

SZAKDOLGOZAT

Bodnár Eszter

2025



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Szőlészeti és Borászati Intézet

Szőlész-borász mérnöki alapképzési szak

**ALKOHOLKONCENTRÁCIÓ HATÁSA A POLIFENOLOK
KIOLDÓDÁSÁRA KÉKFRANKOS BOGYÓHÉJBÓL**

Belső konzulens: dr. Sólyom-Leskó Annamária
docens

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Szőlészeti és Borászati
Intézet
Borászati Tanszék

Készítette: Bodnár Eszter

Budapest

2025

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések.....	2
2. Szakirodalmi áttekintés	4
2.1 Polifenol-vegyületek kémiai tulajdonságai	4
2.1.1. Nem-flavonoid fenolok	6
2.1.2. Flavonoid-fenolok	8
2.1.3. Tanninok	11
2.2. Polifenolok kioldódása és technológiai körülményei	12
2.3. Polifenolok érzékszervi jellemzői az átalakulásuk során.....	16
2.3.1. Szín.....	16
2.3.2. Illat	17
2.3.3. Ízérzet.....	18
2.4. Polifenolok élettani hatása	18
2.5. Az alkoholcsökkentés lehetőségei.....	20
2.6. Kékfrankos szőlőfajta.....	22
3. Anyagok és módszerek.....	24
3.1. Alapanyag	24
3.2. A kísérlet beállítása	24
3.3. Mérési módszerek	24
4. Eredmények és értékelésük	28
5. Következtetések és javaslatok.....	32
6. Összefoglalás.....	33
7. Irodalomjegyzék.....	34
8. Táblázatok és ábrák jegyzéke.....	40
9. Mellékletek.....	41

1. Bevezetés és célkitűzések

Mi határozza meg, hogy az egyik bor selymesen lágy, testes és mély rubinvörös színű, míg egy másik könnyed, halványabb vörös árnyalatú és gyümölcsösen friss? A válasz kulcsa a szőlőben található polifenolok mértékében és összetett tulajdonságaiban rejlik. Ezek elengedhetetlen összetevői a bornak, élettani hatásaik jelentőségéről nem is beszélve.

A témaválasztás mögött személyes érdeklődés áll a polifenolok iránt, ugyanis azzal együtt, hogy tudományosan bizonyított e vegyületek jótékony élettani hatása, tapasztalatom alapján egy közeli hozzátartozóm is hiszem, hogy nagymértékben ezeknek köszönheti idős korában is az egészségét.

A téma aktualitását az adja, hogy napjainkban egyre nagyobb hangsúlyt kap az egészségtudatos életmód és a felelős alkoholfogyasztás, az úgynevezett *mindful drinking* irányzata. Emellett nő az érdeklődés az étel- és italpárosítások iránt, miközben a testes, magas alkoholtartalmú vörösborok iránti kereslet csökken. Az alkoholfogyasztás mérséklésének okai sokfélék lehetnek: egyesek egészségtudatossági megfontolásból, mások gyerekvállalás miatt, míg megint mások krónikus anyagcsere-betegségek (például inzulinrezisztencia vagy (pre)diabétesz) következtében döntenek így. A borászatok számára ezért egyre fontosabb, hogy alkalmazkodjanak ezekhez a fogyasztói igényekhez is.

Kutatásom során azt vizsgálom, hogy a szőlőben található polifenol-vegyületek milyen mértékben és milyen formában oldódnak ki vörösborba a héjon erjesztés során, illetve az erjedést követő extrakciós időszakban. Kiemelt figyelmet fordítok az alkoholtartalom és a polifenolok közötti összefüggések feltárására, különös tekintettel arra, hogy az alkohol milyen módon befolyásolja e vegyületek kioldódását, stabilitását és végső mennyiségét a borban.

Amennyiben igazolható, hogy a polifenolok extrakciója mérsékeltebb alkoholos közegben is hatékonyan végbemehet, az új lehetőségeket nyithat meg a borászati technológiákban. Az így nyert eredmények alapul szolgálhatnak a prefermentatív alkoholcsökkentési módszerek bevezetéséhez, amelyek célja, hogy a bor polifenolokban gazdag, kedvező élettani hatású komponenseit megőrizték.

Célom, hogy a kutatásom hozzájáruljon olyan fenntartható borkészítési technológiák fejlesztéséhez, melyek a tudatos fogyasztói igényekhez igazodnak alacsonyabb alkoholtartalmú, de beltartalmi értékekben gazdag borok előállítását támogatva.

Hipotézisem szerint az erjedő cefre, illetve a kiejedt, de még ki nem préselt vörösborcefre alkoholtartalma befolyásolja a színanyagok kioldódását a bogyóhéjból a vörösborba.

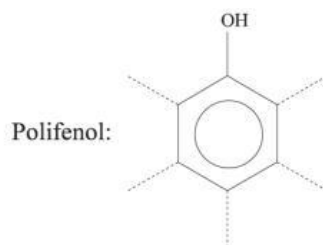
Dolgozatomban először a polifenol-vegyületek csoportját mutatom be borkémiai szempontból, kitérve élettani hatásaikra is. Ezt követően az alkoholesökkentés lehetséges módszereit ismertetem, majd röviden bemutatom a Kékfrankos szőlőfajtát. A jelen tanulmány második felében pedig az elvégzett kísérlet leírásán és kiértékelésén lesz a hangsúly. Meglepően szerteágazó ez a kérdéskör, így a jövő számára is sok kutatási területet nyithat.

2. Szakirodalmi áttekintés

A természet világa számtalan, első pillantásra láthatatlan összetevőt rejt, amelyek alapvető szerepet játszanak az élő szervezetek egészségének megőrzésében – ezek közé tartoznak a polifenolok is. Ezek a másodlagos növényi anyagcsere-termékek nem csupán a növények védelmi rendszerének fontos elemei (Antus 2011), hanem az emberi táplálkozásban is kiemelkedő jelentőséggel bírnak. Antioxidáns hatásuk, gyulladáscsökkentő és sejtvédő tulajdonságaik révén a polifenolok egyre inkább a táplálkozástudomány, az orvoslás és az élelmiszeripar fókuszába kerülnek. (Corder, 2007) A vörösbobban, zöld teában, bogyós gyümölcsökben és számos más növényi eredetű élelmiszerben megtalálható vegyületek nem csupán az íz- és színvilág formálói, hanem potenciálisan fontos szereplői lehetnek a civilizációs betegségek megelőzésének is. (Ohishi et al., 2021) A következő fejezetekben részletesen is bemutatom e sokoldalú vegyületcsoport szerkezetét, típusait, biológiai hatásait és jelentőségét az egészségmegőrzésben.

2.1 Polifenol-vegyületek kémiai tulajdonságai

A polifenolok elnevezése a fenolos hidroxil- (OH) csoportok számára utal. Kémiai szerkezetük az *1. ábrán* látható. Ezek a funkciós csoportok könnyen képesek oxidálódni, ilyenkor a bor színe barnulásnak indul, és sok különböző kiválás (törések) okozói. (Kállay, 2010) Összességében a borjelleg kialakításában vesznek részt, meghatározzák számos érzékszervi tulajdonságát: fanyar, összehúzó ízt kölcsönöznek a bornak, és a vörösbobok színét is ők adják. A későbbi oxidációs folyamatok során pedig a bor stabilitásában van szerepük. (Aliaño-González & Cantos-Villar, 2021)



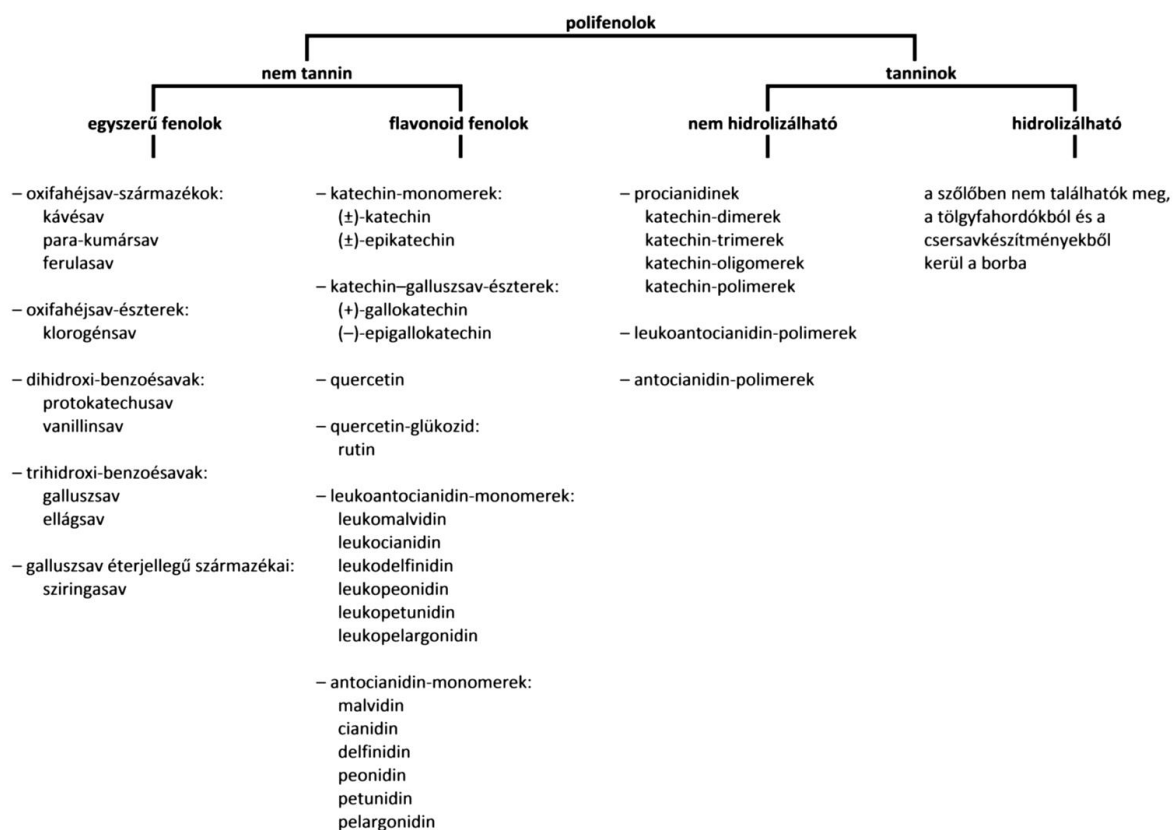
*1. ábra Polifenol-vegyületek alapváza
Forrás: Kállay, 2010*

Fontosnak tartom, hogy helyére tegyünk egy gyakori félreértést: A polifenolok valójában hasznos és kívánatos vegyületek a borból – de csak bizonyos mértékig és bizonyos formában, kontrollált technológiai körülmények között dolgozva velük. Ezért van jelentősége

tulajdonságaik ismeretének, hogy borásként tudjuk, mit kell eltávolítani és mit érdemes megőrizni közülük a feldolgozás során.

