

BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM
ÉLELMISZERTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA



Élelmiszertudományi Kar

**A TÖKETERHELÉS HATÁSA A SZŐLŐBOGYÓ, A MUST
ÉS A BOR ÖSSZETÉTELÉRE**

DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

LESKÓ ANNAMÁRIA

Budapest
2011

A doktori iskola

megnevezése: Élelmiszertudományi Doktori Iskola

tudományága: Élelmiszertudományok

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

Témavezető: Dr. Kállay Miklós
egyetemi tanár, CSc
Borászati Tanszék
Budapesti Corvinus Egyetem

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 védési eljárásra bocsátható.

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

1. Bevezetés

Amikor a borászatról, mint piac- és fogyasztóközpontú árutermelésről beszélünk, fontos kérdés, hogy – a törvényi előírásokat és az élelmiszerbiztonsági követelményeket szem előtt tartva – a pohárba kerülő bor minősége: színe, illata, zamata tükrözze azt a minőségi kategóriát, melyben az a piacra került. A borkészítés során feltétlenül ismernünk kell az alapanyagul szolgáló szőlőtermés tulajdonságait. Tisztában kell lennünk annak összetételével, fizikai és egészségi állapotával, minőségével. Ezen ismeretek birtokában mérlegelhet a szakember, hogy milyen technológia alkalmazásával készítsen a törvényi előírásoknak és a fogyasztói elvárásoknak egyaránt megfelelő végterméket, bort.

A szőlőtermesztési technológia végső terméke a szőlőfürt, mely egyben a borászati technológia kiindulási anyaga is. A borászati célú szőlőtermesztés feladata tehát a lehető legelőnyösebb beltartalmi paraméterekkel és fizikai, biológiai tulajdonságokkal bíró, borkészítésre alkalmas alapanyag előállítás; ugyanakkor az alkalmazott borászati technológiával szemben állított követelmény, hogy a szőlőbogyóban található kedvező komponensek nagy részét átvigye a borba, viszont a nemkívánatos összetevőket ne, vagy csak csekély mértékben oldja ki.

Munkám során a szőlőtermesztési technológia (különböző rügyterhelést eredményező metszsmódok, valamint a teljes fűrtterhelés és a zsendülés kezdetén elvégzett fűrtválogatás) szőlő-, must- és borösszetételre gyakorolt hatását, illetve egyes anyagok bogyóhéjból való kivonatolhatóságát tanulmányoztam a Magyarországon méltán népszerű és elterjedt kékszőlő-fajta, a Kékfrankos esetében.

2. Célkitűzés

Kutatómunkám alapvető célja volt az érés során kialakuló összetevők minőségi és mennyiségi analízise a szőlőbogyóban, e komponensek mennyiségi-minőségi átalakulásának vizsgálata az erjedés folyamán, valamint a szőlőből a borkészítés során a borba átvihető anyagmennyiség meghatározása.

Munkám során elsősorban a termesztéstechnológia borminóségre gyakorolt hatását tanulmányoztam; ez a különböző rügy- és fűrterhelési megoldásokkal termelt szőlőtermés, az abból préselt must és a belőle készült bor összetételének átfogó kémiai analízisét jelenti.

Az általános kérdésfeltevésen túl felmerült a technológiai érettségben leszüretelt szőlő beltartalmi értékeinek borba való juttathatóságának problematikája. Az *extrakciós koefficiens (EK)* segítségével néhány, a szőlőbogyó héjában található fenolos komponens erjedés közbeni kivonatolhatóságát kívántam jellemezni.

3. Anyag és módszer

A vizsgált bogyó-, must- és borminták

A vizsgált szőlő-, illetve borminták a Budapesti Corvinus Egyetem Soós István Borászati Szakiskola Tangazdaságában található Kékfrankos-ültetvényről származtak. A tőketerhelési kísérlet beállítása a BCE Szőlészeti Tanszék munkatársainak szakmai koncepciója volt. A szőlészeti és termesztéstechnológiai munkákat a Tangazdaság, illetve a Szőlészeti Tanszék dolgozói és hallgatói végezték. Én a szüret időpontjában kapcsolódtam a munkafolyamatokba.

Egyrészt a technológiai érettségben szüretelt termésből vett fűrterminták bogyóhéját, másrészt a frissen kiperéselt mustokat, továbbá a mikrovinifi-

kációs eljárással erjesztett, egyszer fejtett újborokat vizsgáltam három egymást követő évjáratban (2005, 2006, 2007).

Az ültetvény nagysága nem engedte meg több minta egymással párhuzamos vizsgálatát, így a mérések ismétléseit az egyes évjáratokban mért adatok biztosították. *A matematikai statisztikai értékeléshez szükséges párhuzamos méréseket a három egymást követő évjáratban kapott eredmények szolgáltatták.* Ez tette lehetővé, hogy az évjáratok sajátosságok befolyásoló hatását kizárva vizsgálhassam a tőkeaterhelés és a borminőség közötti összefüggést.

