszes borok amin-összetételének főkomponens és főkomponens együttható ábrái

A főkomponens együttható ábrán jól látható, hogy az egri borok többsége és a tokaji szamorodni borok egy része kisebb iBa, Agm, 2MeBa valamint a Fen, 3MeBa, Ism1 és Ism2 tartalommal rendelkeznek a tokaji aszúborokhoz képest, mely vegyületek az első főkomponens mentén való elkülönülésükben játszanak nagy szerepet. A tokaji szamorodni borok és az egri botritiszes borok amin-összetételének koncentráció értékei a **25. és 26. táblázatban (M2-es melléklet)** találhatóak.

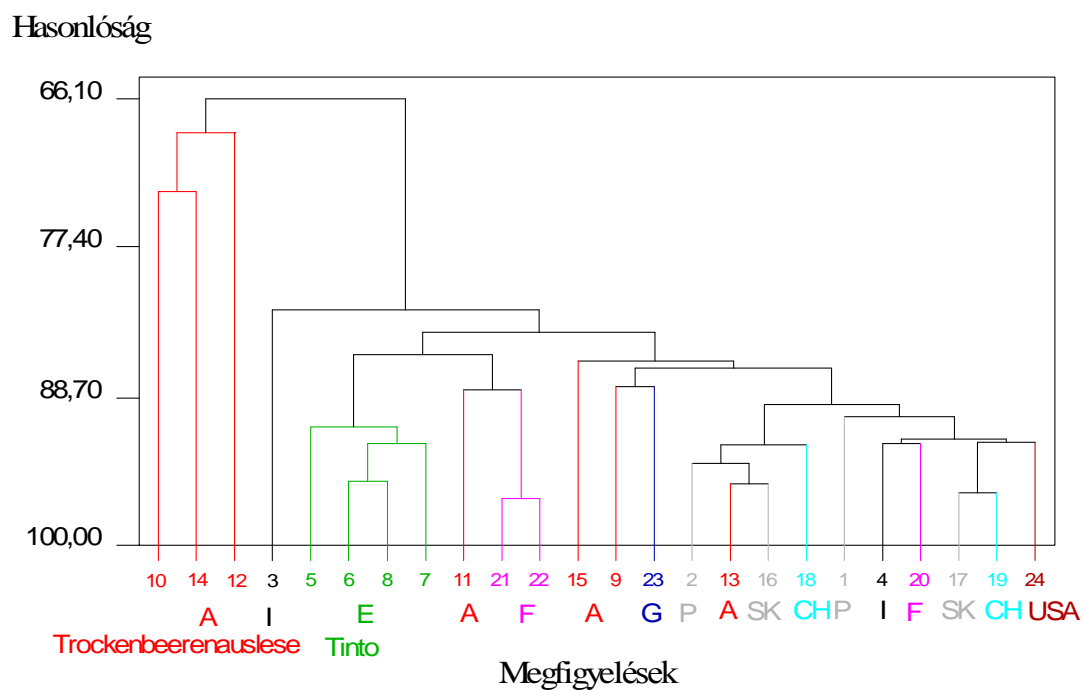
Feltételezéseim szerint, azok a tokaji szamorodni borok, amelyek közelebb esnek a tokaji aszúborokhoz, több aszúszemet tartalmazó szőlőből készültek.

T-próbával szignifikáns különbséget találtam a tokaji aszú és a tokaji szamorodni borok i-butil-amin, 2-metil-butil-amin, agmatin, két ismeretlen amin komponens, 3-metil-butil-amin,

n-pentil-amin és fenil-etil-amin tartalmában ( $0,001_{2MeBa} < p < 0,03_{nPa}$ ), valamint a tokaji aszúborok és az egri botritiszes borok putreszcín, i-butil-amin, kadaverin, 2-es számmal jelölt ismeretlen amin komponens, 2-metil-butil-amin, agmatin, 3-metil-butil-amin és fenil-etil-amin koncentrációiban ( $0,001_{iBa} < p < 0,05_{Put}$ ).

#### 4.2.3. Külföldi botritiszes borok közötti hasonlóság vizsgálata

A 2004-es Vinagora Botrytis borversenyen részt vett külföldi botritiszes borok között található esetleges hasonlóságok megfigyelésére és vizsgálatára klaszteranalízist használtam (29. ábra). A megfigyelési egységek (külföldi borok) két nagyobb csoportba kerültek, melyek 66%-os hasonlósági szinten kapcsolódtak egymáshoz. Az egyik csoportba azok a „Trockenbeerenauslese” borkategóriába tartozó osztrák borok kerültek, melyek a tokaji borokkal mutattak nagyobb hasonlóságot a 27. ábrán. A „Trockenbeerenauslese” borok 70%-os szinten hasonlítottak egymáshoz. A másik csoportba tartozó borok között, származási hely (ország) szerint csak néhány esetben található hasonlóság. Kiemelendő, hogy a spanyol (E), ún. „Tinto” borok 90%-os szinten mutattak hasonlóságot egymással.



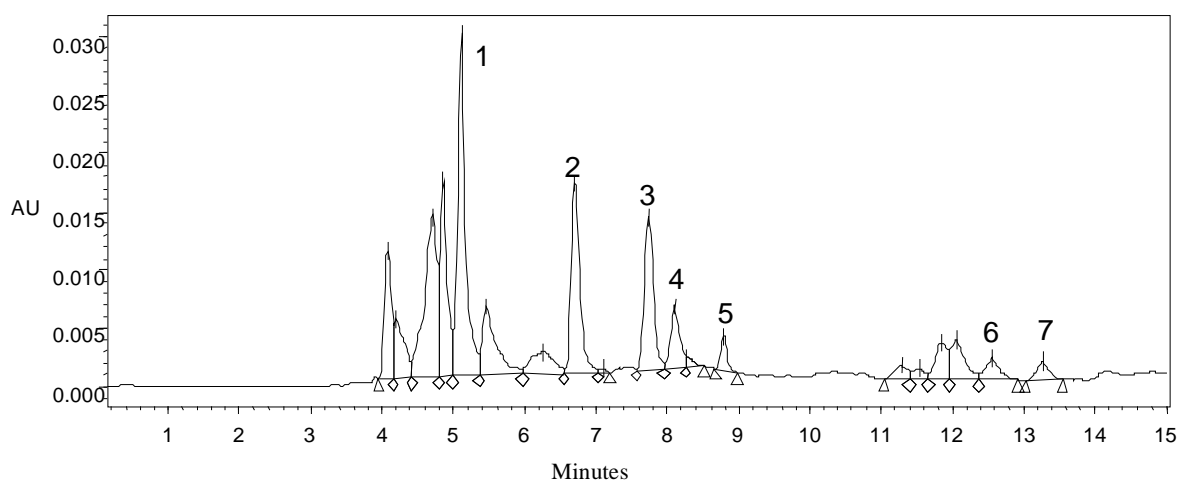
Jelölések: A – Ausztria, I – Olaszország, E – Spanyolország, F – Franciaország, G – Németország, P – Portugália, SK – Szlovákia, CH – Svájc.

**29. ábra** Külföldi borok közötti hasonlóság vizsgálata klaszter-analízissel amin-összetétel alapján

#### 4.2.4. Borok szerves sav-összetétele

Az aminok mellett, a borok sav-összetételét is tanulmányoztam annak megállapítására, hogy ez a vegyületcsoport elég sajátosnak bizonyul-e botritiszes borok eredetiségének és eredetének vizsgálatára, mivel a szőlőszemek esetében a sav-összetétel változásaiból fontos információkat kaptunk.

A **30. ábrán** egy 5 puttonyos aszú bor sav-összetételének kromatogramja látható (ODS-AQ fordított fázisú oszlop).



Azonosított csúcsok: borkősav (1), almasav (2), sikimisav (3), tejsav (4), ecetsav (5), citromsav (6) és fumársav (7).

**30. ábra** Szerves savak kromatogramja (1994-es évjárat, 5 puttonyos Tokaji aszú)

A magyar normál borok sav koncentrációinak értékeit a **2-es számú mellékletben** található **27. táblázat**, valamint a botritiszes borok mért értékeit a **28. és 29. táblázat** tartalmazza. A normál (nem-botritiszes) fehér borok átlagosan kevesebb szerves savat tartalmaznak, mint a botritiszes borok. A borkősavtartalom normál boroknál 0,8 – 3,4 g/L és tokaji aszúboroknál 1,8 – 2,9 g/L között változott. Az almasav koncentrációja normál borok esetében 0,4 – 2,3 g/L, aszúboroknál 2,0 – 5,7 g/L közötti tartományba esett. A citromsav koncentrációja normál boroknál 0,2 és 0,5 g/L, aszúboroknál 0,8 és 9,8 g/L között volt. Néhány bortól eltekintve, legtöbb esetben az ecetsav koncentrációja 1 g/L alatti volt mind a magyar normál, mind a botritiszes boroknál.

Az aszúborok magasabb savtartalma a technológiával magyarázható, mivel az aszútésztát musttal vagy borral felöntik, majd 12-48 órán keresztül ázni hagyják a pépet. Ez idő alatt, az erjedő must (vagy bor) felveszi az aszúszemek cukor, sav és aromaanyagainak nagy részét.

A tokaji botritiszes borok savtartalma szűkebb tartományban változott. A külföldi borok, a magyar borokhoz viszonyítva, nagyobb változatosságot mutattak, különösen almasav (0,8 – 9,8 g/L) és citromsav (0,17 – 2,4 g/L) tekintetében. Az utóbbi megfigyelés azonban nem is meglepő,

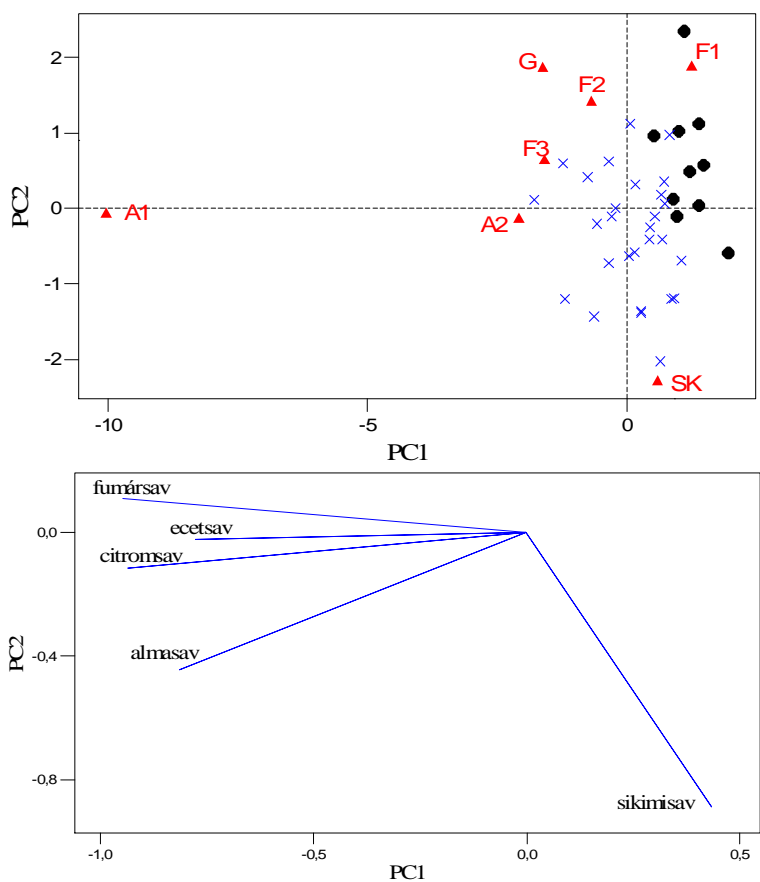
hiszen a magyar botritiszes borok egy borvidékről és hasonló technológiával készültek, míg a külföldi borok különböző országból származtak és eltérő technológiával készültek.

#### 4.2.5. Aszúborok sav-összetételének többváltozós statisztikai elemzése

Egyutas variancia-analízissel nem találtam szignifikáns különbséget az aszúborok és a külföldi botritiszes borok savtartalma között. Bár, a tokaji aszú és a normál (nem-botritiszes) borok szignifikáns különbséget mutattak ( $F_{\text{számított}} 4,032 > F_{\text{kritikus}} 3,897; p < 0,05$ ).

A több megfigyelési változóra (savak) kiterjedő adatok elemzése, valamint a borok (megfigyelési egységek) nagy száma miatt, az aminok vizsgálatához hasonlóan, célszerű volt főkomponens-analízist végezni, így a lehető legtöbb információt kaptuk a sav összetételéről is.

A **31. ábrán** látható a főkomponens-analízissel kapott eredmény a 2002-es Vinagora borverseny esetén.



Változók: almasav, sikimisav, ecetsav, citronsav, fumársav; ▲ Külföldi botritiszes borok, X Tokaji aszú borok, eszenciák, ● Hazai nem-botritiszes (fehér) borok.

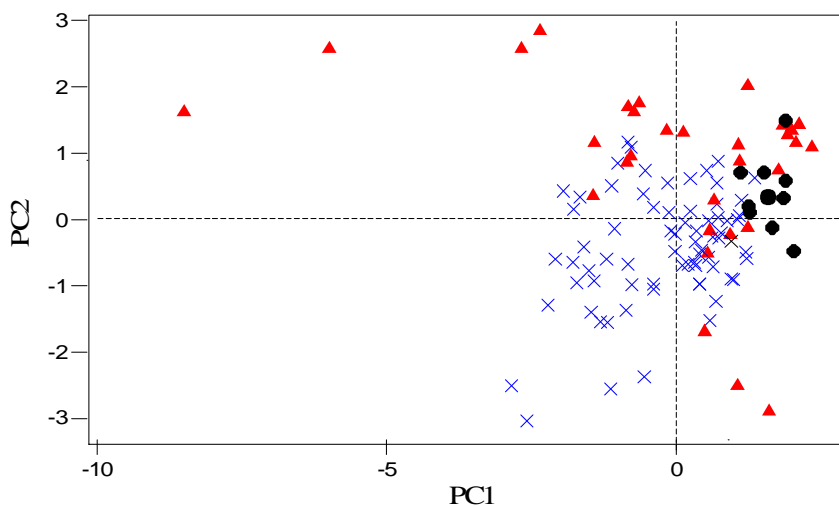
**31. ábra** Savak főkomponens-analízise – Vinagora 2002

A főkomponens ábra a külföldi és a magyar borok elkülönülését mutatja. A magyar botritiszes borok egy meghatározott területen, míg a külföldi botritiszes borok valamivel elkülönülve helyezkednek el. A főkomponens-analízis a teljes variancia 84%-át magyarázza meg a korrelációs mátrixból számolt két főkomponenssel. Az A1-es jelű osztrák bor távol található a többi bortól, mivel a sav-összetétele jelentősen különbözött, szemben az amin-összetétel vizsgálatánál kapott eredményekkel (23. és 25. ábra).

A normál magyar borok pontjai a botritiszes borok mellett alkotnak csoportot, azonban elkülönülésük nem tökéletes.

A 31. ábra második felén mutatom be a főkomponens együttható ábrát, melyen jól látszanak a korrelált, egymással szorosabb kapcsolatban lévő változók. Kis csoportosulást adott a változók közül a fumársav, az ecetsav és a citromsav, melyeknek a borok első főkomponens mentén való elkülönítésében volt jelentősége. A változók közül az almasav és sikimisav vektora derékszöget zárt be, így azok nem korreláltak egymással. A borminták második főkomponens mentén való elrendezésében a sikimisavnak volt tulajdonítható a legnagyobb jelentőség. Az almasav jelentősége ebből a szempontból kisebbnek bizonyult.

A 31. ábrán bemutatott borverseny borainak főkomponens-analízisét további borminták sav-összetételének eredményeivel (Vinagora Botrytis, 2004) egészítettem ki, melyet a következő ábrán mutatok be (32. ábra).



Változók: almasav, sikimisav, ecetsav, citromsav, fumársav; ▲ Külföldi botritiszes borok; X Tokaji aszú borok, eszenciák; ● Hazai nem-botritiszes (fehér) borok.

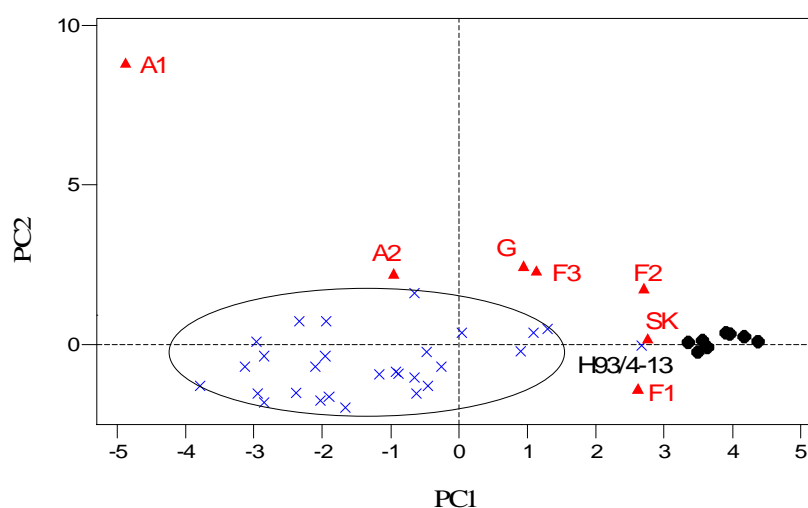
**32. ábra** Savak főkomponens-analízise a két borverseny eredményei alapján

Ebben az esetben az első két főkomponens az összes variancia több mint 75%-át magyarázta. Nagyobb mintaszám esetén, a külföldi botritiszes és a tokaji aszúborok egy része között az átfedés jobban láthatóvá vált. Ezek alapján megállapítható volt, hogy a borok szerves sav összetétele

kevésbé sajátos ahhoz, hogy borok eredetiségének vizsgálatához önmagukban (amin-összetétel vizsgálata nélkül) felhasználjuk. A főkomponens együttható ábrája az előző ábrához képest számottevően nem változott, így bemutatása nem volt szükséges.

#### 4.2.6. Borok amin- és sav-összetételének együttes vizsgálata

A vizsgált borok jobb elkülönítése céljából az aminoszavakat (9) és savakat (5), mint változókat a főkomponens-analízis elvégzésekor egyesítettem, melynek eredményét a **33. ábrán** mutatom be.