A polifenolok felosztása többféle megközelítés alapján történhet, kémiai szempontból beszélhetünk:

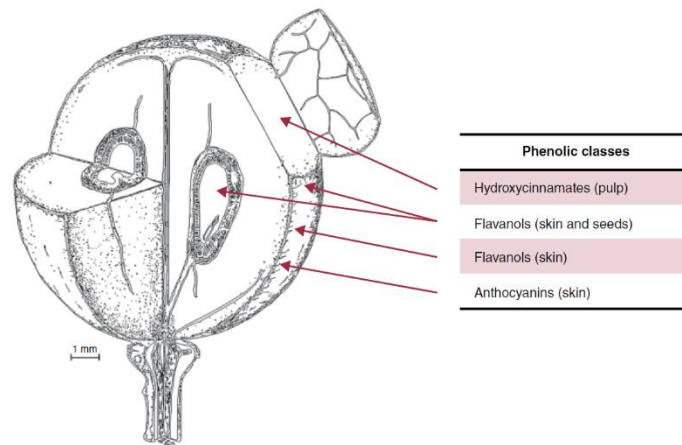
- a) nem tannin fenolokról
 - nem flavonoid fenolok (egyszerű fenolok, fenolsavak)
 - flavonoid fenolok
- b) tannin fenolokról
 - nem hidrolizálható tanninok
 - hidrolizálható tanninok



2. ábra Polifenolok csoportosítása
Forrás: Kállay, 2010

A 2. ábra szemlélteti a csoportosításukat Peri és Pompei (1971) szerint. A szőlőbogyó minden részében előfordulnak, de jelentős mennyiségben és legfontosabb szerepük szerint a bogyó héjában és a magjában, ezt a 3. ábra mutatja be. A kékszőlőben magasabb a fenolos anyagok összkoncentrációja, mint a fehér szőlőben, ez magyarázza a vörösborok és a fehérborok

polifenol-tartalma közti különbségeket. Mivel emellett a fehérborokat általában úgy készítik, hogy minél hamarabb elválasztják a bogyó levét a szilárd résztől, a fenolos anyagok koncentrációja ezáltal még alacsonyabb lesz, mint a vörösboroké, amelyeket cefreként a szőlő héjával és a magokkal együtt erjesztenek. (Waterhouse et. al, 2016)



3. ábra Polifenolok a szőlőbogyóban
 Forrás: Waterhouse et al., 2016

2.1.1. Nem-flavonoid fenolok

A nem flavonoid-fenolok, vagyis az egyszerű fenolok közé tartoznak olyan vegyületek, amelyek szinte csak a bogyó húzában találhatók meg, és észter típusú vegyületek formájában vannak jelen, a szőlőből a borba átkerülnek. Ezek benzoésav- és fahéjsav-származékok, előbbieket feltételezhetően az antocianinok lebomlása során keletkeznek. Utóbbiak pedig vagy szabadon, vagy az antocianinokkal kapcsolódva találhatók meg. (Kállay, 2010) Bioszintézisüket tekintve a magasabb rendű növényekben, így a szőlőben is, a szénhidrátokból kiindulva a sikiminsav-úton lehet eljutni a benzoésav- és fahéjsavszármazékokig. (Kállay & Kerényi, 2011)

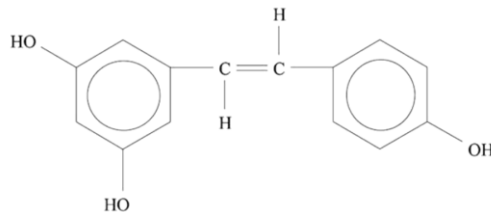
Érzékszervi jellemzőjük, hogy kevésbé összehúzó az ízük. A különböző kezelésekkel mennyiségük csak kismértékben csökkenthető. (Kállay, 2010)

A kondenzált vázat nem tartalmazó fahéjsav-származékok (p-kumársav, ferulasav, kávésav) legtöbbször borkósavval alkotott észterek formájában vannak jelen (kutársav, fertársav, kaftársav). Pektin-metil-észteráz jelenlétében az észterek monomereikre bomlanak, valamint a fermentáció során is lassan hidrolizálódnak. A szőlőben leggyakrabban előforduló nem flavonoid, a kaftársav a polifenoloxidáz egyik fő szubsztrátja. Ez fontos szerepet játszik a must barnulásában. Kis mennyiségben a kaftársav és a p-kutársav oxidált származékai a fehérborok

szalmasárga-arany színét adják. Bár a vörösborokban is ugyanolyan mértékben jelen vannak, az antocianinok és a procianidinek bőséges mennyisége elfedi ezen vegyületek jelenlétét. (Jackson, 2008)

Rezveratrol

Egy nagyon fontos képviselője van még ennek a csoportnak, ez nem más, mint a rezveratrol. (4. ábra)



4. ábra Rezveratrol
Forrás: Kállay, 2010

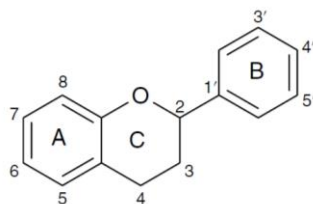
A rezveratrol (transz-3,5,4'-trihidroxisztilbén, alapváza α,β -difenil-etilén) egy sztilbén polifenol, amely a fitoösztrogénekhez (általunk fogyasztott ösztrogénhatású növényi vegyületek) tartozik. (Pintér, 2024) Két geometriai izomer formája létezik; a transz-izomer a legstabilabb és biológiailag legaktívabb forma (távolabb vannak a fenilcsoportok), míg a cisz-izomer az átalakulás lebomlása után képződik az UV-fény vagy a magas pH-értékek hatására az erjedés során (instabilabb, mert azonos oldalon helyezkednek el a funkciós csoportjai). A rezveratrol mindkét izomer formája változó koncentrációban megtalálható a szőlőben, valamint számos más gyümölcsben, beleértve a szederben, az áfonyában, a pisztáciában, a földimogyoróban, és a kakaóban. (Bruno V.F.R. et al., 2020) A különböző szőlőfajtákban eltér a rezveratroltartalom, vagyis pontosabban a glükozid formája, a piceid, melyből az alkoholos erjedés során az élesztő β -glükozidáz enzimaktivitása szabadítja fel a transz-rezveratrolt (Kállay, 2010); ez az érés során a héjszerkezetben, és kis mennyiségben a magban halmozódik fel. A kékszőlőben (így a vörösborokban) meghatározott koncentrációk magasabbak, mint a fehér szőlőben (és a belőlük készülő fehérborokban) (Garrido & Borges, 2013). Kállay és Nyitrai (2007) a rezveratrolok mennyiségét vizsgálta a hazai vörösborokban, ennek eredményeként azt kapták, hogy a Kékfrankos, a Portugieser és a Merlot szőlőből készült borok tartalmazták a legnagyobb mennyiségben. Azonban a bor rezveratrol-tartalma elsősorban nem a szőlőtől függ, hanem a szőlőfeldolgozási-borkészítési technológia függvénye. Attól függően, hogy mennyi ideig érintkezik a szőlőhéjjal és szőlőmaggal a lé, a borba kerülő rezveratrol-tartalom magasabb lesz. (Creasy és Coffee, 1988)

2.1.2. Flavonoid-fenolok

A fenolos vegyületek egyik legnagyobb családja. A flavonoid-fenolok a fő okozói a keserű, összehúzó íznek, a barnulási hajlam is nagymértékben tőlük függ. Szerteágazó vegyületcsoport, közéjük tartoznak a katechin, leukoantocianin és antocianin monomerek, belőlük épülnek fel polimerizációs reakciókkal a magasabb fokú származékaik, a procianidinek, melyek élettani hatása kiemelkedő. A flavonoidok glikozidjaik formájában vannak jelen, és egymástól metilált állapotukban térnek el. Fontos kémiai tulajdonságuk, hogy jó fémmegkötő-képességgel rendelkeznek, ami egyben antioxidáns hatást is jelent, a telítetlen alapváz következtében könnyen oxidálhatók – jó redukálóképességük van a –OH csoportjaik által. Könnyen reagálnak fehérjékkel és egyéb polimerekkel (pl. poliszacharidokkal), valamint polimerizációs képességük is kiemelkedő, gyakran vesznek részt kondenzációs reakciókban. (Kállay, 2010)

Főleg a héjban, a magban és a kocsányban található elsősorban monomer állapotban, de dimerek és trimerek formájában is. (Monagas et al., 2003) Nagy részük az endoplazmatikus retikulumban szintetizálódik a sikiminsav-úton keresztül, mielőtt átkerülnek, hogy tárolódjanak a sejt központi vakuólumában. (Jackson, 2008)

A flavonoid elnevezés a latin *flavus* (sárga) szóból ered, e vegyületcsoport képviselői sárga színűek. (Hajós, 2017) Kémiai szerkezetük alapváza flavon váz ($C_6-C_3-C_6$), a 5. ábrán látható.



5. ábra Flavonoidok alapváza
Forrás: Waterhouse et al., 2016

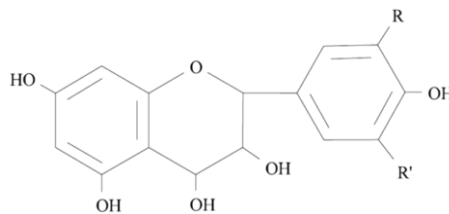
Katechinek

A katechinek flavan-3-ol alapvázú vegyületek, két aszimmetriacentrumot tartalmaznak, ennek következtében többféle sztereoizomer is kialakulhat. Vízoldékonyak és hidrolízissel nem bonthatók le, tehát nem észter-típusú vegyületek, ezért a kondenzált tanninok közé tartoznak. A szőlőben a flavan-3-ol típusú vegyületek közül elsősorban a (+)-katechin és a (–)-epikatechin, valamint a (+)-gallokkatechin és a (–)-epigallokkatechin található meg.

A bornak van P-vitamin-aktivitása („permeabilitás”, erősíti a hajszálereket, csökkenti az érfalak áteresztőképességét), amihez jelentős mértékben hozzájárulnak a katechinvegyületek az antioxidáns hatásuk révén, azonban ez a bor érlelése és öregedése során fokozatosan csökken, mivel az aktív flavonoidok oxidálódnak vagy polimerizálódnak. (Kállay, 2010)

Leukoantocianinok

Alapvázuk neve flavan-3,4-diol (6.ábra) A leukoantocianinok színtelen vegyületek (*leuko* görög eredetű szó jelentése fehér/színtelen) alkoholos sósavval történő melegítésük során antocianin-kloriddá alakulnak, amely vörös színű vegyület, ez a színreakció képezi alapját az ezen vegyületek analitikai meghatározására szolgáló módszereknek is. A citoplazma fehérjeburkaiban található.



6. ábra Leukoantocianinok váza
Forrás: Kállay, 2010

A leukoantocianidinek és kondenzációs termékeik (tannoidok) adják a borcserző anyag, az önotannin nagy részét (Bate-Smith, 1965). Ezek a vegyületek fontos szerepet töltenek be a bor derítésében, mivel képesek a zselatinnal reakcióba lépni és kicsapni.

Emellett jelentősen befolyásolják az érzékszervi tulajdonságokat is, a bor szerkezetét és ízprofilját: összehúzó (fanyar) ízük mértéke a polimerizációs fokukkal arányosan változik. (Glories, Augustin, 1976) Hozzájárulnak a bor P-vitamin-aktivitásához, továbbá szerepet játszanak az óborok színének kialakulásában. A leukoantocianinokból képződő leukoantocianidinek antioxidáns hatásuk révén védik a bort az oxidációval szemben.