Az ültetvényt három szektorra osztották, melyekben három különböző, eltérő rügyterheléseket eredményező metszést alkalmaztak. Mindhárom szektorban kiválasztották és megjelölték a tőkeállomány harmadát, melyen a zsendülés elején fűrtválogatást végeztek. Ennek eredményeképp minden hajtáson egy–egy fűrt maradt.

A három metszési mód és az elvégzett, illetve elmaradt fűrtválogatás hat különböző mértékű tőkeaterhelést eredményezett (*1. táblázat*).

1. táblázat Mintajelölések

jelölés	metszés	fűrtválogatás
KT	rövid csap	nem
KTF	rövid csap	igen
Ü	hosszú csap	nem
ÜF	hosszú csap	igen
NT	félszálvessző és szálvessző	nem
NTF	félszálvessző és szálvessző	igen

A szüret folyamán néhány fűrtnyi mintát vettem a hat eltérő terhelésű tőkeállomány elkülönítetten szüretelt terméséből. A bogyók lefejtett héját

1 V/V% cc. sósavat tartalmazó 6 : 4 arányú metil-alkohol : víz oldószerrel kivonatoltam. Az így előkészített bogyóhéjkivonatokból végeztem a vizsgálatokat. A mustvizsgálatokat a préselés után, a borvizsgálatokat a lefejtett újborkból végeztem el.

A redukáló cukrok mennyiségét refraktométerrel, magyar mustfokban ($[^{\circ}\text{MM}]$) kifejezve, az alkoholtartalmat a MSZ 9458:1972 szerint, a cukormentesextrakt-tartalmat a MSZ 9463:1985 szerint, a glicerintartalmat és az almasavtartalmat Boehringer-Mannheim enzimeszttel, a titrálhatóság-tartalmat a MSZ 9472:1986 szerinti titrálással, a borkősavtartalmat spektrofotometriával, a MSZ 9489:1978 szerint, a pH-értéket MSZ 14849:1979 szerint potenciometriásan mértem meg.

Az összespolifenol-tartalmat SINGLETON és ROSSI (1965) módszere alapján Folin-Ciocalteu-fenolreagenssel mértem meg. Az antocianin-tartalmat RIBEREAU-GAYON és STONESTREET (1965) módszerével, a leukoantocianin-tartalmat FLANZY, AUBERT és MARINOS (1969) eljárásával vizsgáltam. A katechintartalom méréséhez REBELEIN (1965) vanillines színreakción alapuló módszerét alkalmaztam. A színindex- és színtónusmérés MSZ 14849:1979 szerint történt.

A rezveratrolok és az antocianin-monomerek minőségi és mennyiségi meghatározását nagyteljesítményű folyadékkromatográfias eljárással végeztem a BCE Borászati Tanszék kutatói laboratóriumában.

A rezveratrolok meghatározásánál KÁLLAY és TÖRÖK (1997) módszere szerint jártam el. A meghatározás izokratikus módon történt, az eluens 5 : 5 : 90 = acetonitril : metil-alkohol : víz elegye volt. A mérés körülményei és a készülék beállításai:

HPLC-készülék	HP Series 1050
oszlop	LiChrospher [®] 100, CN 5 μm (Merck, Germany)

detektor	HP Series 1050
folyadékáram	2 mL/min
hőmérséklet	30 °C
hullámhossz	306 nm

Az antocianin-monomerek minőségi és mennyiségi meghatározását KÁLLAY és TUSNÁDY (2001) módszerével végeztem. A gradiens elúció idősémája a 2. táblázatban látható.

2. táblázat Gradiens elúció

idő [min]	„A” oldat [%]	„B” oldat [%]	„C” oldat [%]
0	0	8	92
20	0	20	80
25	0	30	70
30	0	40	60
35	0	80	20
40	100	0	0

A meghatározás körülményei és a kromatográf beállításai:

HPLC-készülék	HP Series 1050
oszlop	ODS Hypersil C18, 100 × 4,6 mm, 5 µm
detektor	HP Series 1050
folyadékáram	0,5 mL/min
hőmérséklet	25 °C
hullámhossz	520 nm
eluensek	„A” oldat: 50 mM ammónium-foszfát; pH = 2,6 „B” oldat: 20% „A” oldat + 80% acetonitril „C” oldat: 0,2 M H ₃ PO ₄ ; pH = 1,5

Az összes polifenol, az antocianin, a leukoantocianin és a katechin esetében kiszámítottam az *extrakciós koeficiens* (EK) értékét, ami a bogyóhéjban található komponensek borba történő kivonatolhatóságáról ad információt. A kísérletek során azt tapasztaltam, hogy a préseléskor eltávolított törköly kb. a cefre 25%-át teszi ki, tehát a héjon erjesztéses vörösborkészítési technológia során három rész folyadékfázis (must, illetve bor) kivonatol egy rész szilárd fázist (törkölyt). Ha feltételezzük, hogy a kivonatolás tökéletes, akkor a borban jelen lévő anyagmennyiség legfeljebb 1/3-a lehet a bogyóhéjban található anyagmennyiségnek, azaz

$$C_{\text{bor}}^* [\text{mg/L}] = 1/3 \cdot C_{\text{héj}} [\text{mg}/1000 \text{ g}],$$

ahol C_{bor}^* a borban elméletileg elérhető legmagasabb koncentráció;

$C_{\text{héj}}$ a héjkivonatban mért tényleges koncentráció.

