



DIPLOMADOLGOZAT

Győri Botond Dániel

2025



Budai Campus

Élelmiszertudományi- és Technológiai Intézet

Táplálkozástudományi Tanszék

Élelmiszerbiztonság- és Minőségi mérnök MSc

Különböző magyar borrhíókból származó Kékfrankos borok bel- tartalmi tulajdonságainak vizsgálata

Belső konzulens: Dr. Mednyánszky Zsuzsanna
egyetemi docens
Stefanovitsné Dr. Bányai Éva
ny. egyetemi tanár

Belső konzulens
intézete/tanszéke: ÉTTI Táplálkozástudományi Tanszék

Készítette: Győri Botond Dániel

Budapest

2025

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS.....	1
2. A MUNKA CÉLJA.....	3
3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	4
3.1. A borszőlő eredete.....	4
3.2. A szőlőbogyók felépítése.....	5
3.3. A borszőlő-, borkészítés- és árujelzők hazai jogszabályi vonatkozásai.....	7
3.4. Borszőlő fajták hazánkban.....	8
3.4.1 Jellemző borszőlő fajták hazai fehérbor készítéshez.....	8
3.4.2. Jellemző borszőlő fajták hazai rozé- és vörösbor készítéshez.....	9
3.4.3. A Kékfrankos szőlőfajta.....	9
3.4.4 Általános bor- és vörösbor-készítési technológia.....	11
3.5. A borszőlő erjedésének mikrobiológiai és kémiai háttere.....	13
3.6. Modern borkészítési technológiák.....	16
3.7. Magyarországi borrhégek és borvidékek, jellemzőik.....	17
3.8. Stressztényezők a szőlőnövény életében.....	23
3.9. A globális felmelegedés hatása a szőlőtermesztésre és a borminőségre.....	24
3.10. Borok cukor-, sav- és alkoholtartalma, ezek arányának fontossága.....	25
3.11. Borok fenolos és antioxidáns tartalma.....	26
3.12. Borok egyéb makro- és mikrokomponensei.....	28
3.13. Biogén aminok és mikotoxinok a borban.....	30
4. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK.....	31
4.1. Borok pH mérése.....	32
4.2. Borok színének meghatározása CIELab színingertérben.....	32
4.3. Borok összes monomer antocianin tartalmának meghatározása.....	33
4.4 Összes polifenol tartalom (TPC) meghatározása.....	34
5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK.....	35
5.1. Borok pH mérése.....	35
5.2. Borok színének meghatározása CIE-Lab színingertérben.....	36
5.3. Borok összes monomer antocianin tartalmának meghatározása.....	39
5.4 Összes polifenol tartalom (TPC) meghatározása.....	41
6. KÖVETKEZTETÉSEK.....	43
7. ÖSSZEFOGLALÁS.....	46
8. IRODALMI HIVATKOZÁS.....	48

1. BEVEZETÉS

A szőlőtermesztés Magyarországon már évezredekkel korábbra visszanyúl, Sopron környékén a kelta korból származó szőlőmag leleteket találtak. Ez a fajta vélhetően a fehérbort adó Weisser Heunisch, amely genetikailag a ma termesztett több mint 70 fajta (köztük az ismertebb Chardonnay, Furmint, Cabernet sauvignon) borszőlőnek az őse. A Római Birodalom fennállásakor Pannónia területén a Duna mellett is szőlőültetvényeket telepítettek és bort készítettek, egészen a török megszállásig. A török uralom alatt különböző adókat vetettek ki, hogy ezzel gátat szabjanak a szőlőtermesztésnek. A következő évszázadokban Mária Terézia munkája nyomán – aki sváb, szőlőtermesztéshez jól értő embereket telepített a területre – folytatódott a magyar földeken a borkészítés. A ma ismert számos borrhíó és borpince kialakulása (pl. villányi-, Hajós pincék) ekkorra datálható (Hajdu 2018).

A borfogyasztás a szőlőtermesztéssel együtt évezredekre nyúlik vissza az emberi történelemben. Az ókori görög mitológiában Dionüszosz, a bor és a mámor istene munkájában, de a keresztény vallásban is a Bibliában több, mint 200 helyen jelenik meg a bor. A keleti kultúrába ugyan lassabban itta be magát a borfogyasztás hagyománya, mivel Kínában és Japánban a szaké (rizsből készült erjesztett, alkoholos ital) hódított inkább teret, de a Krisztus utáni első évszázadok során itt is elfogadottá és elterjedté vált, csak úgy, mint maga a szőlőtermesztés. Bár az észak-amerikai kontinensen a borkészítés jelentős része inkább a nyugati partra, Kalifornia, Oregon és Washington területeire összpontosul, itt is sok évszázados hagyománya van a borászatnak. A kontinens északi részén a borszőlő termesztéséről szóló feljegyzések legfőképp Amerika felfedezése utáni időkből származnak, de a kaliforniai borvidék így is a világhírű borvidékek egyikévé vált. Amerika déli részén a borkészítés tudománya szintén az 1500-1600-as évek óta említésre méltó, azonban a déli országok közül Chile, Argentína és Brazília így is világszintű exportőrnek számítanak (Internet 1). A borszőlő termesztése az Ausztrál kontinensről sem idegen, bár itt a borkészítés az elmúlt két évszázadra koncentrálódik. Az első tőkét a telepesek vitték magukkal az 1800-as évek elején, és bár a kezdeti termesztés Sydney környékén volt jellemző, ma több, mint 60 borvidékkel büszkélkedhetnek az ausztrál államok, és nemzetközi szinten számos versenyen remek helyezést érnek el (Internet 2). Az afrikai tételek szintén az Újvilági borok skáláját színesítik, a kontinens számos országában készülnek borok, de Marokkó, Kenya és Tanzánia, valamint a Dél-Afrikai Köztársaság mind kiemelkednek a borkészítő országok közül (Internet 3).

Mindezekből jól látszik, hogy a bor készítése és fogyasztása a legkevésbé sem mondható országspecifikus szokásnak, sokkal inkább egy világszinten elfogadott és közkedvelt fogyasztási cikk. A bor, habzóbor és pezsgő azon kevés élelmiszercsoportok egyike, amelyet nem szénhidrát-, fehérje-, ásványi sók-, vitaminok-, vagy más élelmiszerkomponensek bevitele miatt fogyasztjuk, hanem élvezeti értékük miatt kedvelt kiegészítői egy-egy étkezésnek vagy társadalmi összejövetelnek. Minden fogyasztónak megvan a kedvenc fajtája, pincészete, évjárata, tudja, hogy mennyire behűtve szereti fogyasztani. Jelenlegi munkám során is borokkal és pezsgőkkel dolgozom, mint beszerző az Aldi Magyarország Élelmiszer Bt.-nél és többek között a mindennapi munkám ihlette meg ezt a diplomamunka témát, mert számos bort és pezsgőt kóstolunk, azonban mindegyik eltér némileg a többitől. A hozzáértőbb fogyasztók az azonos évjáratú és egyazon szőlőfajtából készült borok esetén is képesek különbséget tenni az egyes tételek között, ez pedig felkeltette az érdeklődésemet, hogy mi állhat kémiai szempontból ennek a háttérében.

2. A MUNKA CÉLJA

Témaválasztás során elsődleges szempontom az volt, hogy olyan témát válasszak, amely hozzájárul az Aldi-nál a szakmai fejlődésemhez, mint bor-beszerző, illetve, hogy az élelmiszerbiztonsági- és minőségi mérnöki tanulmányaim során tanultakat is alkalmazhassam.

Diplomamunkám célja az volt, hogy a borszőlő termesztést és borkészítési technológiákat, a hazai borvidékeket és a bor egyes fitokémiai jellemzőit feltárjam, különös tekintettel a kékszőlőkre, azon belül is a Kékfrankos fajtára és a belőle készült borra vonatkozóan. Ismert, hogy ez egy nagyon nagy mennyiségben termesztett szőlőfajta Magyarországon, ezáltal széleskörben kedvelt és fogyasztott, amelyet nem csak fajtaborként, de számos cuvée „alapanyagaként” is felhasználnak.

A hipotézisem az volt, hogy az ország eltérő tájairól (borvidékeiről) származó Kékfrankos fajtaborok kémiai összetételében különbségeket tudok kimutatni, ezzel azt alátámasztva, hogy a borvidék termőföldjének és klímájának hatása van a borok minőségére és összetételére. A diplomamunkámhoz kiválasztott borok az évjárathatás kiküszöbölése érdekében kivétel nélkül 2021-es évjáratúak, ezzel csökkentve annak a hibának a lehetőségét, hogy az eltérő évjárat miatt jelentkezik különbség az egyes minták beltartalmi értékei között.

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

3.1. A borszőlő eredete

A borszőlő Carl von Linné svéd botanikus taxonómiája alapján a szőlőfélék (*Vitaceae*) családjába tartozik, azon belül is a borteremő szőlőkhöz (*Vitis vinifera*) tartozó fajokat jelöli (**1. ábra**). A szőlő világszerte az egyik legnépszerűbb haszonnövények közé tartozó gyümölcs, melyet széles körben termesztnek. Nagy mennyiségben tartalmaznak a fő tápanyagok mellett az egészségre is pozitív hatással bíró fitokémiai anyagokat, többek között antocianinokat, taninokat, fenolos vegyületeket, köztük rezveratrolt (Pezzuto, 2008).



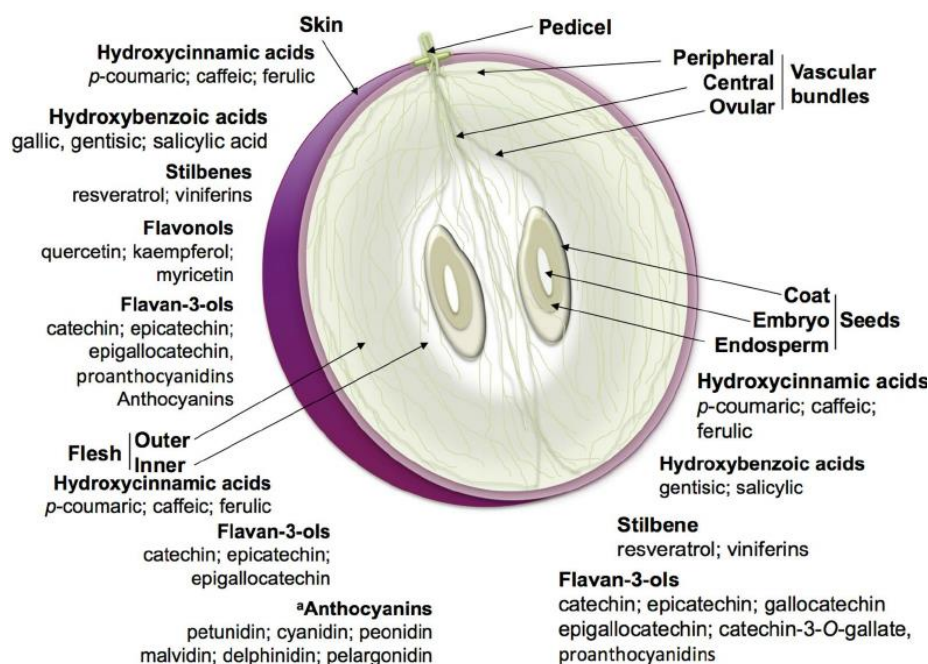
1. ábra: A *Vitis vinifera* botanikai ábrázolása (Internet 4)

A vadszőlő domesztikációja és termesztése az időszámítás előtti negyedik és hetedik évezredre tehető a Fekete-tenger és a mai Irán földrajzi területére. Számos borkészítésre utaló nyomot találtak az elmúlt évek régészeti feltárásai során, mint például a Közel-Keleten (szőlőtermesztésre utaló szőlőmagok régészeti földrétegekben), Görögországban (Krisztus előtti 5. század), Olaszországban (Krisztus előtti 9. század). Az európa térségben a szőlőtermesztés és borkészítés fellendülésének időszaka a Római Birodalom idejére tehető (Krisztus előtt 600-tól). Franciaországban is ekkor kezdett el fellendülni az ország területén áthaladó tengeri és szárazföldi kereskedelmi útvonalai miatt. *Érdekesség:* a francia vidéken olyan hatalmas méreteket öltött a szőlőtermesztés és borkészítés, hogy a korabeli császár (Domitianus) – az olasz területeken végzett hasonló tevékenységek védelme érdekében – elrendelte, hogy a meghódított francia vidék szőlőállományának felét vágják ki (Terral et al., 2010).

A *Vitaceae* család körülbelül 60 egymással keresztezhető *Vitis* fajt foglal magába, amelyek világszerte – Ázsia, Észak-Amerika, Európa szubtrópusi, mediterrán és kontinentális mérsékelt éghajlati övében is – megtalálhatóak. A *Vitis* fajok közül a *Vitis vinifera* rendelkezik a legnagyobb gazdasági jelentőséggel – bár más amerikai szőlők, úgy, mint például a *V. rupestris*, *V. riparia* vagy *V. berlandieri* is nagy jelentőséggel bírnak, mivel olyan genetikai tulajdonságokkal rendelkeznek, amelyek ellenállóvá teszik őket például a filoxérával, *Oidium*-okkal és más penészgombákkal szemben. A vadszőlő egy napfénykedvelő lián, amely jellemzően folyópartokon, vagy lombhullató erdőkben él. Elterjedése igen széleskörű, egész Nyugat-Európában, a Kaukázusokban, és a Földközi-tenger medencéjében is megtalálható, azonban az európai térséget súlytó filoxéravész és más kórokozók miatt a vadszőlőpopulációk jelentős mértékben csökkentek. (Terral et al., 2010).

3.2. A szőlőbogyók felépítése

A szőlőfürt két részből áll: kocsány és szőlőbogyók (gyümölcs). A kocsány aránya a szőlőfürt érésével csökken, érett állapotban a fürt tömegének 2-7%-át teszi ki. A kocsány cukrokban szegény, ásványi anyagokban, polifenolokban és cserzőanyagokban gazdag. A szőlőbogyó héja a **2. ábrán** is jól látható módon az epidermiszből (bőrszövet, az ábrán sötétlila) és az alatta lévő néhány sejtsornyi rétegből (az ábrán halványlila) áll. Ez tartalmazza azokat a színanyagokat (antocianidokat), amelyek a héjon áztatás során kioldódnak és a bor színét adják, de tartalmaz még stilbéneket, flavan-3-olokat, hidroxci-trómsavat (HCA) és hidroxci-benzoesavat. A héjszövet tápanyagban gazdag talajban növekvő szőlőnövény esetén több színanyagot képes felhalmozni. Vannak olyan fajták, amelyek húsa is tartalmaz színanyagokat – ilyenek például a festőszőlők, direkttermő szőlők. A héj a kocsányhoz képest nagyjából feleannyi polifenolt tartalmaz, a kékszőlők pedig nagyobb mennyiségben tartalmaznak színanyagokat, mint a fehér szőlőfajták. A héjban éretlen, zöld állapotban még inkább klorofillok (zöld), xantofillok (sárga) és karotinoidek (narancssárga) vannak jelen, az érés során ezekből kevés marad meg, és helyettük sárga (flavonok) és vörös (antociánok) pigmentek termelődnek, amelyek a zsendüléskor kezdenek el megjelenni, mennyiségi maximumuk a teljes érettségkor mérhető. A zsendülés július végén/augusztus elején kezdődik, míg a teljes érettség szeptemberre tehető, esetleg október elejére. A flavonok megtalálhatóak mind a héjban és a gyümölcshúsban, de az antocianinok a fenti kivételektől eltekintve csak a héj epidermiszében és az alatta lévő néhány sejtsorban vannak jelen. A kék és fehér szőlők epidermisze is tartalmaz kvercetinint (Kállay, 2010).



2. ábra: A szőlőbogyó felépítése és beltartalmi összetevői (Internet 5)

A bogyóhús a teljes szőlőbogyó tömegének 75-80%-át teszi ki a teljes érettségben. A sejtek nagy méretűek, nagy mennyiségű sejtnedvet tartalmaznak. A bogyóhús egy belső, húso-sabb, a magvakat körülvevő sejtrétegből, illetve egy középső és egy külső, lédúsabb sejtrétegből áll. A sejtek nagy mennyiségben tartalmaznak vizet, vízben oldható és oldhatatlan anyagokat, úgy, mint mono-, di- és poliszacharidokat, szerves és szervetlen savakat, flavonoid vegyületeket. A szőlőmag a bogyó magrügyéből nő, számuk normális esetben négy, kivételesen tartalmazhatnak többet, de jellemzően inkább kevesebbet. A magok teljes hiánya a borszőlőre nem jellemző, ez a tulajdonság inkább a csemege- és mazsolaszőlők sajátja. Újabb kutatások szerint minél több mag nő a bogyóban, annál kisebb a cukor- és nitrogén koncentráció, és annál több savat tartalmaz az érett gyümölcs. Összetételüket tekintve körülbelül harmadrészt tartalmaznak vizet, harmadrészt szénhidrátokat, a harmadik harmadot pedig olajok, cserzőanyagok, nitrogéntartalmú vegyületek, ásványi anyagok és zsírsavak adják. A magok felületén lévő kutikularétegben található cserzőanyagok és nitrogéntartalmú vegyületek egy része a héjon való erjesztés során kioldódik, azonban az olajok és fenolos anyagok a mag belsejében találhatóak, így vigyáznunk kell, hogy préselés során ezeket ne roppantsuk meg, különben bekerülnek a mustba és negatívan befolyásolják a bor minőségét (Kállay, 2010).

3.3. A borszőlő-, borkészítés- és árujelzők hazai jogszabályi vonatkozásai

Magyarországon minden borszőlőhöz kapcsolható tevékenységhez – adatszolgáltatási kötelezettség gyakorlása, a hegyközség képviselése a származás-, eredetvédelem és minőségi kérdésekkel kapcsolatban, rendezvények-, kiállítások szervezése, informatikai rendszer működtetése, hegyközségek és hegybírók kijelölése – tartozó hivatalt a Hegyközségek Nemzeti Tanácsa (továbbiakban: HNT) lát el. A hegyközség a 2012. évi CCXIX. törvény szerint egy köztisztviselői szerv, amelyet egy borvidék (és a borvidékből álló települések) szőlészeti- és borászati tevékenységet űző termelők tevékenységének előmozdítására, illetve az általuk termelt és előállított termékek származás-, minőség- és eredetvédelmére hoztak létre. Az adott borvidéken csak akkor folytatható borászati tevékenység, ha termelő a hegyközség tagja. Szőlészeti termelőnek minősül az, aki 1000 m²-nél nagyobb területet borszőlővel művel, valamint szőlő-szaporítóanyagot előállít, esetleg forgalmaz. A borvidék olyan termőhelyek összessége, amely egy szakigazgatási egységet képez, több településre kiterjedő, de hasonló éghajlati-, domborzati és talajtani tulajdonságokkal rendelkezik, valamint jellemző rá a hasonló fajtaösszetételű és művelésű ültetvény. A borvidékre jellemző a szőlő- és bortermelési hagyomány. Hegyközség akkor alapítható, ha egyazon területen nyilvántartásba vett ültetvények területe eléri a 300 hektárt, legalább tíz szőlészeti termelő folytat tevékenységet, engedélyezett borászati üzem áll fenn. Az önkormányzat a hegyközség legfelsőbb testülete, amely legalább évente közgyűlés keretein belül ülészik. A hegybíró olyan felelős személy, aki vezeti a hegyközséget, kiadja a szőlőgazdálkodáshoz és borkészítéshez kapcsolódó engedélyeket, kapcsolatot tart a helyi hatóságokkal és vámhatósággal, illetve a hegyközséget képviseli azokkal szemben, részt vesz a közgyűlésen. Az eredetmegjelölést és más földrajzi jelzések használatát a 1308/2013/EU európai parlamenti és tanácsi rendelet rögzíti. Az eredetmegjelölés lehet:

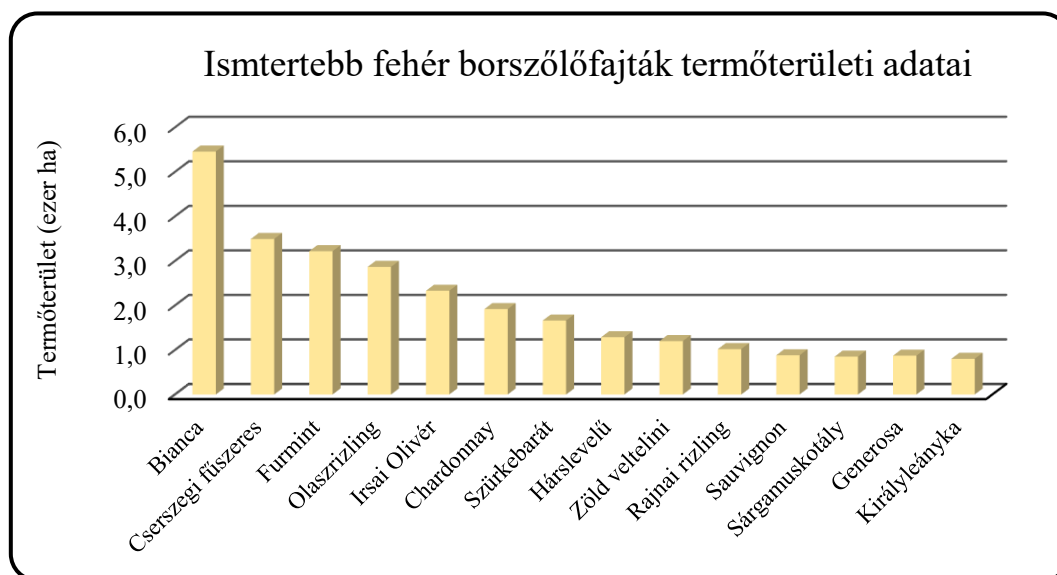
- OEM – oltalom alatt álló eredetmegjelölés: olyan árujelző, amely szellemi tulajdonjog védelme alatt áll, amely kész élelmiszereket, mezőgazdasági termékeket és borokat jelöl, ezek előállítása, feldolgozása és elkészítése *kizárólag* egy konkrét földrajzi területen történik.
- OFJ – oltalom alatt álló földrajzi jelzés: olyan árujelző, amely szellemi tulajdonjog védelme alatt áll, amely kész élelmiszereket, mezőgazdasági termékeket és borokat jelöl, ezek előállítása, feldolgozása és elkészítése *részben (boroknál legalább 85%-ban)* egy konkrét földrajzi területen történik (az agriculture.ec.europa.eu oldal nyomán).