E vegyületek koncentrációja a fehérborban a mai technológiának köszönhetően kevesebb, mint 200 mg/l, inkább a vörösborokban található meg nagyobb mennyiségben. (Kállay, 2010)

Antocianinok

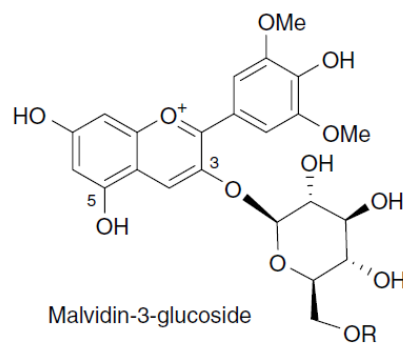
A rozé, siller és vörösborok színéért felelős anyagok. A bogyóhéjban, az epidermisz alatti 3-4 sejtsorban képződnek (kivéve a festőlevű fajtákban, ott a bogyóhúsban is), teljes egészében a

szőlőből kerülnek át a borba a színanyagokat tartalmazó „tasakok” felrepedése következtében. (Eperjesi, 2010)

Normál környezeti feltételek mellett a kék borszőlőkben az érés kezdetén az antocianintartalom növekedése figyelhető meg, monomer és esetenként acilezett formában vannak jelen a zsendüléskor. Az antocianinok szintézise a bogyó héjában már 2–3 héttel megelőzi a zsendülést, vagyis a héj látható elszíneződését. Ezzel párhuzamosan a magban található procianidinek mennyisége fokozatosan csökken, míg el nem éri az érett szőlőmagra jellemző, alacsony, de stabil szintet. (Leskó, 2011)

Nem mindegy, hogy antocianinokról vagy antocianidínekről beszélünk, ugyanis különböző kémiai tulajdonságaik vannak ezeknek a formáknak. Antocianinnak nevezük a glikozidos formát, antocianidínek pedig az aglükon formát, vagyis amelyik meg van fosztva a cukor molekulától. Vízzoldhatóságukban van például különbség, az antocianinok oldhatók, a cukorrész hasznos az oxidációval szemben is. (Kállay, 2010)

A kapcsolódó cukrok számától függően mono- vagy diglükozidok (ezek direkt termőkben) a szőlőben található antocianinok. A *V. vinifera* esetében a 3-O-glükozid (7.ábra) az antocianinok domináns formája. Az amerikai fajokban és hibridekben azonban a 3,5-diglükozidok is megtalálhatóak, és jelenlétük alapul szolgál a nem *vinifera* szőlőből készült borok azonosításához. (Waterhouse et al., 2016)



7. ábra Malvidin-glükozid
forrás: Waterhouse et al., 2016

A vörösbokban és a szőlőben hat fő antocianidint azonosítottak: a cianidint (narancsvörös), a peonidint (piros), a delfinidint (kékesvörös), a pelargonidint (narancs), a petunidint és a malvidint (kékesvörös).

A színárnyalatot és az intenzitást a kémiai szerkezet, főként a hidroxilezés, metilezés és glükozilezés foka határozza meg. Ehhez kapcsolódik, hogy az antocianinok legfontosabb

kémiai tulajdonsága a pH-függés. Alacsony pH-értéken (pH 1) a vörös szín jellemző, de ahogy a pH nő, ez a szín elhalványul (pH 4), és magasabb pH-n intenzív kék szín jelenik meg. (Garrido és Borges, 2013)

A kén-dioxid hatására például reverzibilis kémiai reakció játszódik le, amelynek eredményeként szintelen vegyület keletkezik. Ez a folyamat a vörösborok kénezés utáni időszakos elszíntelenedését magyarázza. A polimerizált színyanyagok ellenállnak a kénessav szintelenítő hatásának, mivel a polimerizáció ugyanazokon az aktív helyeken történik, ahová a kén-dioxid kapcsolódna. Minél nagyobb a polimer-antocianinok hányada a borban, annál kevésbé színtelenedik el a bor a kénezés hatására. (Kállay, 2010)

A vörösborok érlelése során a színük mélyülése is az antocianidinek kémiájára vezethető vissza. Könnyen reagálnak flavonoidokkal, belőlük tanninok képződnek. Ez a folyamat lejátszódik a fehérborokban is, csak ott az antocianidin és a tannintartalom jelentősen kisebb. (Antus, 2011)

2.1.3. Tanninok

A tanninok a borászati szempontból egyik leglényegesebb vegyületcsoportot képviselik, jelenlétük elengedhetetlen a borjelleg, különösen a vörösborok karakterének kialakításához.

Kémiai szerkezetük alapján két fő csoportra oszthatók:

1. Nem hidrolizálható tanninok (kondenzált tanninok vagy procianidinek)
2. Hidrolizálható tanninok

Nem hidrolizálható tanninok

Ezek a flavonoid fenolok polimerjei. A kis kondenzációs fokú vegyületek (dimerek, trimerek, tetramerek) vízben jól oldódnak, és a cserzőanyagokra jellemző tulajdonságokat hordozzák, idősebb borokban a 10 vagy több tagból álló polimerek is előfordulnak. A nagy polimerizációs fokú származékokat flobaféneknek nevezik, melyek vízben rosszul, lúgos közegben és alkoholban jól oldódnak. A fenolos hidroxilcsoportok könnyű oxidációjának következtében vörös, illetve sötétbarna színű polimerszármazékok keletkeznek. (Kállay, 2010)

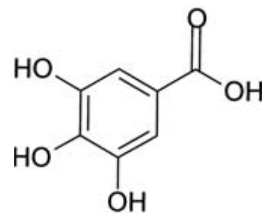
A procianidinek a (+)-katechin és a (–)-epikatechin kondenzációs reakciójából származó, 2–6 egységből álló oligomer vegyületek. Prekursoraikkal (katechinek) együtt legnagyobb koncentrációban a szőlő magjában, kocsányában és héjában fordulnak elő. Általában a

fermentáció korai szakaszában keletkeznek, polimereket is képesek képezni a tanninokkal. Mivel rendkívül stabilak és ellenállnak a kén-dioxid fehérítő hatásának, jelentősen hozzájárulhatnak a szín stabilitásához. Fontos szerepet játszanak a bor érzékszervi tulajdonságainak (szín, íz, húzósság, keserűség) kialakításában. (Jackson, 2008)

Hidrolizálható tanninok

Ezek fenolkarbonsavak egymással vagy cukrokkal alkotott észterszerű vegyületei. Ilyen a galluszsav, a digalluszsav, vagy az ellágsav. Fontos jellemzőjük, hogy a szőlőben nem található meg, hanem a borokba tölgyfahordós érlelés, illetve cseresavalapú borkezelőszerek hozzáadásával kerülhetnek.

A polifenol-meghatározás egyes analitikai módszereiben standardként használjuk a galluszsavat (8. ábra), mely kémiaiilag stabil, nem oxidálódik gyorsan, és jól használható a kalibrációhoz. (Singleton et al, 1999)



8. ábra Galluszsav
Forrás: Jackson, 2008

2.2. Polifenolok kioldódása és technológiai körülményei

A fenolos vegyületek (polifenolok) kivonása és célzott kezelése a borászati technológia egyik legkritikusabb eleme, amely alapvetően meghatározza a bor érzékszervi tulajdonságait, színét, szerkezetét és érlelési potenciálját. A technológia elsődleges célja nem a maximális, hanem az optimális extrakció elérése: az antocianinok és kellemes ízű fenolos vegyületek megfelelő mértékű kioldása, valamint a kellemetlen, húzós, cseres anyagok kioldódásának elkerülése. (Casassa és Harbertson, 2014)

Dolgozatom középpontjában egy vörösbor típusú cefre áll, ezért leginkább erre a fajta borászati termékre és technológiára fogok kitérni.

Kiemelendő a szőlő fenolos érettségi állapota: a kékszőlőknél fontos tényező, a fenolos komponenseknek (antocianinok és tanninok) megfelelő mennyiségben és minőségben kell jelen

lenniük. A magokban található reakcióképes polifenolok (flavonoidok) mennyisége az érés alatt általában csökken, ami valószínűleg összefüggésben van a héjban megjelenő antocianinok mennyiségének emelkedésével. Villangó (2015) kutatásában rámutat arra is, hogy egyes szőlészeti beavatkozások is elősegítik ezt, a lombtrágyás kezelés a fenolos érettségre, kifejezetten az antocianinok mennyiségére és kivonhatóságára jó hatással van. A színanyagok képződése a zsendülés körül indul, mennyiségük a bogyóhéjban folyamatosan nő az érés során. A szőlőnek a szüret idejére el kell érnie a fenolos érettség állapotát. Ideális esetben az optimális sav-cukor arány elérése egybeesik az antocianinok mennyiségének maximumával, de ez előbb is vagy később is megtörténhet, elsősorban az évjárat és termőhely függvénye. (Kállay, 2003) Fontos, hogy a magokban lévő kellemetlen, fanyar ízű fenolos anyagok is beérjenek és ne rontsák a bor élvezeti értékét. Ezért újabban a kékszőlők szüreti időpontját elsősorban a magok állapotának érzékszervi, vagy műszeres vizsgálatával határozzák meg. (Cejudo-Bastante et al., 2021)

A vörösborban a kékszőlőből származó fenolos vegyületek teljes köre megtalálható. Színét a magas antocianintartalom határozza meg, amely a tanninokkal és leukoantocianinokkal idővel komplexeket alkotva mélyebb árnyalatot eredményez. Ízét a lágy savak, a telt test és a finom fanyarság harmonikus egyensúlya jellemzi, a polifenolok összességében a vörösborok bársonyos jellegét adják. (Eperjesi, 2010)

A kékszőlő-feldolgozás szempontjából azonban nem csak a színanyagok héjban kimutatható mennyisége mérvadó, hanem azok hozzáférhetősége, kioldhatósága is fontos tényező. A kékszőlő fajták polifenol vegyületei (antocianinok (színanyagok) és a különböző tanninok (cserzőanyagok)) – a bogyóhéj sejtjeiben, vakuólumaiban és citoplazmájának fehérjeburkaiban raktározódnak, így ezen anyagok folyadékfázisba (mustba vagy borba) történő kioldódásához (extrakció, maceráció) a sejtfalstruktúrát fel kell tární. Zsófi és mtsai. (2015) kutatásukban azt a következtetést vonták le, hogy a bogyóhéj és a borok antocianin összetétele elsősorban az évjáratától függ, a termőhelynek nincsen jelentős hatása annak kialakításában.

Többféle vörösbor-készítési technológia közül választhatunk:

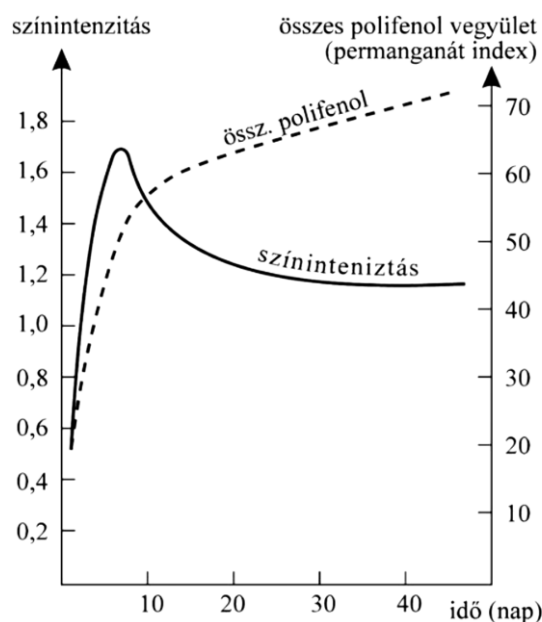
- klasszikus héjon erjesztés
- cefrehevítés elvét kihasználó melegítéses eljárás
- szénsavatmoszférás technológia (Flanzy-eljárás)

A világon a vörösborokat többnyire héjon erjesztéssel készítik, így erre fogok részletesebben kitérni. Bár az eljárás alapja régóta változatlan, a hőmérséklet, az erjesztési idő és az érlelési körülmények beállításával a bor jellege jelentősen alakítható. Jó minőségű vörösborhoz teljesen érett, egészséges szőlő szükséges, mivel a *Botrytis*-fertőzés és a fenolos anyagok oxidációja barnatörést okozhat. (Eperjesi, 2010)

Maceráció és az erjedés ideje

A maceráció maga az érintkezési folyamat, amely során a polifenolok kioldódnak a szőlő szilárd részeiből a mustba. A módszer lényege, hogy az erjedés során keletkező alkohol elősegíti a szín- és cserzőanyagok (különösen a proantocianidinek) kioldódását a héjból, mivel áteresztővé, permeabilissá teszi a sejtfalakat, azonban hátráltatja a kopigmentációs folyamatok lezajlását, így a vörösborok színének gyengülését okozhatja (Canals et al., 2005). Di Lorenzo és munkatársai (2016) is ezeket vizsgálták, és hasonlították össze 15 bormintát, monitorozva az összes polifenol- (TPC) és az összes monomer antocianin-tartalmukat (TMA).