A borban mért tényleges koncentráció és az elméletileg elérhető maximális koncentráció százalékos aránya az *extrakciós koeficiens* (EK%):

$$\text{EK} [\%] = (C_{\text{bor}} : C_{\text{bor}}^*) \cdot 100,$$

ahol C_{bor} a borban mért tényleges koncentráció;

C_{bor}^* a borban elméletileg elérhető legmagasabb koncentráció.

Azon összetevők esetében, ahol két vagy három párhuzamos mérési eredmény állt rendelkezésre, kéttényezős, ismétléses varianciaanalízissel vizsgáltam, hogy megfigyelhető-e szignifikáns eltérés az egyes minták között a különböző metszsmódok, illetve a fűrtválogatás hatására. A statisztikai számítás tényezői a rügyterhelés és a fűrtterhelés voltak, a párhuzamos mérési adatok a két, illetve három évjárat vizsgálataiból származtak.

A vizsgált paraméterek bogyóhéjkivonatokban és borokban vizsgált koncentrációja, és a kivonatolhatóság közötti összefüggéseket Pearson-féle korrelációanalízissel vizsgáltam.

4. Eredmények és értékelés

A bogyóhéjvizsgálatok eredménye

Az egyes évjáratokból származó, különböző rügy- és fűrterhelésű szőlőminták bogyóhéjában kb. 5-15 g/kg **összespolfenol**-mennyiség volt kimutatható. A párhuzamos mintákat adó három évjárat átlagos értékeit összehasonlítva megfigyelhetjük, hogy a fűrterhelés hatására mind a rövid, mind a hosszú csapra metszett tőkék szőlőhéjában csökkent a polifenol-tartalom, azonban a nagyterhelésű tőkék esetében emelkedést okozott a fűrterhelés. Az eredmények alapján igen erősnek tűnik az évjárat befolyásoló hatása. Nem figyelhető meg sem a különböző metszésmódoknak, sem a fűrterhelésnek a bogyóhéj összespolfenol-tartalmára gyakorolt következetes hatása.

Nem fedeztem fel összefüggést a tőkék rügyterhelése és a bogyóhéj **antocianin**koncentrációja között. A metszésmódok összevetése alapján azonban elmondhatjuk, hogy mindhárom általam vizsgált évjáratban alacsonyabb antocianin-koncentrációt lehetett elérni a szálvesszős művelésmód mellett, mint akár rövid, akár hosszú csapra metszéssel.

Az átlagos **leukoantocianin**-tartalom emelkedett a fűrterhelés hatására a rövid csapros és a szálvesszős művelésmód esetében; az üzemi terhelésnél viszont csökkent. Nem fedeztem fel szignifikáns összefüggést a tőke-terhelés mértéke és a bogyóhéjban mért leukoantocianin-tartalom alakulása között. Az egyes évjáratok között nagy különbségek vannak, de a szőlőminták leukoantocianin-tartalma a rügy- és fűrterheléstől függetlenül bizonyult a vizsgálataimban.

Mindhárom metszésmódnál megfigyelhető a fűrtválogatás **katechintartalom-növelő** hatása. A rövid csapos metszésmód fűrtterheléstől függetlenül valamivel magasabb katechintartalmat eredményezett a bogyóhéjmintákban, mint az üzemi vagy nagy terhelés. A bogyóhéjakban többnyire emelkedett a katechintartalom a fűrtválogatás hatására, de a változás mértéke nem bizonyult szignifikánsnak. A rügyterhelés és a katechinkoncentráció között nem volt megállapítható egyértelmű tendencia.

Várakozásaimmal ellentétben *transz-rezveratrol* is ki tudtam mutatni a vizsgált bogyóhéjkivonatokban; erre egyrészt a kivonatolás körülményei adhatnak magyarázatot, hiszen a glikozidos kötés felbomlása savas hidrolízissel is végbemehet. Ugyanakkor a mérések ismétlése a klasszikus értelemben vett savas hidrolízis lejátszódása után is hasonló eredményre vezetett, tehát a *transz-rezveratrol* megjelenését a bogyóhéjkivonatokban nagy valószínűséggel mégis a mikrobiális eredetű β -glükozidáz-aktivitás okozta. Bár az átlagértékeket vizsgálva arra a következtetésre juthatunk, hogy a metszésmódok mindegyikénél pozitív hatással volt a fűrtválogatás a bogyóhéj *transz-rezveratrol*-tartalmára, a statisztikai elemzés ezt nem támasztotta alá. Egyetlen rezveratrolkomponens esetében sem fedezhető fel a tőketerhelés hatása, az évjáratok közötti különbség azonban szembetűnő.