Az eredetmegjelölés, mint árujelző a borok esetében akkor alkalmazható, ha a termék a *Vitis vinifera* fajhoz tartozó szőlőfajtából készült, a szőlő eredete és a termelése (a szüreteléstől a borkészítési folyamat végéig tartó tevékenységek összessége) az adott földrajzi területen történt, a késztermék minősége és jellemzői részben/egészben az adott földrajzi területre jellemző annak természeti (például éghajlat, mikroklíma) és emberi tényezőinek köszönhetően. A földrajzi jelzés, mint árujelző a borok esetében akkor alkalmazható, ha a termék a *Vitis vinifera* fajtából, vagy a *Vitis* nemzetséghez tartozó fajok kereszteződéséből származtatott szőlőfajtából készült, az előállítása az adott földrajzi területen történt, a feldolgozott szőlő legalább 85%-ban az adott földrajzi területről származik, a maradék 15% pedig a körülhatárolt területekről, de mindenképp abból a tagállamból/harmadik országból, amely a körülhatárolt területhez tartozik (1308/2013/EU; 2012. évi CCXIX. törvény). Magyarországon jelenleg közel 40 OEM-et és 6 féle OFJ-t különböztetünk meg (Magyarország Térinformatika Szőlőültetvény Regiszter nyomán).

3.4. Borszőlő fajták hazánkban

3.4.1 Jellemző borszőlő fajták hazai fehérbor készítéshez

Magyarországon több, mint 100 fehér borszőlőfajtát tesztenek a 26/2021. (VII. 29.) AM rendeletben meghatározott bortermő területeken. A **3. ábra** szerint a legnagyobb mennyiségben termesztett szőlőfajták közé tartozik például a Bianca, Csereszegi fűszeres, Furmint, Olaszrizling, Rajnai rizling, Irsai Olivér, Chardonnay, Szürkebarát és a Hárslevelű.

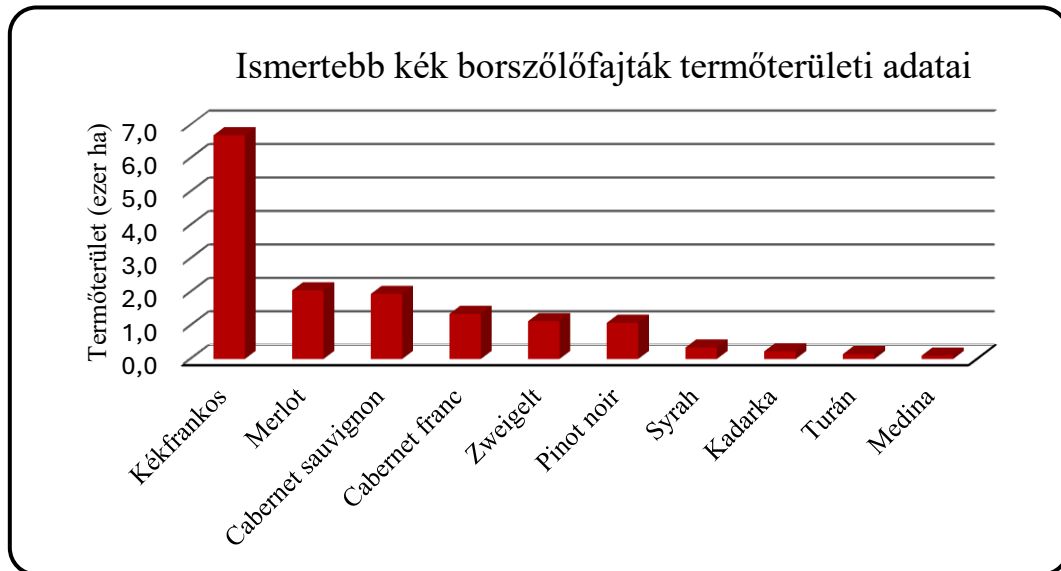


3. ábra: Magyarországi borvidékeken termesztett ismertebb fehér szőlőfajták ezer hektárra vetített termőterület függvényében, saját szerkesztés

(HNT, Borszőlővel beültetett fajták területi adatai, 2024 nyomán)

3.4.2. Jellemző borszőlő fajták hazai rozé- és vörösbor készítéshez

Magyarországon több, mint 60 kék borszőlőfajtát termesztenek a 26/2021. (VII. 29.) AM rendeletben meghatározott bortermő területeken. A **4. ábra** szerint a legnagyobb mennyiségben termesztett szőlőfajták közé tartozik például a Kékfrankos, Merlot, Cabernet sauvignon, Cabernet franc, Zweigelt és a Pinot noir.



4. ábra: Magyarországi borvidékeken termesztett ismertebb kék szőlőfajták ezer hektárra vetített termőterület függvényében, saját szerkesztés

(HNT, Borszőlővel beültetett fajták területi adatai, 2024 nyomán)

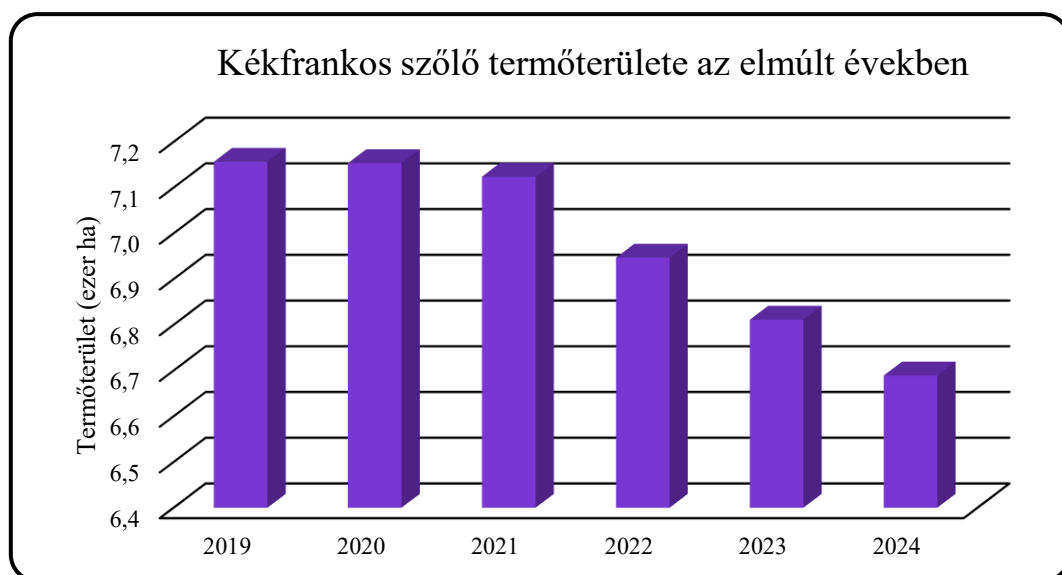
3.4.3. A Kékfrankos szőlőfajta

A Kékfrankos szőlőfajtát nem csak hazánkban, hanem Európa szinte számos országban termesztik még, többek között Németországban, Ausztriában, Csehországban és Szlovákiában. A megnevezései is igencsak sokfélék, a német nyelvterületeken „Blaufränkisch”-nak hívják, ami a német „blau” – kék színre-, és „Frankish” – Franconia/Frankföld régiójára utal, de találkozhatunk a Lemberger, Blauer Limberger, vagy Limberger, illetve a Frankovka, Francoina stb. megnevezésekkel is, amelyekből akár közel 40 is létezhet. A Kékfrankos egy későn érő fajta, jellemzően a többi kékszőlő szüretelése után szokták szedni, borának színe a rubintól a liláig terjed. A fajtabort tartalmazó palackok hátcímkején gyakran találkozhatunk az alábbi ízejegyekkel: „pirosbogyós”, „gyümölcsös”, „fűszeres”, „telt aromájú/testes” „karakteres savtartalmú” stb., amelyekkel előszeretettel jellemzik a tételt. Ahogy a vörösborokhoz, úgy jellemzően

a Kékfrankoshoz is marha-, bány-, vagy vadhúsból készült ételt szoktak ajánlani, de a fahordóban érlelt borok mellé nem ritka a csokoládés desszertek párosítása sem (Internet 6).

A Kékfrankos szőlőfajta eredete valószínűleg összefonódik a „Blauer Portugieser”-ével, mivel genetikai vizsgálatok azt mutatták, hogy ezek egymással közös alléllal rendelkeznek, csak úgy, mint a „Grüner Silvaner”-el. A szőlők eredetét 2007 és 2009 között végzett kutatásokkal sikerült igazolni, mivel ekkor a Német Szövetségi Élelmiszer -és Mezőgazdasági Minisztérium kutatást indított, hogy azonosítsák a fajták eredetét. A korábban hiányolt nőivarú őst egy úgynevezett „Blaue Zimmettraube”-ként azonosították ampelográfias (a szőlőfajták leírásával és rendszerezésével foglalkozó tudományág) módszerekkel, amelyet eredetileg Alsó-Stájerországban (ma Ausztria déli és Szlovénia északi területei) termesztettek nagy arányban (Maul et al., 2016).

A 3. és 4. ábrából jól látszik, hogy a fehér és kékszőlők közül is a legnagyobb mennyiségben termesztett szőlőfajta a Kékfrankos. Ezt a fajtát Magyarországon közel 7200 hektár területen művelik, amelyből majdnem 6700 hektáron terem. Az 5. ábra alapján meg kell jegyezni, hogy a Kékfrankos szőlőfajta termőterülete az utóbbi években jelentősen csökkent.



5. ábra: Magyarországi borvidékeken termesztett Kékfrankos szőlőfajta ezer hektárra vetített termőterületének alakulása, saját szerkesztés

(HNT, Borszőlővel beültetett fajták területi adatai, 2019-2024 nyomán)

3.4.4 Általános bor- és vörösbor-készítési technológia

1. Szüret, betakarítás: a szőlőt első lépésben leszüretelik, amely történhet kézzel vagy géppel. Kulcsfontosságú a szüret időzítése, mivel a szőlőszemek beltartalmi értékei (többek között a sav-, cukor- és víztartalom) a teljes érettség fázisa során is változnak. A korábbra időzített szüretkor a savtartalom magasabb, ez kedvez a fehérboroknak, mivel frissességet kölcsönöz, ha azonban túlérlik a szőlő, úgy az édesebb, vagy akár aszúsodott szőlőszemekből (a *Botrytis cinerea* által megtámadott bogyókból) különleges minőségű bort készíthetünk. A kézi szüret több emberi munkát és időt igényel, de itt lehetőség van szüret közben a fürtök válogatására, jellemzően a prémium, vagy különleges minőségű szőlők esetében jellemző (Tokaj és Champagne régió). A gépi szüret igényét már az ültetvény tervezésénél figyelembe kell venni a megfelelő sortávolság-, valamint a borvidék terepviszonyai miatt is (például a németországi Mosel-völgyben nem megközelíthető géppel a borvidék). Hátránya a gépi betakarításnak, hogy nem alkalmas az érett és éretlen szőlők megkülönböztetésére, nő a kockázata a szőlőfürtök sérülésének és csak a vertikális ültetvényeket lehetséges így szüretelni. *Érdekesség*, hogy új korszak nyílhat a szüretelésben, mivel már autonóm szüretelő robotokat tesztelnek, amelyek szenzorosan érzékelik és azonosítják, majd roncsolásmentesen szüretelik le az érett fürtöket (Missiroli, 2023).

2. Bogyózás és zúzás: a bogyózás röviden a szőlőbogyók kocsánytól való eltávolítását jelenti. Ennek fontos gyakorlati jelentősége van, mivel a kocsány is tartalmaz olyan, a bor minőségét hátrányosan befolyásoló vegyületeket, amelyek az erjesztés lépésekor kioldódnak, és a kelleténél nagyobb mennyiségű cserzőanyag és polifenolos vegyület kerül a borba. A zúzás során továbbá még oda kell figyelni, hogy ne alkalmazzunk túlzott nyomást, illetve a súrlódás is minimális legyen, mivel ekkor a magok összeroppanhatnak. A magokban található monomer flavan-3-olok proantocianidineket képeznek, amelyek fehérjekicsapást indukálnak, ezáltal erősítve a szájban az összehúzó hatás érzetét (Qianting et al., 2020).

3. Préselés: préselés során a már esetleg bogyózott és zúzott szőlőszemeket két frakcióra választják a présgép segítségével: must (folyékony fázis) és törköly (szilárd fázis). A függőleges présgépek az emberi lábbal történő taposást szimulálják, felfelé/lefelé irányba fejtenek ki nyomást, miközben a must átszűrődik a szilárd részeken (héj, magok). A szendvicsprések a két görgőréteg között lévő szőlőmennyiséget folyamatosan ellapítják, kipréselik belőle a mustot. *Érdekesség* egy újonnan alkalmazott, a Kanári-szigetektől indult technológia, a membránprés, amelynél a nyomást a membrán sűrített levegővel, vagy vízzel történő feltöltésével érik el, amellyel nagyobb szintű kontroll érhető el a préselés során (Darías et al., 2004).

4. Fermentáció: a bor erjesztése az egyik legrégebbi, emberek által alkalmazott biofolyamat, de az elmúlt évszázad technológiai vívmányai – kémiai kinetika, hőátadás, számítógépes folyadékdinamika – forradalmasították az alkalmazott erjesztési folyamatokat. A modern borerjesztési kinetika elemzésekor vizsgálhatjuk a borélesztő (*Saccharomyces cerevisiae*) növekedését, cukorfogyasztását, elsődleges és másodlagos metabolitjainak- és az etanol termelését, valamint a hőfejlődést. Az élesztők növekedése függ a cukor, illetve a nitrogénkoncentrációtól is, mivel a szaporodáshoz ezeket a tápanyagokat is felhasználják a sejtek. A must általában, élesztők számára elérhető nitrogéntartalma 100-350 mg/l, a cukorkoncentráció pedig 150-300 g/l, vagyis a nitrogén nagyságrendi mennyiséggel kisebb koncentrációban van jelen. Éppen emiatt limitáló tápanyagnak tekinthető, ezért a növekedés beindításához és fenntartásához a musthoz nitrogént kell adagolni, hogy megfelelő tápanyag ellátottságot biztosítsunk az élesztősejteknek. A fermentáció függ továbbá a kezdeti sejt koncentrációtól, a keletkező elsődleges és másodlagos metabolitok- és az etanol mennyiségétől, biokémiai folyamatoktól (DNS replikáció, fehérjeszintézis, tápanyagfelvétel, anyagcseretermékek környezetbe juttatása) és azok sebeségétől, valamint a hőmérséklettől (Miller és Block, 2020).

5. Filtráció: a keresztáramú mikrofiltráció (cross-flow microfiltration – CFMC) olyan membrános eljárás, ahol csökkenthetővé válik a szűréshez használt segédanyagok mennyisége, a derítés szükségessége, így egy folyamaton belül megvalósítható a mikrobiális stabilizáció (az erjesztés leállítása) és a steril szűrés is. Legnagyobb hátránya ennek a módszernek, hogy a membránok könnyen és visszafordíthatatlanul eltömődnek, amely által a fluxus (fajlagos szűrletteljesítmény) csökken. Az eltömődés fokozatosan történik, amelyben főként a polifenolok, poliszacharidok, élesztőgombák és az esetleg jelenlévő baktériumok vesznek részt, okozhatnak adszorpciót, póruseltömődést, lerakódást, vagy akár gélképződést (Rayess et al., 2016). A filtráció további hátránya, hogy a nem megfelelő pórusméret megválasztásával romolhat a bor minősége. Egyes kutatásokban azt figyelték meg, hogy például a 0,65 µm pórusméretű membránnal történő szűrés következtében a vizsgált Cabernet sauvignon bor esetében csökkentést írtak le a vörös szín-, illetve a szűrés előtt és után mért, körülbelül 100 azonosított aromavegyület közül 12 koncentrációjának tekintetében. Mindezek ellenére a kis pórusméretű membránokat alkalmazzák a borok steril szűrésére, főként a romlást okozó *Brettanomyces bruxellensis* élesztőgombaszám csökkentésére. A steril szűréshez az optimálisan választandó szűrőmembrán 0,45 µm porozitású (Umiker et al., 2012).

6. Érlelés: az érlelés egy olyan eljárás, amely a bor tartósítására és tulajdonságainak javítására szolgál. A borkészítés legkorábbi időszakában (Krisztus előtti évezredek) az érlelést

főként agyagedényekben és amforákban végezték, azonban a Római Birodalomban – főként az agyag nehéz hozzáférhetősége miatt – elkezdték a fahordós tárolást és érlelést. Az oxidatív érlelés színtere a hordó, redukív érlelés pedig rozsdamentes acéltartályban és borospalackban történhet. Az oxigén mellett az érés során fontos tényező még a hőmérséklet, fényviszonyok, utóerjedés/mikrobiális szaporodás és a tárolási idő. A hordós érlelés során a fa anyaga aktívan részt vesz a bor összetételében bekövetkező változásokban, mivel a fából fenolos és aromás vegyületek is kioldódhatnak a borba, ezzel javítva annak tulajdonságait. A hordók legkedveltebb alapanyaga a tölgy, de kísérleteznek gesztenye, cseresznye, vagy akár eperfa hordókkal is. A palackos tárolás során is végbemehetnek kémiai folyamatok a borban, azonban itt rövidebb a tárolási idő, jellemzően néhány hónap. *Érdekesség*, hogy a borok faforgáccsal együtt történő érlelésekor elhagyható a tölgyfahordó, és a meghatározott idejű tárolás során szintén kialakulnak a hordós érlelésre jellemző íz- és aromaanyagok (Carpena et al., 2020).