Változók: iBa, Ism1, Tir, Ism2, 2MeBa, Agm, 3MeBa, Pa, Fen, almasav, sikimisav, ecetsav, citromsav, fumársav; Jelölések: ▲ Külföldi botritiszes borok; X Tokaji aszú borok, eszenciák; ● hazai, nem-botritiszes fehér borok

**33. ábra** Aminok és szerves savak főkomponens-analízise – Vinagora 2002

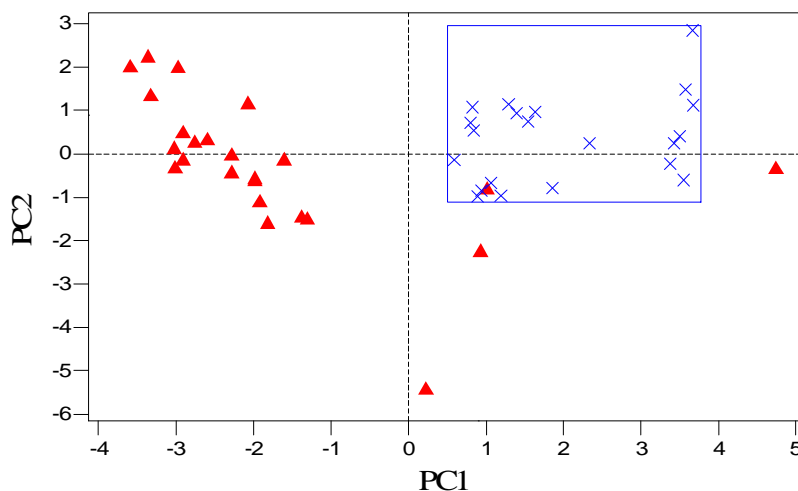
A változók együttes figyelembevételével, az aminoszavak főkomponens-analíziséhez képest, a tokaji botritiszes borok és a külföldi botritiszes borok jelentősen elkülönültek. Ezúttal a két főkomponens a teljes variancia 68%-át értelmezte.

A lineáris diszkriminancia analízis során, az eddig használt kilenc változót két savkomponenssel, az almasavval és a citromsavval, egészítettem ki, mellyel így a csoportbasorolás helyességére 97,6%-ot kaptam. A normál és a külföldi botritiszes borok csoportosítása hibátlan (100%), az aszúboroké 96,2% lett. Mindössze egyetlen aszú bor került át a külföldi botritiszes borok csoportjába (H93/4-13), hasonlóan az aminoszavak és savak főkomponens ábrájához (**33. ábra**).

Mivel a 2002-es borversenynél az aminoszavak és a savak együttes, megfigyelési változóként való használatával javult a borok elkülönülése, így a 2004-es (I. VinAgora Botrytis) borverseny esetében is elvégeztem az aminoszavak és savak együttes ábrázolását (**34. ábra**).



Ebben az esetben, az első két főkomponens a teljes variancia több mint 56%-át értelmezte. A tokaji aszú és a külföldi botritiszes borok között az elkülönülés kis mértékben javult a **27. ábrához** képest, melynek köszönhetően már csak egy osztrák bor került a tokaji aszú borok közé.



Változók: iBa, Ism1, Tir, Ism2, 2MeBa, Agm, 3MeBa, Pa, Fen, almasav, sikimisav, ecetsav, citromsav, fumársav; Jelölések: **▲** Külföldi botritiszes borok, **X** Tokaji aszú borok, eszenciák,

**34. ábra** Aminok és szerves savak főkomponens-analízise – Vinagora Botrytis 2004

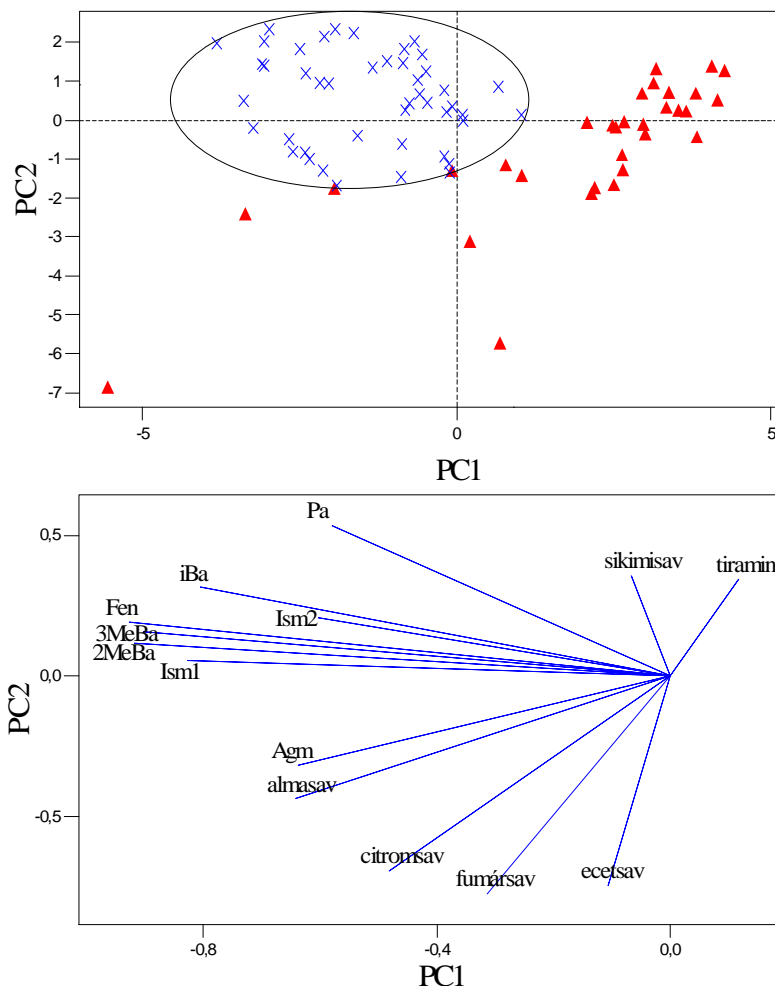
Lineáris diszkriminancia analízis alkalmazásával a csoportosítás jósága 91,1% lett. Az aszú borok 95,2%-a, míg a külföldi borok 87,5%-a került a helyes csoportba. A statisztikai vizsgálatban két savkomponenst, az almasavat és a citromsavat, valamint az eddigiekben is alkalmazott kilenc aminosav vegyületet használtam változóként. Az aszú borok közül egy borminta került át a külföldi borok közé.

#### 4.2.6.1. Minőség-ellenőrzési módszer alapjai

Az aminosav és savkomponensekre tett megállapítások helyességének az igazolására, a két különböző időpontban vett bormintákra együttesen alkalmaztam a többváltozós modellt.

A **35. ábrán** látható a két mérési sorozat (borversenyek) alapján elvégzett főkomponens-analízis eredménye. Az ábra készítéséhez a korábbiakban vizsgált, jellegzetes összetételű tokaji esszencia és tokaji aszúborokat használtam fel (47 borminta). A mintahalmazból két borminta eltávolítása volt szükséges (TA93/4-13 és TA-95/6-6) eltérő tulajdonságaik miatt. Az első két főkomponens az összes variancia 60%-át magyarázta. A főkomponens-analízishez az ábrafeliratban felsorolt tizennégy változót használtam.

A főkomponens-analízis eredményei alapján megállapítottam, hogy a két mérési sorozat együttes figyelembevételével is jól elkülönültek a tokaji aszúborok a külföldi botritiszes boroktól. A tokaji aszúborok (és eszenciák) által körülhatárolt terület közelébe eső borok ebben az esetben is osztrák (A2-38, A/6-99) borok voltak.



Változók: iBa, Ism1, Tir, Ism2, 2MeBa, Agm, 3MeBa, Pa, Fen, almasav, sikimissav, ecetsav, citromsav, fumársav; Jelölések: **▲** Külföldi botritiszes borok, **X** Tokaji aszúborok, eszenciák,

### 35. ábra Aminok és szerves savak főkomponens-analízise a két borverseny alapján

A főkomponens együttható ábrán jól látható, hogy a borok első főkomponens mentén való elkülönülésében a változók közül főleg a primer alifás aminok (2MeBa, 3MeBa, iBa) és a fenil-etil-amin játszott nagyobb szerepet. Általánosságban elmondható, hogy a tokaji aszúborokat átlagosan nagyobb primer alifás amin és fenil-etil-amin tartalom jellemezte, mint a külföldi botritiszes borokat. Az utóbbi megállapítás alól elsősorban az osztrák borok jelentettek kivételt: A1-37, A/2-00, A/4-00, A/6-99 (osztrák Trockenbeerenauslese kategóriába tartozó borok), A2-38 és G-39.

A borok második főkomponens mentén való elkülönülésében főleg a fumársav, az ecetsav és a citromsav valamint kisebb mértékben az almasav, sikimisav és agmatin játszott szerepet.

Összegezve megállapítható, hogy a kapott eredmények alapján lehetőség nyílik olyan gyakorlati szempontból is fontos módszer kidolgozására, amellyel az aszúborok minősége ellenőrizhető válik. A tokaji aszúborok aminosav és sav koncentráció értékei alapján egy olyan adatbázist és többváltozós modellt hoztam létre, amely kiindulási alapját képezheti az ellenőrizni kívánt, ismeretlen eredetű borokkal történő összehasonlításnak. Újabb tokaji borminták bevonásával az adatbázis fokozatos bővítésére nyílik lehetőség.

### 4.3. Új tudományos eredmények

1. Az aminok elválasztása során két új komponenst, a 2-metil-butil-amint és a 3-metil-butil-amint azonosítottam a szőlő- és a bormintákban standard addíciós módszerrel valamint standard vegyületek retenciós idejének összehasonlításával.

2. Elsőként végeztem el nemesrothadt, zöldrothadt és szürkerothadt szőlőszemek, továbbá újonnan telepített illetve telepítésre szánt tokaji szőlőfajták amin- és sav-összetételének összehasonlító vizsgálatát.

Bebizonyítottam, hogy a vizsgált szőlőfajták közül a furmint rendelkezik a legnagyobb amin és savtartalommal. Más szőlőfajták között (hárslevelű, sárga muskotály, kövérszőlő, zéta) nem mutatkozott statisztikailag kimutatható különbség.

Megállapítottam, hogy a primer alifás aminok termelése a szőlőben a *Botrytis cinerea* fajokon kívül más penész fajokra (*Penicillium*) is jellemző. Ugyanakkor, a szőlőminták elkülönítésében a primer alifás aminok nem játszanak jelentős szerepet.

A nemesrothadt és a szürkerothadt szőlőminták amin-komponensei közül, a tiramin-, az agmatin- és a spermidin-tartalom, valamint a szerves savak közül, a borkősav, az almasav és az ismeretlen sav komponens koncentrációjában találtam szignifikáns különbséget a szőlőszemek származási helyétől függetlenül. Azonos termőhely (dűlő) esetén, az aszú és a zöldrothadt szőlők között a putreszcin és az i-butil-amin-tartalomban találtam szignifikáns különbséget, míg az aszú és a szürkerothadt szőlők között a tiramin, az agmatin és a spermidin koncentrációiban volt szignifikáns különbség.

3. Főkomponens-analízis alkalmazásával sikerült az egészséges, az aszú és a szürkerothadt szőlőmintákat származási helytől függetlenül elkülöníteni amin- és sav-összetétel alapján.

Az egy termőhelyről származó, különböző penészgombával fertőzött (aszú, szürkerothadt és zöldrothadt) szőlőmintákat sikeresen csoportosítottam amin- és sav-összetételük alapján.

Megállapítottam, hogy az ép szőlők amin-összetételére kisebb mértékben hatnak a környezeti hatások (évjárat, dűlő), mint az aszú szőlőkre.

4. Megállapítottam, hogy az amin komponensek alkalmasak a tokaji aszúborok eredetvizsgálatára.

Főkomponens-analízis alkalmazásával elkülönítettem a tokaji aszúborokat a normál (nem-botritiszes) és a külföldi botritiszes boroktól. A tokaji aszúborokat a tokaji szamorodni és az egri botritiszes boroktól is megkülönböztettem. A bormintákat elsősorban primer alifás

aminok főkomponens-változóként való felhasználásával (i-butil-amin, tiramin, 2-metil-butil-amin, 3-metil-butil-amin, agmatin, n-pentil-amin, fenil-etil-amin és két ismeretlen amin vegyület) különítettem el.

Külföldi borok vizsgálatával igazoltam, hogy a főkomponens-analízis mellett a pókháló diagram is, mint egyszerű és alternatív módszer, alkalmas az aszú borok és a külföldi desszert borok megkülönböztetésére.

5. A sav komponensek önmagukban kevésbé alkalmasak a tokaji aszúborok eredetvizsgálatára, azonban az aminok és a savak együttes alkalmazásával a külföldi és a hazai botritiszes szőlőből készülő borok elkülönítése javult.
6. A tokaji aszúborok minőségének és eredetének védelmében egy olyan minőségellenőrzési módszer alapjait dolgoztam ki, mely lehetővé teszi ismeretlen eredetű hazai illetve külföldi borok megkülönböztetését a tokaji aszúborokra létrehozott adatbázis és többváltozós modell alapján.

## 5. ÖSSZEFOGLALÁS

A Tokaj-hegyaljai borvidéken megfelelő időjárási körülmények mellett a szőlő nemesrothadáson megy keresztül, mely a *Botrytis cinerea* penész különböző változatainak köszönhető. A penész hatására kedvező átalakulások mennek végbe a szőlőbogyóban, melynek következtében a bor összetétele megváltozik.

Vizsgálataim egyik részében a szőlőszemeken megtelepedő eltérő mikrobióta hatását tanulmányoztam nemesrothadt, szürke- és zöldrothadt szőlőszemek amin- és sav-összetételének meghatározásával. A főbb szőlőfajták (furmint, hárslevelű, sárga muskotály) mellett kevésbé elterjedt (zéta) és a közeljövőben telepítésre szánt fajtákat (kövérszőlő) is vizsgáltam.

Statisztikailag szignifikáns különbséget találtam az ép és az aszú szőlőszemek amin- (putreszcin, tiramin, 2-metil-butil-amin, agmatin, 3-metil-butil-amin, spermidin, fenil-etil-amin) és savtartalmában (borkősav, almasav, ecetsav, sikimisav, fumársav), függetlenül a minták származási helyétől és a szőlők fajtájától.

Munkámban sikeresen alkalmaztam többváltozós statisztikai módszereken alapuló osztályozó modelleket az egy helyről származó, fertőzött szőlőminták elkülönítésére az amin- és savkomponensek koncentráció értékei alapján. A többváltozós statisztikai módszerek közül főkomponens-analízissel elvégeztem az esetlegesen elkülönülő csoportok felismerését, lineáris diszkriminancia analízissel a feltételezett csoportbasorolás helyességét (jóságát) ellenőriztem.

Az ugyanazon helyről (dülőről) származó szőlőszemek vizsgálatával szignifikáns különbséget találtam az aszú és zöldrothadt szőlőszemek putreszcin és i-butil-amin tartalmában, illetve az aszú és szürkerothadt szőlőminták tiramin, agmatin és spermidin koncentrációjában.

A szőlőszemek származási helyétől függetlenül, a nemesrothadt és a szürkerothadt szőlőminták aminkomponensei közül, a tiramin-, az agmatin- és a spermidin-tartalom valamint a szerves savak közül, a borkősav, az almasav és az ismeretlen sav komponens koncentrációjában találtam szignifikáns különbséget. Főkomponens-analízis alkalmazásával sikerült az egészséges, a nemesrothadt és a szürkerothadt szőlőmintákat (származási helyétől függetlenül is) elkülöníteni amin- és sav-összetételük alapján.

A szőlőfajták vizsgálata esetén bebizonyosodott, hogy a szőlőfajták közül a furmint rendelkezett a legnagyobb amin és savtartalommal mind az ép, mind a fertőzött szőlőszemek közül. A hárslevelű, sárga muskotály, kövérszőlő és zéta szőlőfajták között nem mutatkozott statisztikailag kimutatható különbség.

Munkám másik témakörén belül különböző helyről származó botritiszes és normál borokat tanulmányoztam. A botritiszes borokat nemzetközi borversenyekről (2002-es VI. VinAgora

Nemzetközi Borverseny, 2004-es I. VinAgora Botrytis Borverseny) származtak, melyek közül több ezüst- és aranyérmét nyert. A normál (nem-botritiszes) borokat kereskedelemből szereztem be.

A kutatási eredmények alátámasztották azt a korábbi megállapítást, mely szerint a tokaji aszúborok jellegzetes amin-összetétellel rendelkeznek. Az aszú borok jellegzetes összetételét pókháló diagram segítségével illusztráltam, melyeknek az alakja az összes aszúbor esetében hasonlóan bizonyult. Ugyanakkor, a külföldi botritiszes borok pókháló diagramjainak eltérő alakja miatt jól elkülöníthetők az aszú boroktól.

Főkomponens-analízis alkalmazásával elkülönítettem a normál (nem-botritiszes), a tokaji aszú és a külföldi botritiszes borokat egymástól elsősorban a primer alifás aminok változóként való felhasználásával (i-butil-amin, tiramin, 2-metil-butil-amin, 3-metil-butil-amin, agmatin, n-pentil-amin, fenil-etil-amin és két ismeretlen amin vegyület).

Többváltozós statisztikai módszerekkel kapott eredmények alapján megállapítottam, hogy az aminok alkalmasabbak az eredetvizsgálatra, mint a savak. Azonban, a szerves savakkal kiegészített amin változókkal a tokaji aszú és a külföldi botritiszes borok elkülönítését javítottam.

Főkomponens-analízis alkalmazásával sikerült elkülöníteni a tokaji szamorodni és az egri botritiszes borokat a tokaji aszúboroktól eltérő amintartalmuknak köszönhetően. Megállapítottam, hogy a tokaji szamorodni borok szignifikánsan kisebb i-butil-amin, 2-metil-butil-amin, agmatin, két ismeretlen amin komponens, 3-metil-butil-amin, n-pentil-amin és fenil-etil-amin tartalommal rendelkeztek, mint a tokaji aszúborok. Továbbá, szignifikáns különbséget találtam a tokaji aszúborok és az egri botritiszes borok putreszcin, i-butil-amin, kadaverin, 2-es számmal jelölt ismeretlen amin komponens, 2-metil-butil-amin, agmatin, 3-metil-butil-amin és fenil-etil-amin koncentrációiban.

A külföldi botritiszes borok között található hasonlóságok vizsgálatára klaszteranalízist használtam. Néhány külföldi bor származási hely (ugyanazon termelő, ország) szerint csoportosult jellegzetes amin-összetételüknek köszönhetően.

Összegezve, vizsgálataim bebizonyították, hogy az amin- (és sav) összetétel vizsgálata alapját képezheti egy olyan minőségellenőrzési módszernek, amely a tokaji aszú védelmét biztosíthatja a hírnevet rontó, törvénytelen hamisítványokkal és névbitorlókkal szemben. A tokaji aszúborok amin és sav koncentráció értékei alapján egy olyan adatbázist és többváltozós modellt hoztam létre, amellyel lehetővé válik ismeretlen eredetű borminták megkülönböztetése.

## 6. SUMMARY

Under appropriate conditions the different species of *Botrytis cinerea* can cause noble rot on grape berries in the Tokaj wine region of Hungary. The mould is responsible for advantageous changes in grapes, which yields wines of different composition.

In the first part of the study the effect of microbiota on infected grape berries was investigated by comparing amine and organic acid composition of noble, gray and green rotten grapes. Beside the main grape varieties (Furmint, Linden Leaf, Yellow Muscat), a less wide-spread variety (Zéta) and grapes recommended for propagation in Tokaj in the near future (Kövérshőlő) were studied.