Az **antocianin-monomerek** közül a malvidin-3-monoglükozid bizonyult a bogyóhéjkivonatok jellemző színanyagának. A monomerek összes mennyisége sokkal magasabb volt a 2006-os évjáratban, mint 2007-ben. A fűrtválogatás hatása nem egyértelmű: egyes mintákban jelentős csökkenést, másokban koncentrációemelkedést okozott a teljes fűrtterhelésű mintákhoz képest. Két év átlagát tekintve az antocianin-monomerek észterezett származékai közül a p-kumarátok voltak jelen nagyobb mennyiségben a mintákban. A glükóz-acetátok átlagosan mind a hat mintában alacsonyabb koncentrációban voltak kimutathatóak a bogyóhéjkivonatokban. A két évjárat mérési eredményei nem bizonyítják, hogy összefüggés volna a tőketerhelés és az

antocianin-monomerek bogyóhéjban kimutatható mennyisége között; megfigyeléseim azonban arra engednek következtetni, hogy a nagyobb rügyterhelés hatására csökken az antocianin-monomerek, ezen belül az acilezett antocianin-származékok bogyóhéjban mért koncentrációja. Ezt a tendenciát a malvidin-3-monoglükozid és annak egyik acilezett származéka, a malvidin-3-glükozid-(p-kumarát) mennyiségi alakulásában is megfigyelhettem. A bogyóhéjkivonatokban kimutatott másik malvidin-glükozid-származék, a malvidin-3-glükóz-acetát mennyisége azonban ezzel ellentétben magasabb volt mind a nagyobb rügyszámra metszett tőkékéről származó mintákban, mind a teljes fűrterhelés esetében a fűrvtálogatással szemben.

Mustvizsgálatok

A mustok **cukortartalma** nem minden esetben emelkedett az alacsonyabb fűrterhelés hatására. 2005-ben mindhárom metszsmódnál viszonylag jelentős (legalább 0,5 °MM-os) javulást okozott a fűrvtálogatás; a tendencia 2006-ban csak a hosszú csapos metszsmód esetében figyelhető meg, a rövid csapos és a szálvesszős mintákban nem okozott sem pozitív, sem negatív változást a fűrtritkítás. A 2007-es évjáratban a szálvesszős művelésmód esetében 0,2 °MM javulást eredményezett a fűrvtálogatás, a csapra metszett tőkéken azonban némi cukortartalom-csökkenés figyelhető meg (a rövid csapos művelésmódnál a csökkenés mértéke 0,8 °MM). A hároméves átlagot figyelembe véve nem figyelhető meg korreláció a tőkék terhelése és az elérhető cukorfok között.

A 2005-ös és 2006-os évjáratban mért **savtartalom** közel azonos volt, a 2007-es mustok ehhez képest kb. 1,5-2 g/L-rel kevesebb savtartalommal rendelkeztek. 2005-ben minden metszsmód esetében csökkent a savtartalom a fűrvtálogatás hatására; a másik két évjáratban gyakorlatilag minden esetben magasabb savtartalommal szüreteltük a fűrtritkított mintákat. A

három metszémód összehasonlításában nem fedezhető fel korreláció a rügyterheléssel összefüggésben. A hároméves átlagot tekintve nincs eltérés az egyes terhelések savtartalmában. A hat minta hároméves átlaga 9,5 g/L érték körül alakult.

A mustok **pH-értéke** 2,95 és 3,11 között alakult, ami megfelel az irodalomban található adatoknak. A mustok kémhatását nem befolyásolta sem a rügyterhelés, sem a fűrterhelés mértéke.

A borokban vizsgált összetevők

Sem a rügy-, sem a fűrterhelés nem hozható egyértelmű összefüggésbe az **alkoholtartalom** alakulásával: a rövid csapos és szálvesszős metszésnél magasabb, a hosszú csapos metszésnél alacsonyabb lett a borok alkoholtartalma a fűrterhelés hatására.

A vizsgált borok **extrakt**tartalma többnyire magasabb volt a kisebb fűrterhelésű mintákban. Megfigyelhető az a tendencia, hogy a rügyterhelés növelésével csökken az extrakttartalom. A fűrterhelés javító hatása erőteljesebb a nagyobb rügyterhelésű mintáknál.

Az erjedés során 1-3 g/L-rel csökkent a mustokban mért kiindulási **titrálhatóság**-tartalom. A csökkenés mértéke a 2006-os évjáratú mintákban a legnagyobb; a legkisebb savvesztés 2007-ben figyelhető meg. A borok savtartalma 6,6 és 8,7 g/L között változott, ami átlagosnak mondható. Több esetben magasabb savtartalom volt mérhető a kisebb fűrterhelésű mintákban.