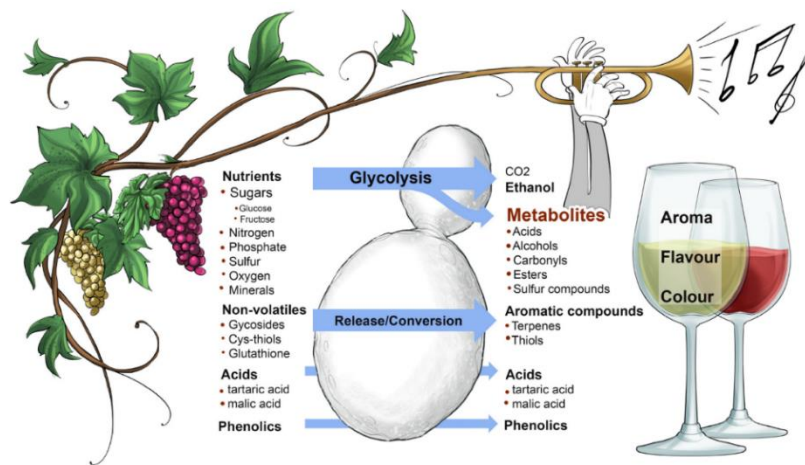
Vörösborok: a leghosszabb ideig héjon erjedő bortípus, ahol a bogyózott és préselt szőlőszemeket kontrollált körülmények között napokig, vagy akár egy-két hétig is ázni hagyják. Az optimális erjedéshez célszerű a must hőfokát beállítani, hogy hideg áztatási hőmérsékletet biztosítsunk az antocianinok és aromaanyagok kioldódásához a szőlőhéjból. Minél hosszabb ideig tart az áztatás, annál jobban kioldódnak ezek az anyagok és az áztatás idejének növelésével egyre karakteresebb bort kapunk (Genc et al., 2017). A vörösborok készítéséhez Eperjesi (2010) szerint a fehérborokkal ellentétben nem alkalmas a botritiszes szőlő, hanem csak a teljes érettségű, de legfeljebb a túlérés legelején álló bogyók. A héjon erjesztés során képződő alkohol fehérjedenaturáló hatású, amely növeli a fehérjetaszakok permeabilitását, ezáltal a szín- és cserzőanyagok kioldását. A kioldódási koncentráció függ az időtől, a folyamat elején gyorsabb, de a héjon áztatás nyolcadik napja körül lassul a folyamat. A túl hosszú ideig történő áztatás hatására a bor „húzó” lesz és túlzott mértékben kiáznak a keserű ízanyagok, amely hatás a bogyókból származó éretlen magfenoloknak tulajdonítható. A kocsány jelenléte kritikus, mivel a szárrészek szintén túl nagy mennyiségű, durva ízű fenolos vegyületet tartalmaznak.

3.5. A borszőlő erjedésének mikrobiológiai és kémiai háttere

Mikrobiológia: a borszőlő erjedéséhez *Saccharomyces cerevisiae* élesztőt alkalmazunk, de a szőlőszemek felületén természetes módon előfordulnak vadélesztő- és baktériumfajok (tejsavbaktériumok: *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Gluconobacter* és *Acetobacter* nemzetségek, vadélesztők: a *Hanseniaspora*, *Candida* és *Pichia* nemzetségek). Nem minden

élesztőgomba bizonyul hasznosnak, mivel vannak olyan technológiailag inaktív fajok – *Basidiomycota* és *Ascomycota* – amelyek nem képesek a szőlő cukortartalmának hasznosítására, illetve a borban lévő körülményeket (alkohol- és savtartalom) sem élnek túl. A baktériumfajok közül a túl nagy mennyiségben jelenlévő ecetsavbaktériumok jelentős „károkat” okozhatnak a borban, mivel savanyú rothadást idézhetnek elő a szőlőszemekben, illetve a túlzott ecetsav termelődés miatt a bor túl savanyúvá, ihatatlanná válik. A malolaktikus erjedés tipikus okozója az *Oenococcus oeni* tejsavbaktérium. Sok borász úgy véli, hogy a malolaktikus fermentáció jót tesz a boroknak, mivel lágyítja, „kerekíti” az ízeket, de ha nagy mennyiségben történik az almasavbontás, akkor túlzottan vajas aromája lesz a bornak (Kántor et al., 2015).

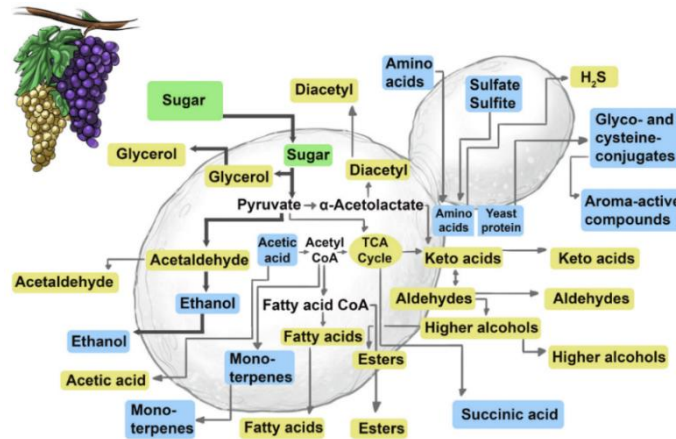
A *S. cerevisiae* élesztő hatására a szőlőben lévő szénhidrátok, ásványi anyagok és illékony vegyületek átalakulnak és szén-dioxid, etil-alkohol, észterek és kénvegyületek (szulfitok) keletkeznek belőlük (6. ábra). A fenolos vegyületek és a savak nagyrészt érintetlenül maradnak, az élesztősejtek nem hasznosítják őket. Az élesztősejtek által módosított vegyületek közül számos olyan akad, amely hozzájárul a bor szín-, íz-, illat- és aromaprofiljához. A kereskedelmi forgalomban kaphatók olyan *S. cerevisiae* törzsek, amelyek alacsony/semmilyen koncentrációban nem termelnek hidrogén-szulfidot, mivel az ronthatja a bor minőségét (Isak, 2016).



6. ábra: Íz-aktív vegyületek szintézise cukor, aminosavak és kén anyagcseréjéből borélesztő segítségével (Isak, 2016)

A 7. ábra azt szemlélteti, hogy az egyes kiindulási vegyületekből a *S. cerevisiae* anyagcserefolyamatainak hatására milyen vegyületek képződnek, amelyek felelősek a borok íz- és aromaanyagaiért. Az ábra alapján a cukorból készül például a glicerin, acetaldehid, etanol; a szulfitokból és szulfátokból hidrogén-szulfid; az ecetsavból észterek, zsírsavak és borostyánkősav (Isak, 2016). Sablayrolles (2009) szerint a *S. cerevisiae* a kontrollált körülmények között történő borkészítés során használt legfőbb élesztőgomba, mivel magas erjedési kapacitással

rendelkezik. Az elmúlt néhány évtizedben a boripar szakított a spontán erjedés intézményével, és a kereskedelmi forgalomban kapható starterkultúrák vásárlásával igyekeznek a kontrollált körülményeket fenntartani. Ma jelenleg több, mint 200 *S. cerevisiae* törzs kapható kereskedelmi forgalomban, amelyek más és más erjedési kinetikával rendelkeznek.



7. ábra: A must borrá alakítása a *S. cerevisiae* élesztő anyagcseréjének hatására (Isak, 2016)

Kémia: a bor erjedésének kiindulási alapja a szőlő természetes cukortartalma. Az élesztők az anyagcserefolyamataik révén a sejtmembránon keresztül felveszik a cukrot, amelyből glikolízis útján egy glükóz molekula kettő piruváttá oxidálódik, amely során kettő ADP-ből kettő ATP termelődik másodlagos anyagcseretermékek – tejsav, glicerin, ecetsav, acetoin, magasabb rendű alkoholok, kén tartalmú aminosavak – mellett. A következő lépésben a piruvát molekula dekarboxileződik. Az acetaldehid etanollá redukálódik a NADH⁺ koenzim segítségével, amelyből NAD⁺ keletkezik. Ez egy exoterm folyamat, amely kockázatos lehet az élesztősejtek optimális szaporodása és működése szempontjából. A teljes folyamat kettő-négy hétig is eltarthat a hőmérséklettől-, savtartalomtól-, alkoholkoncentrációtól- és a tápanyagtartalomtól függően. Az erjedéshez elengedhetetlen a nitrogén, mivel ez szükséges azoknak a fehérjéknek az előállításához, amelyek az élesztősejtek membránjában található, és ezek felelősek a cukormolekulák transzportjáért. Az optimális hőmérséklet 10-30°C között van, fehérboroknál 10°C-os kezdeti erjedés kontrollált hőmérsékleten, majd a hűtés lekapcsolásával 16-18°C elérése. A vörösborokról általánosságban elmondható, hogy magasabb hőmérsékleten erjednek (Szövényi és mtsai, 2022). Nyitrai és munkatársai (2017) szerint a vörösborok optimális pH értéke 3,4-3,5 körüli, köszönhetően az erjedés során keletkező savaknak, de más nemzetközi ajánlások is vannak. A pH befolyásolja az antocianinok színét, mivel a pH változásával a termék színe irreverzibilisen megváltozhat. A vörösborok fogyasztók által elfogadott pH értéke 3,3 és 3,8 között van (metlertoledo.com oldal nyomán).

3.6. Modern borkészítési technológiák

Reduktív technológia: a szőlőben jelenlévő illóanyagok jobb megtartásával jobb minőségű-, és a fogyasztók által nagyobb kedveltségű borok állíthatók elő. A reduktív technológia során az erjesztés levegőtől elzártan történik, vagyis megakadályozzuk a fenolos oxidációt. Az alkoholos erjedés egy reduktív folyamat, az élesztőgombák az anyagcseréjük során felhasználják a rendelkezésre álló oxigént. A zúzás a legkritikusabb lépés a reduktív technológiában, mivel ekkor az oxigénfogyasztás mértéke magas lehet és a polifenol-oxidáz enzimek munkája révén a polifenolok oxidációja túlzott mértékben mehet végbe. Ennek kiküszöbölésére ígéretes technika lehet az inert atmoszféra, amellyel megelőzhetőek a nemkívánatos oxidációs folyamatok, továbbá csökkentheti ezt a kockázatot az aszkorbinsav és a kén-dioxid alkalmazása is (Antonelli et al., 2010). A reduktív technológia során a borkészítés korai fázisában adagolt aszkorbinsav és kén-dioxid korlátozza az oxigénnek való kitettséget, így megakadályozza a prekursorok elvesztését és a tiolok diszulfiddá történő oxidációját, amely hozzájárul az aromák „ellaposodásához”. Ezek az adalékanyagok továbbá megakadályozzák az oxidált fenolos vegyületekkel végbemenő addíciós reakciókat és a must barnulását a kinonokká történő enzimatis oxidációja miatt (Baiano et al., 2012).

Biogén amin koncentráció visszaszorítása: A biogén aminok prekursor aminosavakból dekarboxilezéssel képződnek a fermentáció során, túlzott mennyiségben fogyasztva fejfájást, allergiás reakciót, vagy emésztési panaszokat okozhatnak. A borokban történő almasavbontás fontos lépés, mivel kerekíti és lágyítja az ízelet, azonban a tejsavbaktériumok által történő malolaktikus fermentáció során a biogén aminok termelődésének kockázata magas. A *S. cerevisiae* élesztő mellett, de az azt nem gátló hatású *Schizosaccharomyces pombe* használata korlátozhatja a tejsavbaktériumok aktivitását, amellyel csökkenthetővé válik a biogén aminok mennyisége. A borban jellemzően hisztamin, kadaverin és putreszcin fordulhat elő, azonban egy másik tanulmány arra enged következtetni, hogy *Hanseniaspora vineae* alkalmazása során is csökkenthetővé válik a biogén aminok koncentrációja (Mylona, 2016).

A kén-dioxid használatának csökkentése: a borokban alkalmazott kén-dioxid a romlást okozó mikroorganizmusok szaporodását akadályozza meg (például a *Brettanomyces bruxellensis* és a *Zygosaccharomyces rouxii*), amelyek mellékízeket és gázokat termelnek a borban. A kén-dioxid alkalmazása ezen mikroorganizmusok növekedésének gátlására szolgál, azonban szigorú szabályozás alá esik, mivel allergénként viselkedik. Ezt a borok csomagolásán is fel kell tüntetni a 1169/2011/EU rendelet szerint. A *S. cerevisiae* élesztőt nem gátló törzseket

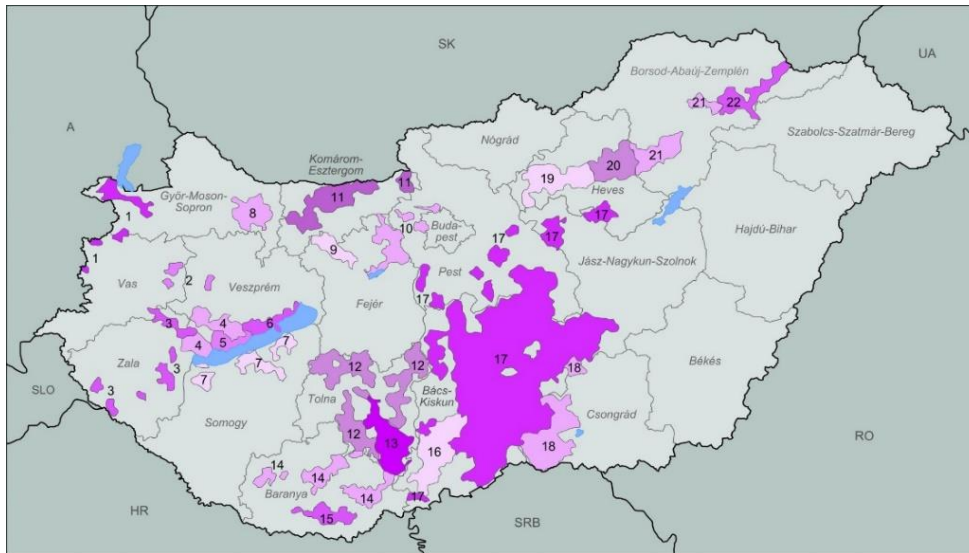
(*Pichia*, *Wickerhamomyces*, *Metschnikowia*) oltottak be borokba, amelyek gátolták a *B. bruxellensis* és a *Z. rouxii* növekedését, mivel velük antagonistaként viselkednek és killer toxint termeltek (Kuchen et al., 2019).

Nem *Saccharomyces cerevisiae* élesztős beoltás: az elmúlt évtizedekben a *S. cerevisiae* élesztőgombával való beoltás a borkészítés során mindennapossá vált. Ezt alátámasztja, hogy többszáz féle előre kiszertelt *S. cerevisiae* készítmény áll a borászok rendelkezésére. Az alkoholos erjedés 4 V/V%-os eléréseig az etanolra nem érzékeny törzsek (*Hanseniaspora*, *Kloeckera*, *Candida*) nem gátlódnak és a spontán erjedés meg tud indulni. Az etanol koncentrációjának növekedésével ezeknek a törzseknek az aránya csökken, és a közepes alkohol-rezisztenciájú törzsek (*Lachancea*, *Torulaspóra*) szaporodnak fel. A nem *Saccharomyces* fajok alkalmazásával lehetőség nyílik az alkoholtartalom- és a malolaktikus aktivitás csökkentésére, az alkalmazott fajtól függően a pH csökkentésére/növelésére és a fajtaaromák fokozására a magasabb koncentrációban termelt gyümölcsös észterek által (Benito et al., 2019).

A borok színének javítása forró macerációval és mustpótlással: a vörösborok színéért felelős elsődleges pigmentek az antociánok, amelyek mennyiségét elsősorban a fajta-, a szőlő érettségi állapota-, az összetevők extrahálhatósága és a macerációs folyamatok határozzák meg. Az antociánok vízben oldódó vegyületek, ezért már a maceráció első pillanatától kezdve kioldódnak, függetlenül az etanol koncentrációjától, de fontos megjegyezni, hogy az etanol növeli a héjban található sejtek permeabilitását, ezzel segítve a színanyagok környezetbe történő kiürülését. A héj szerkezetének megbontása elérhető a hőmérséklet emelésével is (forró erjesztés), vagyis a héjon áztatás előtt a héjszerkezetet a hőmérséklet megemelésével megbontják. Az antociánok a pH-tól függően szerkezeti átalakuláson mennek át, savas közegen vörös színűek, semleges pH körül ibolyaszínűek, lúgos közegben azonban visszafordíthatatlanul elbomlanak. A pH alacsonyan tartására egy megoldás a mustpótlás, vagyis az érett szőlő levének egy bizonyos százalékát éretlen szőlő levével helyettesítik, így az alkoholos erjedés előtt csökkenthető a must pH értéke (Piccardo et al., 2019).

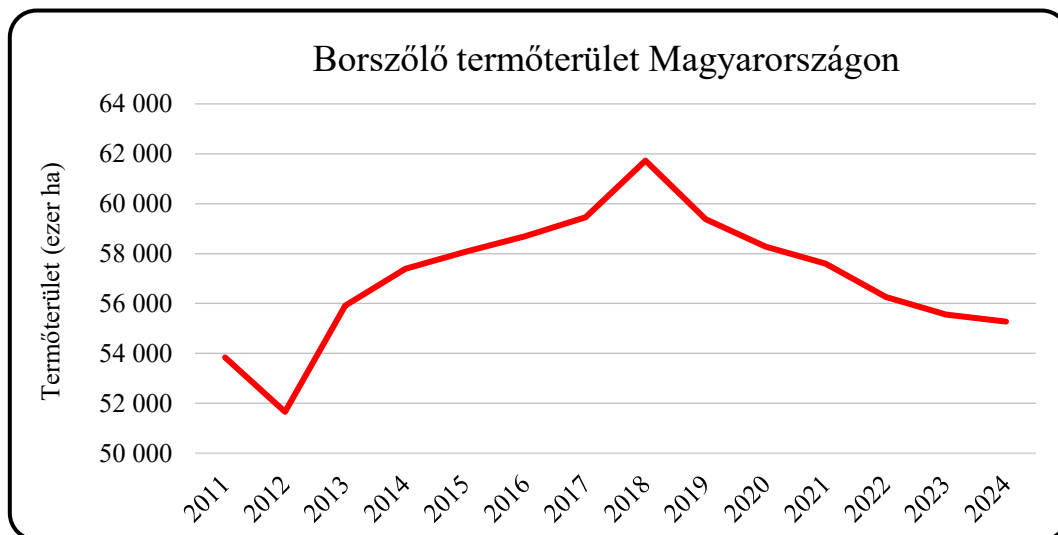
3.7. Magyarországi borrhégek és borvidékek, jellemzőik

Magyarország területén a bejegyzett borfajtákat borvidékeken, illetve borrhégekben termesztik. Összesen 6 borrhég, és ezen belül 22 borvidék alkotja hazánk hivatalos bortermő területeit. A **8. ábrán** az ország borvidékei láthatóak.



8. ábra: Magyarország borvidékei (Internet 7)

Hazánk borszőlő termőterületi adatai igen érdekesen alakultak az elmúlt másfél évtizedben, amely adatokat a **9. ábra** mutatja be.



9. ábra: Hazai borszőlő termőterületek összesítése, saját szerkesztés

(HNT, Borszőlő termőterület statisztika nyomán)

Magyarország borvidégeinek klimatikus tényezői bár egyes borvidékek tekintetében hasonlítanak egymásra, a domborzati különbségek és a földrajzi elhelyezkedésük miatt más tulajdonságaikban mégis eltérnek. Az egymáshoz közelebb eső borvidékeken hasonló az éves napsütéses órák száma, -átlagos csapadékmennyiség és az -átlagos középhőmérséklet. A napsütéses órák száma az ország északi részén fekvő borvidékek esetében évi átlagos 2000 óra, vagy annál kevesebb, míg a délebbre fekvő területeken (főként az Alföldön) 2000 óra, vagy annál több. A csapadékeloszlásban egy kivételtől eltekintve (Mátrai borvidék) nagy ingadozásokat nem

figyelhetünk meg, minden borvidéken átlagosan évi 450-700 mm éves csapadékmennyiség hullik. Az éves középhőmérsékleti adatok is kiegyenlítettek, átlagosan 10,8°C, a hőmérsékleti adatsor szórása pedig 0,59°C. A borvidékek borrégiókba tartoznak. A klimatikus tényező és borrégió adatokat az **1. táblázat** szemlélteti (Agrárminisztérium, Eredetvédelem és Termékleírások, 2012-2024-es adatok nyomán).