Statistically significant difference was found between intact and Aszú grapes in amine (putrescine, tyramine, 2-methyl-butylamine, agmatine, 3-methyl-butylamine, spermidine, phenylethylamine) and organic acid content (tartaric acid, malic acid, acetic acid, shikimic acid, fumaric acid) independently of the place of origin and grape variety.

In my research work I succeeded in applying classification models based on Multivariate Statistical Methods to differentiate infected grape berries from the same growing location on the using amine and acid concentration values. From Multivariate Statistical Methods, the recognition of possibly differentiated groups was accomplished by Principal Component Analysis and the presumed goodness of the classification was checked by Linear Discriminant Analysis.

Investigating grape berries from the same growing location, significant difference was found between Aszú and green rotten grapes in the content of putrescine and i-butyl-amine and between Aszú and grey rotten grapes in the concentration of tyramine, agmatine and spermidine.

Independently of the place of origin, significant difference was found in tyramine, agmatine and spermidine and tartaric acid, malic acid and the unknown acid compound content of noble rotten and grey rotten samples. Applying Principal Component Analysis, intact, noble rotten and grey rotten grapes were successfully separated (independently of the place of origin) on the basis of amine and organic acid composition.

Studying grape varieties, Furmint possessed the highest amine and organic acid content from both intact and infected grapes. Hárslevelű, Yellow Muscat, Kövérshőlő and Zéta varieties did not show statistically provable difference.

In the second part of the study botrytized and normal wines of different origin were analyzed. Botrytized wine samples, which won silver and gold medals, were taken at wine competitions (6<sup>th</sup> International Wine Competition VinAgora 2002, 1<sup>st</sup> VinAgora Botrytis 2004). Normal wines (non-botrytized) were purchased in local stores.

According to earlier results, it was concluded Tokaji Aszú wines possess characteristic amine composition. The characteristic composition of Aszú wines were illustrated with spider web



diagrams, which shape proved to be similar. On the other hand, foreign botrytized wines were easily differentiated from Aszú wines due to their different shape.

Normal, Tokaji Aszú and foreign botrytized wines were separated from each other using mainly primary aliphatic amines (i-butyl-amine, tyramine, 2-methyl-butyl-amine, 3-methyl-butyl-amine, agmatine, n-pentyl-amine, phenylethylamine and two unknown compounds) as variables in Principal Component Analysis.

Using Multivariate Statistical Methods, it was established that amine compounds are more suitable for authenticity than organic acids. The separation of Tokaji Aszú and foreign botrytized wines was improved with amines supplying with organic acids as variables.

Applying Principal Component Analysis, Tokaji Szamorodni wines and botrytized wines from Eger were successfully distinguished from Tokaji Aszú due to their different amine content. I established that Tokaji Szamorodni wines have significantly lower i-butyl-amine, 2-methyl-butyl-amine, agmatine, two unknown amine compounds, 3-methyl-butyl-amine, n-pentyl-amine and phenylethylamine content than Aszú wines. Furthermore I found significant difference between Tokaji Aszú wines and botrytized wines from Eger in the concentration values of putrescine, i-butyl-amine, cadaverine, unknown 2 amine compound, 2-methyl-butyl-amine, agmatine, 3-methyl-butyl-amine and phenylethylamine.

Cluster Analysis was applied to investigate similarities among foreign botrytized wines. A few foreign wines grouped according to place of origin (the same producer, country) because of their characteristic amine composition.

Summarising the results, an objective evaluation method can be elaborated for quality control in order to protect the authenticity and origin of Tokaj wine specialties against denigrator, illegal adulterations and personates. On the basis of amine and organic acid concentration values, data bank and multivariate model have been worked out, which make it possible to distinguish unknown wine samples.

## 7. JELÖLÉSEK, RÖVIDÍTÉSEK

### *Aminok:*

Eta	etanol-amin
Eti	etil-amin
Fen	fenil-etil-amin
Hep	heptil-amin
Hex	hexil-amin
His	hisztamin
iBa	i-butil-amin
iPr	i-propil-amin
Ism1	ismeretlen 1
Ism2	ismeretlen 2
Istd	internal standard, belső standard
Met	metil-amin
nBa	n-butil-amin
Pa	n-pentil-amin
iPa	pentil-amin izomer
nPr	n-propil-amin
Okt	oktil-amin
Pir	pirrolidin
Put	putreszcin
Spd	spermidin
Spn	spermin
Tir	tiramin
Trp	triptamin

### *Egyéb:*

AccQ	6-aminokinolil-N-hidroxi-szukcinimidil-karbamát
ACN	acetonitril
<i>Botrytis c. Botrytis cinerea</i>	
CFU	telepképző egységek száma
DAD	Photodiode Array Detector, fotodióda-soros detektor

DMF	dimetil-formamid
FIA	flow injection analysis, áramló injektálásos analitika
Fl.	fluoreszcenciás
Fmoc	fluorenil-metil-kloroformát
FTIR	Fourier transzformációs infravörös spektroszkópia
GC	gázkromatográfia
Grad.	gradiens elválasztás
HPCE	High Performance Capillary Electrophoresis, nagyhatékonyságú kapilláris elektroforézis
HPLC	– photodiode array detection – atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry, HPLC – fotodióda-soros detektálás – atmoszférikus nyomású kémiai ionizációs tömeg- spektrometria, HPLC-DAD-APCI-MS
I.D.	internal diameter, belső átmérő
IEC	Ion-exchange chromatography, ioncserés kromatográfia
Izok.	Izokratikus elválasztás
ME	merkaptóetanol
MeOH	metanol
MPA	3-merkaptopropionsav
NA	nincs adat
ND	not detected, kimutatási határ alatt
OPA	o-ftáldialdehid
OPLC	Overpressured Layer Chromatography, túlnyomásos réteg-kromatográfia
PC1	első főkomponens
PC2	második főkomponens
RP	reversed-phase, fordított fázis
Sz. a.	száraz anyag
TBME	terc-butil-metil éter
TEA	triethyl-amin
TLC	thin layer chromatography, vékonyréteg-kromatográfia
TMS	trimetil-szilil
TBDMS	terc-butil-dimetil-szilil

## MELLÉKLETEK

### M1 IRODALOMJEGYZÉK

1. 1997. évi XI. törvény a védjegyek és a földrajzi árujelzők oltalmáról.
2. 2003. évi CII. törvény egyes iparjogvédelmi és szerzői jogi törvények módosításáról.
3. 2004. évi XVIII. törvény a szőlőtermesztésről és a borgazdálkodásról.
4. 9/2006. (II.3.) FVM rendelet a borok eredetvédelmi szabályairól szóló 97/2004. (VI.3) FVM rendelet módosításáról.
5. 97/2004. (VI.3.) FVM rendelet a borok eredetvédelmi szabályairól.
6. ALBERTO M. R., ARENA M.E., MANCA de NADRA M.C. (2002): A comparative survey of two analytical methods for identification and quantification of biogenic amines. *Food Control*, 13 125-129 p.
7. ALKONYI L. (2000): Tokaj – A szabadság bora, Budapest: Spread Bt., 239 p.
8. ANLI R.E., VURAL N., YILMAZ S., VURAL Y.H. (2004): The determination of biogenic amines in Turkish red wines. *Journal of Food Composition and Analysis*, 17 53-62 p.
9. ARCE L., RÍOS A., VARCÁLCEL M. (1998): Direct determination of biogenic amines in wine by integrating continuous flow clean-up and capillary electrophoresis with indirect UV detection. *J. Chromatogr. A.*, 803 249-260 p.
10. ARVANITOYANNIS I. S., KATSOTA M. N., PSARRA E. P., SOUFLEROS E. H., KALLITHROKA S. (1999): Application of quality control methods for assessing wine authenticity: Use of multivariate analysis (chemometrics) - Review. *Trends Food Sci. Technol.*, 10 321-336 p.
11. BARÁTH Á., FEHÉR J., HALÁSZ A. (1989): Di- és poliamintartalom meghatározása ioncserés kromatográfiával sertéshúsban. *Élelmezési Ipar*, XLIII. (7) 242-245 p.
12. BARÁTH Á., HALÁSZ A., HOLZAPFEL W. (1991): Egyes élelmiszerek biogén amin koncentrációja. *Élelmezési Ipar*, XLV. (8) 286-291 p.
13. BARÁTH CS., ITTZÉS A., UGRÓSDY GY. (1996): Biometria módszertani alapok és a MINITAB programcsomag alkalmazása, Budapest: Mezőgazda Kiadó, 288 p.
14. BARDOCZ S. (1995): Polyamines in food and their consequences for food quality and human health. *Trends Food Sci. Technol.*, 6 341-346 p.
15. BAST E. (1971): Occurrence and origin of volatile primary amines in bacteria. *Arch. Mikrobiol.*, 79 7-11 p.
16. BAST E. (1972): Biosynthesis of primary aliphatic monoamines by amino acid-aldehyde transamination in *Sarcina lutea*. *Arch. Mikrobiol.*, 86 203-210 p.

17. BENE ZS., MAGYAR I. (2004): Characterization of yeast and mould biota of botrytized grapes in Tokaj Wine Region in the years 2000 and 2001. *Acta Aliment.* 33 (3) 259-267 p.
18. BOEHRINGER MANNHEIM GmbH (1995): Methods of enzymatic bioanalysis and food analysis using test-combinations. Biochemicals, D-68298 Mannheim, Germany.
19. BOTOS E. P., MARCINKÓ F. (2005): Tokaj boratlasz, Budapest: Bor-Kép, 149 p.
20. BUSTO O., MESTRES M., GUASCH J., BORRUL F. (1995): Determination of biogenic amines in wine after clean-up by solid-phase extraction. *Chromatographia*, 40 404- 410 p.
21. BUSTO O., VALERO Y, GUASCH J., BORRULL F. (1994): Solid phase extraction applied to the determination of biogenic amines in wines by HPLC. *Chromatographia*, 38 571-578 p.
22. CASELLA I. G., GATTA M. (2002): Determination of aliphatic organic acids by high-performance liquid chromatography with pulsed electrochemical detection. *J. Agric.Food Chem.*, 50, 23-28 p.
23. CASTELLARI M., VERSARI A., SPINABELLI U., GALASSI S., AMATI A. (2000): An improved HPLC method for the analysis of organic acids, carbohydrates and alcohols in grape musts and wines. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 23 2047-2056 p.
24. CSAPÓ J., CSAPÓNÉ K. ZS. (2003): Élelmiszer-kémia, Budapest: Mezőgazda Kiadó, 468 p.
25. CORDELLA C., MOUSSA I., MARTEL A. C., SBIRRAZZUOLI, N., LIZZANI-CUVELIER L. (2002): Recent developments in food characterization and adulteration detection: technique-oriented perspectives. *J. Agric.Food Chem.*, 50 1751-1764 p.
26. CSOMA ZS. (1999): Hamis és műborok világa, Amikor még borbíróság létezett. *Élet és Tudomány*,  
<http://www.sulinet.hu/eletestudomany/archiv/1999/9945/amikor/amikormg.htm>
27. CSOMÓS E., HÉBERGER K., SIMON-SARKADI L. (2002): Principal component analysis of biogenic amines and polyphenols in Hungarian wines. *J. Agric. Food Chem.*, 50 3768-3774 p.
28. CSOMÓS E., SIMON-SARKADI L. (2002/a): Characterisation of Tokaj wines based on free amino acids and biogenic amines using ion-exchange chromatography. *Chromatogr. Suppl.* , 56 185-188 p.
29. CSOMÓS E., SIMON-SARKADI L. (2002/b): Különböző borok biogén amin tartalmának összehasonlító vizsgálata. *Élelmezési Ipar*, LVI. (10) 297-302 p.
30. DAY M. P., ZHANG B., MARTIN G. J. (1995): Determination of the geographical origin of wine using joint analysis of elemental and isotopic composition. II: Differentiation of the principal production zones in France for 1990 vintage. *J. Sci. Food Agric.*, 67 113-123 p.
31. DÉKÁNY T. (1997): A tokaji bor védelmében. *Élet és Tudomány*,  
<http://www.sulinet.hu/eletestudomany/archiv/1997/9749/tokajibor/tokajibor.html>

32. DENG C. R. (1997): Determination of total organic acids in wine by interfacial derivatization gas chromatographic method. *Sepu*, 15 505-507 p.
33. DONÉCHE B. (1993): Botrytized Wines. In: FLEET H. G. (Szerk.): *Wine Microbiology and Biotechnology*. Cheer, Switzerland: Harwood Academic Publ., p 327-351.
34. EDER R., BRANDES W., PAAR E. (2002): Influence of grape rot and fining agents on the contents of biogenic amines in musts and wines. *Mitteilungen Klosterneuburg, Rebe und Wein, Obstbau und Fruchteverwertung*. 52 204-217 p.
35. EPERJESI I., KÁLLAY M., MAGYAR I. (1998): *Borászat*, Budapest: Mezőgazda Kiadó, 547 p.
36. ESTEVES V. I., LIMA S.F., LIMA D.L.D., DUARTE A.C. (2004): Using capillary electrophoresis for determination of organic acids in Port wine. *Analytica Chimica Acta*, 513 163-167 p.
37. ETIÉVANT, P.; SCHLICH, P., CANTAGREL R., BERTRAND, A., BOUVIER J-C. (1989): Varietal and geographic classification of French red wines in terms of major acids. *J. Sci. Food Agric.*, 46 421-438 p.
38. FERENCZI S. (1966): *A szőlő, a must és a bor kémiája*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 336 p.
39. FLAIR-FLOW 4 (2002): Aminok vizsgálata a táplálékban. FFE 489/02/HP36, COST 917 Action, <http://www.mete.mtesz.hu/ffe4/docs/2002/ffe48902hp36.htm>
40. GERGELY P., PENKE B., TÓTH GY. (2000): *Szerves és bioorganikus kémia*. Budapest: Semmelweis Kiadó, 334 p.
41. GOKMEN V., ACAR J. (2004): Fumaric acid in apple juice: a potential indicator of microbial spoilage of apples used as raw material. *Food Additives and Contaminants*, 21 (7) 626-631 p.
42. GOLDBERG I., ROKEM J-S., PINES O. (2006): Organic acids: old metabolites, new themes. *J. Chem. Technol Biotechnol*, 81 (10) 1601-1611 p.
43. GÖRÖG S. (2004): Kémiai reakciók szerepe az analitikai kémiában. *Magyar Kémiai Folyóirat*, 109-110 (2) 53-59 p.
44. HAJÓS G., SASS-KISS A., SZERDAHELYI E., BARDÓCZ S. (2000): Changes in biogenic amine content of Tokaj grapes, wines and Aszuwines. *J. Food Sci.*, 65 1142-1144 p.
45. HÁMORY E. (1995): Tokaji minőségi borok savösszetételének vizsgálata. Diplomamunka, Budapesti Corvinus Egyetem, 53 p.
46. HARASZTI GY. (2002): *Tokaji borok*, Budapest: Kossuth Kiadó, 85 p.
47. HÉBERGER K., CSOMÓS E., SIMON-SARKADI L. (2003): Principal component and linear discriminant analyses of free amino acids and biogenic amines in Hungarian wines. *J. Agric. Food Chem.*, 51 8055-8060 p.

48. HERBERT P., CABRITA M. J., RATOLA N., LAUREANO O., ALVES A. (2005): Free amino acids and biogenic amines in wines and musts from the Alentejo region. Evolution of amines during alcoholic fermentation and relationship with variety, sub-region and vintage. *Journal of Food Engineering*, 66 315-322 p.
49. HERBERT P., SANTOS L., ALVES A. (2001): Simultaneous quantification of primary, secondary amino acids, and biogenic amines in musts and wines using OPA/3-MPA/FMOC-Cl fluorescent derivatives. *J. Food Sci.*, 66 (9) 1319-1325 p.
50. HORVAI GY. (Szerk.) (2001): Sokváltozós adatelemzés (Kemometria), Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó, 84-105 p.
51. HYÖTYLÄINEN T., SAVOLA N., LEHTONEN P., RIEKKOLA M.-L. (2001): Determination of biogenic amines in wine by multidimensional liquid chromatography with online derivatization. *Analyst*, 126 2124-2127 p.
52. IBE A., SAITO K., NAKAZATO M., KIKUCHI Y., FUJINUMA K., NISHIMA T. (1991): Quantitative determination of amines in wine by liquid chromatography. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 74 (4) 695-698 p.
53. IFU Analysis: Detection of organic acids by thin layer chromatography (Szerves savak kimutatása vékonyréteg-kromatográfiával) No. 22.
54. JANKY F., PÓLUS E. (2003): A borok savtartalmának összetétele és változása. *Agro Napló*, (1-2), <http://www.agronaplo.hu/index.php?szamID=24&o=cikk&cikkID=983>
55. KALAC P., KRAUSOVÁ P. (2005): A review of dietary polyamines: Formation, implications for growth and health and occurrence in foods. *Food Chemistry*, 90 219-230 p.
56. KÁLLAY M., BAJNÓCZY G. NEDELKOVITS J. (1981): Magyar borok és pezsgők biogénamin-tartalmának vizsgálata különös tekintettel a hisztamin-koncentrációra. *Borgazdaság*, (4) 145-148.
57. KÁLLAY M., EPERJESI I. (2002): Az "igazi" aszú. *Bor és Piac*, március-április 4-6 p.
58. KÁLLAY M., NYITRAINÉ S. D. (2003/a): Tokaji borkülönlegességek biogénamin-tartalmának vizsgálata. *Borászati Füzetek*, (1) 16-20 p.
59. KÁLLAY M., NYITRAINÉ S. D. (2003/b): Bioborok biogénamin-tartalmának vizsgálata. *Borászati Füzetek*, (1) 11-16 p.
60. KORDIŠ–KRAPEŽ M., ABRAM V., KAČ M., FERJANČIČ S. (2001): Determination of organic acids in white wines by RP-HPLC. *Food technol. biotechnol.* 39 (2) 93-99 p.
61. KOVÁCS Á., SIMON-SARKADI L., GANZLER K. (1999): Determination of biogenic amines by capillary electrophoresis. *J. Chromatogr. A*, 836 305-313 p.
62. KUTLÁN D., MOLNÁR-PERL I. (2003): New aspects of the simultaneous analysis of amino acids and amines as their o-phthaldialdehyde derivatives by high-performance liquid chromatography. Analysis of wine, beer and vinegar. *J. Chromatogr. A*, 987, 311-322 p.
63. LÁSZTITY R. (1981): Az élelmiszerbiokémiai alapjai, Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 366 p.