A terhelés nem befolyásolta az egyes minták **pH-értékét**, gyakorlatilag nem fedezhető fel korreláció a rügy- és fűrterhelés mértéke és a borok kémhatása között. A pH-érték úgy tűnik, az évjáratra jellemző, hiszen az egyes években hasonló kémhatással rendelkeztek a különböző tőketerhelés-

sel termelt borok, ugyanakkor az évjáratok között különbségek fedezhetőek fel.

A borokban mért **összespolifenol**-tartalom viszonylag széles határok között, 640 és 1757 mg/L között változott. A 2005-ös és 2007-es minták koncentrációja közel azonos volt, a 2006-os évjárat mintáiban azonban kb. másfélszer annyi polifenolt lehetett kimutatni, mint a másik két évben. Az évjáratok átlagát tekintve emelkedés figyelhető meg a fűrtválogatás hatására mindegyik rügyterhelés esetében. A metszésmódok között csökkenő tendencia áll fenn a rügyterhelés növelésével párhuzamosan.

A borokban viszonylag alacsony koncentrációban voltak jelen az **antocianinok**. Az irodalmi adatok az általam mért értékeknél valamivel nagyobb (minimum 200 mg/L) mennyiséget adnak meg Kékfrankos-újborokban mért antocianintartalomként. A kapott koncentrációértékeket a mikrovínifikáció körülményeivel magyarázom. A három évjárat átlagos antocianintartalom-értéke 120-150 mg/L között alakult; a nagyobb rügyterhelés magasabb színanyagtartalmat eredményezett (KT, Ü, NT minták). A fűrtterhelés nem jelentett egyértelmű koncentrációnövekedést vagy csökkenést: a rövid csapos metszésmódnál emelkedett, a másik két művelésmódnál csökkent a borok színanyag tartalma a fűrtválogatás hatására.

A három évjáratban eltérő volt a mintákban mért **leukoantocianin**-tartalom. Viszonylag magas értékeket mutattam ki a 2006-os évjáratban, a 2005-ös és 2007-es bormintákban mért mennyiség közel azonos volt, bár a szórás elég nagy. A borokban mért leukoantocianin-tartalom átlagos értéke csökkent a rügyterhelés emelésével egy időben (KT, Ü és NT minták). A fűrtválogatás hatására a koncentráció kissé megemelkedett.

Az egyes borminták **katechintartalmában** az értékek a bogyóhéjknál megfigyelt tendenciát követik: fűrtterheléstől függetlenül a rövid csapos metszésmóddal elért katechintartalom majdnem kétszerese lett a hosszú

csapos mintában mért értékeknek, de a szálvesszős művelésmóddal termelt borok átlagos koncentrációjánál is jóval magasabb volt.

A hat borminta **színindex**ének átlagértékei 3,8 és 5,4 között alakultak. A rügyterhelés növelésével csökken a színindex; a fűrtválogatott borminták színintenzitása valamivel jobb volt a kis és a nagy terhelés esetében, az üzemi terhelésnél viszont nem okozott különösebb változást a fűrttrikítás. A borok **színtónusa** egészséges, barnatörésre nem hajlamos borokra utal.

Nem minden bormintában volt kimutatható **piceid**, ahogyan az várható volt, hiszen a glükozid-forma az élesztő enzimaktivitásának hatására rezveratrollá alakul az erjedés során. A bogyóhéjban kimutatott értékekhez képest lényegesen kisebb volt a borok *transz*- és *cisz*-piceid-tartalma, mindkét összetevő maximális koncentrációja 0,5 g/L a borokban. A bogyóhéjak összetételéhez hasonlóan a borokban is inkább a természetben előforduló *transz*-módosulat volt kimutatható.

A bormintákban – hasonlóan a glükozidos formához – magasabb koncentrációban volt jelen **transz-rezveratrol**, mint a molekula *cisz*-módosulata. *Transz*-rezveratrol egy kivétellel (2005-ös NT minta) minden borban legalább nyomokban kimutatható volt. A 2006-os évjáratban viszonylag magas *transz*-rezveratrol-koncentráció-értékeket mértem.

Az **antocianin-monomerek** átlagos mennyisége 350-500 mg/L koncentráció között alakult a borokban. A bogyóhéjkivonatokban mért mennyiséghez képest gyakorlatilag egy nagyságrenddel kisebb koncentrációban jelentek meg az antocianin-monomerek a kész borokban. A rövid csapos és a szálvesszős művelés esetében megfigyelhetjük a fűrtválogatás pozitív hatását, a hosszú csapos művelésmódnál azonban alacsonyabb lett az antocianin-monomerek koncentrációja a kisebb fűrtterhelés hatására. Nincs egyértelmű tendencia a rügyterhelés mértékének függvényében sem. A szőlőhéjvizsgálatokhoz hasonlóan a borokban is nagyobb mennyiségben voltak kimutathatók a p-kumarát-származékok, mint a glükóz-acetátok. A