1. táblázat: Borvidékek klimatikus tényezői, saját szerkesztés (Agrárminisztérium, Eredetvédelem és Termékleírások, 2012-2024-es adatok nyomán)

Borrégió	Borvidék	Napsütéses órák száma (óra/év)	Átlagos csapadékmennyiség (mm)	Átlagos középhőmérséklet (°C)
Balaton	Somló	1950-2000	650-700	-
Balaton	Zala	1950-2000	650-700	9-11
Balaton	Balaton-felvidék	1950-2000	650	11-12
Balaton	Badacsony	1934	640	11,2
Balaton	Balatonfüred-Csopak	1950-2000	650-700	11-12
Balaton	Balatonboglár	2000	623	10,6
Felső-Pannon	Sopron	1900-2000	550-650	-
Felső-Pannon	Pannonhalma	2000	550-650	10
Felső-Pannon	Mór	-	600-650	10
Felső-Pannon	Etyek-Buda	-	650	9,5-10,5
Felső-Pannon	Neszmély	1950-2000	550-650	-
Pannon	Tolna	1800-2070	590	11,8
Pannon	Szekszárd	2050-2100	598	11,3
Pannon	Pécs	2000-2070	600	10,5-10,8
Pannon	Villány	-	700	11
Duna	Hajós-Baja	2000	450-500	11-12
Duna	Kunság	2000	450-500	10-11
Duna	Csongrád	2200	450-500	-
Felső-Magyarország	Mátra	1900-2000	356-903	10,5
Felső-Magyarország	Eger	1964	592,6	10,65
Felső-Magyarország	Bükk	1950-2000	500-550	-
Tokaj	Tokaj	2009	525	10,8

3.7.1. Soproni borvidék: A Soproni borvidék az ország legnyugatibb részén, javarészt Győr-Moson-Sopron, illetve kisebb területen Vas megyében található, a Fertő-tótól délre. A borvidék talaját adó gnejsz és csillámpala a földtörténeti ókorban képződött. Jelentős talajösszetevők a kavics, pala, mészkő, de nagy aránnyal van jelen a barna erdőtalaj, az agyag és a lösz. Klímáját tekintve nyáron hűvösebb, csapadékosabb, a tél is enyhébb. Mikroklímájának hatása van a Fertő-tónak (Bede, 2013; Agrárminisztérium, 2012-2024).

3.7.2. Somlói borvidék: Magyarország egyik legkisebb borvidéke, termőterülete Vas- és Veszprém megyében található, a Balatontól kissé északnyugatra. Talajának alapja vulkanikus, amelyre homokos és agyagos rétegek, bazalttörmelék, bazalttufa és lösz, illetve barna erdőtalaj rakódott. Klímája átlagos, olyan, mint az ország többi részén, a fagykár nem jellemző (Bede, 2013; Agrárminisztérium, 2012-2024).

3.7.3. Zalai borvidék: A borvidék területe legnagyobb részén Zala megyében található, kisebb területen nyúlik csak át Vas megyébe. A szőlőtáblák a Balatontól nyugatra-, és dél-nyugatra találhatóak. A talaját a néhai Pannon tenger üledékére rakódott lösz alkotja, de tartalmaz még agyagot és barna erdőtalajt is. A klíma kedvez a szőlőtermesztésnek, mivel a csapadékmennyiség bőséges, (Bede, 2013).

3.7.4. Balaton-felvidéki borvidék: Területe Veszprém- és Zala megyében található. Területére is hivatkozhatunk úgy is, mint a Káli-medence. Talaja jellemzően bazalt, vulkáni tufa, dolomit, márga és barna erdőtalajok keveréke, de előfordul a pannonhomok és a magas vasoxid tartalmú vöröstalaj is. Klímája a Badacsonyi borvidékhez hasonló (Bede, 2013).

3.7.5. Badacsonyi borvidék: A borvidék területe egybefüggő, Veszprém megyében a Balaton északi partján, vele közvetlen szomszédságban helyezkedik el. Alapkőzetét a bazalt adja, amelyre az évezredek alatt homokos és agyagos talajok rakódtak. Továbbá a vulkanikus kőzet, a lösz, a bazalt és a bazalttufa is jellemző talajösszetevők. Klímája optimális a szőlőtermesztéshez, a Badacsony megvédi a szélről, de a Balaton óvja a szélsőséges időjárástól. Sok napsütés, szubmediterrán klíma jellemzi. A Badacsony miatt a területre jellemző mikroklíma alakult ki (Bede, 2013; Agrárminisztérium, 2012-2024).

3.7.6. Balatonfüred-Csopaki borvidék: A borvidék területe szintén Veszprém megyében, a Balaton északi partján, a Badacsonyi borvidéktől jobbra, a Balaton közvetlen szomszédságában található. Talaja főként márga, dolomit, bazalt, homokkő és vulkáni tufa tartalmú, de a 10-12 km hosszú borvidék egyes területein eltérő az összetételi arány. Klímája a Badacsonyi borvidék

klímájához hasonlít, mentes a szélsőségektől. A területen szintén érződik a Badacsony és a Balaton adta mikroklíma (Bede, 2013).

3.7.7. Balatonboglári borvidék: A borvidék a Balaton déli partján, Somogy megye területén helyezkedik el, részben szomszédosan a Balatonnal. A talaj alapját agyag és homok adja, amelyre lösz rétegződik. A Balaton szintén mikroklimatikus hatással van (Bede, 2013).

2.7.8. Pannonhalmi borvidék: A borvidék egy dombság, ami Győr-Moson-Sopron megye keleti-, délkeleti részén található egybefüggő terület. Talaja vegyesen tartalmaz lösz, agyagot, márgát, barna erdőtalajt és homokot is. Klímája a napsütéses óraszám miatt megfelel a szőlőtermesztéshez (Bede, 2013).

3.7.9. Móri borvidék: Lokációja Fejér megye északi részén található, a Vértes- és a Bakony-hegység között. Dűlői szinte csak a Vértes délnyugati részén találhatóak, mivel a Bakony hegy oldala alkalmatlan a szőlőtermesztésre. Talaja nagyrészt mészkő, kevés világos agyaggal, kavicsal és lösszel. Klímája igen kedvező a szőlőtermesztéshez (Bede, 2013).

3.7.10. Etyek-Budai borvidék: Területe javarészt Fejér megye Pest megyével határos részén és a Velencei tó északi területein található. Ez a Budapesthez legközelebb található borvidék – főleg, mivel egy része egészen Budáig nyúlik, illetve Etyek is csak 25 kilométerre van a fővárostól. Talaja főként mészkő, dolomit, lösz és gránit tartalmú. Klímája hűvösebb, de cserébe átlagos csapadékeloszlású (Bede, 2013).

3.7.11. Neszmélyi borvidék: a Vértes nyugati és északi lejtőin helyezkedik el, Komárom-Esztergom közepén. Dűlői a Vértes hegyoldalán és a Gerecse lejtőin találhatóak. Talaja egyszerű, löszön, homokkövön és márgán kialakult barna erdőtalaj. Klímája előnyös a szőlőtermesztéshez, sok a csapadék és a napsütéses óraszám, a hőingadozás nem jellemző (Bede, 2013).

3.7.12. Tolnai borvidék: A borvidék szinte egész Tolna megyét elfoglalja, de átnyúlik Fejér-, Bács-Kiskun- és Baranya megyékbe is. Területileg az ország középső, déli részén található. Talaja döntően löszös, helyenként előfordulhat barna erdőtalaj. Klímája rendkívül napsütéses, a fagykár ritka (Bede, 2013).

3.7.13. Szekszárdi borvidék: Szintén Tolna megyében helyezkedik el, azonban annak keleti és déli felén, a Tolnai borvidékhez képest délebbre. Talaja javarészt löszből áll, de néhol homokos közettörmelékre és vályogtalajra bukkanunk. Éghajlata igazán az Alföldre jellemző, a nyár meleg, a fagy ritka, a napsütés sok, az eső pedig kevés (Bede, 2013).

3.7.14. Pécsi borvidék: A borvidék Baranya megyében, a Tolnai és a Szekszárdi borvidéktől délre található. A talajt különböző, vulkáni eredetű kőzetek alkotják, melyre lösz és pannon homok települt, de helyenként találkozhatunk barna erdőtalajjal is. Klímája hasonlít a Szekszárdi és a Tolnai borvidékhez, magas hőmérséklet és napsütéses óraszám jellemzi, már-már mediterrán hatású (Bede, 2013).

3.7.15. Villányi borvidék: A borvidék lokációja az ország legdélebbi részén, azon belül is Baranya megyében található. Talaja nagyrészt mészkő alapra rétegzett lösz és vörösiszap. Klímája szubmediterrán jellegű, a borvidékek közül átlagosan ez a legmelegebb. Enyhe tél jellemzi, a fagy tavasszal és ősszel sem jellemző (Bede, 2013).

3.7.16. Hajós-Bajai borvidék: Ez a borvidék több másikkal is, keletről és délről a Kunsági, nyugatról pedig a Szekszárdi borvidékkel szomszédos. A területe az ország középső, déli részén, Bács-Kiskun megyében helyezkedik el. A Duna üledékre rétegződött löszös vályogtalaj és lepelhomokkal borított agyagtalaj a termőföldet. Nyáron tombol a hőség, viszont a téli hőmérséklet enyhébb, a csapadék jól meg tud maradni a talajban. Kiemelendő, hogy az ősztől kezdve, száraz és napos, a decemberben érkező fagy pedig kedvez a jégbor készítéséhez (Bede, 2013).

3.7.17. Kunsági borvidék: Magyarország legnagyobb borvidéke, területe az Alföld nagy részét elfoglalja. Bács-Kiskun megyében található, de egyes részei átnyúlnak Pest-, Jász-Nagykun-Szolnok- és Heves megye területére. Talaja a nagy kiterjedéséből fakadóan változatos: meszes- és löszvályogos homok, humuszban szegény futóhomok-, tápanyagban gazdag löszös homoktalaj. Klímája a többi borvidékhez képest a legkontinentálisabb, a telek hidegek és gyakran a fagy is jellemző, a nyár pedig rendkívül napos, forró (Bede, 2013).

3.7.18. Csongrádi borvidék: A területe az ország déli részén, Csongrád megyében található. Talaja vegyesen tartalmaz lösz, futóhomokot, meszes homokot és tiszai eredetű fekete földet. Klímája csapadékszegény, ami a nagy mennyiségű és tápanyagszegény homokos talajjal is összefügg, és ha a növényzet túl is élte a nyári extrém magas hőmérsékleteket, akkor túl kell élnie a téli erős fagyokat is (Bede, 2013).

3.7.19. Mátrai borvidék: Ez a borvidék már az ország keleti részéhez tartozik, területe Heves megye középső és nyugati felén található. Talaja változó, mészben szegény, barna erdőtalaj, helyenként lösz és agyagos üledék, valamint humuszos homok is található itt. Időjárása kedvezőbb, mivel a Mátra mikroklímája védi a szőlőtőkét az északi szelektől, és emiatt a fagy sem jellemző (Bede, 2013).

3.7.20. Egri borvidék: Területe a Bükk-hegység völgyeiben található, Heves Megye keleti részében. Talajának alapja riolittufából és agyagpalából áll, az évezredek alatt ráakódott barna erdőtalajon barnaföldek és mészszegény nyiroktalaj jellemzi. Klímája száraz és hűvös, fagymentes, amit a borosgazdák a Bükk-hegység mikroklímájának köszönhetnek (Bede, 2013).

3.7.21. Bükki borvidék: Az Egri borvidéktől keletre, Borsod-Abaúj-Zemplén megye nyugati részét található. Talaját főként lösz, riolittufa, barnaföld, agyagos erdőtalaj, fekete nyiroktalaj adja. Mikroklímáját a Bükk alakítja ki, amely véd az északi szelektől, azonban fekvése miatt csapadékból is keveset kap, a nyár száraz (Bede, 2013; Agrárminisztérium, 2012-2024).

3.7.22. Tokaji borvidék: Magyarország legkeletibb borvidéke, az UNESCO világörökség része. Területe Borsod-Abaúj-Zemplén megyében terül el. Klímája kedvez az aszúsodásnak, ez részben a szőlőtáblák elhelyezkedéséből, részben a hosszú, napos nyaraknak és a száraz ősznek köszönhető. A talaja tele van ásványi anyagokkal, amelyek vulkanikus eredetűek. A területen kizárólag fehérszőlőket termesztnek, a kékszőlők termesztése nem engedélyezett (Bede, 2013).

3.8. Stressztényezők a szőlőnövény életében

Az egyes biotikus és abiotikus stressztényezők közvetetten kihatnak a bor minőségére, mivel alapvetően befolyásolják a szőlőnövény fenológiáját és a termés mennyiségét és minőségét is. A globális felmelegedés összefügg a hő- és aszálystresszel a növekvő átlaghőmérséklet és csökkent csapadékmennyiség miatt, illetve a biotikus stresszel is, mivel a melegkedvelő rovarok, toxintermelő gombatörzsek olyan területeken is megjelennek, amelyen korábban nem voltak jelen (Kállay, 2010; Venios, 2020; Mondello et al., 2018; Paterson et al., 2018).

Hőstressz: erősen összefügg az emberek által okozott környezeti károkkal, mivel a 21. században felerősödő globális felmelegedés hatására évtizedenként a Föld átlaghőmérséklete 0,2-0,3°C-kal emelkedik, amely a szőlőnövény fejlődésében visszafordíthatatlan károkat okoz. A növény életében kritikus a vegetációs időszakban történő hőstressz, mivel az felborítja a sejtek homeosztázisát, befolyásolja a későbbi fejlődést és a gyümölcsanyagcserét, ezzel korlátozva a terméshozamot és a minőséget. A túl magas hőmérséklet hatással lehet a fotoszintézisre, így a szőlőszemek cukortartalmára is, mivel ennek a folyamatnak az optimuma 25-35°C között van, 40°C feletti hőmérséklet során azonban a fotoszintetikus apparátus zavart szenved (Venios, 2020).

Szárazság és csapadék: a csapadékmennyiség éghajlati szempontból összefüggésben áll a hőmérséklet ingadozással és így a globális felmelegedéssel is. A szőlősgazdáknak figyelemmel kell kísérniük az emelkedő globális átlaghőmérséklet okozta csapadékmennyiség

csökkenését, mivel az kihatással van a szőlőnövény életére, termés hozamára és így közvetetten a bor minőségére is. A megemelkedett hőmérséklet és a hőstressz ezáltal aszálystresszhez vezet (Santos és Figueiredo, 2023).

Tápanyagellátottság: a szőlőnövény életében a legfontosabb tápanyagforrás a nitrogén, amely számos létfontosságú fiziológiai folyamatban vesz részt a növényekben. A nitrogénhiány gyenge növekedést eredményez, a levelek kisebb méretűek és világoszöldek maradnak, csökken a termés hozam a kevesebb fűt, és az azokon kifejlődő kevesebb szőlőbogyó miatt, illetve késlelteti az érést. Közvetetten hat ki a bor ízére, mivel a nem megfelelő tápanyagellátottságú szőlőből készülő borban megjelenik a „stressz íz”, amely a megszokotthoz képest fokozott keserűséggel jár (Verdenal, 2021).

Kártevők: a szőlőnövény minden szerve ki van téve a rovarok általi kártételnek. A fitofág atkák, kabócák, levél-, vagy gyümölcssevő lepkék a leveleket és a lágyabb szárazakat támadják meg, csáprágóikkal a növény nedveit szívogatják, amely ártalmas a szőlőnövény egészségére nézve. A leveleken gubacsokat hozhatnak létre a szívótevékenységük által, vírusokat, baktériumokat hordozhatnak, ezzel közvetett veszélyt jelentve (Reineke és Thiéry, 2016).

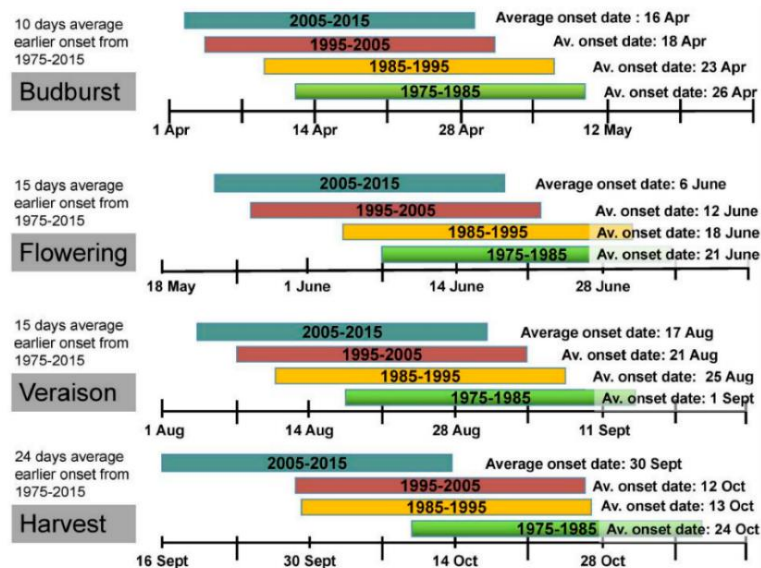
Kórokozók: a szőlőnövény fás részeit leggyakrabban megtámadó kórokozó a *Basidiomycota* törzsbe tartozó gombák, amelyek az élő szervezetekben (fás száraz, gyökérrendszer, érrendszer) élnek, ott megtelepedve faelhalást, faelszíneződést, különböző rothadásokat és súlyos esetben a növény pusztulását okozzák. Ezek a gombák nemcsak a fás részeket, hanem a micéliumon keresztül a növény erezetén át a levelekbe is eljutnak. A gombák ezentúl megtámadják a szőlőfűtöket is elrohasztva azokat, illetve a fertőzött vesszőkön kialakuló fűtök alulfejtettek és rossz ízűek lesznek (Mondello et al., 2018).

3.9. A globális felmelegedés hatása a szőlőtermesztésre és a borminőségre

A globális felmelegedés legfőbb okozója az antropogén tevékenység, amely a huszadik században erősödött fel az ipari forradalmaknak köszönhetően. Az üvegházhatású gázok közé tartozik a vízgőz, szén-dioxid, metán és az ózon, de hozzájárul az üvegházhatáshoz a korom, kén-hexafluorid, dinitrogén-oxid és a klór-fluór szénhidrogének. Működési elvük, hogy a beérkező napsugarakat a földfelszín egy része elnyeli, másik részét visszaveri, azonban a visszavert, hosszabb hullámhosszú sugárzást a levegőben lévő imént felsorolt molekulák felfogják, felmelegítve a légkört és ezáltal az óceánokat és a szárazföldet is. Európát is súlyosan érinti ez a probléma: a Golf-áramlat leállhat, ezzel a spanyol és egyes francia régiók olyan mértékben

lehülhetnek, hogy alkalmatlanná válnak a jelenlegi fajták termesztésére és hidegtűrő fajták áttelepítése válna szükségessé. A bor minősége megváltozhat, mivel eltolódnak az érési fenológiaiak, így a lehűlő területeken éretlenebb szőlőre és így magasabb savtartalomra, alacsonyabb cukortartalomra és íz-, illat-, aromaanyagvesztésre számíthatunk. A felmelegedő területeken ezzel ellentétben növekvő cukor – és így magasabb alkoholfok – alacsonyabb sav- és csökkent antocianin tartalom fenyeget (Mozell és Thach, 2014).

A **10. ábra** szerint az 1975 és 2015 közötti időszakban a szőlőnövény fejlődésének minden szakasza (beleértve a szüretet is) átlagosan 10-24 nappal előrébb tolódtak. Az ezekre az adatokra alapozott előrejelzések szerint 2050-re a szőlőnövény fenológias változásaiban további két-három hétnyi előretolódás várható. A lerövidült idő leginkább várhatóan nem a rügyfakadástól a virágzásig tartó időszakot, hanem inkább a virágzástól a teljes érettség állapotáig tartó időszakot fogja érinteni (Venios, 2020).