64. LARQUÉ E., SABATER-MOLINA M., ZAMORA S. (2006): Biological significance of dietary polyamines. *Nutrition*, In press
65. LATORRE M. J., GARCÍA-JARES C., MÉDINA B., HERRERO C. (1994): Pattern recognition analysis applied to classification of wines from Galicia (Northwestern Spain) with certified brand of origin. *J. Agric. Food Chem.*, 42 1451-1455 p.
66. LEHTONEN P. (1996): Determination of amines and amino acids in wine – A review. *Am. J. Enol. Vitic.*, 47 (2) 127-133 p.
67. LEHTONEN P., SAARINEN M., VESANTO M., RIEKKOLA M.L. (1992): Determination of wine amines by HPLC using automated precolumn derivatisation with o-phthalaldehyde and fluorescence detection. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 194 434-437 p.
68. LEITAO M. C., MARQUES A. P., SAN ROMAO M. V. (2004): A survey of biogenic amines in commercial Portuguese wines. *Food Control*, 16 199-204 p.
69. LIN L., TANNER H. (1985): Quantitative HPTLC analysis of carboxylic acids in wine and juice. *Journal of High Resolution Chromatography*, 8 (3) 126-131 p.
70. LIMA J.L.F.C., RANGEL A. O.S.S. (1992): Enzimatic determination of L(-)malic and L(+)lactic acids in wine by flow injection analysis. *Am. J. Enol. Vitic.*, 43 58-62 p.
71. LLORENTE M., VILLARROYA B., GÓMEZ-CORDOVÉS C. (1991): Reverse-phase HPLC of organic acids in musts. *Chromatographia*, 32, 555-558 p.
72. LÓPEZ-TAMAMES E., PUIG-DEU M.A., TEIXEIRA E., BUXADERAS S. (1996): Organic acids, sugars, and glycerol content in white winemaking products determined by HPLC: relationship to climate and varietal factors. *Am. J. Enol. Vitic.*, 47 193-198 p.
73. LOUKOU Z., ZOTOU A. (2003): Determination of biogenic amines as dansyl derivatives in alcoholic beverages by high-performance liquid chromatography with fluorimetric detection and characterization of the dansylated amines by liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry. *J. Chromatogr. A*, 996 103-113 p.
74. MAGYAR BORKÖNYV (2003): <http://www.fvm.hu/doc/upload/200409/borvizsgalat.pdf>
75. MAGYAR I., BENE ZS., KARDOS C. (2001): Az élesztő- és penészflóra összetétele és változása tokaji aszúbogyók felületén két évjáratban. *Borászati Füzetek*, (4) 7-9 p.
76. MARDONES C., HITSCHFELD A., CONTRERAS A., LEPE K., GUTIÉRREZ L., BAER D. (2005): Comparison of shikimic acid determination by capillary zone electrophoresis with direct and indirect detection with liquid chromatography for varietal differentiation of red wines. *J. Chromatogr. A*. 1085 285-292 p.
77. MALE K. B., LUONG J. H. T. (2001): Derivatization, stabilization and detection of biogenic amines by cyclodextrin-modified capillary electrophoresis-laser-induced fluorescence detection. *J. Chromatogr. A*. 926 309-317 p.
78. MATO I., SUÁREZ-LUQUE S., HUIDOBRO J. F. (2005): A review of the analytical methods to determine organic acids in grape juices and wines. *Food Research International*, 38 1175-1188 p.



79. MSZ EN. Gyümölcs- és zöldséglevelek. Összes szárazanyag meghatározása. Gravimetriás módszer a szárítási tömegvesztés mérésével. MSZ EN, 12145: 1998.
80. NOVELLA-RODRÍGUEZ S., VECIANA-NOGUÉS M. T., VIDAL-CAROU M.C. (2000): Biogenic amines and polyamines in milks and cheeses by ion-pair high performance liquid chromatography. *J. Agric. Food Chem.*, 48 5117- 5123 p.
81. NYITRAINÉ S. D. (2004): Bioborok összetételének vizsgálata. Doktori értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest
82. PAP M. (1985): A tokaji, Budapest: Gondolat, 294 p.
83. PAPROSKI R. E., ROY K. I., LUCY C. (2002): Selective fluorometric detection of polyamines using micellar electrokinetic chromatography with laser-induced fluorescence detection. *J. Chromatogr. A*, 946 265-273 p.
84. PÉREZ-RUIZ T., MARTÍNEZ-LOZANO C., TOMÁS V., MARTÍN J. (2004): High-performance liquid chromatographic separation and quantification of citric, lactic, malic oxalic and tartaric acids using a post-column photochemical reaction and chemiluminescence detection. *J. Chromatogr. A*, 1026 57-64 p.
85. PIERCE (2003): Chromatography Catalog and Handbook. USA: Pierce Biotechnology, Inc., 87 p. (Prospektus; Hozzáférhető: Kvalitex Tudományos, Technológiai, Kereskedelmi Kft.-nél.)
86. PUCHADES R., HERRERO M.A., MAQUIEIRA A., ATIENZA J. (1991): Simultaneous enzymatic determination of L-malic acid and L-lactic acid in wine by flow injection analysis. *Food Chemistry*, 42 167-182 p.
87. REBELEIN H. (1961): Colorimetric determination of tartaric and lactic acids in wine and fruit juice. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 57 36-41 p.
88. ROHÁLY G. (Szerk.) (2001): Magyar borok könyve, Budapest: Akó Kiadó, 303 p.
89. ROMERO R., GÁZQUEZ D., BAGUR M.G., SÁNCHEZ-VIÑAS M. (2000): Optimization of chromatographic parameters for the determination of biogenic amines in wines by reversed-phase high-performance liquid chromatography. *J. Chromatogr. A*, 871 75-83 p.
90. SASS-KISS A., HAJÓS G. (2005): Characteristic biogenic amine composition of Tokaj Aszú Wines. *Acta Aliment.*, 34 227-235 p.
91. SASS-KISS A., KISS J., NÉMETHNÉ SZ. E. (2004): Az aszúborok biogén amin összetételének vizsgálata (Referátum: 314. Tudományos Kollokvium). *Élelmészeti ipar*, LVIII (4) 126 p.
92. SASS-KISS A., SZERDAHELYI E., HAJÓS G. (2000): Study of biologically active amines in grapes and wines by HPLC. *Chromatogr. Suppl.*, 51 316-320 p.
93. SASS-KISS A., SZERDAHELYI E., HAJÓS G. (2005): The effect of Botrytis cinerea on the biogenic amine composition of grapes and aszu-wines. In: DAVID M. L. (Szerk.): Cost Action 917 - Biogenically active amines in food. Luxembourg: COST Office, 204-209 p.

94. SEILER N., KNÖDGEN B. (1980): High-performance liquid chromatographic procedure for the simultaneous determination of the natural polyamines and their monoacetyl derivatives. *J. Chromatogr.* 221 227-235 p.
95. SIMON-SARKADI L., CSOMÓ S. E. (1999): Fehérborok szabad aminosav és biogén amin tartalma. *Élelmezési Ipar*, LIII. (4) 107-110 p.
96. SOMLYAY I. (1998): Gyakorlati borászat, Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, 98 p.
97. SOUFLEROS E.H., BOULOUMPASI E., ZOTOU A., LOUKOU Z. (2007): Determination of biogenic amines in Greek wines by HPLC and ultraviolet detection after dansylation and examination of factors affecting their presence and concentration. *Food Chemistry*, 101 (2) 704-716 p.
98. SOYER Y., KOCA N., KARADENIZ F. (2003): Organic acid profile of Turkish white grapes and grape juices. *Journal of Food Composition and Analysis*, 16 629-636 p.
99. SUHAJ M., KORENOVSKÁ M. (2005): Application of elemental analysis for identification of wine origin, A review. *Acta Aliment.* 34 393-401 p.
100. SVÁB J. (1979): Többváltozós módszerek a biometriában, Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 221 p.
101. SZABÓ Á. (2005): Borok, pálinkák, védjegyek, földrajzi árujelzők. *Borászati Füzetek*, (3) 2-5 p.
102. SZABÓ Á. (2006): Borcímkek és védjegyek. *Borászati Füzetek*, (1) 15-18 p.
103. SZELÉNYI L. (1993): Többváltozós módszerek. In: HARNOS ZS. (Szerk.): *Biometriai módszerek és alkalmazásaik MINITAB programcsomaggal*. Gödöllő: Gödöllői Agrártudományi Egyetem, Statisztikai és Gazdaságelemzési Tanszék, 240 p.
104. SZELÉNYI L., LAKATOS T. (É.n.): Többváltozós marketing elemzések. Gödöllő: Gödöllői Agrártudományi Egyetem, <http://www.date.hu/kiadvany/tessedik/5/szelenyi.pdf>
105. TATTAY L. (2001): A bor és az agrártermékek eredetvédelme, Budapest: Mezőgazda Kiadó, 225 p.
106. TÖRÖK S. (1995): Borászok zsebkönyve, Budapest: Mezőgazda Kiadó, 275 p.
107. VASCONCELOS A. M. P., NEVES H. J. C. (1989): Characterization of elementary wines of *Vitis vinifera* varieties by pattern recognition of free amino acid profiles. *J. Agric. Food Chem.*, 37 931-937 p.
108. VECIANA-NOGUES M.T., HERNANDEZ-JOVER T., MARINE-FONT A., VIDAL-CAROU M.C. (1995): Liquid chromatographic method for determination of biogenic amines in fish and fish products, *J. AOAC Int.*, 78 (4) 1045-1050 p.
109. VIDAL-CAROU M. C., LAHOZ-PORTOLÉS F., BOVER-CID S., MARINÉ-FONT A. (2003): Ion-pair high-performance liquid chromatographic determination of biogenic amines and polyamines in wine and other alcoholic beverages. *J. Chromatogr. A*, 998 235-241 p.

110. VOGELS J. W. T. E., TAS A. C., BERG F., GREEF J. (1993): A new method for classification of wines based on proton and C-13 NMR spectroscopy in combination with pattern recognition techniques. *Chemom. Intell. Lab. Syst.*, 21 249-258 p.
111. VONACH R., LENDL B., KELLNER R. (1998): High-performance liquid chromatography with real-time Fourier-transform infrared detection for the determination of carbohydrates, alcohols and organic acids in wines. *J. Chromatogr. A*, 824 159-167 p.
112. YANG M. H., CHOONG Y. M. (2001): A rapid gas chromatographic method for direct determination of short-chain (C2-C12) volatile organic acids in foods. *Food Chemistry*, 75 101-108 p.
113. ZILAI J. (2001): A tokaji bor eredetvédelméről. *Borászati Füzetek*, (6) 10-15 p.

## M2 TÁBLÁZATOK

### 18. táblázat Ép szőlők amintartalma

#### 2003-as évjárat

Szőlőfajta	Furmint			Hárslevelű	
	Z	S	P	Z	S
Put	4,94 (0,37)	2,89 (0,38)	2,47 (0,29)	3,16 (0,40)	5,45 (0,21)
iBa					
Kad	0,50 (0,10)	0,37 (0,02)	0,55 (0,12)	0,22 (0,06)	1,02 (0,03)
Ism1					
Tir					
His	0,12 (0,02)	0,22 (0,06)	0,10 (0,01)	0,34 (0,02)	0,19 (0,02)
2MeBa					
Agm					
3MeBa					
Spd	4,97 (0,34)	5,33 (1,21)	3,69 (0,39)	6,33 (0,20)	6,37 (0,53)
Fen		0,15 (0,04)		0,10 (0,004)	0,08 (0,002)

#### 2004-es évjárat

Szőlőfajta	Furmint			Hárslevelű			Sárga muskotály	Zéta	Kövérszőlő
	K	V	G	K	V	G	K	V	G
Put	7,24 (0,64)	4,42 (0,69)	4,36 (0,49)	1,67 (0,27)	1,13 (0,32)	0,70 (0,24)	2,44 (0,47)	2,00 (0,21)	4,26 (0,26)
iBa			0,14 (0,01)				0,07 (0,06)		
Kad	0,32 (0,08)	1,33 (0,40)	1,13 (0,37)	0,01 (0,001)	0,04 (0,03)	0,01 (0,001)	0,10 (0,09)	0,45 (0,19)	0,01 (0,001)
Ism1									
Tir									
His	0,46 (0,03)	0,46 (0,01)	0,49 (0,02)	0,86 (0,03)	0,63 (0,07)	0,78 (0,04)	0,55 (0,01)	0,54 (0,06)	0,31 (0,05)
2MeBa							0,04 (0,01)		
Agm		0,10 (0,07)					0,08 (0,01)		
3MeBa			0,55 (0,03)				0,13 (0,02)		
Spd	12,25 (0,54)	10,08 (1,48)	10,93 (0,72)	9,19 (0,77)	8,51 (0,13)	8,46 (1,64)	8,22 (0,56)	7,48 (0,33)	9,29 (0,57)
Fen	0,16 (0,05)	0,16 (0,08)	0,23 (0,09)	0,11 (0,03)	0,12 (0,02)	0,14 (0,09)	0,17 (0,07)	0,45 (0,28)	0,11 (0,02)

A szórások zárójelben találhatóak. Az eredmények mg/kg száraz anyagra vonatkoztatva vannak megadva.

**19. táblázat** Aszú szőlők amintartalma

**2003-as évjárat**

Szőlőfajta	Furmint			Hárslevelű		Furmint és hárslevelű fajták keveréke		
	Z	S	P	Z	S	S	M1	M2
Put	7,67 (1,10)	3,91 (1,3)	2,42 (0,33)	5,72 (1,59)	7,94 (0,99)	7,19 (0,15)	15,77 (1,85)	11,38 (3,28)
iBa	2,29 (1,36)	1,81 (0,90)	0,60 (0,23)	0,56 (0,26)	0,82 (0,11)	1,61 (0,48)	14,22 (9,03)	7,29 (1,23)
Kad	0,84 (0,07)	1,16 (0,30)	1,08 (0,04)	0,35 (0,17)	1,35 (0,23)	1,52 (0,18)	2,54 (0,40)	1,44 (0,23)
Ism1	0,10 (0,04)	0,31 (0,21)		0,11 (0,06)	0,17 (0,09)	0,29 (0,09)	5,42 (1,37)	1,08 (0,42)
Tir	0,98 (0,32)	0,53 (0,39)	0,16 (0,05)	0,11 (0,05)	0,53 (0,09)	0,85 (0,34)	7,58 (3,75)	2,09 (0,52)
His	0,30 (0,02)	0,20 (0,13)	0,14 (0,02)	0,33 (0,11)	0,42 (0,03)	0,28 (0,08)	0,64 (0,10)	0,76 (0,44)
2MeBa	6,33 (1,67)	3,45 (1,91)	2,48 (1,35)	1,69 (0,42)	1,73 (0,8)	5,03 (0,93)	20,66 (6,16)	11,47 (1,53)
Agm	1,12 (0,57)	1,01 (0,41)	0,32 (0,07)	1,34 (0,49)	1,46 (0,40)	1,35 (0,48)	7,33 (1,24)	7,71 (3,1)
3MeBa	11,13 (0,63)	7,79 (3,21)	8,02 (1,75)	10,55 (1,26)	9,14 (0,66)	9,96 (0,78)	34,23 (3,55)	25,51 (1,30)
Spd	10,28 (0,45)	10,94 (0,65)	8,49 (0,36)	11,48 (1,29)	10,54 (1,09)	9,21 (0,60)	24,60 (1,28)	21,90 (0,40)
Fen	9,28 (0,82)	7,38 (2,62)	7,33 (0,92)	8,40 (0,38)	8,47 (0,05)	9,31 (1,14)	28,23 (2,71)	22,32 (0,92)

**2004-es évjárat**

Szőlőfajta	Furmint			Hárslevelű			Sárga muskotály	Zéta	Kövérszőlő
	K	V	G	K	V	G	K	V	G
Put	14,27 (3,42)	2,94 (0,001)	4,95 (0,80)	7,53 (1,87)	1,67 (0,38)	2,82 (0,57)	15,31 (7,05)	1,52 (0,26)	4,25 (0,73)
iBa	0,54 (0,18)	0,13 (0,03)	0,35 (0,15)	0,16 (0,08)	0,05 (0,01)	0,18 (0,04)	0,42 (0,13)	0,06 (0,02)	0,27 (0,02)
Kad	0,39 (0,21)	0,46 (0,04)	0,44 (0,19)	0,07 (0,01)	0,07 (0,03)	0,07 (0,03)	0,61 (0,45)	0,36 (0,05)	0,09 (0,02)
Ism1	0,13 (0,04)	0,07 (0,008)	0,18 (0,07)	0,15 (0,05)	0,13 (0,01)	0,27 (0,09)	0,33 (0,20)		0,13 (0,02)
Tir	0,87 (0,14)	0,42 (0,04)	0,77 (0,21)	0,49 (0,03)		0,47 (0,02)	0,64 (0,08)	0,38 (0,04)	0,46 (0,004)
His	0,40 (0,03)	0,31 (0,02)	0,30 (0,01)	0,43 (0,01)	0,34 (0,05)	0,35 (0,03)	0,31 (0,06)	0,28 (0,03)	0,37 (0,02)
2MeBa	1,69 (0,35)	0,44 (0,03)						0,42 (0,13)	1,23 (0,1)
Agm	4,93 (0,44)	2,71 (0,04)	4,41 (1,03)	3,02 (0,31)	2,61 (0,12)	3,07 (1,08)	3,33 (0,85)	1,08 (0,15)	3,03 (0,34)
3MeBa	8,76 (1,32)	1,98 (0,12)	7,39 (1,58)	6,10 (0,79)	1,72 (0,58)	3,36 (1,17)	10,49 (0,60)	0,66 (0,18)	4,35 (0,54)
Spd	24,23 (6,65)	22,11 (1,37)	32,13 (1,82)	25,02 (3,02)	26,43 (2,90)	29,80 (3,93)	26,30 (2,44)	20,27 (5,06)	10,62 (0,91)
Fen	12,40 (2,77)	2,87 (0,13)	9,43 (1,94)	8,84 (1,13)	2,46 (0,72)	4,93 (1,2)	9,70 (1,98)	1,76 (0,35)	4,46 (0,34)

A szórások zárójelben találhatóak. Az eredmények mg/kg száraz anyagra vonatkoztatva vannak megadva.