bogyóhéjakban mért mennyiséghez képest nagyságrendileg tizedannyi acetátszármazék volt jelen az újborkban. Az antocianin-monomerek összes mennyiségén belül jelentős arányt tesz ki az acilezett származékok mennyisége a borokban. Míg a bogyóhéjak esetében az arány néhány százalék volt, addig a borokban az antocianin-monomerek kb. 15-35%-ban acilezett formában voltak jelen. A héjkivonatokhoz hasonlóan a borokban is a malvidin-glükozid és származékai tették ki az antocianin-monomerek legnagyobb mennyiségét. Az egyes tőketerhelések hároméves átlagai között nincs különbség; nem fedezhető fel sem a rügy-, sem a fűrterhelés hatása. A szőlőbogyóban megfigyelt tendenciák nem érvényesek a borok esetében. Vizsgálataim alapján sem az antocianin-monomerek összes mennyisége, sem az önállóan értékelt malvidin-glükozid, illetve származékainak borokban mért koncentrációja nem hozható összefüggésbe az alkalmazott szőlőtermesztési technológiával. Az acilezett antocianin-monomerek mennyisége azonban – a bogyóhéjmintákban megfigyelt eredményekhez hasonlóan – magasabb volt a nagyobb rügyterheléssel termelt mintákban; viszont teljes fűrterhelés mellett alacsonyabb koncentrációt mértem, mint a fűrvalogatott mintákban. A szőlőmintákkal ellentétben a borokban – a hároméves átlagot tekintve – a p-kumarát-származékok voltak jelen nagyobb mennyiségben a glükóz-acetátokkal szemben, de az évjáratok közötti különbségeket a bogyóhéjvizsgálatok esetében sem hanyagolhatjuk el.

Néhány összetevő kivonolhatósága

A kivonolhatósági számításokat a bogyóhéjextraktumok és a borok analitikai eredményei alapján az összespolifenol-, az antocianin-, a leukoantocianin- és a katechintartalom esetében végeztem el a fentebb ismertetett elv szerint.

Az adatok azt mutatják, hogy az **összes polifenol** mennyiségének kb. 38-40%-a vihető át a bogyóhéjból a borba a kísérletek során alkalmazott csömöszöléses borkészítési technológia segítségével. A legjobb átlageredményt az ÜF terhelés mellett értem el (42,9%), a leggyengébb kivonatolási átlagot pedig az NTF terhelés során tapasztaltam (34,4%). A kis és az üzemi terhelés esetében megfigyelhettem a fűrtválogatás pozitív hatását (~5%-os javulás), ez azonban a szálvesszős művelés alkalmazásánál nem mondható el, itt az extrakciós koefficiens ugyanilyen arányú (5% körüli) csökkenését figyeltem meg.

Az **antocianintartalmat** kb. 15%-ban sikerült kivonatolnom a bogyóhéjból. A fűrtválogatás nélkül termelt minták között (KT, Ü, NT) nem állapíthatunk meg szignifikáns különbséget, bár a rügyszám növekedésével az extrakciós koefficiens számszaki értéke emelkedik. Hasonlóan az összspolifenol-tartalom kivonatolhatóságához, az antocianintartalom vizsgálatánál is megfigyelhetjük, hogy a kis és az üzemi terhelés esetében – bár a 3-4%-os változás nem szignifikáns – nőtt, a nagy terhelésre metszett tőkéken viszont jelentősen csökkent az extrakciós koefficiens a fűrtválogatás hatására.

A **leukoantocianinokat** kb. 25%-os mértékben lehetett extrahálni a borkészítés során. A legjobb kivonatolási átlag a fűrtválogatott üzemi terhelésű terméknél mutatkozott (30,6%), a legkisebb mértékű extrakciót az NTF kezelés eredményezte (22,5%). A fűrtválogatásnak nincs szembetűnő hatása a kis terhelés esetében (0,5%-os csökkenés), a hosszú csapos metszésnél a fűrtválogatás kb. 5%-kal növelte a kivonatolás mértékét, a nagy terhelésnél pedig hasonló, 5%-os mértékben csökkentette azt. Ezek a különbségek azonban egyik esetben sem szignifikánsak. Az eredmények alapján úgy tűnik, a leukoantocianinok extrakciója nem függ az alkalmazott szőlőművelésmódtól, sokkal inkább szembetűnő az évjáratok közötti eltérés.

A **katechinek** extrahálhatósága kb. 45% mértékű volt. A legjobb kivonatolási átlagot az NT művelésmódnál (52,9%), a legrosszabbat pedig az NTF művelésmódnál figyelhettem meg (34,6%). A KT és az Ü művelésmód extrakciós koefficiensei 1-2%-kal javultak a fűrtválogatás hatására, a szálvesszős művelésnél viszont szembeötlő az EK%-értékek átlagának 8%-os csökkenése a fűrtválogatás hatására.

A mérési eredmények közötti korreláció vizsgálata

Az adatok korrelációelemzése során figyelmen kívül hagytam az alkalmazott tőketerhelést és az évjáratot: az összesen 18 (évjáratonként 6) mintaelemszámból álló halmazok korrelációanalízisét végeztem el.