A színanyagok kioldása nem egyenletes: kezdetben gyors, majd kb. a 8. naptól csökken (9. ábra), mivel egy részük az élesztőkhöz és a szilárd részekhez kötődik, kicsapódik. Emiatt a rövidebb, 6–8 napos héjon erjesztés javasolt a friss, gyümölcsös borok előállításához, míg a testes, hosszabban érlelt vörösboroknál a hosszabb erjesztés előnyösebb, hogy az antocianinok stabilizálódjanak. (Eperjesi, 2010)



9. ábra A színintenzitás és a fenolos vegyületek mennyiségének változása az idő függvényében
Forrás: Eperjesi, 2010

A tanninok kioldódása az erjedés első napjaiban gyors, majd lassabban, de folyamatosan növekszik, ami fokozza a bor fanyarságát és teltségét, túlzott mennyiségük azonban kellemetlen, húzós ízt eredményez. Az éretlen mag- és héjfenolok felelősek ezért, mivel nem megfelelő polifenol-struktúra mellett nem készíthető jó vörösbor. (Eperjesi, 2010)

Erjedési hőmérséklet: Amint láttuk, nem mindegy a cefreáztatás időtartama, hogy mennyi ideje van kioldódni a vegyületeknek. Az erjedési hőmérséklet is befolyásoló tényező lehet, általában a teljes és az egyes polifenolok extrakciója a hőmérséklet emelkedésével nő. (Waterhouse et al., 2016) Az erjesztés hőmérsékletét a bortípushoz célszerű igazítani: általában 20–30 °C között zajlik a folyamat. Az alacsonyabb hőmérséklet elősegíti a friss, gyümölcsös és könnyed vörösborok kialakítását, míg a hosszabb érlelésre szánt tételeket érdemes inkább magasabb hőmérsékleten erjeszteni, hogy intenzívebb szín, nagyobb test és jobb színtabilitás alakuljon ki. (Leskó, 2011). Érdekes kísérleti eredmény azonban, hogy a magas hőmérséklet a kén-dioxiddal és etil-alkohollal együtt elősegítheti a fenolos anyagok oldódását. (Oszmianski et al, 1986)

Törkölykalap megbontása: Csömöszölésnek hívjuk ezt a technológiai műveletet, miszerint a cefrét megkeverjük, és az erjedés során keletkező szén-dioxid által a folyadék tetejére kerülő törkölykalapot benedvesítjük abból a célból, hogy ne száradjon ki, ne penészedjen be és ne zárja el a levegőtől teljesen a cefrét. A folyadék cirkulációját meg lehet oldani hagyományos módon, kézi csömöszöléssel, de a tartályban lévő cefrét szivattyúval, körfejtéssel célszerű megforgatni. A lényeg, hogy segítsék a maceráció hatékonyságát és minimalizálják az üledékmennyiség arányát. (Eperjesi, 2010)

Enzimek szerepe: Pektinbontó enzimekkel történő kezelés segítheti a színyanyagok kiszabadulását a sejttöregekből, felgyorsítva a vakuólumok feltárását. Az enzimes kezelések növelhetik a bor polifenol-tartalmát, erre mutatnak rá többek között Ducasse és munkatársai (2010): három évjárat borainál vizsgálták az enzimek hatását a Merlot borok polifenol- és poliszacharid-összetételére 20 hónapos érlelés után. A pektinázban gazdag enzimek készítmények a szőlőbogyó sejtfalainak lebontásával megváltoztatták a borokba kerülő poliszacharidok molekulatömeg-eloszlását. A teljes polifenol-koncentráció körülbelül 10%-kal emelkedett, míg a szín 10 és 20% között változott, főként a színért felelős polimer vegyületek növekedése miatt. A tannin tartalom körülbelül 20%-kal emelkedett, ami magyarázza az ilyen kezelések után tapasztalt fokozott fanyarság érzetét.

Kénezés: Egy korábbi tanulmányban azt olvashatjuk, hogy a nagyobb mértékű kénezés (100 mg/kg) megvédi a polifenolokat az oxidációtól, ami magasabb fenoltartalmat eredményez. (Ivanova et al., 2011). Ezt támasztja alá Bakker és társai (1999) tudományos cikke is, a kén-dioxid adagolása elősegíti az antocianinok kioldódását a héjon erjesztés során.

pH: Az extrakciót befolyásoló tényezők között a kémhatás (pH) is lényeges: a pH befolyásolja az antocianinok egyensúlyi formáinak arányát (vörös vs. színtelen), ami közvetetten hat a bor színtabilitására. Az alacsonyabb pH gyorsítja a tanninok hidrolízisét is, ami befolyásolja az új pigmentek képződését. (Waterhouse et al., 2016)

Abszorpciós és egyéb kémiai átalakulások: Ezek is fontosak, csökkentik a borban mérhető végső polifenol-koncentrációt. Az antocianinok esetében az erjedés során a színyanyagok kb. 40-60%-a kicsapódik (veszteség), részben az élesztőkhöz vagy más szilárd anyagokhoz kötődve, így csökkentve a bor színintenzitását és stabilitását. (Delić et al., 2024) A polifenolok koncentrációja általában növekszik az erjedés során, azonban később, a préselés után, illetve a biológiai almasavbomlás (malolaktikus erjedés) során csökkenés figyelhető meg. (Errichiello et al., 2024) Boulet és munkatársai (2024) jártak utána, hogy például a tanninok hidrolízise és a különböző bor komponensekkel, mint az acetaldehid, való reakciók során új vegyületek képződnek, amelyek befolyásolják a bor ízét és szerkezetét. Reakciós veszteségekre is rámutattak, miszerint a kivonatolás hatékonyságát (számszerűen extrakciós koefficiensben fejezzük ki) módosítják az előbb említett kémiai folyamatok.

2.3. Polifenolok érzékszervi jellemzői az átalakulásuk során

Ahogy a borkóstolás helyes lépései zajlanak, úgy veszem sorba a fenolos vegyületek érzékszervi jellemzőit és azok át- és egymásba alakulását az idő függvényében.

2.3.1. Szín

Leghamarabb, amit érzékelünk, az a pohárban lévő bor színe. A vörösborok színét dominánsan a vízoldható antocianinok határozzák meg (lásd. 3.1.2. fejezet), melyek a pH-tól jelentősen függenek, vannak, amik egymásba alakulnak és vannak, amik idővel kicsapódnak. A bor színe két meghatározó vonással jellemezhető: a színintenzitással (színerősség) és a színtónussal (színárnyalat). (Kállay, 2010)

Hogyan változik a bor színe az idő során? A friss vörösborok színe élénk bíborvörös általában (ilyenkor a legtöbb benne a procianidinek mértéke (Corder, 2007)), azonban az idő előrehaladtával az oxidáció okán az antocianin-monomerek átalakulása színmélyüléssel, barnulással jár együtt, stabil komplex molekulák képződnek (kopolimerizációval, tanninokkal), és ez okozza a későbbi rubinvörös, a hosszabb érlelés/tárolás eredményeképpen pedig a téglavörös árnyalatot. Abban az esetben, ha fény, oxigén vagy hő éri, a nagy molekulású polimer vegyületek nem tudnak oldatban maradni, bomlásnak indulnak. (He et al., 2012)

2.3.2. Illat

Másodjára megszagoljuk a poharunkban lévő bort. Ennek illatát nemcsak az illékony vegyületek, például az észterek, alkoholok és terpének alakítják, hanem a polifenolok is jelentős szerepet játszanak. A polifenolok közül a tanninok és a flavonoidok önmagukban nem rendelkeznek erőteljes illattal, de képesek módosítani az aromaérzetet azáltal, hogy komplexeket képeznek illékony molekulákkal, illetve befolyásolják azok felszabadulását a borban.

Az illékony fenolok az érleléshez szánt hordóból (faanyagból) származnak leggyakrabban és a borok egyik legfontosabb érzékszervi összetevői közé tartoznak. Vízoldhatók, a lignin lebomlásából jönnek létre: guajakol, sziringol, eugenol, vanillin, stb. Ezek a vegyületek és származékaik szerepet játszanak a jellegzetes barrique illat és íz kialakításában, harmadlagos jegyek, a füstös, égett és pirított aromák képzésében. (Kállay, 2010)

Emellett a szőlőben található fenolsav-prekursorokból is kialakulhatnak, amelyeket a *Brettanomyces* gomba képes átalakítani 4-etil-fenol vagy az 4-etil-guajakollá. Fontos figyelni rájuk, mert ezek a vegyületek illat- és ízhibát okozhatnak. A bor érzékszervi profilját fűszeres, dohányos, bőrös vagy „lóistálló” jelleggel gazdagítják, viszont túl magas koncentrációban hibás aromát eredményezhetnek, ezért a *Brettanomyces* hatása a bor minősége szempontjából kettős természetű. (Magyar, 2010)

Összességében a polifenolok szerepe abban rejlik, hogy az illékony aromakomponensek megkötésével, majd fokozatos felszabadításával finomítják a bor aromáját, és hozzájárulnak a komplexebb, érettebb illatprofil kialakulásához. (Pittari et al. 2021)

2.3.3. Ízérzet

A fenolos vegyületek fontos szerepet játszanak a borok organoleptikus tulajdonságainak kialakításában. Szoktuk elemezni: milyen mértékben érezzük a tannint a borban? Kellemes, a szájnyalkahártyánkon lágy kakaóporként terül el, vagy feltapad a szájpadrásunkra és azonnal grimaszolunk a fanyarságától? Milyen a bor testessége? A flavonoid fenolok mennyiségére vezethető vissza a borban észlelt keserű, összehúzó íz, amelyet legintenzívebben az első kortyban érzünk.

A katechin-monomerek adják elsősorban a keserű ízt a bornak, míg a nagyobb molekulájú kondenzált tanninok (procianidinek) inkább húzós, összehúzó érzetet okoznak. Az érlelés során a katechinek és a tanninok polimerizálódnak és részben kicsapódnak, és mivel túl masszívak ahhoz, hogy hatékonyan reakcióba lépjenek az ízreceptorokkal, így a bor íze simábbá, harmonikusabbá válik, és a kezdeti keserűség, valamint a húzósság csökken. Az antocianinok és leukoantocianinok is összeállnak a tanninvegyületekkel, összehúzó ízük a polimerizációs fok függvénye. (Jackson, 2008)

Vilela és mtsai. (2016) cikkükben leírják, hogy a bor adstringenciáját (összehúzó fanyarságát) elsősorban a proantocianidinek és az ezekkel képződő fehérjekomplexek okozzák. Az oldható fehérje-proantocianidin komplexek lebontják a védő nyálréteget, és közvetlenül kötődnek a nyálkahártyához, míg az oldhatatlan fehérje-proantocianidin komplexek és a szabad proantocianidinek taszítják a nyálréteget, növelik a sűrűlódást, és ezáltal fanyarságérzetet váltanak ki.

Ezen túlmenően a polifenolok befolyásolják a bor testességét és a sav-édesség érzékelését is, (főleg a katechin-monomerek és a leukoantocianinok) így nemcsak az ízek, hanem a bor összehatása szempontjából is alapvető szerepük van. (Paissoni et al., 2020)

2.4. Polifenolok élettani hatása

Miért jobb az egészség szempontjából bort inni, mint nem inni? Erre a kérdésre keresi a választ Roger Corder a *Bordiéta* című könyvében, mely alapul szolgál ehhez a fejezethez, és felkeltette érdeklődésemet az egész téma iránt. Roger Corder londoni kutatóorvos-professzor a vörösbor áldásos hatásait elemezni, és bemutatja, melyek azok a nagy jelentőséggel bíró hatóanyagok, amelyek egészségünk szempontjából alapvető fontosságúak (és nem csak a borban találhatóak meg).

Hippokratész, Galénosz és Pasteur is elismerően beszélt a borról („A bor a legegészségesebb és leghigiénikusabb ital”), míg későbbi évszázadokból többek között Parascelus svájci orvostól maradt fenn egy mondás, mely véleményem szerint téma egyik legjobb összefoglalása: „A bor éték, gyógyszer és méreg – adagtól függően.”