**20. táblázat** Töppedt, szürke és zöld rothadt szőlők amintartalma

**2003-as évjárat**

Szőlő típusa	Töppedt szőlő		
Szőlőfajta	Furmint		Hárs-levelű
Dűlő	Z	P	Z
Put	9,42 (0,21)	6,69 (1,00)	7,56 (0,49)
iBa		0,05 (0,03)	0,05 (0,004)
Kad	0,55 (0,03)	0,52 (0,12)	0,06 (0,02)
Ism1			
Tir			0,07 (0,01)
His	0,30 (0,05)	0,57 (0,29)	0,85 (0,01)
2MeBa		0,04 (0,02)	0,06 (0,003)
Agm	0,23 (0,04)	1,10 (0,68)	1,06 (0,03)
3MeBa		0,24 (0,16)	1,17 (0,17)
Spd	6,46 (0,08)	5,37 (0,91)	8,96 (0,37)
Fen	0,07 (0,02)	0,40 (0,17)	0,93 (0,12)

**2004-es évjárat**

Szőlő típusa	Töppedt szőlő			Szürke rothadt szőlő			Zöld rothadt szőlő		
Szőlőfajta	Furmint	Hárs-levelű	Sárga muskotály	Furmint	Hárs-levelű	Sárga muskotály	Furmint	Hárs-levelű	Zéta
Dűlő	K			K			V		
Put	6,15 (0,27)	4,50 (0,21)	5,48 (0,56)	7,74 (0,18)	6,45 (0,30)	6,76 (0,11)	9,64 (0,19)	9,21 (0,30)	7,22 (0,91)
iBa	0,06 (0,01)	0,06 (0,03)	0,16 (0,02)	0,12 (0,03)	0,09 (0,01)	0,16 (0,03)	0,29 (0,04)	0,28 (0,02)	0,26 (0,11)
Kad	0,74 (0,14)		0,06 (0,04)	1,57 (0,19)	0,05 (0,008)	0,79 (0,18)	1,56 (0,19)	0,13 (0,01)	0,51 (0,29)
Ism1				0,10 (0,02)	0,11 (0,04)	0,13 (0,02)	0,21 (0,03)	0,19 (0,04)	0,14 (0,08)
Tir		0,34 (0,03)	0,42 (0,06)	0,22 (0,04)	0,32 (0,02)		0,71 (0,03)	0,71 (0,01)	0,38 (0,08)
His	0,42 (0,02)	0,88 (0,02)	0,65 (0,078)	0,34 (0,01)	0,60 (0,03)	0,44 (0,03)	0,57 (0,04)	0,62 (0,06)	0,31 (0,26)
2MeBa	0,04 (0,004)	0,05 (0,005)	0,04 (0,003)	0,83 (0,03)	0,44 (0,11)	0,58 (0,09)	1,67 (0,15)	0,34 (0,04)	0,48 (0,15)
Agm		0,07 (0,03)	0,08 (0,04)	0,72 (0,17)	0,44 (0,18)	0,33 (0,09)	4,77 (0,46)	4,00 (0,60)	2,19 (0,70)
3MeBa	0,38 (0,07)	0,39 (0,11)	0,26 (0,06)	11,55 (0,4)	9,71 (0,91)	9,68 (0,46)	9,46 (0,34)	2,58 (0,55)	1,40 (0,61)
Spd	7,96 (0,24)	7,15 (0,34)	7,60 (0,89)	8,33 (0,06)	8,39 (0,36)	7,25 (0,05)	15,75 (0,28)	17,50 (0,26)	11,16 (0,54)
Fen	0,11 (0,06)	0,20 (0,07)	0,15 (0,04)	8,73 (0,56)	5,14 (1,4)	4,62 (0,59)	8,54 (0,94)	5,16 (2,00)	3,20 (1,50)

A szórások zárójelben találhatóak. Az eredmények mg/kg száraz anyagra vonatkoztatva vannak megadva.

**21. táblázat** 2004-es szüretelésű szőlőminták savtartalma

Szőlőminták	Szerves savak						
	g / kg sz. a.				terület x10 <sup>-7</sup>	mg / kg sz. a.	
	Borkősav	Almasav	Citromsav	Ecetsav		Ismeretlen	Sikimisav
K/F – A.	11,76 (1,37)	5,04 (1,39)	0,37 (0,12)	1,39 (0,06)	0,37 (0,09)	20,40 (5,77)	6,19 (0,92)
K/H – A.	7,33 (0,63)	3,04 (0,50)	0,27 (0,04)	0,78 (0,06)	0,22 (0,03)	18,21 (2,07)	4,96 (0,55)
K/S – A.	7,11 (0,60)	3,08 (0,39)	0,38 (0,08)	1,46 (0,19)	0,24 (0,002)	8,06 (0,40)	6,74 (0,29)
G/F – A.	8,03 (1,31)	4,44 (0,49)	0,30 (0,02)	1,77 (0,04)	0,29 (0,02)	8,05 (0,62)	11,83 (0,59)
G/H – A.	8,03 (0,24)	2,13 (0,33)	0,31 (0,01)	1,18 (0,05)	0,27 (0,02)	8,33 (0,49)	7,79 (1,27)
G/K – A.	6,03 (0,30)	1,88 (0,26)	0,38 (0,05)	1,06 (0,13)	0,26 (0,02)	6,52 (0,82)	8,29 (0,69)
V/F – A.	8,08 (1,02)	4,85 (0,41)	0,32 (0,10)	1,09 (0,05)	0,23 (0,01)	7,38 (1,01)	12,45 (1,46)
V/H – A.	10,36 (3,49)	4,41 (0,16)	0,34 (0,02)	0,64 (0,26)	0,31 (0,12)	5,94 (4,24)	9,35 (1,65)
V/Z – A.	7,14 (1,68)	4,90 (1,06)	0,36 (0,08)	0,42 (0,30)	0,31 (0,10)	7,09 (0,61)	15,38 (1,37)
K/F – É.	26,80 (3,34)	13,99 (0,40)	0,38 (0,02)		0,76 (0,08)	89,51 (8,82)	1,99 (0,16)
K/H – É.	23,57 (0,93)	11,14 (0,52)	0,40 (0,04)		0,76 (0,06)	92,29 (9,3)	2,06 (0,19)
K/S – É.	27,60 (0,82)	11,99 (0,78)	0,53 (0,03)		1,24 (0,12)	9,91 (0,68)	4,69 (0,31)
G/F – É.	35,46 (0,85)	18,08 (1,47)	0,53 (0,02)	0,24 (0,09)	0,92 (0,20)	52,21 (31,00)	2,87 (0,59)
G/H – É.	26,93 (2,24)	12,65 (1,69)	0,41 (0,13)	0,52 (0,17)	0,71 (0,10)	57,35 (8,14)	2,12 (0,38)
G/K – É.	22,82 (3,68)	8,84 (2,15)	0,34 (0,14)		0,63 (0,10)	82,88 (6,75)	1,03 (0,18)
V/F – É.	36,78 (7,60)	17,60 (3,63)	0,58 (0,20)	0,57 (0,04)	0,93 (0,21)	86,05 (11,35)	1,40 (0,21)
V/H – É.	28,75 (2,23)	11,94 (1,71)	0,37 (0,004)		0,68 (0,06)	95,26 (1,99)	1,97 (0,10)
V/Z – É.	28,21 (4,71)	12,08 (0,49)	0,52 (0,11)		0,77 (0,18)	40,52 (6,08)	2,09 (0,25)
K/F – T.	54,18 (0,46)	16,21 (1,48)	0,56 (0,04)	0,30 (0,05)	1,58 (0,02)	77,86 (10,01)	3,09 (0,10)
K/H – T.	41,43 (0,70)	7,86 (0,10)	0,31 (0,03)	0,40 (0,29)	0,62 (0,08)	40,54 (2,57)	1,95 (0,45)
K/S – T.	35,29 (1,75)	7,99 (0,40)	0,93 (0,05)		1,19 (0,04)	3,40 (4,80)	2,60 (0,27)
V/F – Z.	14,55 (0,04)	4,60 (0,29)	*	0,72 (0,04)	0,55 (0,07)	17,40 (5,23)	10,96 (0,05)
V/H – Z.	11,83 (0,14)	3,23 (1,21)	*	1,30 (0,24)	0,19 (0,03)	15,97 (5,83)	9,13 (1,05)
V/Z – Z.	11,70 (0,75)	2,95 (0,85)	*	0,90 (0,21)	0,28 (0,05)	22,69 (1,86)	12,48 (0,28)
K/F – SZ.	24,13 (6,12)	10,87 (0,56)	0,56 (0,26)	1,18 (0,10)	0,65 (0,10)	31,64 (2,34)	7,83 (0,36)
K/H – SZ.	22,37 (1,90)	10,36 (1,14)	0,42 (0,02)	0,99 (0,11)	0,76 (0,01)	65,29 (12,90)	6,49 (0,97)
K/S – SZ.	17,81 (0,44)	7,86 (0,67)	0,40 (0,01)	0,87 (0,23)	0,74 (0,11)	1,69 (0,21)	8,44 (0,58)

A szórások zárójelben találhatók. Az eredmények g/kg (vagy mg/kg) száraz anyagra vonatkoztatva vannak megadva. Rövidítések: A – aszú; É – ép; T – töppedt; Z – zöldrothadt; SZ – szürkerothadt; K, G, V – dülők; F – furmint; H – hárslevelű; S – sárgamuskotály; K – kövérszőlő; Z – zéta. \* Zavaró komponens miatt nem mérhető.

**22. táblázat** Hazai nem-botritiszes borok biológiailag aktív (A) és primer alifás (B) aminos-tartalma (normál fehér borok)

**A**

Borok	Biológiailag aktív aminok mg/L						
	Put	Kad	Tir	His	Agm	Spd	Fen
NH-2002 <sup>a</sup>	4,01 (0,42)	0,32 (0,01)	3,24 (0,03)	0,48 (0,01)	0,09 (0,02)	0,20 (0,04)	1,41 (0,01)
EL-2002 <sup>b</sup>	1,46 (0,01)	0,16 (0,01)	0,07 (0,01)	0,13 (0,01)	ND	0,02 (0,01)	1,14 (0,01)
BC-2001 <sup>c</sup>	1,85 (0,01)	0,29 (0,01)	0,09 (0,01)	0,10 (0,01)	0,12 (0,01)	0,03 (0,01)	0,91 (0,01)
BK-2002 <sup>d</sup>	0,70 (0,02)	0,04 (0,01)	0,15 (0,01)	ND	ND	0,01 (0,01)	0,39 (0,02)
AO-2003 <sup>e</sup>	2,13 (0,02)	0,24 (0,01)	2,51 (0,01)	1,43 (0,01)	ND	0,01 (0,01)	2,38 (0,02)
TF-1999 <sup>f</sup>	1,48 (0,01)	0,11 (0,01)	0,12 (0,01)	0,09 (0,01)	ND	0,01 (0,01)	3,05 (0,04)
TH-2000 <sup>g</sup>	1,33 (0,01)	0,12 (0,01)	0,08 (0,01)	0,10 (0,01)	ND	0,01 (0,01)	2,44 (0,03)
SO-2003 <sup>h</sup>	3,28 (0,03)	1,01 (0,02)	0,16 (0,01)	ND	ND	0,32 (0,02)	0,06 (0,01)

**B**

Borok	Primer alifás aminok mg/L					
	iBa	2MeBa	3MeBa	Pa	Ism1	Ism2
NH-2002 <sup>a</sup>	0,05 (0,01)	0,15 (0,01)	2,51 (0,12)	ND	0,49 (0,07)	2,70 (0,45)
EL-2002 <sup>b</sup>	ND	0,07 (0,01)	1,61 (0,05)	0,10 (0,01)	0,13 (0,01)	0,71 (0,04)
BC-2001 <sup>c</sup>	0,03 (0,004)	0,13 (0,01)	0,79 (0,01)	0,11 (0,01)	0,03 (0,01)	3,07 (0,27)
BK-2002 <sup>d</sup>	ND	0,07 (0,01)	0,12 (0,01)	ND	0,04 (0,01)	0,19 (0,01)
AO-2003 <sup>e</sup>	ND	0,11 (0,01)	2,88 (0,13)	ND	0,41 (0,06)	1,76 (0,20)
TF-1999 <sup>f</sup>	0,04 (0,01)	0,28 (0,02)	4,97 (0,25)	ND	1,29 (0,07)	2,53 (0,19)
TH-2000 <sup>g</sup>	0,04 (0,01)	0,24 (0,01)	4,95 (0,22)	ND	1,10 (0,03)	3,15 (0,23)
SO-2003 <sup>h</sup>	0,16 (0,02)	0,13 (0,01)	0,05 (0,00)	0,31 (0,01)	0,10 (0,01)	0,44 (0,03)

Szórások zárójelben, <sup>a</sup> NH – Nagyrédei Hárslevelű, <sup>b</sup> EL – Egri Leányka, <sup>c</sup> BC – Balatonboglári Muskotály Cuvee, <sup>d</sup> BK – Balatonboglári Királyleányka, <sup>e</sup> AO – Abasári Olaszrizling, <sup>f</sup> TF – Tokaji Furmint, <sup>g</sup> TH – Tokaji Hárslevelű, <sup>h</sup> SO – Szederkényi Olaszrizling, ND – kimutatási határ alatt



**23. táblázat** Botritiszes borok biológiailag aktív amin-tartalma (Vinagora 2002)

Borok	Biológiailag aktív aminok mg/L						
	Put	Kad	Tir	His	Agm	Spd	Fen
TA90/5-1 <sup>a</sup>	3,33 (0,39)	0,15 (0,02)	0,89 (0,04)	0,08 (0,03)	0,12 (0,08)	0,1 (0,01)	13,7 (0,4)
TA98/5-2	3,31 (0,82)	0,20 (0,01)	2,17 (0,03)	0,11 (0,02)	0,23 (0,05)	0,43 (0,19)	22,7 (4,2)
TA75/5-3	2,33 (0,31)	0,13 (0,04)	2,01 (0,13)	0,08 (0,01)	0,02 (0,01)	0,07 (0,1)	17,8 (0,8)
TA94/5-4	2,89 (0,63)	0,21 (0,04)	2,42 (0,24)	0,15 (0,03)	0,07 (0,03)	0,09 (0,12)	18,5 (0,4)
TA96/5-5	4,12 (0,38)	0,33 (0,01)	0,6 (0,04)	0,10 (0,02)	0,89 (0,11)	0,35 (0,15)	16,6 (1,2)
TA96/5-6	3,13 (0,52)	0,23 (0,01)	2,25 (0,18)	0,08 (0,03)	0,19 (0,15)	0,09 (0,03)	19,4 (1,7)
TA95/5-7	6,37 (0,24)	0,3 (0,06)	0,51 (0,04)	0,11 (0,07)	0,02 (0,02)	0,06 (0,08)	14,0 (0,2)
TA98/5-8	1,58 (0,24)	0,09 (0,04)	0,21 (0,03)	0,10 (0,003)	ND	0,10 (0,01)	8,56 (0,63)
TA98/5-9	2,55 (0,51)	0,16 (0,03)	1,76 (0,23)	0,09 (0,03)	0,49 (0,06)	0,95 (0,48)	16,1 (1,7)
TA96/5-10	1,89 (0,14)	0,05 (0,02)	0,4 (0,07)	0,07 (0,01)	0,003 (0,002)	0,07 (0,06)	6,99 (0,11)
TA96/5-11	2,75 (0,87)	0,14 (0,03)	0,65 (0,14)	0,09 (0,003)	0,07 (0,03)	0,67 (0,47)	12,9 (4,1)
TA96/4-12	2,52 (0,75)	0,24 (0,08)	1,61 (0,17)	0,06 (0,01)	0,11 (0,004)	0,36 (0,12)	17,8 (3,9)
TA93/4-13	1,09 (0,44)	0,07 (0,02)	0,34 (0,02)	0,08 (0,004)	ND	0,32 (0,23)	4,56 (0,23)
TA91/4-14	1,67 (0,63)	0,09 (0,03)	1,71 (0,15)	0,08 (0,001)	0,04 (0,01)	0,08 (0,07)	14,9 (2,7)
TA99/5-15	1,74 (0,67)	0,14 (0,09)	0,76 (0,04)	0,10 (0,02)	0,03 (0,01)	0,1 (0,04)	10,3 (1,1)
TA94/6-16	3,69 (1,00)	0,14 (0,04)	2,03 (0,22)	0,12 (0,001)	0,24 (0,1)	0,05 (0,05)	16,5 (3,0)
TA96/6-17	2,33 (0,55)	0,11 (0,02)	1,77 (0,22)	0,08 (0,01)	0,26 (0,1)	0,02 (0,03)	14,9 (2,9)
TA2000-18	3,80 (0,96)	0,31 (0,08)	2,44 (0,20)	0,10 (0,01)	0,13 (0,12)	0,09 (0,08)	15,7 (2,8)
TA99/6-19	2,64 (0,27)	0,21 (0,004)	0,75 (0,12)	0,08 (0,02)	0,19 (0,25)	0,29 (0,12)	17,7 (0,1)
TA94/6-20	2,85 (0,30)	0,13 (0,01)	1,06 (0,18)	0,09 (0,03)	0,04 (0,01)	0,04 (0,003)	19,5 (0,5)
TA96/6-21	3,81 (0,20)	0,28 (0,07)	0,97 (0,01)	0,09 (0,01)	0,04 (0,02)	0,08 (0,09)	18,1 (0,0)
TA97/6-22	4,82 (0,03)	0,29 (0,09)	2,24 (0,25)	0,08 (0,001)	0,24 (0,09)	1,59 (0,77)	21,6 (1,4)
TA2000-23	5,01 (0,06)	0,34 (0,06)	0,53 (0,10)	0,10 (0,04)	0,24 (0,05)	0,18 (0,12)	9,14 (0,37)
TA95/6-24	3,54 (0,61)	0,13 (0,05)	1,40 (0,26)	0,07 (0,01)	0,02 (0,02)	0,07 (0,05)	16,6 (1,4)
TA97/6-25	2,16 (0,18)	0,16 (0,01)	2,03 (0,23)	0,08 (0,02)	0,09 (0,06)	0,05 (0,07)	17,3 (1,5)
TA2000-26	8,72 (1,72)	0,4 (0,06)	1,03 (0,06)	0,14 (0,09)	20,2 (0,8)	0,45 (0,62)	21,3 (0,1)
TA99/6-27	4,74 (0,65)	0,13 (0,02)	1,74 (0,09)	0,08 (0,03)	0,25 (0,1)	0,06 (0,03)	20,0 (1,0)
TA97/6-28	5,39 (0,83)	0,19 (0,01)	0,58 (0,19)	0,21 (0,06)	0,57 (0,23)	2,22 (0,33)	23,6 (1,4)
TA72/6-29	2,27 (0,34)	0,10 (0,07)	2,27 (0,11)	0,10 (0,06)	0,21 (0,18)	0,20 (0,01)	17,6 (0,5)
TA93/6-30	1,67 (0,32)	0,04 (0,02)	0,69 (0,07)	0,07 (0,01)	0,07 (0,02)	0,01 (0,001)	7,73 (0,08)
TA93/6-31	3,54 (0,65)	0,13 (0,02)	2,72 (0,03)	0,07 (0,04)	0,29 (0,22)	0,03 (0,02)	21,1 (0,6)
TA86/6-32	2,40 (0,07)	0,08 (0,03)	1,27 (0,06)	0,08 (0,03)	0,03 (0,02)	0,12 (0,03)	14,3 (0,2)
TE93-33 <sup>b</sup>	2,24 (0,53)	0,12 (0,02)	1,05 (0,02)	0,07 (0,03)	0,23 (0,05)	0,03 (0,02)	15,6 (0,6)
TE93-34 <sup>b</sup>	2,06 (0,33)	0,07 (0,03)	1,57 (0,09)	0,07 (0,02)	0,29 (0,09)	0,02 (0,01)	19,4 (0,9)
TE98-35 <sup>b</sup>	4,29 (0,35)	0,16 (0,05)	2,71 (0,05)	0,16 (0,05)	0,30 (0,16)	0,10 (0,13)	19,9 (1,9)
TE93-36 <sup>b</sup>	2,31 (0,34)	0,08 (0,04)	2,01 (0,08)	0,07 (0,04)	0,42 (0,15)	0,04 (0,03)	17,3 (1,5)
A1-37 <sup>c</sup>	3,09 (0,45)	0,29 (0,13)	0,65 (0,19)	0,09 (0,01)	1,04 (0,20)	1,43 (0,99)	16,8 (2,6)
A2-38 <sup>c</sup>	3,05 (0,02)	0,27 (0,01)	0,27 (0,07)	0,17 (0,005)	0,98 (0,24)	1,97 (0,86)	20,3 (1,4)
G-39 <sup>c</sup>	0,23 (0,16)	0,04 (0,03)	0,12 (0,02)	ND	ND	0,03 (0,02)	14,8 (3,0)
F1-40 <sup>c</sup>	4,24 (0,19)	0,09 (0,06)	5,91 (0,27)	3,49 (0,63)	0,02 (0,01)	0,05 (0,06)	2,25 (0,23)
F2-41 <sup>c</sup>	1,73 (0,13)	0,05 (0,03)	0,07 (0,03)	0,09 (0,04)	0,01 (0,005)	0,26 (0,13)	5,47 (0,37)
F3-42 <sup>c</sup>	3,4 (1,20)	0,06 (0,02)	0,06 (0,04)	0,08 (0,03)	0,15 (0,07)	0,52 (0,35)	11,0 (0,6)
SK-43 <sup>c</sup>	1,52 (0,43)	0,03 (0,03)	0,22 (0,02)	0,11 (0,03)	0,04 (0,02)	0,08 (0,04)	2,86 (0,05)

Szórások zárójelben. <sup>a</sup> TA (Tokaji aszú) 90/5 (90-es évjárat / puttonyszám) 1..43 (sorszámozás), <sup>b</sup> TE: (Tokaji eszencia), <sup>c</sup> külföldi borok.