A korrelációanalízis alapján arra a következtetésre juthatunk, hogy minél alacsonyabb volt az egyes fenolos komponensek bogyóhéjban mérhető koncentrációja, annál nagyobb mértékben játszódtott le ezek kivonatolása a csömöszöléses vörösborkészítés során.

Szignifikáns összefüggés figyelhető meg a bogyóhéj-kivonatok, illetve a borok összespolifenol-, antocianin-, leukoantocianin- és katechintartalma között. Az összetevők bogyóhéjban mért magas koncentrációja nem feltétlenül jelenti azt, hogy ez a mennyiség a borban is megjelenik, hiszen ez az extrahálhatóság függvénye is. Az általam vizsgált borok esetében azonban pozitív szignifikáns korrelációt fedezhetünk fel a fenolos vegyületek bogyóhéjban és a borban mért koncentrációértékei között, viszont a jobb extrahálhatóság (az extrakciós koefficiens magasabb számértéke) nem eredményezett automatikusan magasabb koncentrációt a borokban.

A matematikai statisztika eszközeivel több paraméterpár között fedezhetünk fel olyan korrelációt, mely szakmai megfontolások alapján alátámasztható. Ugyanakkor nem állíthatjuk teljes bizonyossággal, hogy a matematikai módszerekkel igazolt összefüggések mindegyike valóban tükrözné a

borkészítés során lejátszódó folyamatokat, azonban ezek további vizsgálata bizonyíthatja egy-egy felvetés helyességét vagy téves mivoltát.

5. Tudományos megállapítások

1. Kísérleteim során a Kékfrankos szőlőfajta termésének összetételét vizsgáltam különböző rügy- és fűrterhelési módok esetében. A borászati technológiai szempontból fontos alapvető komponensek és jellemzők vizsgálatára került sor: ezek a must cukortartalma, savösszetétele és pH-értéke, a borok alkohol-, extrakt- és savtartalma, illetve savösszetétele, továbbá pH-értéke. *Vizsgálataim alapján nem fedezhető fel szoros kapcsolat az alkalmazott tőketerhelés és a must, illetve bor alapanalitikai (cukor-, sav-, alkohol- és extrakttartalom) értékei között, bár egyes esetekben a fűrtválogatás minőségjavító hatása figyelhető meg.*
2. Az általam vizsgált összetevők másik csoportját a különböző fenolos vegyületek képezték. A bogyóhéj- és bormintákban az antocianinok, leukoantocianinok, katechinek, rezveratrolok és az összes polifenol mennyiségét mértem meg. *A fenolos összetevők mennyisége nem változott szignifikánsan sem a rügyterhelés, sem a fűrterhelés mértékének függvényében, de ezek a komponensek eltérő koncentrációban voltak kimutathatóak a különböző évjáratokban.*
3. Megvizsgáltam a különböző terhelésű tőkék bogyóhéjának és borának antocianin-összetételét. Tizenegy különböző antocianinmonomert sikerült kimutatnom mind a bogyóhéj kivonatokban, mind a borokban; legnagyobb koncentrációban a malvidin-3-monoglükozid és acilezett származékai voltak jelen. Az antocianinmonomerek mennyisége nagyobb volt a nagyobb rügyterhelésű szőlőmintákban, a borokban

viszont nem figyelhettem meg a tőketerhelés hatását. *Az antocianin-monomerek mennyiségi és minőségi összetétele nem változott a tőketerhelés hatására, azonban különbségek fedezhetőek fel a három évjáratban mért koncentrációértékek között.*

4. A 2. pontban tárgyalt komponensek bogyóhéjban kimutatott mennyiségének csak kisebb hányada volt jelen a borokban, de a minták között megfigyelt tendencia nem minden esetben egyezett a bogyóhéj és a borok esetében. A borkészítési technológia és az összetevők erjedés során bekövetkező fizikai és kémiai átalakulásának elmélete alapján tehát definiáltam a bogyóhéjból elméletileg kivonható maximális anyagmennyiség fogalmát, és a komponensek valóságban kinyert mennyiségének ismeretében kiszámítottam néhány fenolos összetevő extrakciós koefficiensét. A jelzőszám a bogyóban és a borban mért anyagmennyiség abszolút értékétől független, hiszen a héjon erjesztés során bekövetkező anyagvándorlásról ad információt. *Az extrakciós koefficiens jól használható egyes összetevők bogyóhéjból való kivonathatóságának, ezzel együtt a szőlőtermés fenolos érettségének jellemzésére.*

5. A különböző tőketerhelések esetében kiszámítottam az összespolifenol, antocianin-, leukoantocianin- és katechintartalom extrakciós koefficiensét, vagyis a bogyóhéjból elméletileg kinyerhető legmagasabb koncentrációt összevettem a borokban ténylegesen megmért anyagmennyiséggel. *Az általam vizsgált mintákban az összespolifenol-, antocianin-, leukoantocianin- és katechintartalom extrakciós koefficiense nem mutatott korrelációt a tőketerhelés megválasztásával.*