10. ábra: A szőlőnövény fenológias jellemzői (Venios, 2020)

3.10. Borok cukor-, sav- és alkoholtartalma, ezek arányának fontossága

A globális felmelegedés hatása miatt a szőlő érése bár előrébb tolódott, mégis magasabb cukortartalommal rendelkeznek. A magasabb cukortartalom miatt a szőlőből készülő bor alkoholtartalma is magasabb lesz. A spanyol régióban készülő borok 1984-1997 között 13%-os, 1998-2008 között pedig 15%-os átlagos alkoholtartalommal bírtak. Az etanoltartalom növekedése növeli az aromaanyagok oldhatóságát és jobb párologását a gáztérben. A fogyasztói bírálatok során kiderült, hogy az alkohol rendelkezik szag-, íz- és trigeminális tulajdonságokkal is, amelyek az édes-, keserű- és száraz szájérzet adják. Ezeknek az érzeteknek az intenzitása függ

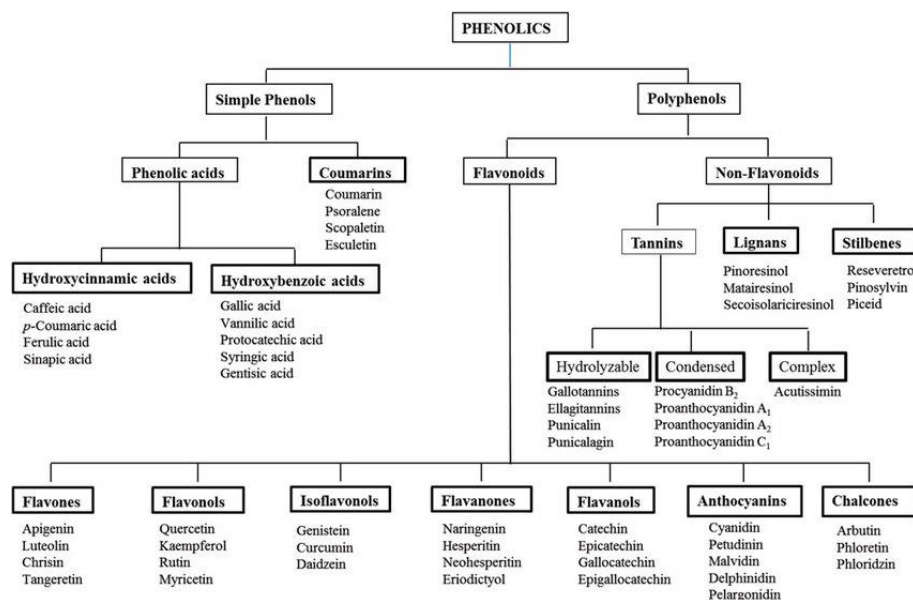
az alkoholtartalomtól, de 7-15% koncentrációnál is jelentkezik. Azt is kimutatták, hogy a borok gyümölcsös ízjegyei már 14,5 V/V% esetében teljesen eltűntek, az alkoholtartalom növekedésével azonban emelkedhetnek a „fás” és „gyógynövényes” ízérzetek. A fogyasztói tesztek azt erősítették meg, hogy az alkoholtartalom csökkenésével párhuzamosan csökkent a „testes” és „keserű” szájérzet, a növekedésével pedig erősödik a „savanyú/savas” íz. Ezt a jelenséget megfigyelték mind a vörös- és a fehérborok esetén, de a vörösboroknál az alkoholfok változása nagyobb hatással van az ízjegyekre (Fluente-Blanco et al, 2024).

3.11. Borok fenolos és antioxidáns tartalma

A fenolos vegyületek olyan másodlagos növényi anyagcseretermékek, amelyekben legalább egy aromás gyűrű van, amelyhez legalább egy hidroxilcsoport kapcsolódik. Kémiai felépítésük az alapváz ismertetésén túl igen nagy kihívást jelent még a szakembereknek is, mivel előfordulhatnak szénhidrátokhoz-, savakhoz kapcsolódva, esetleg a sejtmembránhoz kapcsolódva, illetve polimerizálódott flavonoidok csoportját is leírták már. A polifenolok termelődését olyan biotikus és abiotikus hatások válthatják ki, mint például az UV sugárzás, növényi szöveteket érő sérülések, rovarok okozta kártétel és a gombák okozta fertőzés. Összességében akár 8000 féle polifenolos vegyület fordul elő a növényvilágban, amelyek jellemzően teában, kakaóban, gyümölcsökben, egyes zöldségekben és hagymafélében és mindezen növényekből készült feldolgozott élelmiszerben találhatóak. A polifenolos vegyületek az emberi szervezetre jótékony hatással vannak, csökkenthetik a szív- és érrendszeri megbetegedések kockázatát, csökkenthetik a vérnyomást, az oxidatív stresszt, javíthatják az érfal tónust. Továbbá felveszik a küzdelmet a szabadgyökökkel, ezzel gátolva a számos rákos típusú sejt kialakulását, ugyanakkor indukálják a rákos sejtek apoptózisát is. Ezen felül segíthetnek a testszír csökkentésében (megfelelő és kiegyensúlyozott táplálkozás mellett), valamint csökkenthetik a kettes típusú diabétesz kialakulásának kockázatát, illetve a kialakult kórkép tüneteit is enyhíthetik. Hátrányuk, hogy a szájban összehúzó hatást, fanyar és keserű ízt adnak (Szilvássy, 2014; Rak, 2010).

Fenolos molekulák előfordulnak a vörös- és fehérborokban is, de a gyártási technológia miatt a vörösborokban nagyobb mennyiségben vannak jelen. Ennek oka, hogy a korábban említett kémiai szerkezetük miatt sokszor cukrokhoz kapcsolódva találhatóak meg a növényi szövetekben, és ezek jellemzően a szőlőhájban, szárban és magokban találhatóak meg. Mivel a vörösborokat a héjon áztatás miatt hosszú ideig (több napon át) „állni” hagyják a törköllyel, ezért a folyamat során a fenolos vegyületeknek elég idő áll a rendelkezésére, hogy kioldódjanak

a majdani mustba. Egyes kutatási eredmények szerint a fenolos vegyületek mennyiségének emelkedésével nő a keserű és fanyar ízérzet, illetve növeli az érzékelt viszkózitást. Emelkedett mennyiségük növeli a fajtajelleget és a komplexitást, kevésbé hat tőle savasnak a bor. Mindennek a háttérben az áll, hogy hidrogénkötések és hidrofób kölcsönhatások révén a szájban és a nyálban található fehérjékhez kötnek és velük oldhatatlan csapadékot képeznek (Clarke et al, 2022). A fenolos vegyületek általános csoportosítását a **11. ábra** mutatja be:



11. ábra: A fenolos vegyületek általános csoportosítása (Internet 8)

A fenolos vegyületek antioxidáns hatásukat a gyors és könnyű oxidációs tulajdonságukon keresztül fejtik ki. A bor gazdag katekol csoportot tartalmazó fenolos vegyületekben, amely nagyon könnyen reagál a szabadgyökökkel, ezáltal stabil molekulát létrehozva, amely már nem képes egy harmadik molekulától hidrogénatomot elvonni (Waterhouse, 2006). Néhány, a borkra jellemző fenolos vegyületek (Szilvássy, 2014; Rak, 2010; Waterhouse, 2006):

- **Egyszerű fenolos vegyületek:** olyan hidroxifahéj- és benzoésav származékok, amelyek kémiai szerkezetük alapján a legegyszerűbb fenolos molekulák, egy aromás gyűrűből állnak. A fahéjsavak fenilalaninból (aminosavból) keletkeznek, a természetben jellemzően észter formában vannak jelen. Belőlük fenilpropanoidok keletkeznek, amelyek hidroxibenzoésavvá alakulhatnak. A hidroxifahéjsavak laktonjai a kumarinok.
- **Flavanolok (flavan-3-olok):** a szőlő magjában és héjában találhatóak meg, a flavonoidok legredukáltabb formái, olykor gallo- és epikatekineknek is nevezik őket. Mennyiségük a vörösborokban 40-120 mg/l között van, mennyiségük arányos a maceráció idejével.
- **Flavonolok:** a növényekben glikozid formában vannak jelen, a szőlő esetében a szőlőhéjban. A szőlőben az egyszerű flavonoid aglikonoknak csak a kvercetin, miricetin és a

kaempferol formája van jelen. A flavonoidok az UV fény 360 nm-es hullámhosszának jelentős mennyiségét elnyelik, ezért ennek hatására a bogyók héjsejtjei nagy mennyiségben termelik. Ezek a vegyületek ezáltal jó mutatói a napfénynek való kitettségnek.

- **Antocianinok:** vörös, kék és lila színt adó molekulák, mivel bennük konjugált kettős kötés található, amely elnyeli a fény 500 nm körüli hullámhossz tartományát. Jelenleg több, mint 500 féle antocianint tartanak számon, amelyek a virágokban, színes levelekben és gyümölcsökben, ez utóbbiban főként az epidermiszben, de akár a gyümölcshúsbán is előfordulnak. Az antocianidinek cukrokkal – leggyakrabban glükózzal – való glikozidjaiból keletkeznek.
- **Hidrolizálható tanninok:** a borokban a tölgyfahordós érlelés során mennyiségük nő, fél éves érlelés hatására akár 100 mg/l, kétéves érlelés után akár 250 mg/l koncentrációban is jelen lehetnek. Galluszsavból, ellaginsav-észterekből és ezekkel észterkötést alkotott cukrokból állnak. A szőlőben alapvetően nem találhatóak meg, de más gyümölcsökben (például málna) igen, illetve a tölgyfában is.
- **Stilbének:** legjelentősebb képviselőik a rezveratrol, amelyet a szőlő a gombás fertőzések elleni védelem miatt termeli. Mivel ezek a szőlő héjában találhatóak, ezért a héjon erjesztett bortípusokban, azon belül is a vörösborokban fordulnak elő a legnagyobb koncentrációban – 7 mg/l – rozékban (2 mg/l) és fehérborokban (0,5 mg/l) kisebb mennyiségben (Waterhouse, 2006).

3.12. Borok egyéb makro- és mikrokomponensei

Fehérjék: a borok fehérjetartalma alacsony, jelenlétük főként a szőlőbogyóból származik, mennyiségük pedig függ a szőlő fajtájától, az érlelési körülményektől és a borkészítés folyamatától, kisebb mennyiségük pedig a *Saccharomyces cerevisiae* élesztők spontán líziséből ered. A fehérjék a borban kolloidális instabilitást okozhatnak, amely leggyakrabban üledék-, vagy flokkulátum (pelyhesedés) képződéssel jár. A fehérjék aggregálódását fokozza a nem megfelelő tárolási és/vagy érlelési hőmérséklet, pH, ionerősség, magas fehérjetartalom, túl magas sav- és etanoltartalom, vagy akár a fémek jelenléte (Cosme et al., 2020).

Nitrogéntartalmú vegyületek: a bor nitrogéntartalmú vegyületei jellemzően amidok, aminosavak, biogén aminok, polipeptidek és peptonok. Az erjedés során az élesztők felhasználják az adagolt nitrogén jelentős részét, de ennek ellenére a borok nitrogéntartalma nem szenved jelentős veszteséget. A must természetes nitrogéntartalma a 0,2-2,0 g/l között mozog, a bor

nitrogéntartalmú vegyületeinek mennyisége körülbelül 0,3-11,3 g/l. A jó évjáratokról elmondható, hogy magasabb nitrogéntartalommal rendelkeznek (Kállay, 2010).

Pektinek és poliszacharidok: a pektineknek a derítési lépésnél van igen fontos szerepük, segítségükkel a borból kiülepítendő részecskék összeállnak, és néhány nap alatt a tartály alján összegyűlnek. Derítésre a pektinen túl alkalmazhatunk még más poliszacharidokat és gumikat, nyálkaanyagokat és mézgakat (Kállay, 2010).

Aromaanyagok: a bor aromaanyagai részben a mustból, részben a borszőlőből származnak. Érzékszervi hatással rendelkező vegyületek, amelyek lehetnek aldehidek, acetátok, észterek, laktonok, terpének és oxigénszármazékaik, polifenolok stb. Aldehidek: fahordós érlelés, vagy erjedés során képződnek és nagyrésztük alkohollá redukálódik, a nem átalakuló molekulák pedig „fű illatot”, vagy „füves jelleget” kölcsönöznek a bornak. Acetátok: „zöldséges” aromát adnak a boroknak, inkább a Sherry típusú borokra jellemző. Észterek: mikrogrammnyi mennyiségben vannak jelen, de így is az érzékszervi küszöbérték felett, a vörösborokban „gyümölcsös illatjegyeket” adnak. Laktonok: a szőlőből, esetleg az erjedési és a fahordós érlelési folyamatokból származnak. A legtöbb esetben nem vesznek részt az borok aromáinak kialakításában, de a Rajnai rizlingben és a Muskotályban lévő 2-vinil-2-metil-5-tetrahidrofuranon ezen borok jellegzetes ízét és illatát adja. Terpének: mennyiségük erősen függ a fajtától, viszont a földrajzi eredettől nem, jelenlétük alapvetően a bogyóból eredeztethető. Hozzájárulnak a borok „gyümölcsös, füves, fás, gyógynövényes, vagy fűszeres” ízéhez és illatához. Polifenolok: a vörösborok nagy mennyiségben tartalmaznak flavonoid fenolokat, míg a fehérborokban inkább nem flavonoid fenolok vannak. Keserű és „húzó” érzeteket adnak a katechinek, procianidinek és a kondenzált tanninok, amelyek a fahordós érlelés során oldódnak ki a borba. „Testes” aromát kölcsönöznek például a flavan-3-olok és a leukoantocianinok. Fehérborok esetében keserű ízt tudnak még okozni a hidroxifahéjsav származékok és a kaftársav is (Kállay, 2010).

Ásványi anyagok: a bor ásványianyag tartalma szervesetlen anionokból (klorid, szulfát, foszfát stb.) és kationokból (kálium, kalcium, réz stb.) áll. Ezek származhatnak a szőlőből, a must ásványianyag tartalma pedig változik az erjesztés alatt, egy részüket az élesztősejtek felhasználják anyagcserefolyamataikban, másik részük pedig sóként válik ki (Kállay, 2010).

Vitaminok: a borok vitamintartalma teljes mértékben nélkülözi a zsírban oldódó vitaminokat (A-, D-, K-, E-vitamin). Az élesztők anyagcserefolyamataik során egyes vitaminokat felhasználnak, míg másokat termelnek. A B₁ és B₇ vitamint az élesztők felhasználják, ezért mennyiségük az erjedés során csökken és mindeközben B₂ és B₁₂ vitaminokat állítanak elő. A

bor összességében tartalmaz tehát B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, B₇, B₉, B₁₂ vitaminokat, P-vitaminfaktort, P-amino-benzoosavat (PABA) és mezo-inozitolt (Kállay, 2010).

3.13. Biogén aminok és mikotoxinok a borban

Biogén aminok: kis molekulatömegű, biológiai aktivitással rendelkező szerves vegyületek, amelyek gyakran megtalálhatóak az erjesztett élelmiszerekben, így a borokban is. Keletkezésük főként enzimatis útvonalon történik dekarboxileződéssel, transzaminációval, redukatív aminációval és egyes prekursor aminosavak lebontásával. A biogén aminok az emberi szervezetre negatív hatással vannak, fejfájáshoz, bőrpírhez, viszketéshez, bőrirritációhoz, légzési nehézségekhez, magas vérnyomáshoz és hányáshoz vezethetnek. A borban leggyakrabban előforduló biogén aminok a hisztamin, tiramin, putreszcin, kadaverin és a feniletíl-amin. A borban keletkező biogén amin koncentráció függ a szőlőfajtától, érettségi foktól, talajtípustól, tárgyázás mértékétől, alkoholtartalomtól, erjesztési körülményektől és a mikrobiális populációtól is. A biogén amin termelését csökkenthetjük, ha visszaszorítjuk a romlást okozó baktériumok és élesztők populációit, ha csökkentjük az aminosav-prekursorok szintjét, illetve olyan starterkultúrát választunk, amely nem rendelkezik aminosav-dekarboxiláz enzimmel (Guo et al., 2015).

Mikotoxinok: az olyan éghajlati változások, mint a globális felmelegedés és az emelkedő átlaghőmérséklet miatt egyre gyakrabban jelennek meg toxint termelő penészgombák okozta problémák. A mikotoxinok borokban mért határértéke az EU-ban 2 µg/kg, kialakulásuk függ a hőmérséklettől és a páratartalomtól. A legjelentősebb penészgomba az *Aspergillus carbonarius*, amely a leggyakrabban izolált toxinképző a borokban. Továbbá *Alternaria*, *Penicillium* és *Byssoschlamys* nemzetségek is termelhetnek mikotoxinokat: Ochratoxin A-t, fumonizinet, aflatoxint, zearalenont és patulint. (Paterson et al., 2018).

4. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

A bormintákat a kereskedelemből egyénileg gyűjtöttem össze, figyelve arra, hogy minél több és egymástól távol eső országrészből származzanak. Az összes gyűjtött borminta 2021-es évjáratú, a **2. táblázat** tartalmazza, hogy mely borvidékekről származnak:

2. táblázat: Az összegyűjtött borminták földrajzi területe és sorszámozása (saját szerkesztés)

Minta sorszáma	Borvidék/borrégió	Minta kódja
1. minta	Badacsonyi borvidék	Badacsony
2. minta	Villányi borvidék	Villány
3. minta	Kunsági borvidék	Kunság
4. minta	Balatonboglári borvidék	Bboglár
5. minta	Felső-Pannon borrégió (Etyek-Budai földterület)	FPannon
6. minta	Somlói borvidék	Somló
7. minta	Tolnai borvidék	Tolna
8. minta	Mátrai borvidék	Mátra
9. minta	Soproni borvidék	Sopron
10. minta	Hajós-Bajai borvidék	Hajós
11. minta	Dunántúli borrégió (Balatonfüred-Csopaki földterület)	Dunántúl
12. minta	Szekszárdi borvidék	Szekszárd
13. minta	Egri borvidék	Eger

Az egyes borok földrajzi árujelzőjének besorolása függ például a: termesztés helyétől (körülhatárolt terület), a borvidéken működő, szőlészeti és borászati tevékenységet folytató gazdálkodástól, az engedélyezett szőlőfajtáktól, a maximális terméshozamtól. Emiatt az 5. és a 11. mintát is az Etyek-Budai- és a Balatonfüred-Csopaki borvidékekről származónak tekintetem, mivel a diplomamunka témája a konkrét földrajzi területről származó különbségek kimutatására irányul, nem pedig az árujelzők szerinti besorolásra (agrarminiszterium.kormany.hu/termekleirasok2 nyomán).

Az összes mérés a MATE Budai Campus, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézetében történt. A pH mérést, az összes monomer antocianin tartalom meghatározást és a színmeghatározást a Táplálkozástudományi Tanszéken, az antioxidáns tartalom meghatározást pedig az Élelmiszerkémia és Analitika Tanszéken végeztem.

4.1. Borok pH mérése

A pH mérését a Mettler Toledo, SevenCompact S210 típusú pH mérőjével mértük. A mérés előtt a kalibrációs pontokat három pH-n ellenőriztük (pH 4,01; pH 7,01 és pH 9,2). A kalibráció során a kalibrációs oldatok között, illetve a minták pH mérésekor minden minta között desztillált vízzel öblítettük át a pH mérő elektródot. A pH mérés a palackozott borok kinyitását követően 3 párhuzamos mérésben történt.

4.2. Borok színének meghatározása CIELab színingertérben

A színmeghatározáshoz Fonseca és munkatársai (2024) szerint a legelterjedtebb és leggyakrabban alkalmazott szabványmódszer a Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) által fejlesztett, színinger mérésen és az $L^*a^*b^*$ értékeken alapuló színmérési módszer. Az L^* a világossági tényező, ahol a 0 a feketét, a 100 a fehér színt jelöli. Az a^* a zöld-piros, a b^* a kék-sárga színtényező. Az három érték egy háromdimenziós színtér, amely a három érték koordinátája alapján megmutatja a mért minta színét.