**24. táblázat** Botritiszes borok primer alifás amin-tartalma (Vinagora, 2002)

Borok	Primer alifás aminok mg/L					
	iBa	2MeBa	3MeBa	Pa	Ism1	Ism2
TA90/5-1 <sup>a</sup>	1,89 (0,15)	4,34 (0,04)	18,1 (1,9)	0,55 (0,17)	2,69 (0,003)	17,0 (1,0)
TA98/5-2	3,91 (0,4)	9,72 (0,03)	23,9 (6,0)	0,60 (0,04)	4,50 (0,63)	20,6 (0,0)
TA75/5-3	3,32 (1,25)	8,62 (0,29)	22,8 (4,7)	0,28 (0,004)	2,17 (0,4)	15,6 (2,4)
TA94/5-4	4,17 (1,36)	10,16 (0,8)	21,6 (1,9)	0,60 (0,15)	2,87 (0,42)	19,1 (0,8)
TA96/5-5	2,29 (0,05)	8,66 (0,88)	20,9 (3,6)	0,53 (0,21)	5,88 (0,1)	18,1 (1,3)
TA96/5-6	4,25 (0,13)	11,19 (0,14)	21,6 (2,2)	0,70 (0,09)	5,16 (0,37)	16,8 (0,6)
TA95/5-7	2,2 (0,35)	3,58 (0,24)	17,4 (0,5)	0,14 (0,02)	2,13 (0,12)	7,93 (1,37)
TA98/5-8	0,35 (0,09)	1,26 (0,12)	15,8 (3,2)	0,11 (0,02)	0,75 (0,02)	7,03 (0,5)
TA98/5-9	5,32 (0,51)	11,84 (0,16)	21,4 (1,3)	0,47 (0,13)	4,74 (0,42)	16,2 (0,8)
TA96/5-10	0,45 (0,15)	1,62 (0,07)	14,4 (0,2)	0,14 (0,01)	0,57 (0,09)	6,88 (1,03)
TA96/5-11	1,82 (0,51)	5,18 (1,03)	17,0 (3,1)	0,23 (0,05)	2,36 (0,65)	12,9 (4,1)
TA96/4-12	4,74 (0,51)	15,8 (2,04)	22,9 (1,7)	0,47 (0,01)	5,40 (0,65)	11,7 (2,6)
TA93/4-13	0,15 (0,04)	0,79 (0,01)	8,1 (0,6)	0,26 (0,01)	0,26 (0,05)	2,28 (0,68)
TA91/4-14	3,47 (0,44)	8,45 (0,45)	20,2 (0,9)	0,36 (0,03)	2,60 (0,28)	14,1 (1,5)
TA99/5-15	1,47 (0,29)	3,37 (0,17)	17,1 (1,2)	0,12 (0,13)	1,35 (0,19)	7,37 (2,2)
TA94/6-16	3,06 (0,34)	9,04 (0,56)	20,7 (0,7)	0,70 (0,06)	4,10 (0,32)	16,5 (2,8)
TA96/6-17	3,35 (0,46)	7,65 (0,86)	18,7 (0,9)	0,41 (0,1)	2,51 (0,35)	16,1 (3,6)
TA2000-18	5,26 (0,51)	7,07 (0,55)	20,4 (1,2)	0,30 (0,11)	5,68 (0,61)	15,2 (1,3)
TA99/6-19	1,08 (0,15)	3,24 (0,20)	21,3 (2,9)	0,30 (0,01)	2,42 (0,02)	12,6 (0,5)
TA94/6-20	2,19 (0,64)	7,35 (0,05)	23,7 (2,3)	0,57 (0,07)	2,53 (0,48)	11,2 (1,2)
TA96/6-21	2,10 (0,02)	5,71 (0,17)	24,0 (2,9)	0,31 (0,05)	2,26 (0,08)	11,9 (0,4)
TA97/6-22	6,34 (0,32)	7,95 (0,54)	24,4 (4,6)	0,76 (0,11)	3,51 (0,22)	22,0 (0,1)
TA2000-23	2,02 (0,52)	3,11 (0,05)	16,7 (1,1)	0,18 (0,04)	1,12 (0,07)	8,15 (2,98)
TA95/6-24	1,98 (0,05)	4,76 (0,12)	18,6 (1,1)	0,58 (0,01)	3,22 (0,21)	14,8 (1,30)
TA97/6-25	3,58 (0,08)	8,50 (0,38)	25,0 (5,5)	0,60 (0,17)	4,30 (0,28)	13,1 (1,1)
TA2000-26	2,36 (1,02)	5,43 (0,61)	24,8 (2,6)	0,36 (0,18)	2,88 (0,21)	18,5 (1,5)
TA99/6-27	3,42 (0,51)	7,88 (0,05)	25,4 (4,0)	0,36 (0,07)	3,46 (0,19)	14,6 (1,8)
TA97/6-28	3,18 (1,03)	11,26 (0,64)	24,8 (1,5)	0,61 (0,05)	1,72 (0,34)	22,4 (1,9)
TA72/6-29	3,58 (0,39)	8,20 (0,59)	21,1 (1,4)	0,67 (0,01)	1,80 (0,18)	18,7 (1,7)
TA93/6-30	1,07 (0,08)	2,38 (0,02)	14,2 (0,3)	0,23 (0,03)	0,72 (0,03)	10,4 (0,3)
TA93/6-31	3,15 (0,19)	9,69 (0,38)	26,7 (4,9)	0,83 (0,20)	4,30 (0,13)	18,3 (0,5)
TA86/6-32	2,11 (0,07)	5,01 (0,21)	18,9 (0,1)	0,31 (0,08)	2,03 (0,03)	16,4 (0,4)
TE93-33 <sup>b</sup>	0,83 (0,28)	3,05 (0,24)	22,2 (4,7)	0,81 (0,19)	1,53 (0,08)	10,6 (0,4)
TE93-34 <sup>b</sup>	2,64 (0,67)	8,03 (0,20)	25,7 (1,5)	0,26 (0,07)	2,74 (0,45)	13,4 (1,1)
TE98-35 <sup>b</sup>	2,92 (0,17)	8,66 (0,35)	26,0 (6,4)	0,60 (0,26)	3,29 (0,08)	18,3 (1,3)
TE93-36 <sup>b</sup>	4,15 (0,05)	9,59 (0,53)	24,1 (7,3)	0,57 (0,17)	2,52 (0,01)	16,5 (0,1)
A1-37 <sup>c</sup>	2,55 (0,42)	12,78 (0,37)	21,0 (1,9)	0,18 (0,08)	4,51 (0,24)	15,4 (0,6)
A2-38 <sup>c</sup>	0,79 (0,03)	6,42 (0,28)	22,0 (4,0)	0,17 (0,02)	2,89 (0,01)	11,1 (0,9)
G-39 <sup>c</sup>	0,29 (0,04)	4,49 (0,02)	18,7 (0,9)	0,09 (0,07)	1,73 (0,37)	5,46 (0,41)
F1-40 <sup>c</sup>	0,08 (0,07)	0,41 (0,04)	8,4 (0,2)	0,27 (0,01)	0,64 (0,0002)	8,43 (0,02)
F2-41 <sup>c</sup>	0,09 (0,09)	0,54 (0,04)	9,2 (0,2)	0,17 (0,08)	0,83 (0,07)	2,06 (0,11)
F3-42 <sup>c</sup>	0,46 (0,36)	2,5 (0,10)	20,4 (2,8)	0,11 (0,01)	0,89 (0,35)	6,57 (3,35)
SK-43 <sup>c</sup>	0,26 (0,28)	0,87 (0,02)	6,9 (0,3)	0,06 (0,02)	0,17 (0,14)	4,73 (3,65)

Szórások zárójelben. <sup>a</sup> TA (Tokaji aszú) 90/5 (90-es évjárat / puttonyszám) 1..43 (sorszámzás), <sup>b</sup> TE: (Tokaji eszencia), <sup>c</sup> külföldi borok.

**25. táblázat** Botritiszes borok biológiailag aktív amin-tartalma (Vinagora Botrytis, 2004)

Borok	Biológiailag aktív aminok mg/L						
	Put	Kad	Tir	His	Agm	Spd	Fen
TA00/6 <sup>b</sup>	3,19 (0,21) <sup>a</sup>	0,17 (0,01)	1,53 (0,12)	0,08 (0,04)	0,27 (0,02)	0,02 (0,02)	14,80 (0,54)
TA93/6	2,79 (0,24)	0,16 (0,01)	1,64 (0,08)	0,10 (0,04)	0,25 (0,05)	0,03 (0,02)	15,49 (1,11)
TA93/6	1,99 (0,15)	0,09 (0,03)	1,34 (0,05)		0,17 (0,01)	0,05 (0,03)	9,63 (0,48)
TA99/6	3,44 (0,22)	0,26 (0,02)	2,22 (0,09)	0,11 (0,05)	0,93 (0,08)	0,96 (0,02)	16,30 (0,64)
TA94/6	3,64 (0,23)	0,14 (0,02)	2,46 (0,17)	0,11 (0,06)	0,59 (0,04)	0,04 (0,01)	19,06 (0,99)
TA95/6	2,07 (0,16)	0,17 (0,02)	1,28 (0,11)	0,08 (0,03)	0,35 (0,02)		10,41 (0,67)
TA88/6	2,95 (0,19)	0,20 (0,01)	2,16 (0,14)	0,11 (0,02)	0,30 (0,01)		15,87 (0,77)
TA99/6	2,19 (0,18)	0,27 (0,02)	1,50 (0,10)	0,03 (0,01)	0,64 (0,03)	0,90 (0,04)	16,60 (1,01)
TA75/5	1,94 (0,19)	0,10 (0,04)	2,41 (0,16)	0,08 (0,08)	0,19 (0,07)		15,95 (1,25)
TA98/5	2,68 (0,03)	0,13 (0,06)	2,74 (0,05)	0,12 (0,06)	0,77 (0,10)	0,37 (0,14)	15,86 (0,34)
TA92/5	2,00 (0,05)	0,08 (0,01)	1,36 (0,12)	0,04 (0,05)	0,12 (0,06)	0,02 (0,01)	16,17 (0,40)
TA96/5	1,57 (0,06)	0,10 (0,03)	0,68 (0,01)	0,02 (0,00)	0,14 (0,01)		13,78 (0,28)
TA98/5	2,04 (0,09)	0,15 (0,01)	1,95 (0,13)	0,09 (0,04)	0,32 (0,03)		13,65 (0,22)
TA98/5	1,87 (0,11)	0,17 (0,03)	0,98 (0,05)		0,24 (0,01)	0,04 (0,02)	15,29 (0,46)
TA99/5	1,85 (0,13)	0,20 (0,02)	0,98 (0,03)	0,09 (0,06)	0,30 (0,02)	0,05 (0,02)	11,48 (0,81)
TA95/5	1,74 (0,09)	0,10 (0,02)	2,17 (0,12)	0,10 (0,05)	0,22 (0,01)	0,02 (0,01)	13,77 (0,55)
TAE72 <sup>c</sup>	1,57 (0,07)	0,15 (0,01)	2,87 (0,11)		0,41 (0,03)	0,05 (0,03)	18,49 (0,63)
TAE93	1,60 (0,13)	0,11 (0,00)	1,71 (0,09)		0,22 (0,02)	0,04 (0,02)	15,92 (0,79)
TAE93	1,88 (0,16)	0,11 (0,00)	1,23 (0,01)	0,11 (0,05)	0,07 (0,05)	0,05 (0,02)	11,13 (0,78)
TAE88	2,93 (0,09)	0,15 (0,03)	2,78 (0,13)	0,10 (0,06)	0,38 (0,05)	0,08 (0,02)	15,91 (0,65)
TAE97	1,93 (0,15)	0,15 (0,02)	1,36 (0,08)	0,07 (0,04)	0,78 (0,04)	0,03 (0,01)	13,91 (0,91)
ET87 <sup>d</sup>	2,43 (0,22)	0,17 (0,03)	0,56 (0,04)	0,19 (0,04)	0,19 (0,01)	0,04 (0,02)	1,85 (0,11)
EBA02 <sup>e</sup>	3,24 (0,32)	0,10 (0,02)	0,32 (0,05)	0,13 (0,01)	0,25 (0,05)	0,01 (0,005)	13,79 (0,09)
ECVA02 <sup>f</sup>	10,94 (1,01)	0,32 (0,03)	4,74 (0,15)	4,50 (0,41)	0,11 (0,01)	0,39 (0,01)	3,67 (0,02)
ECF2000 <sup>g</sup>	8,89 (0,78)	0,20 (0,01)	2,66 (0,13)	3,31 (0,03)		2,23 (0,18)	1,13 (0,10)
ECS02 <sup>h</sup>	9,39 (0,77)	0,53 (0,03)	0,23 (0,02)	0,12 (0,06)		0,77 (0,05)	0,33 (0,02)
TSZd-95 <sup>i</sup>	9,33	0,11	7,50	0,06	0,06	0,01	2,84
TSZs-98 <sup>j</sup>	1,70	0,11	5,08	0,06	0,22	0,06	10,48
TSZs-96	1,34	0,08	0,45	0,07	0,06	0,03	8,39
TSZd-98	2,83	0,15	1,50	0,10	0,19	0,06	11,38
TSZd-98	1,24	0,08	0,70	0,05	0,04	0,01	2,19
P/1-52 (RO)*	2,43 (0,15)	0,15 (0,03)	0,12 (0,09)		0,02 (0,01)		0,04 (0,03)
P/2-98 (RO)*	2,59 (0,19)	0,18 (0,01)	0,14 (0,03)	0,05 (0,01)	0,08 (0,05)	0,05 (0,03)	0,25 (0,03)
I/1-95 (AVST)*	13,37 (1,01)	0,24 (0,00)	5,75 (0,17)	4,64 (0,03)	0,07 (0,02)	0,06 (0,03)	2,36 (0,01)
I/2-96 (VTD)*	0,95 (0,07)	0,09 (0,00)	0,22 (0,02)	0,09 (0,03)	0,05 (0,02)		0,79 (0,04)
E/1-99 (Tinto)*	10,33 (1,02)	0,49 (0,06)	5,03 (0,23)	0,52 (0,15)	0,18 (0,05)	1,24 (0,23)	0,13 (0,17)
E/2-00 (Tinto)*	13,61 (1,53)	0,73 (0,08)	9,16 (0,35)	14,16 (0,59)		0,89 (0,55)	0,19 (0,12)
E/3-02 (Tinto)*	13,93 (0,61)	0,81 (0,02)	10,04 (0,13)	14,59 (0,03)		1,74 (0,16)	1,42 (0,11)
E/4-99 (Tinto)*	14,38 (1,11)	0,59 (0,04)	7,49 (0,25)	15,40 (0,11)	0,37 (0,03)	1,33 (0,12)	0,31 (0,02)
A/1-02 (NL)*	1,25 (0,08)	0,15 (0,01)	0,11 (0,09)	0,03 (0,01)	0,05 (0,02)	0,05 (0,02)	1,57 (0,12)
A/2-00 (TBA)*	1,52 (0,09)	0,09 (0,00)	0,28 (0,11)		0,05 (0,02)		11,84 (0,85)
A/3-99 (AL)*	0,38 (0,02)	0,07 (0,00)	0,19 (0,08)				4,04 (0,03)
A/4-00 (TBA)*	1,90 (0,11)	0,21 (0,02)	1,20 (0,05)	0,07 (0,01)	0,64 (0,05)	0,02 (0,00)	20,23 (2,47)
A/5-00 (AL)*	0,25 (0,04)	0,04 (0,00)	0,12 (0,01)	0,08 (0,02)	0,01 (0,00)	0,03 (0,03)	1,30 (0,03)
A/6-99 (TBA)*	1,73 (0,02)	0,12 (0,01)	2,49 (0,16)	0,63 (0,12)	0,05 (0,01)	0,02 (0,01)	15,36 (0,89)
A/7-01 (RA)*	0,86 (0,05)	0,11 (0,00)	0,10 (0,01)	0,07 (0,02)	0,11 (0,01)	0,03 (0,02)	5,32 (0,03)
SK/1-00 (BV)*	1,87 (1,22)	0,11 (0,04)	0,18 (0,07)	0,10 (0,12)	0,08 (0,04)	0,58 (0,80)	2,47 (2,94)
SK/2-02 (VZ)*	1,79 (0,09)	0,11 (0,02)		0,23 (0,07)	0,05 (0,01)		0,64 (0,02)
CH/1-01 (AFV)*	2,70 (0,22)	0,16 (0,01)	0,15 (0,05)	0,09 (0,02)	0,05 (0,02)	0,83 (0,02)	0,48 (0,03)
CH/2-00 (AFV)*	2,31 (0,23)	0,11 (0,01)	0,09 (0,02)	0,08 (0,02)	0,15 (0,07)	0,08 (0,07)	1,11 (0,09)
F/1-02 (JU)*	2,58 (0,02)	0,11 (0,01)	0,11 (0,02)	0,09 (0,03)	0,03 (0,01)	0,39 (0,03)	0,42 (0,02)
F/2-01 (JU)*	4,87 (0,37)	0,09 (0,02)	0,14 (0,03)	0,14 (0,06)	0,02 (0,01)	0,03 (0,01)	0,17 (0,11)
F/3-01 (PV)*	5,33 (0,11)	0,07 (0,00)	0,13 (0,01)	0,12 (0,06)		0,04 (0,00)	0,14 (0,01)
G-01 (EW)*	1,33 (0,14)	0,16 (0,02)			0,13 (0,01)	0,90 (0,05)	3,01 (0,03)
USA-01 (N)*	3,20 (0,31)	0,04 (0,00)	0,14 (0,01)	0,12 (0,05)	0,05 (0,01)	0,04 (0,01)	0,62 (0,03)

<sup>a</sup> Szórások zárójelben. <sup>b</sup> H (magyar), TA (Tokaji aszú), 00/6 (2000-es évjáratú bor/puttonyszám), <sup>c</sup> TAE (Tokaji aszúesszencia), <sup>d</sup> ET (Egri Tramini), <sup>e</sup> EBA (Egri Bíbor Aszú), <sup>f</sup> ECVA (Egri Cabernet Vörös Aszú), <sup>g</sup> ECF (Egri Cabernet Franc), <sup>h</sup> ECS (Egri Cabernet Savignon), <sup>i</sup> TSZd (Tokaji szamorodni, dry: száraz), <sup>j</sup> TSZs (Tokaji szamorodni, sweet: édes).