6. A mérési eredmények korrelációanalízise során megvizsgáltam a szőlőbogyó héjából extrahált és a borokban vizsgált összetevők koncentrációja, valamint az extrahálhatóság közötti összefüggéseket. *A mérési adatokból elvégzett matematikai statisztika alapján szignifikáns korrelációt fedeztem fel a fenolos vegyületek szőlőbogyóban és a borban mért koncentrációja, valamint a szőlőbogyóban mért koncentráció és a kivonathatóság között, nem találtam azonban összefüggést a fenolos anyagok extrahálhatósága és borban mérhető koncentrációja között.*

6. Következtetések

Munkám során átfogó analitikai vizsgálatokat végeztem a Kékfrankos szőlőfajta eltérő tőketerhelési technológiákkal termesztett szőlő-, must- és bormintáiban. Kutatásaim során világossá vált, hogy a minőségi borszőlő előállítását célzó termesztéstechnológia megválasztásakor nem lehet figyelmen kívül hagyni az évjáratok sajátosságait.

A jelen dolgozatban bemutatott mérési eredmények alapján biztosan állíthatjuk, hogy a metszés vagy a fűrtválogatás a termésmennyiség korlátozásán túl a szőlő és a bor minőségét, összetételét is befolyásolja; az azonban kérdéses, hogy ez a hatás minden évjáratban, minden termőhelyen, minden szőlőfajta esetében pozitív és általános érvényű-e. Ugyanakkor szem előtt kell tartanunk a tényt, hogy a fitotechnikai műveletek döntő fontosságúak a szőlőtőke fejlődésének és kondíciójának, a termőegyensúly kialakításának, a fenntarthatóság biztosításának érdekében. A helyesen elvégzett zöldmunka növény-egészségügyi érdek is, s a környezetterhelés mérsékléséhez is hozzájárulhat.

Mérési eredményeim arra engednek következtetni, hogy egy-egy évjáratban más és más tőketerhelés alkalmazása biztosíthatja a minőségi kontinuitást, ami a fogyasztói igényeket szem előtt tartó borászati szemléletmód termesztéstechnológiával szemben támasztott elvárása.

7. Tudományos publikációk

IF-os folyóiratcikk:

Leskó, A., Kállay, M. (2011). Variations in the extractability of certain phenolic components in *Vitis vinifera* cv. 'Blaufraenkisch' clusters and wines as a function of vine load. *Acta alimentaria* 40(Suppl):91–100.

Nem IF-os folyóiratcikk magyarul:

Kállay M., Leskó A. (2007). A terhelés hatása az élettanilag fontos vegyületekre a 2006-os évjáratban. *Borászati Füzetek*, 17(5):1–5.

Nyitrai Sárday D., Leskó A., Kállay M. (2011). Rezsztens szőlőfajták színanyagösszetételének vizsgálata. *Borászati füzetek*, 22(1):4–8.

Teljes magyar nyelvű konferencia-kiadványok

Kállay M., Leskó A. (2007). A rügyterhelés hatása a borminőségre, különös tekintettel az élettanilag fontos vegyületekre. *Lippay–Ormos–Vas Tudományos Ülésszak – Élelmiszertudományi Kar, Budapest, 2007. november 7–8., pp12–13.*

Pásti Gy., Leskó A. (2008). Kékfrankos borok borászati értékelése. *Szent György nap - a szőlő és a bor ünnepe. Szakmai tanácskozás. Kőszeg, 2008. április 24., p5.*

Kállay M., Leskó A. (2009). A liofilezés mint mintaelőkészítési lehetőség a szőlő illetve a bor néhány polifenolvegyületének analizéséhez. *Lippay–Ormos–Vas Tudományos Ülésszak – Élelmiszertudományi Kar, Budapest, 2009. október 28–30., pp6–7.*

Balga I., Leskó A., Kállay M. (2009). Polifenol vegyületek eloszlása a szőlőfürtben. Lippay–Ormos–Vas Tudományos Ülésszak – Kertészettudományi Kar, Budapest, 2009. október 28–30., pp256–257.

Teljes nemzetközi konferencia-kiadványok

Leskó, A., Kállay, M. (2010). Effect of Vine Pruning and Cluster Thinning on Anthocyanin Composition in *Vitis vinifera* cv. Blaufraenkisch Grapes and Wines. 7th International Conference of PhD Students, Miskolc, 8–12 August 2010., pp29–34.

Egyéb egyetemi hallgatóknak adományozható díj

Leskó A. (2006) Rügy- és fürtterhelés hatása a szőlő és a bor összetételére a Kékfrankos fajtánál. XVI. Magyar Élelmészisipari Tudományos Egyesület Élelmiszertudományi Konferencia, Mosonmagyaróvár, p50. „Különdíj” helyezés