Elsőként Raymond Pearl biológus támasztotta alá 1926-ban orvosi bizonyítékokkal, hogy az alkohol mérsékelt fogyasztása áldásos hatású az egészség szempontjából. Jelenkori kutatások alapján akár a cukorbetegség számára is hasznos lehet, a napi mérték (férfiaknak legfeljebb 2, nőknek 1 egység) betartása mellett. A lényeg a borban található polifenolokban mutatkozik meg, ugyanis bebizonyított ezen hatalmas vegyületcsoport (főleg a rezveratrol, flavonoidok és procianidinek) szív- és érrendszeri betegségek megelőzésére gyakorolt hatása. (Ábel és Fehér, 2009)

Guilford és Pezzuto (2011) szerint ezek a vegyületek erős antioxidáns hatással rendelkeznek, csökkentik a káros alacsony sűrűségű lipoprotein (továbbiakban LDL koleszterin) oxidációját, ezzel megvédik az endotheliumot a magas LDL-koleszterin szinttől és csökkentik a vérlemezkék aggregációját. Epidemiológiai tanulmányok kimutatták, hogy azoknál az egyéneknél, akik rendszeresen, mérsékelt mennyiségű bort fogyasztanak, a teljes halálozás – különösen a kardiovaszkuláris problémák miatt történő – 20–30%-os csökkenése tapasztalható azokhoz képest, akik tartózkodnak az alkoholtól vagy túlzott mértékben fogyasztják. (Lucerón-Lucas-Torres et al., 2023)

A rezveratrolról már tettem említést egy korábbi fejezetben (*lásd 2.1.1.*), itt annyival egészíteném ki, hogy annak ellenére, hogy egy aktív, endothelfunkciót segítő vegyület, nagyon csekély mennyiségben található meg a szőlőben és a borban (<2 mg/l), és az ajánlott mértékű borfogyasztással nem lehet annyit bevinni, ami önmagában elegendő hatást váltana ki a szervezetben. (Corder, 2007)

Corder és mtsai. (2006) a tanulmányukban a procianidineket azonosították a vörösbor fő endothelvédő polifenoljaként, és kimutatták, hogy ezek magasabb koncentrációban vannak jelen a délnyugat-franciaországi és szardíniai borokban, ahol a hagyományos előállítási módszerek biztosítják, hogy ezek a vegyületek hatékonyan kioldódjanak a bor készítése során. Figyelemre méltó, hogy ezekben a régiókban a lakosság élettartalma is hosszabb. Azonban számos más alternatíva is van a procianidinek bevitelére, ugyanis nagy mennyiségben

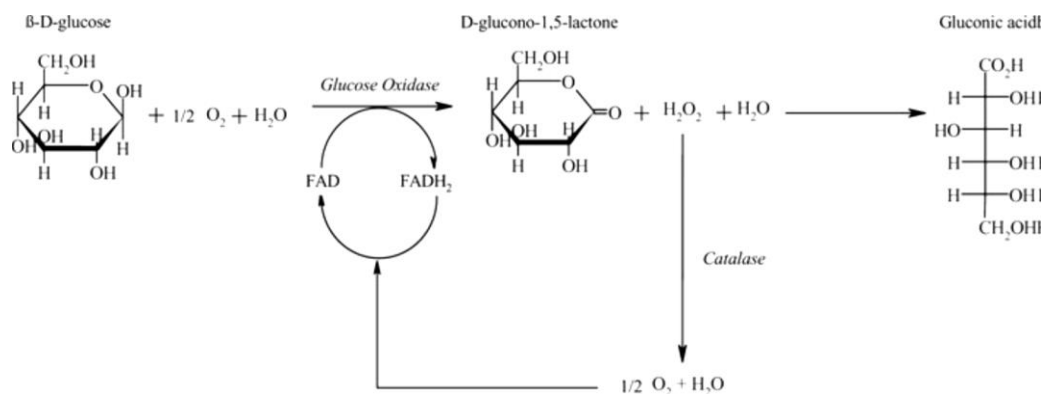
megtalálhatók még a kakaóban (étcsokoládéban), áfonyában, gránátalmában és a dióban is. (Corder, 2007)

2.5. Az alkoholcsökkentés lehetőségei

A Bevezetés és célkitűzések fejezetben említett célja a szakdolgozatomnak annak felmérése, hogy van-e lehetőség olyan alacsonyabb alkoholtartalmú borok előállítására, melyekben megtalálható minél több kioldódott, aktív fenolos vegyület.

Az alacsonyabb alkoholtartalom elérésére irányuló borászati stratégiák eltérő hatással vannak a polifenolokra a választott módszertől függően, legyen szó szőlészeti gyakorlatról vagy utólagos feldolgozásról. Jelen dolgozatomban az erjesztés előtti lehetőségeket fejtem ki bővebben.

A szőlő érettségének befolyásolásával már el tudjuk kezdeni a végső alkoholtartalom szabályozását. A szőlő szüretelési idejének meghatározása során finom egyensúlyt kell tartani a pozitív íz- és fenolos anyagok maximalizálása, valamint a túlzott cukorkoncentráció elkerülése között. (Varela et al., 2015) Mivel a szőlő fenolos érettsége nem esik mindig egybe a teljes érettségével, így ez elméletileg lehetséges, amennyiben a fenolos érettséget siettetni lehet. Szüret előtti módszerek közül megemlíteném a virágzás utáni levélfelület-csökkentés, a hajtáscsonkázás és a zsendülés utáni levélritkítás.



10. ábra GOX hatása
Forrás: Schmidtke et al., 2012

Erjesztés előtti borászati eljárások közül kiemelném a glükóz-oxidáz enzim alkalmazását (GOX): ez az enzim az *Aspergillus niger* gombából származik, és a glükózt glükonsavvá és hidrogén-peroxiddá alakítja (10.ábra). Mivel a glükonsav nem erjeszthető, ezáltal csökken a potenciális alkohol mértéke. Ennek hatékonysága a kezelési körülményektől függ, és több hátrányos jellemzője is van. Egyrészt a keletkező glükonsav jelentősen növeli a bor összes

savtartalmát, ami megbonthatja az egyensúlyt. Másrészt az eljárás oxigént igényel, így a polifenolok oxidációját okozza. Magasabb kén-dioxid-szintre van szükség a mikrobiológiai stabilitáshoz, mert a növekvő karbonilvegyületek sok kén-dioxidot kötnek meg. És nem mellesleg az érzékszervi hatást tekintve a kezelt borokban csökkent a gyümölcsaroma intenzitása és a zamat tartóssága, miközben a savasság magasabb volt. (Schmidtke et al., 2012)

A többi módszer már az erjedés alatti (pl. alacsony etanolt termelő *Saccharomyces cerevisiae* törzsek létrehozása) illetve utáni lépésekre (házasítás, fordított ozmózis, vákuumdesztilláció) vonatkozik, ennek jelen esetben azért nincsen jelentősége, mert a polifenol-vegyületek igen hamar kioldódnak a cefrében, és később már jelentős mennyiségi változáson nem mennek keresztül, inkább az egymásba alakulásuk és arányuk változik. Az előbb említettek közül talán esetünkben a legfontosabb a flavonoidok oxidálódása miatti színmélyülés, a korai barnulás, abban az esetben, ha GOX-t adunk hozzá. (Schmidtke et al., 2012)

Egy Barbera vörösborral kapcsolatos kutatás viszont érdekes eredményeket hozott. Rolle és mtsai. (2018) a bor részleges alkoholcsökkentését vizsgálta három ipari módszerrel és jelentős különbségeket mutatott ki a fenolos anyagok koncentrációjában az alkalmazott stratégiától függően. A prefermentatív módszer (a must egy részéből fordított ozmózissal kinyert híg folyadékot visszaadagolták a musthoz) csak csekély hatással volt a bor fenolos összetételére, és az antocianinok koncentrációja lényegében változatlan maradt. A mikrobiológiai megközelítés (*Starmerella bacillaris* + *Saccharomyces cerevisiae*) növelte az antocianinok, különösen a delphinidin-3-glükozid mennyiségét, így javította a bor szín- és fenolos tulajdonságait; ezt a nem-*Saccharomyces* élesztőfajok potenciális képességével hozták összefüggésbe, miszerint extracelluláris hidrolitikus enzimeket termelnek, amelyek felszabadítják az antocianinokat az erjesztés során. Ezzel szemben az alkohol membrántechnológiával történő utólagos eltávolítása jelentős antocianin- és flavonoidvesztést okozott, tehát ez a módszer volt a legkedvezőtlenebb a bor minősége szempontjából.

Jogszabály szerint akkor beszélünk borról, ha az átment az alkoholos erjedésen és minimum 9 V/V% természetes alkoholtartalma van (1308/2013/EU). Az alkoholcsökkentett bor a fent említett eljárások során jön létre, és ha posztfermentációs alkoholkivonást alkalmaznak, jelentős aroma- és testvesztéssel jár együtt általában. A kifejezetten alkoholmentes bornak pedig nincsen erjedési fázisa, ebből kifolyólag magas a cukortartalma és nem érződik rajta a fajtajelleg. Rétegtermék lesz, illetve a jó bor alapja a jó alkoholmentesített bornak is, oda kell figyelni, különösen a savakra (Viniczai, 2025)

Magyarországon még nincsen tradíciója az alkoholcsökkentett vagy –mentesített boroknak. Ugyanakkor még kis mértékben, de látható az ilyen termékek iránti kereslet növekedése, a MATE Szőlészeti és Borászati Kutatóintézetében zajlanak is már a tudományos kutatások. (Viniczai, 2025)

Összefoglalva tehát az egészségügyi megfontolások, adózási szabályok és a piaci kereslet egyaránt ösztönzik a boripart az alacsonyabb alkoholtartalmú borok előállítására. (Varela et al., 2015)

2.6. Kékfrankos szőlőfajta

A Kékfrankos egy közép-európai eredetű vörös borszőlőfajta, amelynek pontos származása nem teljesen ismert, de valószínűleg a mai Ausztria területéről származik, és a kék Zimmettraube és a Gouais blanc kereszteződéséből jött létre. Ez a szőlőfajta a Gamay és a Zweigelt szülője, ami hozzájárul jelentőségéhez a borászat történetében. Első írásos említése az 1800-as évek közepéről származik, Magyarországon pedig 1890-ben jegyezték fel először. A név eredetét egy napóleoni kori monda őrzi, amely szerint a soproni borosgazdák a kiváló borért „kék frankkal” kérték a fizetséget. Valószínű azonban, hogy ez csupán egy kedvelt legenda, nem pedig történelmi tény. (Borhírlap, <http1>)

Alaktanilag a fajta nagy, alig tagolt levelekkel, közepes méretű, vastag héjú, sötétkék bogyókkal és közepesen tömött fürtökkel jellemezhető. (11.ábra) Erős növekedésű, késői érésű, jó fagyűrő. Nem rothad, megbízhatóan jól terem. (Lőrincz et al., 2015)



11. ábra Kékfrankos szőlő
Forrás: [Bor.hu, http3](http3)

A Kékfrankos ma Magyarország legnagyobb területen termesztett kékszőlőfajtája, mintegy 8000 hektáron. Legfontosabb termőterületei Sopron, Szekszárd, Eger és a Kunsági borvidék, míg Ausztriában főként Burgenlandban (Eisenberg, Mittelburgenland, Leithaberg DAC)

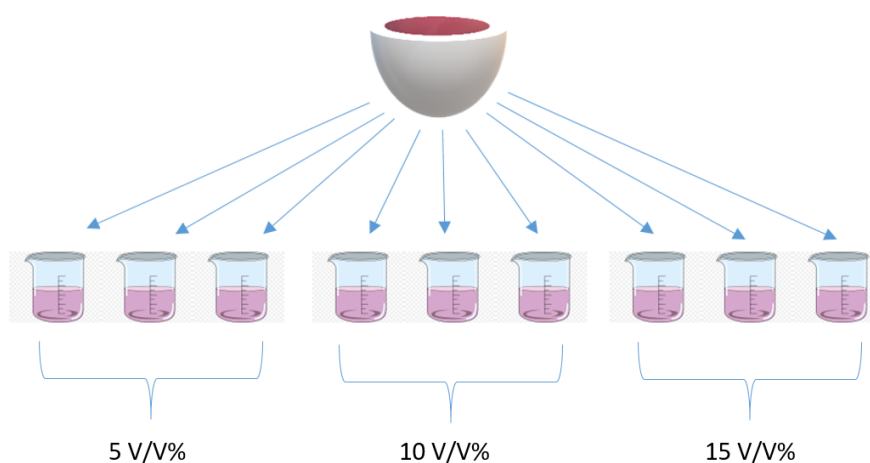
3. Anyagok és módszerek

3.1. Alapanyag

A dolgozat alapjául szolgáló kísérlet elvégzésének helyszíne a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Borászati Tanszékének Kutatólaboratóriuma volt. Az alapanyag, a Kékfrankos szőlő, a Balatonfüred-Csopaki borvidékről származott a 2025-ös évjáratban.