\* Rövidítések: P: Portugália; I: Olaszország; E: Spanyolország; A: Ausztria; SK: Szlovákia; CH: Svájc; F: Franciaország; G: Németország; RO: Romariz; AVST: Arele Vino Santo Trentino DOC; VTD: Vendemia Tardiva DOC; NL: Novemberlese; TBA: Trockenbeerenauslese; AL: Auslese; RA: Ruster Ausbruch; BV: Bobulovy vyber; VZ: Veltinske Zelené; AFV: Amigne Fletrie de Vetroz; JU: Jurancon Uroulat; PV: Pacherenc du Vic-Bilh; EW: Eiswein; N: Nightingale.

**26. táblázat** Botritiszes borok primer alifás amin-tartalma (Vinagora Botrytis, 2004)

Borok	Primer alifás aminok mg/L					
	iBa	2MeBa	3MeBa	Pa	Ism1	Ism2
TA-00/6 <sup>b</sup>	3,50 (0,10) <sup>a</sup>	4,99 (0,15)	20,77 (1,97)	0,03 (0,03)	2,53 (0,15)	11,90 (0,15)
TA-93/6	1,93 (0,02)	4,79 (0,83)	19,23 (3,03)	0,08 (0,04)	3,42 (0,27)	16,21 (0,32)
TA-93/6	1,84 (0,01)	3,65 (0,56)	18,04 (1,21)	0,03 (0,02)	1,04 (0,07)	15,64 (0,21)
TA-99/6	6,21 (0,21)	9,17 (0,81)	20,15 (1,30)		2,66 (0,05)	10,64 (0,12)
TA-94/6	2,71 (0,09)	7,88 (0,14)	21,66 (1,29)		4,14 (0,09)	18,59 (0,14)
TA-95/6	1,60 (0,03)	4,73 (0,23)	15,79 (1,06)	0,03 (0,01)	1,85 (0,06)	9,31 (0,26)
TA-88/6	2,08 (0,06)	5,37 (0,78)	19,05 (1,03)	0,24 (0,07)	3,40 (0,02)	14,54 (0,28)
TA-99/6	4,11 (0,14)	13,76 (0,49)	19,31 (1,09)	0,08 (0,03)	3,93 (0,12)	9,35 (0,34)
TA-75/5	3,24 (0,30)	7,03 (0,97)	20,39 (1,76)		2,16 (0,14)	15,52 (1,40)
TA-98/5	4,24 (0,19)	9,78 (0,77)	19,55 (0,46)	0,30 (0,13)	2,96 (0,13)	15,10 (0,18)
TA-92/5	2,19 (0,12)	6,16 (0,05)	20,41 (0,24)	0,02 (0,01)	2,14 (0,12)	11,77 (0,70)
TA-96/5	1,06 (0,01)	3,60 (0,02)	16,25 (1,03)	0,03 (0,01)	2,82 (0,05)	10,08 (0,50)
TA-98/5	1,95 (0,01)	4,76 (0,23)	15,86 (1,01)	0,04 (0,02)	1,87 (0,07)	14,83 (0,46)
TA-98/5	1,92 (0,02)	5,05 (0,39)	18,83 (1,37)	0,06 (0,03)	2,81 (0,13)	12,21 (0,58)
TA-99/5	1,82 (0,01)	4,18 (0,21)	16,30 (1,04)	0,02 (0,01)	1,90 (0,05)	9,72 (0,22)
TA-95/5	2,98 (0,05)	6,40 (0,06)	18,34 (0,67)		1,57 (0,09)	13,41 (0,26)
TAE-72 <sup>c</sup>	4,50 (0,07)	8,40 (0,56)	23,94 (0,99)	0,04 (0,02)	2,40 (0,12)	20,80 (0,54)
TAE-93	2,56 (0,17)	6,19 (0,04)	23,74 (0,84)	0,06 (0,03)	2,88 (0,15)	12,82 (0,39)
TAE-93	1,35 (0,12)	3,51 (0,10)	17,46 (3,21)	0,02 (0,00)	2,08 (0,31)	14,48 (0,57)
TAE-88	2,45 (0,10)	6,77 (0,22)	19,41 (0,73)	0,02 (0,01)	2,84 (0,19)	15,79 (3,14)
TAE-97	1,52 (0,09)	5,01 (0,03)	18,47 (1,08)	0,21 (0,05)	2,59 (0,14)	17,16 (0,43)
ET-87 <sup>d</sup>	0,24 (0,09)	0,14 (0,03)	3,79 (0,03)	0,03 (0,02)	1,83 (0,09)	6,31 (0,21)
EBA-02 <sup>e</sup>	0,61 (0,02)	2,70 (0,1)	17,08 (0,84)	0,03 (0,03)	5,67 (0,57)	13,98 (5,04)
ECVA-02 <sup>f</sup>	0,98 (0,01)	1,54 (0,07)	7,2 (0,05)	0,04 (0,02)	0,38 (0,06)	7,14 (0,48)
ECF-00 <sup>g</sup>			0,31 (0,03)	0,05 (0,02)		3,61 (0,12)
ECS-02 <sup>h</sup>			0,21 (0,01)	0,04 (0,02)		1,88 (0,10)
TSZd-95 <sup>i</sup>	0,39	0,62	4,55	0,01	0,75	5,77
TSZs-98 <sup>j</sup>	1,52	3,21	15,38	0,03	1,47	11,51
TSZs-96	0,61	1,96	14,08	0,02	1,89	8,26
TSZd-98	1,27	2,58	15,41	0,04	1,87	13,93
TSZd-98	0,38	0,56	3,50	0,01	0,49	5,76
P/1-52 (RO)*	1,98 (0,07)	0,13 (0,03)	0,21 (0,02)		0,05 (0,02)	16,47 (0,56)
P/2-98 (RO)*	0,17 (0,08)	0,15 (0,03)	1,01 (0,99)	0,03 (0,01)	0,27 (0,07)	9,53 (4,05)
I/1-95 (AVST)*	0,26 (0,01)	0,54 (0,04)	5,82 (0,08)	0,03 (0,01)	1,36 (0,21)	13,15 (0,73)
I/2-96 (VTD)*	0,14 (0,03)	0,24 (0,03)	2,01 (0,07)		0,35 (0,03)	22,84 (0,88)
E/1-99 (Tinto)*	0,23 (0,02)		0,16 (0,06)	0,02 (0,02)	0,22 (0,26)	3,60 (0,64)
E/2-00 (Tinto)*	0,25 (0,03)		0,24 (0,04)		0,33 (0,05)	5,73 (0,48)
E/3-02 (Tinto)*	0,26 (0,02)		1,40 (0,06)		0,75 (0,14)	7,72 (5,99)
E/4-99 (Tinto)*	0,41 (0,02)	0,18 (0,01)	0,25 (0,02)		0,37 (0,07)	5,65 (0,65)
A/1-02 (NL)*	0,25 (0,01)	0,28 (0,02)	6,19 (0,12)		4,12 (0,51)	8,25 (0,98)
A/2-00 (TBA)*	1,01 (0,05)	5,78 (0,32)	17,90 (0,37)		2,62 (0,24)	4,87 (0,65)
A/3-99 (AL)*	0,23 (0,03)		0,21 (0,08)		1,76 (0,06)	3,14 (0,24)
A/4-00 (TBA)*	2,52 (0,05)	13,82 (0,59)	22,24 (1,57)	0,06 (0,09)	6,70 (0,43)	13,77 (6,01)
A/5-00 (AL)*	0,15 (0,03)	0,15 (0,14)	2,82 (0,21)	0,04 (0,05)	0,74 (0,36)	8,99 (5,56)
A/6-99 (TBA)*	0,77 (0,02)	5,39 (0,21)	19,73 (0,49)	0,04 (0,02)	2,11 (0,07)	13,38 (0,47)
A/7-01 (RA)*	0,18 (0,01)	0,99 (0,05)	8,92 (0,15)		1,21 (0,10)	5,32 (0,76)
SK/1-00 (BV)*	0,24 (0,01)	0,08 (0,04)	1,98 (0,51)	0,03 (0,03)	0,35 (0,45)	8,26 (4,58)
SK/2-02 (VZ)*	0,16 (0,02)	0,23 (0,01)	4,22 (0,11)		0,59 (0,05)	14,67 (0,87)
CH/1-01 (AFV)*	0,33 (0,01)	0,13 (0,01)	1,39 (0,03)		1,06 (0,08)	12,11 (0,99)
CH/2-00 (AFV)*	0,14 (0,03)	0,22 (0,04)	4,67 (0,45)	0,04 (0,04)	0,92 (0,30)	15,91 (6,93)
F/1-02 (JU)*	0,14 (0,04)	0,17 (0,02)	1,29 (0,)		0,93 (0,06)	20,24 (0,79)
F/2-01 (JU)*	0,13 (0,02)	0,08 (0,05)	0,18 (0,07)		0,51 (0,26)	0,61 (0,28)
F/3-01 (PV)*	0,11 (0,00)	0,08 (0,04)	0,06 (0,02)		0,66 (0,17)	1,88 (0,29)
G-01 (EW)*	0,23 (0,03)	0,87 (0,01)	7,46 (0,08)	0,03 (0,02)	0,49 (0,03)	9,50 (0,99)
USA-01 (N)*	0,15 (0,03)	0,16 (0,02)	2,79 (0,05)		0,31 (0,09)	17,84 (0,56)

<sup>a</sup> Szórások zárójelben. <sup>b</sup> H (magyar), TA (Tokaji aszú), 00/6 (2000-es évjáratú bor/puttonyszám), <sup>c</sup> TAE (Tokaji aszúeszencia), <sup>d</sup> ET (Egri Tramini), <sup>e</sup> EBA (Egri Bíbor Aszú), <sup>f</sup> ECVA (Egri Cabernet Vörös Aszú), <sup>g</sup> ECF (Egri Cabernet Franc), <sup>h</sup> ECS (Egri Cabernet Savignon), <sup>i</sup> TSZd (Tokaji szamorodni, dry: száraz), <sup>j</sup> TSZs (Tokaji szamorodni, sweet: édes).

\* Rövidítések: P: Portugália; I: Olaszország; E: Spanyolország; A: Ausztria; SK: Szlovákia; CH: Svájc; F: Franciaország; G: Németország; RO: Romariz; AVST: Arele Vino Santo Trentino DOC; VTD: Vendemia Tardiva DOC; NL: Novemberlese; TBA: Trockenbeerenauslese; AL: Auslese; RA: Ruster Ausbruch; BV: Bobulovy vyber; VZ: Veltinske Zelené; AFV: Amigne Fletrie de Vetroz; JU: Jurancon Uroulat; PV: Pacherenc du Vic-Bilh; EW: Eiswein; N: Nightingale.

27. táblázat Magyar, normál, fehér borok szerves sav tartalma

Borok	Szerves savak					
	Borkósav	Almasav	Sikimisav	Ecetsav	Citromsav	Fumársav
	g/L	g/L	mg/L	g/L	g/L	mg/L
DC-2001 <sup>a</sup>	1,98	1,81	33,8	0,27	0,47	0,88
TF-2001 <sup>b</sup>	2,04	1,34	44,3	0,52	0,19	0,56
TH-2000 <sup>c</sup>	2,51	0,95	31,0	0,77	0,36	0,54
TF-2000	2,09	0,42	31,4	0,58	0,46	0,42
NH-2002 <sup>d</sup>	2,52	2,24	20,7	0,85	0,31	0,77
EL-2002 <sup>e</sup>	0,89	2,26	32,6	0,57	0,25	1,81
AO-2003 <sup>f</sup>	1,15	1,19	38,3	1,13	0,22	0,80
BC-2001 <sup>g</sup>	1,08	2,18	21,1	0,50	0,23	1,22
BK-2002 <sup>h</sup>	0,77	2,18	19,4	0,28	0,27	0,52
SO-2003 <sup>i</sup>	3,43	0,78	7,6	0,52	0,39	0,28

<sup>a</sup>DC - Dél-Dunántúli Chardonnay, <sup>b</sup>TF – Tokaji Furmint, <sup>c</sup>TH – Tokaji Hárslevelű, <sup>d</sup>NH – Nagyrédei Hárslevelű,

<sup>e</sup>EL – Egri Leányka, <sup>f</sup>AO – Abasári Olaszrizling, <sup>g</sup>BC – Balatonboglári Muskotály Cuvee, <sup>h</sup>BK – Balatonboglári Királyleányka,

<sup>i</sup>SO – Szederkényi Olaszrizling

**28. táblázat** Botritiszes borok szerves sav tartalma (Vinagora 2002)

Borok	Szerves savak				
	Almasav	Sikimisav	Ecetsav	Citromsav	Fumársav
	g/L	mg/L	g/L	g/L	mg/L
TA90/5-1 <sup>a</sup>	3,23 (0,01)	44,2 (1,7)	0,69 (0,09)	0,40 (0,09)	0,46 (0,003)
TA 98/5-2	4,47 (0,12)	42,4 (0,8)	0,69 (0,17)	0,43 (0,06)	1,13 (0,078)
TA 75/5-3	3,30 (0,12)	34,3 (0,7)	0,82 (0,17)	0,38 (0,03)	0,78 (0,228)
TA 94/5-4	2,44 (0,03)	31,4 (1,2)	0,82 (0,22)	0,33 (0,08)	0,73 (0,013)
TA 96/5-5	3,97 (0,08)	19,1 (0,2)	1,17 (0,09)	0,54 (0,16)	2,29 (0,226)
TA 96/5-6	3,30 (0,18)	31,2 (1,9)	1,20 (0,16)	0,53 (0,23)	1,64 (0,107)
TA 95/5-7	2,16 (0,12)	29,1 (0,1)	0,51 (0,02)	0,43 (0,04)	1,57 (0,029)
TA 96/5-11	3,96 (0,02)	26,9 (0,7)	0,87 (0,18)	0,42 (0,05)	1,47 (0,084)
TA 96/4-12	2,97 (0,02)	22,7 (2,3)	0,74 (0,26)	0,56 (0,01)	2,30 (0,050)
TA 93/4-13	2,64 (0,01)	55,2 (0,1)	0,69 (0,01)	0,82 (0,01)	0,47 (0,006)
TA 91/4-14	2,15 (0,01)	34,1 (0,2)	0,95 (0,04)	0,44 (0,004)	0,68 (0,006)
TA 99/5-15	3,18 (0,03)	37,1 (0,8)	0,94 (0,12)	0,52 (0,01)	1,21 (0,017)
TA 94/6-16	3,43 (0,09)	34,5 (0,5)	0,43 (0,02)	0,41 (0,06)	1,41 (0,468)
TA 99/6-19	5,66 (0,09)	21,0 (0,0)	0,67 (0,37)	0,61 (0,10)	4,40 (0,010)
TA 94/6-20	1,97 (0,03)	21,4 (0,4)	0,56 (0,23)	0,39 (0,11)	0,91 (0,043)
TA 96/6-21	3,43 (0,03)	25,3 (0,8)	0,58 (0,26)	0,41 (0,09)	1,80 (0,078)
TA 97/6-22	5,70 (0,26)	38,5 (2,0)	0,77 (0,12)	0,59 (0,05)	1,47 (0,164)
TA 2000-23	2,32 (0,01)	18,1 (0,1)	0,82 (0,02)	0,48 (0,07)	1,27 (0,008)
TA 95/6-24	2,88 (0,01)	39,4 (0,5)	0,47 (0,08)	0,42 (0,03)	0,75 (0,303)
TA 2000-26	3,72 (0,01)	22,6 (0,8)	1,03 (0,01)	0,48 (0,02)	2,07 (0,115)
TA 99/6-27	4,28 (0,04)	34,0 (0,5)	0,83 (0,06)	0,62 (0,06)	1,23 (0,288)
TA 97/6-28	5,44 (0,14)	35,6 (0,3)	1,39 (0,08)	0,57 (0,08)	0,86 (0,004)
TA 72/6-29	3,18 (0,002)	44,5 (0,1)	0,84 (0,09)	0,36 (0,01)	0,32 (0,001)
TA 93/6-31	3,25 (0,06)	32,3 (0,6)	0,62 (0,02)	0,47 (0,04)	1,08 (0,283)
TE93-33 <sup>b</sup>	3,54 (0,17)	35,2 (1,2)	0,43 (0,02)	0,70 (0,37)	1,65 (0,041)
TE 93-34 <sup>b</sup>	2,56 (0,22)	28,4 (3,4)	0,58 (0,06)	0,55 (0,16)	0,48 (0,139)
TE 98-35 <sup>b</sup>	4,17 (0,02)	43,6 (2,6)	0,68 (0,03)	0,50 (0,07)	1,22 (0,014)
TE 93-36 <sup>b</sup>	3,17 (0,01)	29,6 (0,5)	0,90 (0,001)	0,71 (0,10)	1,00 (0,004)
A1-37 <sup>c</sup>	9,81 (2,00)	5,0 (2,9)	2,12 (0,17)	2,42 (1,41)	11,20 (2,552)
A2-38 <sup>c</sup>	4,69 (0,04)	25,5 (1,1)	1,38 (0,02)	0,76 (0,17)	2,94 (0,171)
G-39 <sup>c</sup>	2,42 (0,03)	8,5 (0,7)	0,95 (0,05)	0,83 (0,29)	3,73 (0,119)
F1-40 <sup>c</sup>	0,84 (0,04)	14,3 (0,0)	0,79 (0,04)	0,17 (0,04)	0,22 (0,178)
F2-41 <sup>c</sup>	2,27 (0,01)	15,0 (1,2)	1,09 (0,06)	0,50 (0,14)	2,32 (0,002)
F3-42 <sup>c</sup>	2,59 (0,06)	22,0 (0,7)	1,57 (0,02)	0,79 (0,23)	1,96 (0,098)
SK-43 <sup>c</sup>	4,13 (1,19)	54,7 (4,1)	0,76 (0,16)	0,53 (0,11)	0,46 (0,648)

Szórások zárójelben. <sup>a</sup> TA (Tokaji aszú) 90/5 (90-es évjárat / puttonyszám) 1...43 (sorszámozás), <sup>b</sup> TE: (Tokaji eszencia), <sup>c</sup> külföldi borok.