A ΔE^* érték arra szolgál, hogy az L^* , a^* és b^* koordináták négyzetösszegének négyzetgyökével meghatározzuk két minta színe közötti eltérést. A ΔE^* értékét az alábbi egyenlet segítségével számolhatjuk ki:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

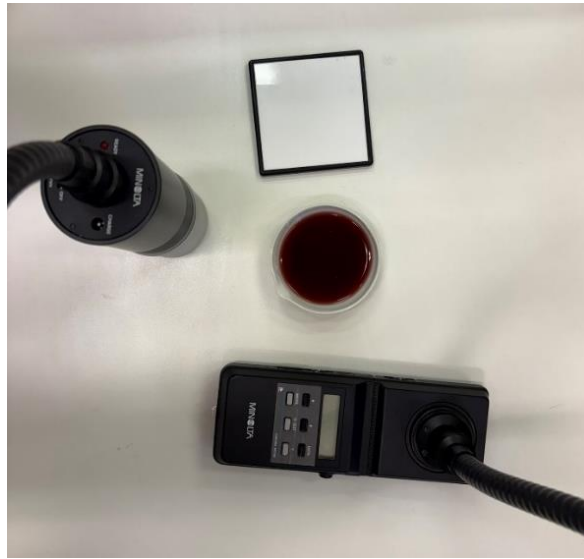
A ΔE^* érték nagysága alkalmas arra, hogy különbséget tudjunk tenni két minta színe között. A színkülönbség értékelése a **3. táblázat** szerint történik:

3. táblázat: ΔE^* osztályozása (Mokrzycki és Tatol, 2012)

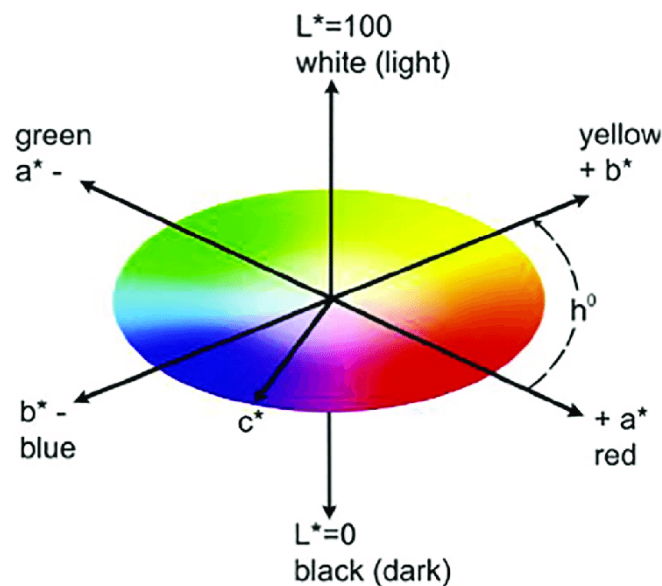
ΔE^* értéke	A különbség mértéke
$0 < \Delta E^* < 1$	nem érzékelhető
$1 < \Delta E^* < 2$	csak tapasztalt bíráló képes érzékelni
$2 < \Delta E^* < 3,5$	laikus bíráló is képes érzékelni
$5 < \Delta E^*$	érzékelhető

A borok színének meghatározásához Minolta CR 200 koloriméter berendezést használtunk. A kalibrációt az L^* : 87,2, a^* : 0,3, b^* : 0,3 értékek beállítása szerint végeztük el. A mintákat

fehér színű (hogy a mérést az edény színe ne zavarja) kristályosító csészékbe töltöttük a **12. ábra** szerint. A CIE-Lab színingertér ábrázolását a **13. ábra** mutatja be.



12. ábra (felülről lefelé): Kalibráló fehér paletta, kristályosító csészébe töltött borminta, Minolta CR 200 koloriméter (saját fotó)



13. ábra: CIE Lab színingertér (Internet 9)

4.3. Borok összes monomer antocianin tartalmának meghatározása

A mérést Lee és munkatársainak (2005) leírása szerint végeztük el. Ehhez a borokat két különböző pH értéken (pH 1,0 és pH 4,5) mértük vakmintával szemben 520 nm és 700 nm hullámhosszon Thermo Fisher Scientific spektrofotométerrel (**14. ábra**). A számoláshoz az alábbi összefüggéseket használtuk fel:

$$\text{Abszorbancia (A)} = (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH}1,0} - (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH}4,5}$$

$$\text{Összes antocianin tartalom (mg/l)} = \frac{A * M_w * \text{hígítás} * 1000}{\epsilon/l}$$

ahol az $M_w = 449,2 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$, az $\epsilon = 26.900 \frac{\text{l}}{\text{mol} \cdot \text{cm}}$, $l = a \text{ fényút hossza centiméterben}$.

A módszer elve, hogy az antocianinok a pH változásával reverzibilisen változtatják meg a színüket, így az eltérő hullámhosszon mért abszorbancia különbség arányos a pigmentkoncentrációval. Az eredményeket mg/l mértékegységben adtuk meg.



14. ábra: Thermo Fisher Scientific, Genesys6 UV-VIS spektrofotométer (Internet 10)

4.4 Összes polifenol tartalom (TPC) meghatározása

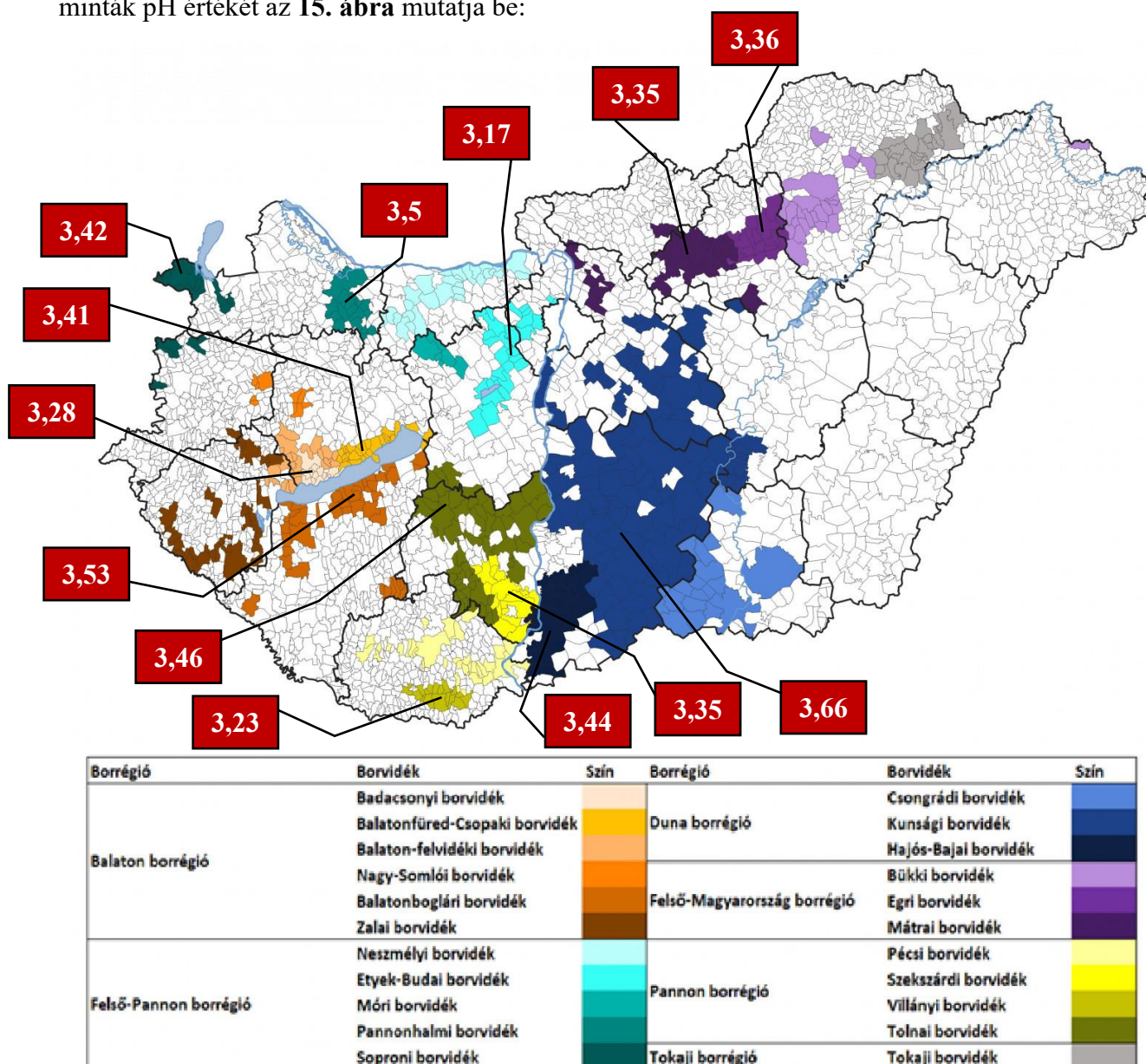
Az összes polifenol-tartalmat Singleton és Rossi módszere (1965) szerint mértük. Ehhez a borokat három párhuzamos mérésben, galluszsavból készült kalibrációs görbe segítségével spektrofotometriás úton $\lambda = 760 \text{ nm}$ -en Folin-Ciocalteu reagens (Merck 109001) segítségével mértük. Az eredményeket mM galluszsav egyenérték (GSE)/L mértékegységben adtuk meg.

A módszer elve, hogy a kezdeti Mo^{6+} ion elektront von el az antioxidáns molekulától, redukálódik, és kék színt adó Mo^{5+} ion keletkezik, amely spektrofotometriásan 760nm-en detektálható. A módszer hátránya, hogy nem szelektív kizárólag a fenolokra, hanem más, könnyen oxidálódó komponensek (például az aszkorbinsav és a réz ionok) koncentrációját is belemérhetjük a fenolokra adott jelbe (Hegedűs, 2013).

5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

5.1. Borok pH mérése

A legmagasabb pH a 3. mintához, a legalacsonyabb pedig az 5. mintához tartozott, az összes minta pH értéke 3,7 alatt volt. A minták átlagos pH értéke 3,39, szórása pedig 0,13. A minták pH értékét az **15. ábra** mutatja be:



15. ábra: Borminták pH értékei (Internet 11, saját szerkesztés)

A párhuzamos mérések eredményei alapján egytényezős varianciaanalízist futtattam. Hipotézisünk szerint a minták különböznek, az ANOVA vizsgálatnál az $\alpha = 0,05$ szignifikanciaszint mellett a mintákra kapott p-érték = 0,94, F = 0,01 F krit. = 4,26. A p-érték alapján

megállapítható, hogy a mintákra kapott különbségek valószínűleg a mérési eredmények véletlen ingadozásából adódnak, tehát az eredmény nem szignifikáns. Ezt támasztja alá az is, hogy az F értéke kisebb, mint az F krit.

A statisztikai vizsgálat alapján a hipotézist el kell vetnünk, a minták között nincs kimutatható különbség a pH értékek alapján. Minden borminta pH értéke 3.7 alatt van, amely a fogyasztói preferenciáknak megfelel. A borász szakma által optimálisnak vélt 3,4-3,5 körüli tartománynál csak minimális eltéréssel mérhető alacsonyabb, vagy magasabb pH a vizsgált mintákban.

5.2. Borok színének meghatározása CIE-Lab színingertérben

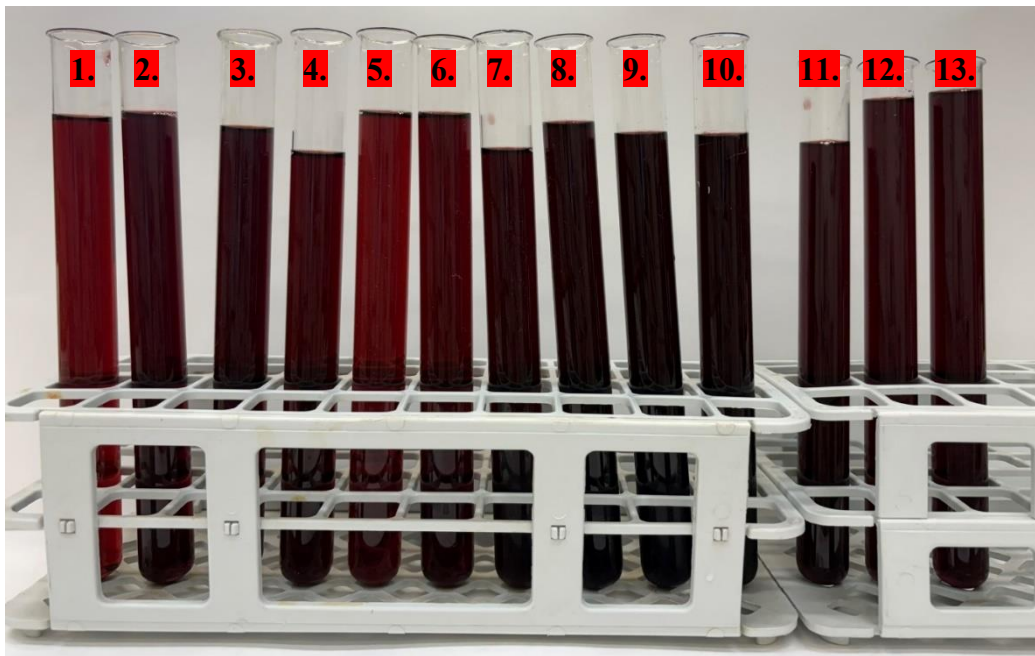
A világossági tényező értéke átlagosan 28,9, szórása pedig 5,4. A minták átlagos zöld-piros tényezőjének értéke 17,0, szórása pedig 4,3. A párhuzamos mérések átlagát vettem, amely alapján a **4. táblázatban** kapott értékeket kaptam.

4. táblázat: A minták átlagos L*a*b* értékei (saját szerkesztés)

Minta sorszáma	Mintakód	L*	a*	b*
1.	Badacsony	45,0	21,1	23,0
2.	Villány	28,9	20,7	10,0
3.	Kunság	26,5	11,9	4,8
4.	Boglár	29,9	20,2	10,8
5.	FPannon	32,5	22,2	12,8
6.	Somló	29,1	17,6	7,8
7.	Tolna	28,8	15,2	6,4
8.	Mátra	23,5	11,3	3,5
9.	Sopron	26,3	15,5	5,9
10.	Hajós	25,0	8,5	2,5
11.	Dunántúl	26,6	17,1	7,0
12.	Szekszárd	24,5	18,8	7,5
13.	Eger	30,4	20,6	10,1

Mokrzycki és Tatol (2012) szerint a ΔE^* értéke alapján eldönthető, hogy két minta szabad szemmel megkülönböztethető-e. A borokat kiöntöttük kémcsövekbe, és kémcsőtartó állványban egymás mellé helyeztük sorban, fehér háttér előtt úgy, hogy utána ezeket szabad

szemmel is össze tudjuk hasonlítani. Számomra szemmel látható a különbség például a Badacsonyi (1.)- és a Soproni (9.) borvidékről származó minta között, de a Szekszárdi (12.)- és az Egri (13.) borvidékről származó között már nem látom. A bormintákat a kémcsövekben a **16. ábra** szemlélteti. Néhány minta közötti ΔE^* értékét az **5. táblázatban** számoltam ki.



16. ábra: Borminták kémcsőállványban (saját fotó)

5. táblázat: A borminták között számolt ΔE^* értéke, részlet (saját szerkesztés)

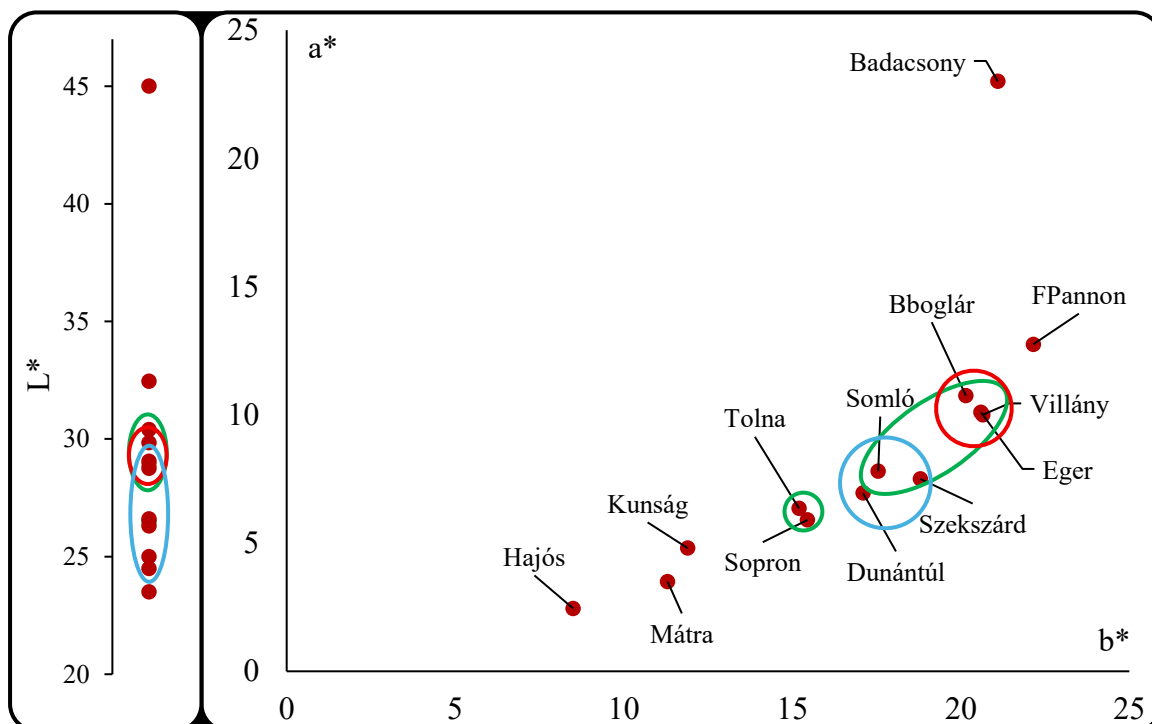
Vizsgált minták	számolt ΔE^* érték
1. Badacsony és 9. Sopron	25,96
12. Szekszárd és 13. Eger	6,69
11. Dunántúl és 12. Szekszárd	2,76
9. Sopron és 10. Hajós	7,87
4. Bboglár és 13. Eger	0,96
1. Badacsony és 5. FPannon	16,24

Az ΔE^* értékek alapján elmondható, hogy az 1. és a 9. minta között valóban szemmel is látható a különbség. A 4. és 13. minta közötti ΔE^* érték kisebb, mint 1, vagyis a színelkülönbség a két minta között nem látható szabad szemmel, ami valóban így van. Meglepő azonban, hogy a 9. és 10. minta közötti ΔE^* érték 7,87, mivel én a kettő minta között nem látok színbeli különbséget. Érdekes, hogy az 1. Badacsony kódú bor szinte ugyan annyira világosnak tűnik, mint az 5. FPannon minta, de a kettejük közötti ΔE^* érték 16,24.

Összevetve a **17. ábrán** látható bormintákat a **4. táblázat** értékeivel, az 1. Badacsony kódú bor a világossági tényezője alapján a legvilágosabb, azonban szabad szemmel úgy tűnik, hogy az 5. FPannon minta ugyan ennyire világos, azonban ennek L^* értéke az átlagos 32,5-től alig tér el. Azt azonban megállapíthatjuk, hogy amely minta a 17. ábrán sötétebbnek tűnik, annak L^* értéke valóban alacsonyabb. Például a 8. Mátra, 9. Sopron és 10. Hajós kódú minták értéke 25 körüli és valóban ezek tűnnek a legsötétebbnek.

Az a^* értékének pozitív irányba történő növekedésével a piros tartomány felé mozdulunk el. Az összes borminta a^* értéke a pozitív tartományban van, mivel valóban az összes minta piros-bordó színű. Megjegyzendő, hogy a 3. Kunság, 7. Tolna, 8. Mátra, 9. Sopron és 10. Hajós kódú minták a legsötétebbek, és ezek a^* értéke a legalacsonyabb.

A színparamétereket nem csak önállóan, hanem együttesen is értelmezni kell. A **17. ábrán** világosság szempontjából egymáshoz közelebb eső értékekkel rendelkeznek például a 4. Bboglár, 6. Somló, 7. Tolna és 13. Eger kódú borok. Ezek világossági tényezője 30 körüli, a minták a^* és b^* értékei nem közelítenek egymáshoz (zöld karika). A piros karikával jelölt 2. Villány, 4. Bboglár és 13. Eger kódú minták a^* és b^* értékei közelítenek egymáshoz és az L^* értékeik is igen közel állnak. Megint más tendencia figyelhető meg a kék karikával jelzett 6. Somló, 11. Dunántúl és 12. Szekszárd kódú minták egymáshoz közelítő a^* és b^* értékei, valamint az ezekhez képest egymástól távol eső L^* értékei között.