3.2. A kísérlet beállítása

A tanszéki laboratóriumban kézzel lebogyóztam és összezúztam a szőlőt, így vörös cefre készült belőle. A cefre szabad kénessav tartalmát 25 mg/kg-ra állítottam be, majd kilenc egyenlő adagra osztva főzőpoharakba adagoltam. Az adagokhoz 96%-os etanolt keverve az alkoholkoncentrációt 5 V/V%, 10 V/V% és 15 V/V%-ra állítottam be háromszoros ismétlésben, majd a kilenc adag cefrét 10 °C-ra hűtőszekrénybe tettem (14. ábra). Tehát figyeltem arra, hogy az erjedés elindulását megakadályozzam, és csak az alkoholtartalom és a kioldódás kölcsönhatását vizsgáljam. A 13. ábra mutatja be a kísérleti elrendezést.



13. ábra A kísérlet beállítása (sematikus ábra)
Forrás: saját szerkesztés

3.3. Mérési módszerek

A kísérlet beállításának napján ún. rutinanalízist végeztem az általános borászati analitikai gyakorlatnak megfelelően (redukáló cukor, titrálható savtartalom, almasav, borkősav, pH). A 4., 7. és 13. napon megmértem az összes polifenol- és összes antocianin-tartalmát, valamint kondenzált tannintartalmát és katechintartalmát is mértem. Így tudtam nyomon követni a különböző fenolos vegyületek kioldódását az idő függvényében.



14. ábra Vöröscefre a hűtőszekrényben
Forrás: saját kép

A 13. napon az antocianin-monomerek meghatározását is elvégeztem kromatográfias módszerrel.

A rutinanalízis eredményeit a FOSS WineScan Flex készülék segítségével határoztam meg, mely FTIR spektroszkópia elvén számos alapanalitikai érték meghatározását végzi egyidejűleg.

A fenolos vegyületek meghatározása spektrofotometriával történt Dynamica HALO RB-10 spektrofotométer segítségével.

A *összes polifenol* mérése (TPC) Singleton és Rossi (1965) iránymutatása alapján Folin-Ciocalteu-fenolreagenssel történt, galluszsav-egyenértékben fogom közölni az eredményt (GAE mg/l). A mérés célpontjai a bor redukálóképes vegyületei, ezért a módszer nem szelektív, ám az antioxidáns képességhez köthető. Mivel a bor redukciós folyamataiban elsősorban a fenolos anyagok vesznek részt, a vizsgálat jó közelítést nyújt a polifenolok mennyiségére.

Az *összes antocianintartalmat* kimutató vizsgálat alapja, melyet Ribereau-Gayon és Stonestreet (1965) módszerével mértem, hogy savas közegben az antocianinok egy kationos vegyületté alakulnak át és abszorbanciamaximumot mutatnak 520-530 nm hullámhosszon, a színváltozás ezzel nyomon követhetővé válik. Malvidin-3,5-diglükózid-egyenértékben kifejezve adom majd meg az eredményt (mg/l).

A tanninok mennyiségét Flanzy, Aubert és Marinos (1969) eljárásával, *butanolos-savas módszerrel* vizsgáltam. Ez a módszer a kondenzált tanninvegyületekre koncentrál és

specifikusan a poliflaván szerkezet diagnosztikájára szolgál. Savas hidrolízissel depolimerizálódnak a vegyületek, elhasadnak (vörös) antocianidinekké, amiket lehet detektálni 550 nm-en. (Schofield, 2001) Malvidin-3,5-diglükózid-egyenértékben fejezem ki az eredményt (mg/l).

A tanninok mérésének másik megközelítésére pedig Rebelein (1965) *vanillines színreakción* alapuló spektrofotometriás módszerét alkalmaztam, katechin-egyenértékben (mg/l) fejezem ki a végeredményt. A vizsgálat középpontjában álló kondenzált tanninok egy speciális hidroxilcsoportjával reagál a vanillin és ez egy színes komplexet hoz létre. (Schofield, 2001)

Megtörtént az antocianin-monomerek meghatározása is nagyteljesítményű folyadékkromatográfiás eljárással (HPLC).

A HPLC méréseket SHIMADZU készüléken végeztük ODS Hypersil C18 (250 × 4,6 mm, 5 µm) oszlop alkalmazásával. A folyadékáram 1,5 ml/perc volt, a mérési hőmérsékletet 40 °C-on tartottuk. A detektálást SHIMADZU SPD-M20A detektorral, 518 nm-es hullámhosszon végeztük.

Az alkalmazott eluensek:

- A oldat – 90% H₂O + 10% hangyasav
- B oldat – 60% H₂O + 10% hangyasav + 30% acetonitril
- C oldat – 60% H₂O + 10% hangyasav + 30% metanol.

A meghatározás gradiens elúcióval történt az 1. táblázatban bemutatott időséma szerint.

1. táblázat: Az antocianin monomerek kromatográfiás meghatározási módszerének gradiens összetétele
Forrás: saját szerkesztés

idő [min]	„A” oldat [%]	„B” oldat [%]	„C” oldat [%]
0	60	5	35
10	46	18	36
20	30	70	0
28	30	70	0
29	60	5	35
35	STOP		

Az elválasztási módszerrel detektált antocianin-monomerek:

- malvidin-monoglükózid
- delfinidin-monoglükózid

- cianidin-monoglükózid
- malvidin-3,5-diglükózid
- petunidin-monoglükózid
- peonidin-monoglükózid

A leírt módszerek mind a finomanalitika témakörébe tartoznak. Olyan vegyületekre kell gondolni a bor finomösszetétele kifejezés hallatán, melyek többnyire nem befolyásolják közvetlenül a stabilitást, azonban szerepet játszanak az érzékszervi tulajdonságok kialakításában, a fiziológiás hatásban, a nyomon követhetőségben, a minőségellenőrzésben, egyszóval a borral kapcsolatos mélyebb, komplexebb ismeretek megszerzésében, az ember és a bor viszonyának alakításában. Analitikai szempontból tehát általában olyan vegyületekről van szó, melyek meghatározásához a rutinanalitikát meghaladó, naprakész műszerezettségre, szak- és alapanyag ismeretre van szükség. (Frickné et al., 2013)

4. Eredmények és értékelésük

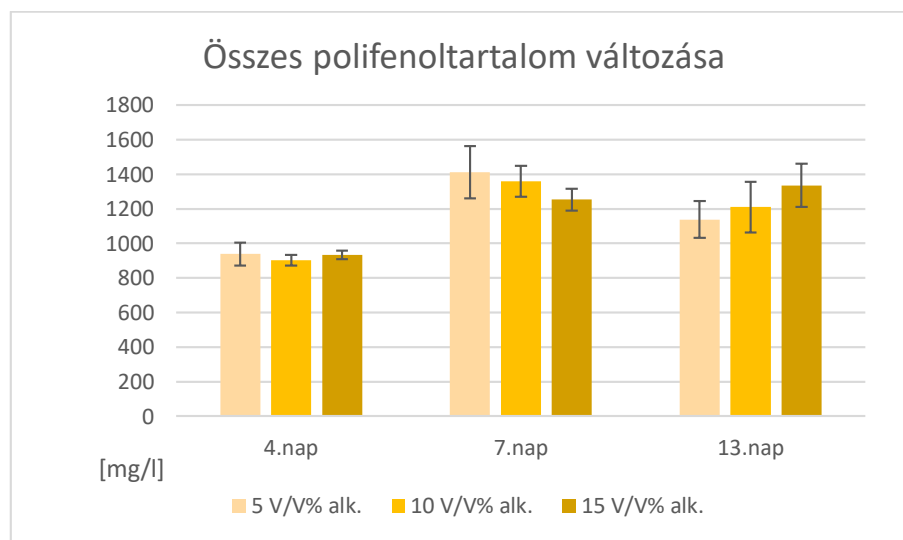
A rutinanalízis eredményeit a 2. táblázatban foglalom össze.

2. táblázat: Rutinanalízis eredményei, kezdeti paraméterek

Forrás: saját szerkesztés

Brix (°)	20
Sűrűség (g/cm ³)	1,0827
Redukáló cukor (g/l)	197
Össz. titrálható sav (g/l)	6,1
Borkősav (g/l)	10,1
Almasav (g/l)	1,3
pH	3,42
Összes polifenol (mg/l)	433
Antocianin (mg/l)	6,39

Arra vonatkozóan, hogy hogyan változott az egyes polifenol-vegyületek mértéke az idő és az alkoholtartalom függvényében, a következő ábrák mutatják be.

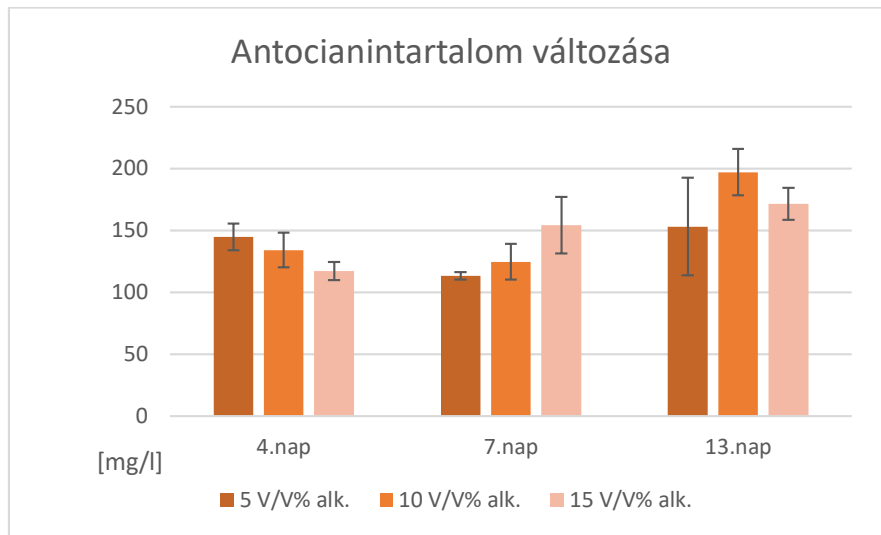


15. ábra Összes polifenol-tartalom változása (átlagok, szórásokkal)

Forrás: saját szerkesztés

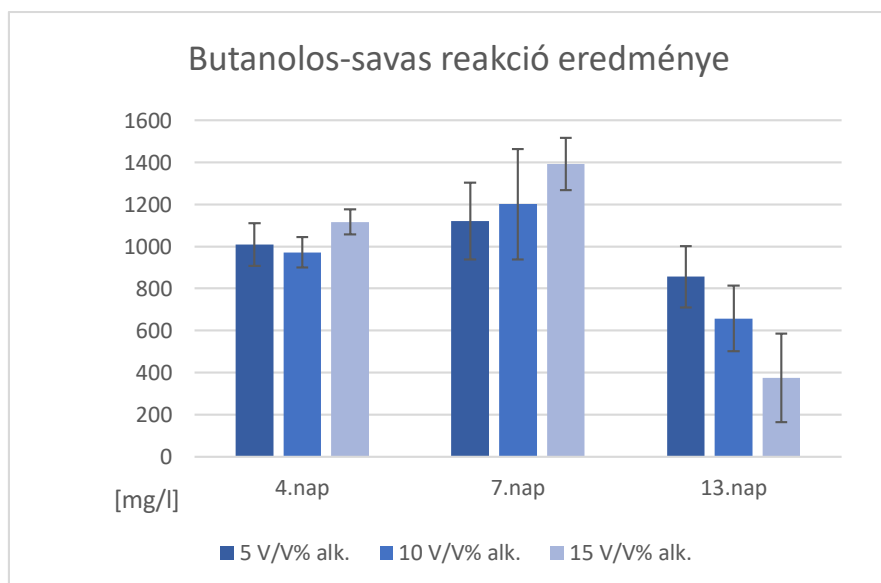
Az összes polifenol-tartalom (TPC) alakulása a mintákban (15.ábra) félig-meddig a vártnak megfelelően történt, ugyanakkor kissé megkérdőjelezte a kezdeti, egyszerű feltételezést: a maximális extrakció nem a legmagasabb alkoholkoncentrációjú oldatban történt. A TPC mindegyik mintában a 7. napra érte el a csúcst, és a legmagasabb koncentrációt az 5%-os alkoholos oldat mutatta (átlagosan 1412 mg/l (GAE)), de nem voltak nagy különbségek az értékekre vonatkozóan.