**29. táblázat** Botritiszes borok szerves sav tartalma (Vinagora Botrytis 2004)

Borok	Szerves savak					
	Borkósav	Almasav	Sikimisav	Ecetsav	Citromsav	Fumársav
	g/L	g/L	mg/L	g/L	g/L	mg/L
TA00/6-1 <sup>a</sup>	2,28	2,85	29,89	1,14	0,47	0,10
TA93/6-2	2,91	3,07	42,04	0,93	0,43	1,10
TA93/6-3	2,11	5,23	65,81	1,18	0,64	0,80
TA99/6-4	1,91	2,80	18,00	1,78	0,58	2,00
TA94/6-5	1,93	4,84	40,78	1,14	1,06	2,50
TA95/6-6	2,19	6,60	13,21	1,04	1,07	1,70
TA88/6-7	2,32	6,63	59,03	1,25	1,71	1,60
TA99/6-8	1,83	2,55	15,43	1,28	0,95	2,10
TA75/5-9	2,11	3,42	35,07	1,23	0,52	1,30
TA98/5-10	2,27	2,42	30,49	1,06	0,49	0,20
TA92/5-11	2,86	1,97	22,76	1,60	0,32	0,00
TA96/5-12	1,79	4,77	33,45	1,13	1,07	1,3
TA98/5-13	1,79	4,23	42,12	0,88	0,41	1,8
TA98/5-14	1,82	5,00	21,83	1,44	0,91	2,30
TA99/5-15	2,19	5,20	42,52	1,66	0,76	1,20
TA95/5-16	2,08	3,82	39,88	0,87	0,36	0,60
TAE72-17 <sup>b</sup>	2,33	4,87	32,30	1,08	1,18	2,30
TAE93-18	2,40	3,12	30,89	1,08	0,55	0,40
TAE93-19	1,88	5,05	46,34	1,02	1,26	1,60
TAE88-20	1,97	5,41	44,67	0,88	1,22	0,90
TAE97-21	1,96	5,58	43,93	1,45	1,34	1,50
P/1-52 (RO)*	1,22	0,94	1945	1,40	0,31	0,01
P/2-98 (RO)*	1,58	1,21	11,17	0,33	0,29	1,39
I/1-95 (AVST)*	2,13	0,27	46,29	1,63	0,21	0,00
I/2-96 (VTD)*	2,60	1,98	37,95	1,27	0,50	0,35
E/1-99 (Tinto)*	2,58	0,39	15,92	1,04	0,06	0,12
E/2-00 (Tinto)*	2,08	0,25	18,31	0,80	0,22	0,15
E/3-02 (Tinto)*	2,90	0,26	15,73	1,06	0,00	0,00
E/4-99 (Tinto)*	2,18	0,40	16,79	1,05	0,04	0,08
A/1-02 (NL)*	2,65	3,21	10,69	0,46	0,41	0,67
A/2-00 (TBA)*	2,57	1,87	5,12	2,12	0,80	0,59
A/3-99 (AL)*	1,82	2,62	82,94	0,60	0,27	0,28
A/4-00 (TBA)*	2,08	2,41	5,11	2,03	1,03	0,55
A/5-00 (AL)*	2,29	1,74	24,99	0,72	0,89	0,21
A/6-99 (TBA)*	1,83	2,93	17,01	1,57	0,96	0,28
A/7-01 (RA)*	2,04	2,82	10,96	1,31	0,63	0,36
SK/1-00 (BV)*	2,25	1,65	17,40	0,50	0,38	0,01
SK/2-02 (VZ)*	2,12	0,13	19,81	0,75	0,11	0,02
CH/1-01 (AFV)*	1,82	3,98	18,12	1,46	0,45	2,52
CH/2-00 (AFV)*	1,52	3,51	11,90	1,73	0,25	2,83
F/1-02 (JU)*	3,78	3,30	38,93	1,16	0,35	0,27
F/2-01 (JU)*	2,42	2,00	39,07	1,20	0,33	0,18
F/3-01 (PV)*	1,44	2,07	79,96	1,07	0,39	0,29
G-01 (EW)*	3,30	6,62	14,00	1,76	1,23	13,49
USA-01 (N)*	1,70	1,16	8,42	1,32	1,12	0,06

<sup>a</sup> H (magyar), TA (Tokaji aszú), 00/6 (2000-es évjáratú bor/puttonyszám), <sup>b</sup> TAE (Tokaji aszúeszencia);

\* Rövidítések: P: Portugália; I: Olaszország; E: Spanyolország; A: Ausztria; SK: Szlovákia; CH: Svájc; F: Franciaország; G: Németország; RO: Romariz; AVST: Arele Vino Santo Trentino DOC; VTD: Vendemia Tardiva DOC; NL: Novemberlese; TBA: Trockenbeerenauslese; AL: Auslese; RA: Ruster Ausbruch; BV: Bobulovy vyber; VZ: Veltlinske Zelené; AFV: Amigne Fletrie de Vetroz; JU: Jurancon Uroulat; PV: Pacherenc du Vic-Bilh; EW: Eiswein; N: Nightingale.

### M3 ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra	A vizsgált tokaji szőlőfajták.....	12
2. ábra	Aszúszőlő.....	15
3. ábra	Aminok származékképzése OPA származékképző reagenssel.....	24
4. ábra	Szőlőminták kromatogramjai - aminok.....	44
5. ábra	Szőlőmag kromatogramja - aminok.....	45
6. ábra	2003-as és 2004-es szőlők összamin-tartalma.....	46
7. ábra	Aminok főkomponens-analízise (2003-as évjárat; S, Z, P, M1 és M2 dűlők).....	48
8. ábra	Szürkerothadt, nemesrothadt és egészséges szőlők amintartalmának összehasonlítása.....	49
9. ábra	Aminok főkomponens-analízise. Aszú, ép, töppedt és szürke rothadt szőlők elkülönítése (K dűlő, 2004).....	50
10. ábra	Zöldrothadt, nemesrothadt és ép szőlőszemek amintartalmának összehasonlítása.....	51
11. ábra	Aminok főkomponens-analízise - Aszú, ép és zöld rothadt szőlők elkülönítése (V dűlő, 2004).....	52
12. ábra	Nemesrothadt és ép szőlőszemek amintartalmának összehasonlítása.....	53
13. ábra	Aminok főkomponens-analízise – Aszú és ép szőlők elkülönítése (G dűlő, 2004).....	53
14. ábra	Aminok főkomponens-analízise és főkomponens együttható ábrája (2004-es évjárat; K,G, V dűlők).....	54
15. ábra	A két vizsgált évjárat (2003 és 2004) aszú és ép szőlőinek főkomponens-analízise - aminok.....	56
16. ábra	Szőlőminták kromatogramjai (savak).....	58
17. ábra	Szőlőminták savainak összehasonlítása.....	59
18. ábra	Szőlőminták borkősav és almasav-tartalma.....	62
19. ábra	Szőlőminták átlagos borkősav-almasav aránya.....	63
20. ábra	Szőlőminták (2004) főkomponens-analízis és főkomponens együttható ábrái - savak...	64
21. ábra	Borminták kromatogramjai (aminok).....	66
22. ábra	Különböző puttonyszámú aszúborok összamin-tartalma.....	67
23. ábra	Aminok tiraminra vonatkoztatott aránya (Vinagora 2002).....	68
24. ábra	Aminok tiraminra vonatkoztatott aránya (Vinagora Botrytis, 2004).....	69
25. ábra	6 puttonyos aszú borok és néhány külföldi botritiszes bor pókháló diagramjai.....	70
26. ábra	Aminok főkomponens-analízise és főkomponens együttható ábrája – Vinagora 2002.....	72
27. ábra	Aminok főkomponens- és főkomponens együttható ábrái (Vinagora Botrytis, 2004)....	73
28. ábra	Tokaji aszú, tokaji szamorodni és egri botritiszes borok amin-összetételének főkomponens és főkomponens együttható ábrái.....	75
29. ábra	Külföldi borok közötti hasonlóság vizsgálata klaszter-analízissel amin-összetétel alapján.....	76
30. ábra	Szerves savak kromatogramja (1994-es évjárat,5 puttonyos tokaji aszú).....	77
31. ábra	Savak főkomponens-analízise – Vinagora 2002.....	78
32. ábra	Savak főkomponens-analízise a két borverseny eredményei alapján.....	79
33. ábra	Aminok és szerves savak főkomponens-analízise – Vinagora 2002.....	80
34. ábra	Aminok és szerves savak főkomponens-analízise – Vinagora Botrytis 2004.....	81
35. ábra	Aminok és szerves savak főkomponens-analízise a két borverseny alapján.....	82



## M4 TÁBLÁZATJEGYZÉK

<b>1. táblázat</b>	Megtévesztő tokaji megnevezések.....	10
<b>2. táblázat</b>	<i>Botrytis cinerea</i> hatása a must és bor összetételére .....	17
<b>3. táblázat</b>	A vizsgált aminok szerkezeti képletei és prekursorai.....	19
<b>4. táblázat</b>	Borokban előforduló aminok.....	20
<b>5. táblázat</b>	Normál borok amin-tartalma (mg/L) .....	21
<b>6. táblázat</b>	Aminok meghatározásának lehetőségei borokban.....	25
<b>7. táblázat</b>	Mustokban és borokban található szerves savak felsorolása.....	29
<b>8. táblázat</b>	Néhány tokaji bor főbb analitikai adatai .....	30
<b>9. táblázat</b>	Szerves savak meghatározása mustokból és borokból HPLC-vel.....	33
<b>10. táblázat</b>	Gradiens elúciós program az aminok elválasztására .....	37
<b>11. táblázat</b>	Korrelációs koefficiensek.....	38
<b>12. táblázat</b>	Szőlőszemek mikrobaszáma és a penészek megoszlása a szőlőbogyókon .....	43
<b>13. táblázat</b>	Aminok lineáris diszkriminancia analízise (osztályozás kereszt-validációval) – Aszú, ép, töppedt és rothadt szőlők csoportosításának helyessége (K dűlő, 2004)...	50
<b>14. táblázat</b>	Aminok lineáris diszkriminancia analízise (osztályozás kereszt-validációval) – .....	52
<b>15. táblázat</b>	Aszú, ép és zöld rothadt szőlők csoportosításának helyessége (V dűlő, 2004).....	60
<b>16. táblázat</b>	F próba értékei szőlőminták savtartalmára.....	65
<b>17. táblázat</b>	Savak lineáris diszkriminancia analízise (osztályozás kereszt-validációval) – Aszú, ép, töppedt, zöld rothadt és szürke rothadt szőlők csoportosításának helyessége (K, G, V dűlő, 2004) .....	74
<b>18. táblázat</b>	Aminok lineáris diszkriminancia analízise (osztályozás kereszt-validációval) – Tokaji aszú, külföldi botritiszes borok és normál fehér borok csoportosításának helyessége.....	100
<b>19. táblázat</b>	Ép szőlők amintartalma.....	101
<b>20. táblázat</b>	Aszú szőlők amintartalma .....	102
<b>21. táblázat</b>	Töppedt, szürke és zöld rothadt szőlők amintartalma.....	103
<b>22. táblázat</b>	2004-es szüretelésű szőlőminták savtartalma.....	104
<b>23. táblázat</b>	Hazai nem-botritiszes borok biológiailag aktív (A) és primer alifás (B) amin- tartalma (normál fehér borok).....	105
<b>24. táblázat</b>	Botritiszes borok biológiailag aktív amin-tartalma (Vinagora 2002).....	106
<b>25. táblázat</b>	Botritiszes borok primer alifás amin-tartalma (Vinagora, 2002) .....	107
<b>26. táblázat</b>	Botritiszes borok biológiailag aktív amin-tartalma (Vinagora Botrytis, 2004).....	108
<b>27. táblázat</b>	Botritiszes borok primer alifás amin-tartalma (Vinagora Botrytis, 2004) .....	109
<b>28. táblázat</b>	Magyar, normál, fehér borok szerves sav tartalma.....	110
<b>29. táblázat</b>	Botritiszes borok szerves sav tartalma (Vinagora 2002) .....	111
	Botritiszes borok szerves sav tartalma (Vinagora Botrytis 2004) .....	

## M5 PUBLIKÁCIÓS LISTA

### FOLYÓIRATCIKKEK:

**KISS, J., SASS-KISS, Á.** (2005) Protection of originality of Tokaji Aszú. Amines and organic acids in botrytised wines by HPLC, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 53, 10042-10050 p. (impakt faktor: 2,327)

**KISS, J., KORBÁSZ, M., SASS-KISS, Á.** (2006): Study of amine composition of botrytized grape berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 54, 8909-8918 p. (impakt faktor: 2,327)

**SASS-KISS, Á., KISS, J.** (2007): Eredetvizsgálat aminokkal. A Tokaji aszú ujjlenyomata. *Élet és Tudomány*, LVIII. évf., 8, 240-243.

### *Egyéb:*

**SASS-KISS, A., KISS, J., MILOTAY, P., KEREK, M., TOTH-MARKUS, M.** (2005): Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables. *Food Research International*, Special Issue: International Congress – Pigments in Foods, 38, 1023-1029 p. (impakt faktor: 1,332)

### KONFERENCIAKIADVÁNY (TELJES):

**KISS, J., SASS-KISS, A.** (2003): Különböző botrytisálódott borok biogén amin tartalmának vizsgálata. XXVI. Kémiai Előadói Napok, Szeged, 79-83. (előadás)

**KISS, J., SASS-KISS, Á.** (2004): Tokaj-hegyaljai szőlőfajták amin-és sav-összetételének vizsgálata HPLC-vel. XXVII. Kémiai Előadói Napok, Szeged, 84-88. (előadás)

**HAVADI, B., KISS, J., SASS-KISS A., ADÁNYI, N., VÁRADI, M.** (2006): Classification of wine samples on the basis of elemental and amine composition. Trace elements in the food chain. International Symposium on Trace Elements in the food chain (proceedings), Budapest, 246 p. (poszter)

### ***Egyéb:***

**KISS, J.** (2002): CID detektoros ICP spektrométer optimalizálása szelén és arzén meghatározására. MÉTE XIV. Országos Tudományos Diákköri Konferencia, Szeged, 26. (Témavezető: Dr. Fodor Péter) (előadás)

SASS-KISS, A., **KISS, J.**, MILOTAY, P., KEREK, M., TOTH, M. (2004) Anthocyanins and carotenoids in varieties of fruits and vegetables. 3<sup>rd</sup> International Congress on Pigments in Food, Quimper, France, 396-399 p. (poszter)

### **KONFERENCIAKIADVÁNY (ÖSSZEFOGLALÓ):**

#### ***Nemzetközi konferencia***

**KISS, J.**, SASS-KISS, Á. (2003): Study of Biologically Active Amines in Botrytised Wines By HPLC. 5<sup>th</sup> Balaton Symposium on High-Performance Separation Methods, Siófok, 157 p.

**KISS, J.**, SASS-KISS, A. (2004): Biogenic amines in botrytised wines. 2<sup>nd</sup> Central European Congress on Food, Budapest, 231 p. (poszter)

VÁRADI, M., ADÁNYI, N., **KISS, J.**, SASS-KISS, Á. (2004): Determination of biogenic amine level in vegetable juices by using biosensor. 2<sup>nd</sup> Central European Congress on Food, Budapest, 231 p. (poszter)

**KISS, J.**, SASS-KISS, Á. (2005): HPLC Study of Tokaj Aszú Wines and Tokaj Grape Varieties. 6<sup>th</sup> Balaton Symposium on High-Performance Separation Methods, Siófok, P-100. (poszter)

**KISS, J.**, SASS-KISS, A. (2004): Biogenic amines in botrytised wines. 2<sup>nd</sup> Central European Congress on Food, Budapest (proceeding, CD-ROM) (poszter)

VÁRADI, M., ADÁNYI, N., **KISS, J.**, SASS-KISS, Á. (2004): Determination of biogenic amine level in vegetable juices by using biosensor. 2<sup>nd</sup> Central European Congress on Food, Budapest (proceeding, CD-ROM) (poszter)

HAVADI, B., **KISS, J.**, SASS-KISS A., ADÁNYI, N., VÁRADI, M. (2006): Classification of wine samples on the basis of elemental and amine composition. Trace elements in the food chain. International Symposium on Trace Elements in the food chain (abstracts), Budapest, 50 p. (poszter)

**KISS, J.**, SASS-KISS, A. (2006): Distinguishing Tokaji Aszú from normal wines and other botrytised wines on the basis of amine and organic acid composition. First International Congress on Food Safety (abstracts), Budapest, 125 p. (poszter)

### *Magyar nyelvű*

SASS-KISS, A., **KISS, J.** (2003): Az aszúborok biogén amin összetételének vizsgálata. 314. Tudományos Kollokvium, MTA-KÉKI-MÉTE közös rendezésében, Budapest, 5. (előadás)

**KISS, J.**, SASS-KISS, A. (2003): Botrytisálódott borok biológiailag aktív amin tartalmának vizsgálata HPLC-vel. Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapest, 34. (poszter)

**KISS, J.**, SASS-KISS, Á. (2004): Különböző dűlőkről származó szőlőszemek amin- és savösszetételének vizsgálata. Elválasztástudományi Vándorgyűlés, Hévíz, P-27. (poszter)

**KISS, J.**, SASS-KISS, A. (2005): Aszú szőlők és borok vizsgálata HPLC-vel. Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapest, 36-37. (előadás)

**KISS, J.**, SASS-KISS, A. (2005): Tokaji aszúk eredetvizsgálata. 74. Országos Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Kiállítás (OMÉK), F fiatal Kutatók Fóruma, Budapest, Internet (előadás)

## ***Köszönetnyilvánítás***

Elsősorban szeretném megköszönni témavezetőmnek,

***Sassné dr. Kiss Ágnesnek,***

a disszertáció elkészítéséhez nyújtott szakmai segítségét és hasznos útmutatásait.

Köszönöm

***Korbász Margitnak***

és

***Dr. Vidács Ildikónak***

a mikrobiológiai vizsgálatok elvégzését,

valamint közvetlen kollegáim segítségét:

***Dr. Boross Ferenc***

***Dr. Turza Sándor***

***Dr. Daood Hussein***

***Tóthné dr. Markus Marianna***

***Nyulassy Györgyi***

***Dr. Váradi Mária***

***Adányiné dr. Kisbocskói Nóra***

Köszönet ***Dr. Bánáti Diána*** főigazgatónak, aki lehetővé tette,  
hogy a KÉKI-ben megírhassem a doktori értekezésemet.

Köszönettel tartozom:

***Zilai Zoltánnak,***

a Magyar Szőlő- és Borkultúra Kht. ügyvezető igazgatójának

a bormintákért, és

***Éles Sándornénak***

***Sárkány Péternek***

***Dr. Hajós Gyöngyinek***

***Varkoly Isvának***

***Hornyák Lászlónak***

a szőlőmintákért.