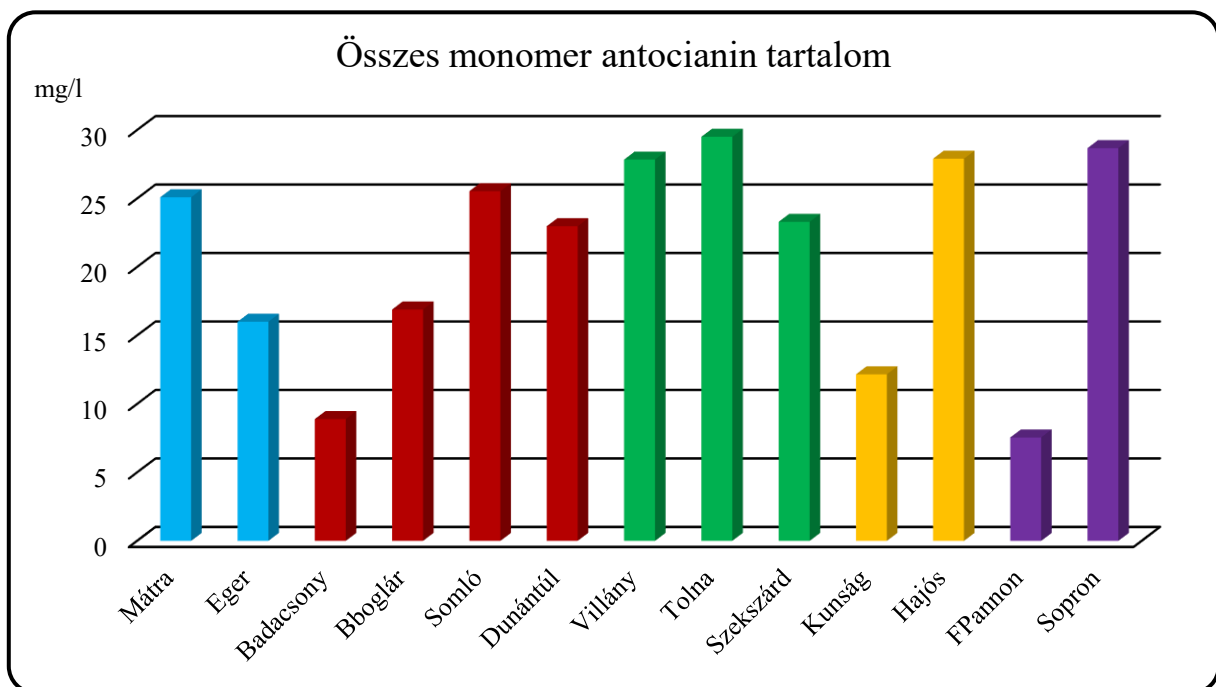


17. ábra: Borminták színe CEA Lab színrendszerben (saját szerkesztés)

A borok között néhány esetben szabad szemmel is érzékelhető különbséget állapítottam meg, amelyet a műszeres mérés eredményei is alátámasztottak.

5.3. Borok összes monomer antocianin tartalmának meghatározása

A mérés során végzett három pár huzamos mérésből kapott eredmények átlagából számoltam ki az abszorbananciát, illetve annak segítségével az összes monomer antocianintartalmat. A bormintákat az **1. táblázat** szerinti borrégió felosztásban rendeztem. Kék színnel a Felső Magyarországi-, piros színnel a Balatoni-, zöld színnel a Pannon-, sárga színnel a Duna-, lila színnel pedig a Felső-Pannon borrégiót jelöltem. A borminták között mért legalacsonyabb antocianintartalom értéke 7,55 mg/l (FPannon), a legmagasabb pedig 29,51 mg/l (Tolna). A minták átlagos antocianintartalma 20,95mg/l, szórásuk pedig 7,74 mg/l. A számolt antocianintartalmat a **18. ábra** mutatja be.



18. ábra: Borminták számolt antocianin tartalma mg/l koncentrációban (saját szerkesztés)

Az antocianin koncentráció a legnagyobb mennyiségben a zölddel jelölt, délen fekvő borvidékekről származó Villány, Tolna és Szekszárd kódú mintákban van. Ezzel ellentétben az északi (FPannon, Eger), vagy vélhetően domboldalról (Badacsony) származó minták antocianin tartalma alacsonyabb. Ezt az is alátámasztja, hogy a Balaton borrégió mintái (az ábrán piros) közül a Badacsony kódú minta antocianin tartalma a legkisebb, amely borvidék a legnagyobb tengerszint feletti magassággal rendelkezik. Meglepő, hogy az FPannon és Sopron kódú

mindkét minta a Felső-Pannon borrégióhoz tartozik, a mért antocianin tartalmuk azonban közel négyszeres eltérést mutat. Ehhez hasonló a Kunság és Hajós kódú minták közötti eltérés.

Statisztikai szempontból is megvizsgáltam, hogy az egyes borrégiókról származó borok összes monomer antocianin tartalmára kapott koncentrációjában van-e különbség. Ehhez minden borrégióból származó mintát összehasonlítottam egytényezős varianciaanalízissel (ANOVA). A varianciaanalízist a **6. táblázat** mutatja be.

6. táblázat: Borminták összes antocianin tartalmának egytényezős varianciaanalízise borrégiók szerinti felosztásban (saját szerkesztés)

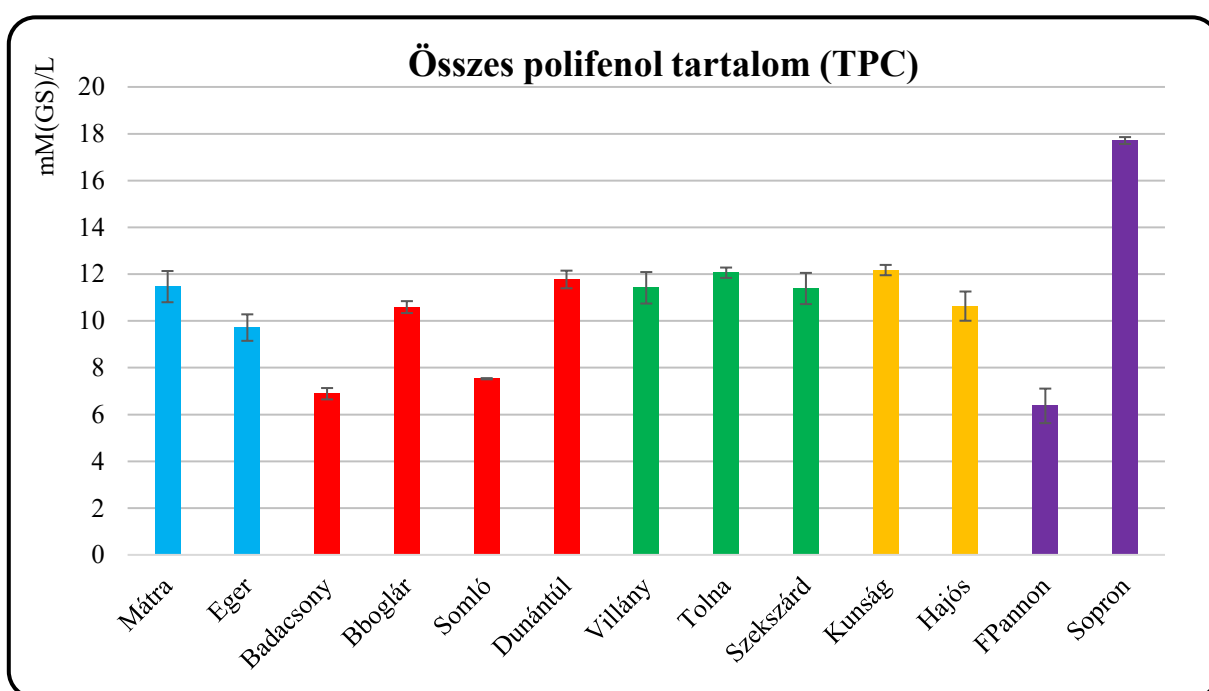
ÖSSZESÍTÉS						
<i>Csoportok</i>	<i>Darabszám</i>	<i>Összeg</i>	<i>Átlag</i>	<i>Variancia</i>		
Felső MO	2	41,10	20,55	41,31		
Balatoni	4	74,32	18,58	54,80		
Pannon	3	80,66	26,89	10,33		
Duna	2	40,07	20,04	123,98		
Felső Pannon	2	36,23	18,12	223,11		
VARIANCIANALÍZIS						
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>
Csoportok között	146,22	4	36,55	0,51	0,73	3,84
Csoporton belül	573,46	8	71,68			
Összesen	719,68	12				

Hipotézisünk szerint a minták borrégióként különböznek egymástól. Az egytényezős varianciaanalízis során a szignifikanciaszintet $\alpha = 0,05$ értéknél határoztam meg. Ennek eredményeképpen a p -érték = 0,73, $F = 0,51$, F krit. = 3,84. A p -érték alapján megállapítható, hogy a mintákra kapott mérési eredmény nem szignifikáns. Ezt támasztja alá az is, hogy az F értéke kisebb, mint az F krit.

Az egyes borrégiókból származó minták között nincs statisztikailag igazolható különbség az összes monomer antocianin tartalom szempontjából. A mért értékek alapján ugyanakkor megállapítható, hogy a délebbre fekvő bortermő területekről származó minták magasabb monomer antocianin tartalommal rendelkeznek. Az antocianin termelődését a szőlőbogyóban a napsütés elősegíti, az UV sugárzás abiotikus stresszfaktorként fokozza ezen komponensek felhalmozódását a gyümölcsben.

5.4 Összes polifenol tartalom (TPC) meghatározása

A mért összes polifenol meghatározásához a három párhuzamos mérés eredményét vettem. A bormintákat az **1. táblázat** szerinti borrégió felosztásban rendeztem. Az előzőekhez hasonlóan kék színnel a Felső Magyarországi-, piros színnel a Balatoni-, zöld színnel a Pannon-, sárga színnel a Duna-, lila színnel pedig a Felső-Pannon borrégiót jelöltem. A borminták között mért legalacsonyabb TPC értéke 6,37 mM (GSE)/L (FPannon), a legmagasabb pedig 17,71 mM (GSE)/L (Sopron). A minták átlagos összes polifenol tartalma 10,75 mM (GSE)/L, szórásuk pedig 2,89 mM (GSE)/L. A minták átlagos TPC tartalma A számolt antocianin tartalmat a **19. ábra** mutatja be.



19. ábra: Borminták számolt összes polifenol tartalma mM (GSE)/L koncentrációban (saját szerkesztés)

Az egyes borrégiók átlagos összes polifenol tartalma kiegyenlítettnek tűnik. Meglepő azonban, hogy a Sopron kódú mintában mért TPC tartalom a legmagasabb, amely a Felső-Pannon borrégióhoz tartozik. Ebben a mintában a monomer antocianinok is kiemelkedő mennyiségben voltak jelen. A Soproni borvidék a leghűvösebb éghajlatú terület, gyakori téli és tavaszi fagyokkal, amelyek komoly stressztényezők a növény fenológiájára, így ez magyarázatul szolgálhat a rendkívül magas polifenol- és antocianin tartalomra. A hibasávok mértékét figyelembe véve a mérésünk nagy pontossággal rendelkezik. Az északibb területről származó Felső Magyarország (kék, 10,59 mM (GSE)/L) minták átlagosan kevesebb TPC-vel rendelkeznek, mint a délen fekvő Villány, Tolna,

Szekszárd (zöld, 11,62 mM (GSE)/L) vagy a Kunság és Hajós (sárga, 11,40 mM (GSE)/L) kódú minták. A legmagasabb átlagos TPC tartalom a lila színnel jelölt Felső-Pannon (12,04 mM (GSE)/L) borrégióhoz tartozik.

Statisztikai szempontból is megvizsgáltam, hogy az egyes borrégiókról származó borok összes polifenol tartalmára kapott koncentrációjában van-e különbség. Ehhez minden borrégióból származó mintát összehasonlítottam egytényezős varianciaanalízissel (ANOVA). A varianciaanalízist a **7. táblázat** mutatja be.

7. táblázat: Borminták összes polifenol tartalmának egytényezős varianciaanalízise borrégiók szerinti felosztásban (saját szerkesztés)

ÖSSZESÍTÉS						
<i>Csoportok</i>	<i>Darabszám</i>	<i>Összeg</i>	<i>Átlag</i>	<i>Variancia</i>		
Felső MO	2	21,18	10,59	1,53		
Balatoni	4	36,78	9,19	5,56		
Pannon	3	34,86	11,62	0,15		
Duna	2	22,81	11,40	1,19		
Felső Pannon	2	24,08	12,04	64,30		
VARIANCIAANALÍZIS						
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>
Csoportok között	16,17	4	4,04	0,39	0,81	3,84
Csoporton belül	83,99	8	10,50			
Összesen	100,16	12				

Hipotézisünk szerint a minták borrégióként különböznek egymástól. Az egytényezős varianciaanalízis során a szignifikanciaszintet $\alpha = 0,05$ értéknél határoztam meg. Ennek eredményeképpen a p -érték = 0,81, $F = 0,39$, F krit. = 3,84. A p -érték alapján megállapítható, hogy a mintákra kapott mérési eredmény nem szignifikáns. Ezt támasztja alá az is, hogy az F értéke kisebb, mint az F krit.

A statisztikai vizsgálat alapján a hipotézist el kell vetnünk, a minták között nincs kimutatható különbség az összes polifenol tartalom szempontjából. Az antocianin tartalomhoz hasonlóan ebben az esetben is megállapítható, hogy a délebbre fekvő bortermő területről származó minták átlagosan magasabb összes polifenol tartalommal rendelkeznek a magasabb éves átlagos nap-sütéses óraszámnak köszönhetően.

6. KÖVETKEZTETÉSEK

A diplomamunkám írása és a téma kutatása során az alábbi tapasztalatokat, észrevételeket tettem a hazai szőlőtermesztés, borkészítés és a borminták analitikai vizsgálata során. A következtetéseim nem terjednek ki minden olyan paraméterre (komplex termőterületi és éghajlati jellemzők, szőlőtőkék kora, fiziológiás állapotuk, az adott évjárat időjárási paraméterei, szőlőtermesztési és egyéb agrotechnikai tényezők, a pincészetek által alkalmazott eltérő technológiai tulajdonságok), amelynek szerepe van a bor minőségének kialakulásában.

- A minőségi bor előállítás nem csak az alapanyagtól függ, hanem számos biotikus, abiotikus körülménytől és a jó technológiai gyakorlat felhasználásától is.
- A bor szín-, íz- és aromaanyagait nem csak a borkészítési technológia, de az érlelés is alakíthatja (főként a tölgyfahordós érlelés).
- A borkészítésnél a nem *Saccharomyces cerevisiae* törzsek alkalmazásával lehetőség nyílik az allergizáló hatású szulfitok-, az alkoholtartalom- és a borban lévő savak mennyiségének csökkentésére.
- A magyar borvidékek talajösszetétele rendkívül változatos. Szinte kivétel nélkül mindegyik borvidéken fellelhető a lösz, az agyag és a barna erdőtalaj.
- A mészköves és dolomitos talajok savasabb borokat adhatnak, a vulkáni eredetű talajon növe szőlőkből ásványi anyagokban gazdagabb borok állíthatók elő.
- A vulkáni-, bazalt- vagy riolittufa Balatoni- és Felső-Magyarországi borrégióra jellemző. Vulkanikus összetételű talajból származnak az általam vizsgált Badacsony, Somló és Dunántúl kódú minták. Bazalt- vagy riolittufát tartalmaz a Somló, Badacsony, Eger és Bükk kódú minták talaja.
- A vulkanikus talajokon növekvő szőlők magasabb összes polifenol tartalommal rendelkezhetnek, mivel ezek tápanyagban gazdag talajok, emiatt jobb fenolos érettség (vastagabb bogyóhéj) és ezáltal magasabb polifenol tartalom érhető el. Ennek ellenére a Balatoni borrégió mintáiban átlagosan alacsonyabb a mért összes polifenol tartalom, mint a Pannon borrégió átlaga, vagyis a polifenol tartalmat sokkal inkább az éves nap-sütéses órák száma határozza meg.
- A homokos talajok az alacsonyabb tengerszint feletti magassággal rendelkező termőterületeken jellemzőek (például az Alföld és a Dunántúl területén fekvő borvidékeken).
- A homokos és vályogtalajok rosszabb vízmegtartó képességűek lehetnek, emiatt alacsonyabb tápanyagtartalommal rendelkezhetnek. Homokos összetételű talajból

származnak a Somló, Badacsony, Dunántúl, Bboglár, Szekszárd, Hajós és Kunság kódú minták, a vályog pedig megtalálható például a Hajós-Bajai- és Szekszárdi borvidékek talajában is.

- Az éves átlagos csapadékmennyiség tekintetében nem állapítható meg összefüggés a mért összes polifenol tartalom és a földrajzi eredet között. Ennek oka lehet, hogy az eltérő összetételű földterületek eltérő vízmegkötő kapacitással rendelkeznek. Például az FPannon és Sopron kódú minták termőterületein is az átlagos éves csapadékmennyiség maximum 650 mm, az összes polifenol tartalmukat tekintve nagy különbséget mutatnak (6,37 mM (GSE)/L és 17,7 mM (GSE)/L TPC).
- Az általam vizsgált minták adott borvidékekről származnak. A minták konkrét termőtalaj-eredetének ismerete nélkül azonban nem lehet konkrét összefüggést meghatározni ilyen kis elemszám mellett a termőterület összetétele és a savasság vagy a polifenol tartalom között.
- A mindennapjainkra egyre nagyobb hatást gyakorló globális felmelegedés összefüggésben áll a szőlőnövényt érő hő- és aszálystresszel, illetve a mikotoxinokat termelő gombatorzsek mérsékelt éghajlati övben történő megjelenésével. A globális felmelegedés ezáltal közvetlenül és közvetetten is kihathat a bor minőségére.
- A 2018 és 2024 közötti, hazai borszőlő termőterületek nagyságának csökkenése valószínűleg összefüggésben áll a globális felmelegedéssel.
- Mivel az ország déli területein az éves átlagos napsütéses órák száma nagyobb, a délre fekvő területről származó borminták esetében magasabb összes monomer antocianintartalom várható. Ezt a vizsgált borminták esetében is tapasztaltuk, bár szignifikáns különbség nem volt kimutatható.
- Az északi területeken és hegyoldalon, magasabb tengerszint feletti magasságon termő szőlőből készült borokban alacsonyabb összes monomer antocianintartalmat mértünk. Ezek az 1. Badacsony (8,90 mg/l), 3. Kunság (12,16 mg/l), 4. Bboglár (16,90 mg/l), 5. FPannon (7,55 mg/l) és 13. Eger (16,00 mg/l) kódú minták.
- A legkisebb mért antocianin tartalom a legmagasabb L* világossági tényezőjű borokhoz (Badacsony, FPannon) tartozik. Azok a borok, amelyek mély bordó színűek (2. Villány, 6. Somló, 7. Tolna, 8. Mátra, 9. Sopron, 10. Hajós) a legnagyobb összes monomer antocianin-tartalommal rendelkeznek.

- A délebbre fekvő területről származó borminták esetében magasabb az összes polifenol tartalom. Ez összefüggésben áll azzal, hogy a déli területeken az éves átlagos napsütéses órák száma magasabb.
- Az összes polifenol tartalom és az L^* világossági tényezők között nem lehet egyértelmű összefüggést felfedezni.
- Az $L^*a^*b^*$ értékei önállóan nem, csak együtt értelmezhetőek. Az a^* értékei bár minden esetben a pozitív (piros) színinger tartományban vannak, mindenképp az L^* értékkel kell együtt értelmezni. A bordóbbnak tűnő minták alacsonyabb a^* és L^* értékkel rendelkeznek. Ezzel ellentétesen, a világosabb piros színű minták a^* és L^* értékei magasabbak.
- A munkám során mért borminták pH értékei között szignifikáns különbséget nem tapasztaltam. A borok pH értéke megfelelt a fogyasztói preferenciáknak és a borász szakma által optimálisnak vélt tartománynak.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Az általam vizsgált 2021-es évjáratú Mátrai-, Egri-, Badacsonyi-, Balatonboglári-, Somlói-, Villányi-, Tolnai-, Szekszárdi-, Kunsági-, Hajós-Bajai- és Soproni borvidékekről, valamint Dunántúli és Felső-Pannon borrhégiókból származó Kékfrankos borok analitikai vizsgálata egy komplex és összetett analízist igényel. Ehhez pH- és színmerést, összes monomer antocianin-tartalom és összes polifenol tartalom meghatározást végeztem. A pH mérést, összes monomer antocianin- és összes polifenol koncentrációt statisztikai módszerrel is megvizsgáltam.