Ebből látható, hogy a kezdeti, gyors kioldódási szakaszban az alacsonyabb alkoholtartalom is rendkívül hatékony volt az extrakcióban.



16. ábra Antocianintartalom változása (átlagok, szórásokkal)
Forrás: saját szerkesztés

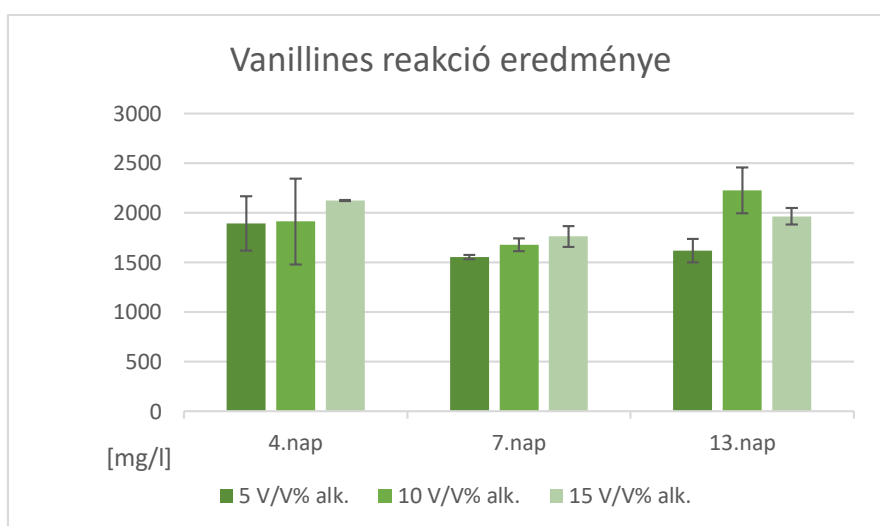
Az antocianinok tehát, amelyek a vörösbor színét dominánsan meghatározzák, az időt tekintve szinte a legelején, azonnak kioldódtak, ezután már csak kis mértékben nőtt a koncentrációjuk. (16.ábra). Az értékek stabilizálódtak, ami a kioldódás telítődésére utal. A legkésőbbi mérési időpontban, a 10 V/V%-os oldatban mértük ki a legtöbb összes antocianin vegyületet (átlagosan 197 mg/l (malv-digl.)). Amint látjuk, itt sem volt számottevő eltérés a különböző alkoholtartalmú oldatok között.



17. ábra Butanolos-savas reakció eredménye (átlagok, szórásokkal)
Forrás: saját szerkesztés

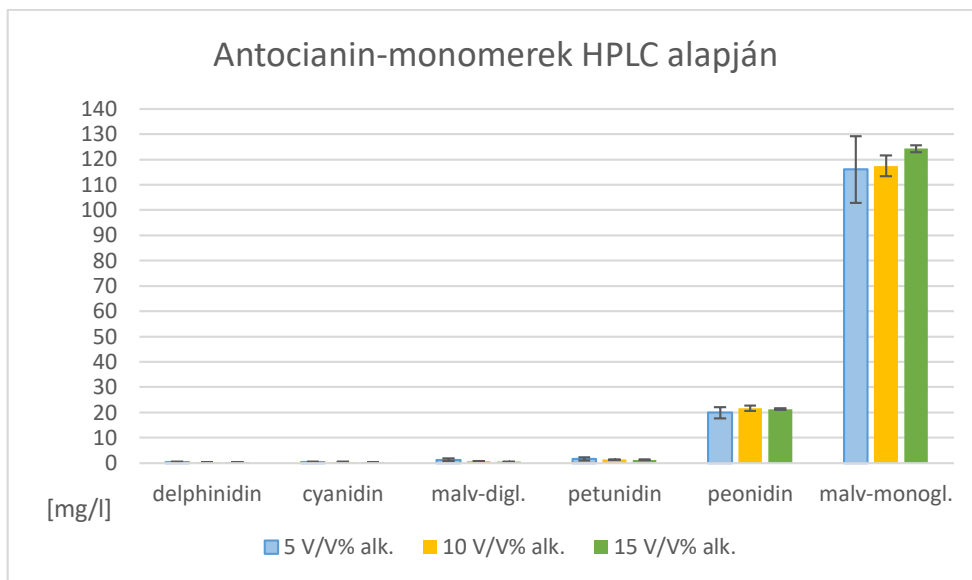
A *butanolos-savas módszerrel* mért kondenzált tanninokra vonatkozóan könnyen észrevehető, hogy a vizsgálat utolsó időpontja kicsit kilóg a sorból, ott hirtelen mindegyik oldatban csökkent a mért vegyületek értéke (17.ábra). Azonban addig szépen emelkedő tendenciát mutattak a számok, a maximum érték a 7. napi mérés 15 V/V%-os oldatából olvasható le (átlagosan 1392 mg/l (malv-digl.)). Azonban az alkoholos oldatok közötti különbség itt sem mutat szignifikáns eltérést.

Mi okozhatta vajon a butanolos-savas módszerrel meghatározható tanninvegyületek hirtelen csökkenését, főleg a legmagasabb alkoholtartalmú oldatban? Lehetséges magyarázatnak tartom, hogy a nagyobb alkoholtartalom hatására a stabilitási folyamatok és az oldhatósági viszonyok megváltoztak. A kondenzált tanninok részben polimerizálódtak, oxidálódtak vagy az antocianinokkal és más vegyületekkel komplexeket képeztek. Emellett a nagyobb molekulák részben kicsapódhattak, így már nem vettek részt a savas bontás során lejátszódó reakcióban. Mivel a mérés abszorbancián alapul, és a reaktív vegyületek már nem alakultak át antocianidin-származékokká, így a színreakció gyengébb, és a mérés alacsonyabb kondenzált tannintartalmat jelez. Ez megtévesztő lehet, de ha összehasonlítjuk az összes polifenol-tartalommal, ahol azt látjuk, hogy csak kis mértékben csökkent a redukáló vegyületek mennyisége, arra következtethetünk, hogy mégis van az oldatban aktív fenolos összetevő.



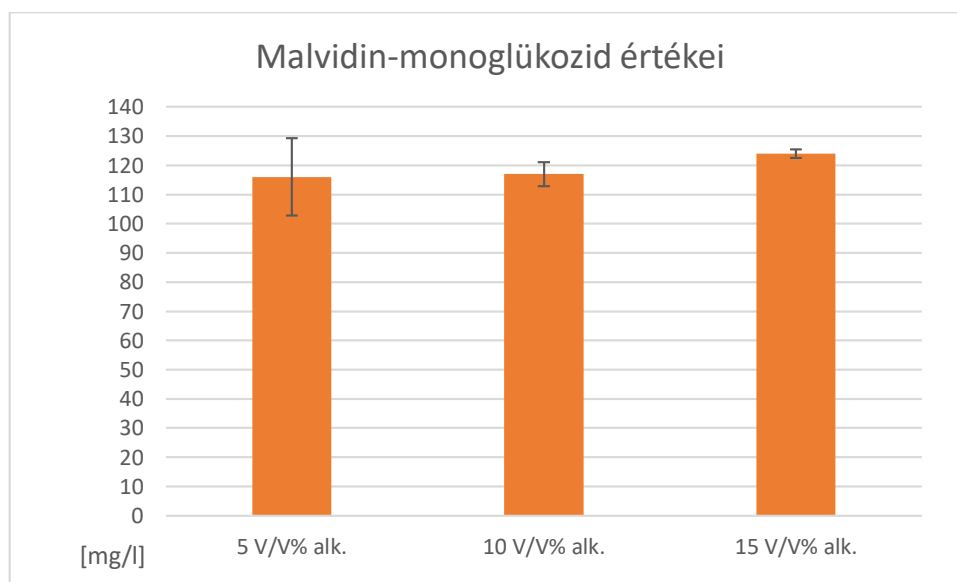
18. ábra Vanillines reakció eredménye (átlagok, szórásokkal)
Forrás: saját szerkesztés

A *vanillines reakció* a 10 V/V%-os oldatban mutatta az abszolút maximumot a 13. napon (2225 mg/l (katechin)), de a 18. ábráról itt is nagyon hasonló értékek olvashatók le az egyes oldatok között, mind az oldatokat összehasonlítva, mind az idő tekintve.



19. ábra Antocianin-monomerek egymáshoz viszonyítva (átlagok, szórásokkal)
Forrás: saját szerkesztés

Az antocianin-monomerek kimutatása HPLC-vel az utolsó mérési időpontban történt, a 19. ábrán látható, hogy döntően a malvidin-monoglükózid volt jelen az oldatokban, átlagosan kb. 120 mg/l mennyiségben egy kis mennyiségű peonidinnel együtt (20 mg/l). A szórások jól mutatják, hogy egyforma mértékben oldódott ki a különböző alkoholtartalmú cefrében. (20.ábra).



20. ábra Malvidin-monoglükózid értékei (átlagok, szórásokkal)
Forrás: saját szerkesztés

További diagramok az eredmények szemléltetésére a *Mellékletben* (M1.) megtekinthetők.

5. Következtetések és javaslatok

A kísérlet legfontosabb tanulsága, hogy a polifenolokban gazdag, intenzív színű és struktúrájú vörösborok előállítására nem feltétlenül igényel magas alkoholtartalmat a maceráció során.

Jelen dolgozatban bemutatott mérési eredmények alapján tehát azt mondhatjuk, hogy a kutatás eredeti hipotézise megdőlt. Az alkohol befolyásoló hatása a polifenolok koncentrációjára jóval csekélyebb, mint a szakirodalmi adatok alapján várható lett volna. Már egy 5 V/V%-os alkoholkoncentráció is elegendőnek bizonyult ahhoz, hogy a szín- és cserzőanyagok jelentős részét kioldja a bogyóhéjból.

Ez az eredmény rendkívül értékes borászati szempontból. A felismerés, hogy a polifenolok hatékony extrakciója alacsonyabb alkoholszint mellett is megvalósulhat, kiváló lehetőséget kínál a változó fogyasztói igényekhez való alkalmazkodásra.