A pH mérés során a párhuzamos eredmények átlagolása után az eredményeket az ország bortérképén szemléltettem, továbbá statisztikai módszerrel vizsgáltam az eredményeket. A pH mérés során azt találtam, hogy a borminták között nincs szignifikáns különbség. Minden borminta pH értéke 3,7 alatt van, amely a fogyasztói preferenciáknak megfelel. A borász szakma által optimálisnak vélt 3,4-3,5 körüli tartománynál csak minimális eltéréssel mérhető alacsonyabb, vagy magasabb pH a vizsgált mintákban.

A bor színe a fogyasztók számára az egyik elsődleges és a leginkább szembetűnő attribútum, ezért is tartottam fontosnak, hogy a bormintákat ilyen szempontból is megvizsgáljam. A borminták színe a világosabb pirostól a mély bordóig terjed. A szabad szemmel is megkülönböztethető minták között műszeresen mért ΔE^* értékek alátámasztják a vizuálisan is érzékelhető különbségeket.

Az összes monomer antocianintartalom mérése során nem tudtam kimutatni statisztikai szempontból különbséget az egyes borrhégiókból származó minták között, azonban összefüggést találtam a termőterület földrajzi elhelyezkedése, az éves átlagos napsütéses órák száma és a bor színe között. Megállapítottam, hogy a délebbre fekvő bortermő területről származó minták magasabb monomer antocianin tartalommal rendelkeznek, az északi, illetve nagyobb tengerszint feletti magassággal rendelkező borvidékekről származó minták esetében pedig ez az érték alacsonyabb. Az antocianin termelődését a szőlőbogyóban a napsütés elősegíti, az UV sugárzás abiotikus stresszként pedig fokozza ezen komponensek felhalmozódását a bogyókban.

Az összes polifenol tartalom mérése során szintén nem tudtam kimutatni statisztikai szempontból különbséget az egyes borrhégiókból származó minták között, azonban ebben az esetben is megállapíthattuk, hogy a délebbre fekvő bortermő területről származó minták magasabb összes polifenol tartalommal rendelkeznek, köszönhetően a magasabb éves átlagos napsütéses órák számának.

Ahhoz, hogy statisztikailag igazolható különbséget tehesünk a kémiai paraméterek között a különböző borszőlőfajtákból származó egyazon évjáratú Kékfrankos borok esetében, úgy gondolom, hogy nagyobb elemszámú analízisre van szükség. A vizsgálatok rámutattak arra, hogy milyen soktényezős elem a bor minősége, és a csak egy fajta (Kékfrankos) bor is mennyi változatban jelenhet meg a piacon a fogyasztók megelégedését szolgálva.

8. IRODALMI HIVATKOZÁS

Szakcikkek, internetes hivatkozások:

1. Edit H. (2018): 150th Anniversary of the Foundation of Agricultural University in Debrecen, *Viticulture of Hungary*, 175-182. doi: <https://doi.org/10.34101/actaagrar/150/1713>
2. Internet 1: <https://www.thewinesociety.com/discover/explore/regional-guides/american-wine-ultimate-guide/>
3. Internet 2: <https://www.wineaustralia.com/>
4. Internet 3: <https://african.business/2025/02/resources/africas-alternative-wine-producers-reach-maturity>
5. Pezzuto J.M. (2008): Grapes and Human Health: A Perspective, *Agricultural and Food Chemistry*. doi: <https://doi.org/10.1021/jf800898p>
6. Terral J.F., Tabard E., Bouby L., Ivorra S., Pastor T., Figueiral I., Picq S., Chevance J.B., Jung C., Fabre L., Tardy C., Compan M., Bacilieri R., Lacombe T., This P. (2010) Evolution and history of grapevine (*Vitis vinifera*) under domestication: new morphometric perspectives to understand seed domestication syndrome and reveal origins of ancient European cultivars. *Annals of Botany*, Vol.105, 443–455, doi: <https://doi.org/10.1093/aob/mcp298>
7. Kállay M. (2010): Borászati Kémia, Mezőgazda kiadó. ISBN: 978-963-286-572-0.
8. Agriculture.ec.europa.eu weboldal: <https://shorturl.at/xoSUn>
9. Magyarország Térinformatikai Szőlőültetvény Regisztere: <https://vingis.hu/eredetvedelem>
10. Internet 6: <https://bmwineguide.co.uk/blaufrankisch-the-red-jewel-of-central-europe/>
11. Maul E., Röckel F., Töpfer R (2016): The „missing link” ’BlauZimmertraube’ reveals that ’Blauer Portugieser’ and ’Blaufränkisch’ originated in Lower Styria, *Vitis*. Vol. 55, 135-143. doi: <https://doi.org/10.5073/vitis.2016.55.135-143>
12. Missiroli F., (2023): The Art of Wine and Its Harvesting Methods [Student’s Corner]. *IEEE Robotics & Automation Magazine*. Vol. 30, 114-116. doi: [10.1109/MRA.2023.3323104](https://doi.org/10.1109/MRA.2023.3323104)
13. Qianting Z., Tongguo C., Xiaoyu W., Pengtao Z., Xiaoqing L., Pei L., Huanhuan Y., Yurong G. (2020): Influence of simulated grape crushing process on phenolic compounds extraction, astringency and color of Cabernet sauvignon model wine. *LWT Food Science and Tech*. Vol. 128, doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109514>
14. Darías M.J., Díaz-González D., Díaz C.R. (2004): Influence of two pressing processes on the quality of must in white wine production. *Journal of Food Engineering* Vol 63., 335-340, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2003.08.005>

15. Miller K.V, Block D.E (2020): A review of wine fermentation process modeling. *Journal of Food Engineering* Vol 273, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.109783>
16. Rayess Y.E., Manon Y., Jitariouk N., Albasi C., Peuchot M.M., Devatine A., Fillaudeau L. (2016): Wine clarification with Rotating and Vibrating Filtration (RVF): Investigation of the impact of membrane material, wine composition and operating conditions. *Journal of Membrane Science*, Vol. 513, 47-57. doi: <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2016.03.058>
17. Umiker N.L., Descenzo R.A., Lee J., Edwards C.G. (2012): Removal of *Brettanomyces bruxellensis* from red wine using membrane filtration. *Food Processing and Preservation*, doi: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2012.00702.x>
18. Carpena M., Peteira A.G., Prieto M.A., Simal-Gandara J. (2020): Wine Aging Technology: Fundamental Role of Wood Barrels. *Foods*. doi: <https://doi.org/10.3390/foods9091160>
19. Szövényi Á., Kállay M., Nagy B., Magyar I., Nyitrai S.D. (2022): Szőlészeti és Borászati Intézet, Magyar Agrár és Társadalomtudományi Egyetem, *Borászat és üdítőital-ipari technológia*.
20. Genc M., Genc S., Goksungur Y. (2017): Exergy analysis of wine production: Red wine production process as a case study. *Appl Thermal Engineering*. Vol. 117, 511-21. doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2017.02.009>
21. Eperjesi I. (2010): Borászati Technológia. Mezőgazda kiadó, ISBN: 978-963-286-635-2.
22. Kántor A., Miroslava K., Maciej K. (2015): Natural Microflora of wine grape berries. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. doi: <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2015.4.special1.32-36>
23. Isak S.P. (2016): Conducting Wine Symphonics with the Aid of Yeast Genomics. *Beverages*, 2(4), 36. doi: <https://doi.org/10.3390/beverages2040036>
24. Sablayrolles J.M. (2009): Control of alcoholic fermentation in winemaking: Current situation and prospect. *Food Research International* Vol. 42, 418-424. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2008.12.016>
25. Nyitrai S.D., Török Z., Mátyus I. (2017): Borkészítés Technológiája. *Oktatási segédanyag az élelmiszeripari ágazathoz*. Kiadó: Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft., Innovációs és Technológiai Minisztérium, NFA-KA-NGM-2/2017 szerződés alapján.
26. Mettler Toledo oldal: <https://www.mt.com/hu/hu/home/library/applications/lab-analytical-instruments/measurement-pH-of-wine.html?utm>
27. Antonelli A., Arfelli G., Masino F., Sartini E. (2010): Comparison of traditional and reductive winemaking: influence on some fixed components and sensorial characteristics. *European Food Research & Tech*. Vol. 231, 85-97. doi: doi.org/10.1007/s00217-010-1250-6

28. Baiano A., Terracone C., Longobardi F., Ventrella A., Agostiano A., Del-Nobile M.A. (2012): Effects of different vinification technologies on physical and chemical characteristics of Sauvignon blanc wines. *Food Chemistry*. Vol. 135,2694-2701. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.07.075>
29. Mylona A.E., Del Frasco J.M., Palomero F., Loira I., Banuelos M.A., Morata A., Calderón F., Benito S., Suárez-Lepe J.A. (2016): Use of Schizosaccharomyces strains for wine fermentation—Effect on the wine composition and food safety. *Int. Journal of Food Microb.* Vol. 232, 63-72. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.05.023>
30. Kuchen B., Maturano Y.P., Mestre M.V., Combina M., Toro M.E., Vazquez F. (2019): Selection of Native Non-Saccharomyces Yeasts with Biocontrol Activity against Spoilage Yeasts in Order to Produce Healthy Regional Wines. *Fermentation*. doi: <https://doi.org/10.3390/fermentation5030060>
31. Benito Á., Calderón F., Benito S. (2019): The Influence of Non-Saccharomyces Species on Wine Fermentation Quality Parameters. *Fermentation*. doi: doi.org/10.3390/fermentation5030054
32. Piccardo D., González-Neves G., Favre G., Pascual O., Canals J.M., Zamora F. (2019): Impact of Must Replacement and Hot Pre-Fermentative Maceration on the Color of Uruguayan Tannat Red Wines. *Fermentation*. doi: <https://doi.org/10.3390/fermentation5030080>
33. Bede Béla: Magyar Borvidékek, Budapest, Corvina Kiadó, 2013.
34. Mozell M.R., Thach L. (2014): The impact of climate change on the global wine industry: Challenges & Solutions. *Wine Economics and Policy*. Vol. 3, 81-89. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wep.2014.08.001>
35. Venios X., Korkas E., Nisiotou A., Banilas G. (2020): Grapevine Responses to Heat Stress and Global Warming. *Plants*. doi: <https://doi.org/10.3390/plants9121754>
36. Szilvássy B. (2014): Élelmi növények polifenolkészletének vizsgálata tömegspektrometriás módszerekkel, PhD értekezés. *Budapesti Corvinus Egyetem, Alkalmazott kémia tanszék*. https://phd.lib.uni-corvinus.hu/778/1/Szilvassy_Blanka.pdf
37. Rak G. (2010): Polifenolok és származékaik feltérképezése hármass kvadрупol tömegspektrometriás módszerrel, PD értekezés. *Budapesti Corvinus Egyetem, Alkalmazott kémia tanszék*. https://ms.elte.hu/PhDpalyazat2011/RakGabor_ertekezes.pdf
38. Clarke S., Bosman G., Toit W., Alexandre-Tudo J.L. (2022): White wine phenolics: current methods of analysis. *Science of Food and Agriculture* doi: doi.org/10.1002/jsfa.12120
39. Waterhouse A.L. (2006): Wine Phenolics. *Annals of the New York Academy of Sciences*. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2002.tb02903.x>

40. Santos R.B., Figueiredo A. (2023): Biotic and Abiotic Stress Management in Grapevine: Recent Advances and Major Breakthroughs. *Agronomy*. doi: <https://doi.org/10.3390/agronomy13061584>
41. Verdenal T., Dienes-Nagy Á., Spangenberg J.E., Zufferey V., Spring J.L., Viret O., Marin-Carbonne J., Leeuwen C. (2021): Understanding and managing nitrogen nutrition in grapevine: a review. *OENO One*. Vol. 55, doi: doi.org/10.20870/oeno-one.2021.55.1.3866
42. Reineke A., Thiéry D. (2016): Grapevine insect pests and their natural enemies in the age of global warming. *Journal of Pest Science*. Vol. 89, 313-328. doi: <https://doi.org/10.1007/s10340-016-0761-8>
43. Mondello V., Songy A., Battinson E, Pinto C., Coppin C., Trotel-Aziz P., Clément C., Mugnai L., Fontanie F. (2018): Grapevine Trunk Diseases: A Review of Fifteen Years of Trials for Their Control with Chemicals and Biocontrol Agents. *Plant Disease*. Vol. 102, doi: <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-17-1181-FE>
44. Cosme F., Fernandes C., Ribeiro T., Filipe-Ribeiro L., Nunes F.M. (2020): White Wine Protein Instability: Mechanism, Quality Control and Technological Alternatives for Wine Stabilisation—An Overview. *Beverages*. doi: <https://doi.org/10.3390/beverages6010019>
45. Guo Y.Y., Yang Y.P., Peng Q., Han Y. (2015): Biogenic amines in wine: a review. *International Journal of Food Science and Tech*. Vol. 50, 1523-1532. doi: doi.org/10.1111/ijfs.12833
46. Paterson R.M., Venâncio A., Lima N., Guilloux-Bénatier M., Rousseaux S. (2018): Predominant mycotoxins, mycotoxigenic fungi and climate change related to wine. *Food Research International*. Vol. 103, 478-491. doi: doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.080
47. Lee J., Durst R.W., Wrolstad R.E. (2005): Determination of Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorants, and Wines by the pH Differential Method: Collaborative Study. *Journal of AOAC International*. Vol. 88, 1259-1278. doi: <https://doi.org/10.1093/jaoac/88.5.1269>
48. Fonseca F.D., Symochko L., Coelho Pinheiro M.N. (2024): Grape Pomace (*Vitis vinifera* L.) Waste Valorization: Assessing Its Potential as a Sustainable Natural Dye for Textiles Applications. *Sustainability*., doi: <https://doi.org/10.3390/su16083167>
49. Singleton V.L., Rossi J.A. (1965): Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*. Vol. 16, 144-158. doi: <https://doi.org/10.5344/ajev.1965.16.3.144>
50. Hegedűs A. (2013): A csonthéjas gyümölcsök antioxidáns hatásában megnyilvánuló genetikai variabilitás jellemzése, PhD értekezés. *Budapesti Corvinus Egyetem, Genetika és Növénynevelési Tanszék*. https://real-d.mtak.hu/622/7/dc_634_12_doktori_mu.pdf

Ábrák és táblázatok:

1. ábra, Internet 4: <https://shorturl.at/2NySf>
2. ábra, Internet 5: <https://shorturl.at/4fuih>
3. és 4. ábra: Hegyközségek Nemzeti Tanácsa, Borszőlővel beültetett fajták területi adatai, 2024: <https://djrowwfyvvz5i.cloudfront.net/production/documents/szolovel-beultett-terulet-bv-fajta-2024.07.31.-1.pdf>
5. ábra: Hegyközségek Nemzeti Tanácsa, Borszőlővel beültetett fajták területi adatai, 2019-2024: <https://hnt.hu/statisztikak/termoterulet-es-termesmennyiseg/borszolofajtak-teruleti-adatai>
6. ábra: <https://shorturl.at/mAMNE>
7. ábra: <https://shorturl.at/3ywwt>
8. ábra, Internet 7: <https://shorturl.at/CDmhB>
1. táblázat: Agrárminisztérium, Eredetvédelem (földrajzi árujelzők és hagyományos kifejezések) és Termékleírások, 2012-2024-es adatok nyomán: <https://boraszat.kormany.hu/termekleirasok2>
9. ábra: Hegyközségek Nemzeti Tanácsa, Borszőlő termőterület 2011-2025: <https://shorturl.at/BuEL7>
10. ábra: <https://shorturl.at/VazPR>
11. ábra, Internet 8: <https://shorturl.at/9ab4G>
2. táblázat: Mokrzycki W.S., Tatol M. (2012): Colour difference ΔE – A survey. Faculty of Mathematics and Informatics University of Warmia and Mazury, Poland.
3. táblázat: Mokrzycki W.S., Tatol M. (2012): Colour difference ΔE – A survey. Faculty of Mathematics and Informatics University of Warmia and Mazury, Poland.
13. ábra: Internet 9: <https://shorturl.at/hGSy4>
14. ábra: Internet 10: <https://shorturl.at/9svut>
15. ábra: Internet 11: <https://shorturl.at/KZV63>

Rendeletek és törvények:

1. 2012. évi CCXIX. törvény a hegyközségekről: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1200219.tv>
2. 1308/2013/EU a mezőgazdasági termékpiacok közös szervezésének létrehozásáról: eur-lex.europa.eu/eli/reg/2013/1308/oj?locale=hu II. Rész II. Cím I. Fejezet 2. Szakasza.
3. 26/2021. (VII. 29.) AM rendelet a szőlő- és bortermelés részletes szabályairól: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a2100026.am>

4. 607/2009/EK rendelet: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R0607&from=ES>
5. 1169/2011/EU a fogyasztók élelmiszerekkel kapcsolatos tájékoztatásáról: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R1169>
6. Agrárminisztériumi termékleírások – Eredetvédelem (földrajzi árujelzők és hagyományos kifejezések) \ Termékleírások: <https://boraszat.kormany.hu/termekleirasok2>

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Elsősorban köszönetet szeretnék mondani a két konzulensemnek, Dr. Mednyánszky Zsuzsanna és Stefanovitsné Dr. Bányai Éva tanárnőknek, akik szakmai tudásukkal és hozzáértésükkel támogattak a diplomamunkám megírásában és a mérések lebonyolításában. Továbbá köszönetet érdemelnek, mivel nem csak ennek a munkának a megírásában segítettek nekem, hanem már Élelmiszermérnöki BSc-s éveimben is az egyik, ha nem a legtámogatóbb tanáraink voltak, akik nagymértékben hozzájárultak az életemben az élelmiszermérnöki szakma szeretetéhez. Továbbá köszönetet szeretnék mondani az Élelmiszerkémiai és Analitikai és a Táplálkozástudományi Tanszékek munkatársainak, akik segítettek a mérés lebonyolításában és előkészítésében, illetve a borászoknak és borászatoknak, akik munkájukkal megalkották azokat a bormintákat, amelyeket a diplomamunkám során megmértem.

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: **Győri Botond Dániel**

A hallgató Neptun kódja: **XFMSCY**

A dolgozat címe: **Különböző magyar borrhíókból származó Kékfrankos borok bel-tartalmi tulajdonságainak vizsgálata**

A megjelenés éve: 2025

A konzulens intézetének neve: Élelmiszertudományi- és Technológiai Intézet

A konzulens tanszék neve: Táplálkozástudományi Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között, vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlant állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően, vagy
- a titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtástól számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Budapest, 2025.11.03.



Győri Botond Dániel

NYILATKOZAT

Győri Botond Dániel, XFMSCY konzulenseiként nyilatkozunk arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettük, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattuk.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javasoljuk / nem javasoljuk¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen / nem².

Kelt: Budapest, 2025.11.03.



konzulens

Dr. Mednyánszky Zsuzsanna



konzulens

Stefanovitsné Dr. Bányai Éva

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Győri Botond Dániel
Neptun-kódja:	XFMSCY
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input type="checkbox"/> BSc/BA <input checked="" type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	Diplomamunka
A munka címe:	Különböző magyar borrégiókból származó Kékfrankos borok beltartalmi tulajdonságainak vizsgálata

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrektúra, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
-	-	-

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka **mellékletében való csatolása szükséges.**)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve, verziója, elérhetősége	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma
-	-	-	-

3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket: *Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.*

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....

4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: Budapest, 2025.11.03.

Győri Botond Dániel
Hallgató

Stefanovitsné Dr. Bányai Éva
Konzulens

Dr. Mednyánszky Zsuzsanna
Konzulens