Ugyanakkor szem előtt kell tartanunk azt a tényt, hogy a módszer alkalmazása technológiai kihívásokat vet fel nagyüzemi körülmények között, hiszen a nagy mennyiségeket nehezebb kontrollálni. Ezzel a megközelítéssel pedig csak az alkoholtartalom és a kioldódás kölcsönhatását vizsgáltuk, kihagyva a valós erjedési folyamatot, melynek során más tényezők is befolyásolják a kioldódást.

Gyakorlati szempontból célszerű lenne további kísérleteket végezni különböző szőlőfajtákkal annak érdekében, hogy megállapítsuk, mennyire fajtaspecifikus az alkoholkoncentráció hatása a kioldódásra. Mellesleg, hogyha az alacsonyabb potenciális alkoholtartalom érdekében hamarabb szüretelünk, akkor még nem áll be a fenolos érettség, és az egyértelműen rontja a kivonathatóságot. Ez is indokolja az üzemi megfigyeléseket.

Reményeim szerint amennyiben a tudományos ismeretek bővülni fognak e téren, a borászok előtt új lehetőségek nyílnak majd meg, és új szemlélettel fognak tudni közelíteni a vörösborkészítéshez, különösen az alkohol és a fenolos vegyületek optimális egyensúlyának fejlesztésében.

6. Összefoglalás

Az utóbbi években a fogyasztói szokások jelentős átalakuláson mentek keresztül: egyre nagyobb figyelmet kap az egészségtudatos életmód és a mérsékelt alkoholfogyasztás szemlélete. Ennek következtében nő az igény az olyan alacsonyabb alkoholtartalmú borokra, melyek megőrzik magas beltartalmi értékeiket. A bor minőségét, színét és textúráját meghatározó polifenolok kulcsszerepet játszanak e tulajdonságok kialakításában, emellett antioxidáns és kardiovaszkuláris védőhatásuk is ismert.

Ezek alapján a kutatás célja annak vizsgálata volt, hogy az alkoholkoncentráció milyen mértékben befolyásolja a polifenol-vegyületek kioldódását a szőlő héjából, és milyen lehetőségeket kínál ez az alacsonyabb alkoholtartalmú, de magas polifenol-tartalmú borok előállítására.

A kísérletet 2025-ös évjáratú Kékfrankos szőlőből készült cefrével végeztem. Erjedés előtti állapotban tartva egyenlő részekre osztottam, majd etanol hozzáadásával 5 V/V%, 10 V/V% és 15 V/V% alkoholkoncentrációt állítottam be az oldatokban. A polifenolok extrakcióját a 4., 7. és 13. napon mértem. Az alkalmazott módszerek közé tartozott az összes polifenol-tartalom (TPC) meghatározása Folin–Ciocalteu reagenssel, az összes antocianin-tartalom spektrofotometriás mérése, valamint a kondenzált tanninok mennyiségi meghatározása két eltérő elven alapuló módszerrel: butanos–savas hidrolízissel és vanillines színreakcióval. Továbbá a 13. napon a monomer antocianinokon HPLC-analízist is végeztem.

Összességében a vizsgálat megállapította, hogy a polifenolok kioldódása hasonló tendenciát mutatott mindhárom alkoholszint esetében, és az eltérések nem voltak szignifikánsak. Az eredmények alátámasztják, hogy a polifenolok hatékony extrakciója alacsonyabb alkoholtartalom mellett is megvalósítható, ami lehetőséget kínál a borászati technológiák fejlesztésére és az egészségtudatos fogyasztói igényekhez való alkalmazkodásra.

7. Irodalomjegyzék

- Ábel, T., & Fehér, J. (2009). Effect of moderate alcohol consumption on insulin sensitivity. *Orvosi Hetilap*, 150(49), 2218-2221.
<https://doi.org/10.1556/oh.2009.28750>
- Aliaño-González, M. J. & Cantos-Villar, E. (2021). Wine Polyphenol Content and Its Influence on Wine Quality and Properties: A Review. *Molecules*, 26(3), 718. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules26030718>
- Antus, S. (2011) Vegyészek a borról. A polifenolok szerepe a szőlő és a bor életében. *Magyar Kémikusok Lapja*. LXVI. évfolyam 11. szám. pp. 335-338.
- Az Európai Parlament és a Tanács 1308/2013/EU rendelete (2013. december 17.) a mezőgazdasági termékpiacok közös szervezésének létrehozásáról. Elérhető: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2013/1308/oj?locale=hu> Hozzáférés dátuma: 2025.10.27.
- Bakker, J., Bridle, P., Bellworthy, S.J., Garcia-Viguera, C., Reader, H.P., Watkins, S.J. (1999) Effect of sulphur dioxide and must extraction on colour, phenolic composition and sensory quality of red table wine. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 78(3):297–307. Elérhető: Hozzáférés dátuma: 2025.10.23.
- Bate-Smith E. C. (1965) Recent progress in the chemical taxonomy of some phenolic constituents of plants. *Bulletin de la Société Botanique de France*. 112:sup1, 16-28, <https://doi.org/10.1080/00378941.1965.10838284>
- Boulet, J.-C., Vernhet, A., Poncet-Legrand, C., Cheynier, V., & Doco, T. (2024). Exploring the role of grape cell wall and yeast polysaccharides in the extraction and stabilisation of anthocyanins and tannins in red wines: This article is published in cooperation with OENO Macrowine 2023 (12th international symposium of oenology of Bordeaux and 9th international Macrowine conference), July 10–13 2023, Bordeaux, France. Guest editors: Philippe Darriet, Pierre-Louis Teissedre and Stéphanie Marchand-Marion. *OENO One*, 58(1). <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2024.58.1.7793>
- Bruno V. F. R., Larissa S., Gabriela C. C., Dr. Priscileila C. F., Dr. Marlus Ch. (2020) *Resveratrol isoforms and conjugates: A review from biosynthesis in plants to elimination from the human body*. Elérhető: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32886393/> Hozzáférés dátuma: 2025.10.22. DOI: <https://doi.org/10.1002/ardp.202000146>

- Canals, R., Llaudy, M.C., Valls, J., Canals, J.M., Zamora, F. (2005) Influence of ethanol concentration on the extraction of color and phenolic compounds from the skin and seeds of Tempranillo grapes at different stages of ripening. *J. Agric. Food Chem.* 53(10):4019–4025. Elérhető: <https://doi.org/10.1021/jf047872v> Hozzáférés dátuma: 2025.10.23.
- Casassa, L. F., & Harbertson, J. F. (2014). Extraction, evolution, and sensory impact of phenolic compounds during red wine maceration. *Annual review of food science and technology*, 5(1), 83-109. Elérhető: <https://www.washingtonwine.org/wp-content/uploads/2021/05/Harbertson-annurev-food-030713-092438.pdf> Hozzáférés dátuma: 2025.10.23.
- Cejudo-Bastante, M. J., Rodríguez-Pulido, F. J., Heredia, F. J., & González-Miret, M. L. (2021). Assessment of Sensory and Texture Profiles of Grape Seeds at Real Maturity Stages Using Image Analysis. *Foods*, 10(5), 1098. <https://doi.org/10.3390/foods10051098>
- Corder R. (2007) *Bordiéta*. Budapest: Athenaeum kiadó
- Corder, R., Mullen, W., Khan, N. Q., Marks, S. C., Wood, E. G., Carrier, M. J., & Crozier, A. (2006). Red wine procyanidins and vascular health. *Nature*, 444(7119), 566-566. DOI <https://doi.org/10.1038/444566a>
- Delić, K., Milinčić, D. D., Pešić, M. B., Lević, S., Nedović, V. A., Gancel, A.-L., ... Teissedre, P.-L. (2024). Grape, wine and pomace anthocyanins: winemaking biochemical transformations, application and potential benefits. *OENO One*, 58(4). <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2024.58.4.8039>
- Di Lorenzo, A., Bloise, N., Meneghini, S., Sureda, A., Tenore, G. C., Visai, L., Arciola, C. R., & Daglia, M. (2016). Effect of winemaking on the composition of red wine as a source of polyphenols for anti-infective biomaterials. *Materials*, 9(5), 316. <https://doi.org/10.3390/ma9050316>
- Ducasse, Marie-Agnès & Canal-Llaubères, Rose-Marie & Santrot - de Lumley, Marie & Williams, Pascale & Souquet, Jean-Marc & Fulcrand, Helene & Doco, Thierry & Cheynier, Veronique. (2010). Effect of macerating enzyme treatment on the polyphenol and polysaccharide composition of red wines. *Food Chemistry*. 118. 369-376. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.04.130.
- Eperjesi I. (2010) *Borászati technológia*. Borászat 1. Budapest: Mezőgazda kiadó.

- Errichiello F, Forino M, Picariello L, Moio L, Gambuti A. (2024) Analysis of Polyphenols During Alcoholic Fermentation of Red Grape Aglianico (*Vitis vinifera* L.): Potential Winemaking Optimization and Pomace Valorization. *Molecules*. 2024 Dec 18;29(24):5962. doi: 10.3390/molecules29245962. PMID: 39770051; PMCID: PMC11677095.
- Frickné Ádám A., Kállay M., Leskó A. (2013) Vörösborok rezveratroltartalma és teljes antioxidáns kapacitása. *Borászati Füzetek (Kutatás)*, 20(3):1–4. ISSN 1217-9337
- Garrido, J., & Borges, F. (2013). Wine and grape polyphenols—A chemical perspective. *Food research international*, 54(2), 1844-1858. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.08.002>
- Glories, Y., & Augustin, M. (1976). Recherches sur la structure et les propriétés des composés phénoliques polymérisés des vins rouges. III. Fractionnement des composés phénoliques avec la polyvinylpyrrolidone (PVP). *CENO One*, 10(1), 51-71. <https://doi.org/10.20870/oenone.1976.10.1.1663>
- Guilford, J. M., & Pezzuto, J. M. (2011). Wine and health: A review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 62(4), 471-486. DOI: 10.5344/ajev.2011.11013
- Hajós Gy. (2017) Fenolos vegyületek a borban. *Kémiai panoráma* 2017. évf. 2.szám, (18.szám) 27-28.o. Elérhető: https://www.kemiaipanorama.hu/KP/18szamfull/KP_No18full.html Hozzáférés dátuma: 2025.10.22.
- He, F., Liang, N.-N., Mu, L., Pan, Q.-H., Wang, J., Reeves, M. J., & Duan, C.-Q. (2012). Anthocyanins and Their Variation in Red Wines II. Anthocyanin Derived Pigments and Their Color Evolution. *Molecules*, 17(2), 1483-1519. <https://doi.org/10.3390/molecules17021483>
- http1: Borhírlap. (n.d.). *Soproni borvidék*. Elérhető: <https://borhirlap.hu/borvidekek/sopron/> Hozzáférés dátuma: 2025.10.27.
- http2: Egri Borospincék. (n.d.). *Bikavér törvény*. Elérhető: <https://www.egriborospincek.hu/bikaver-torveny/> Hozzáférés dátuma: 2025.10.27.
- http3: Kieilmayer, K., & Herczeg, Á. (n. d.). *Kékfrankos*. Bor.hu. Elérhető: <https://bor.hu/szolofajtak/kekszolo-fajtak-vorosbor-stilusok/kekfrankos> Hozzáférés dátuma: 2025.10.23.
- http4: Madeline P. (n.d.). *Blaufrankisch*. Wine Folly. Elérhető: <https://winefolly.com/grapes/blaufrankisch/> Hozzáférés dátuma: 2025.10.27.

- Ivanova, V., Vojnoski, B. & Stefova, M. (2011) Effect of the Winemaking Practices and Aging on Phenolic Content of Smederevka and Chardonnay Wines. *Food Bioprocess Technol* 4, 1512–1518. <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0566-y>
- Jackson, R. S. (2008) *Wine Science: Principles and Applications*. 3rd edn. Oxford: Academic Press.
- KÁLLAY M. (2003) A vörösborok színtabilitásának kialakítása. Elméleti megfontolások, kísérleti tapasztalatok. *Borászati Füzetek – Kutatás*. 13(5):1–4.
- Kállay M. (2010) *Borászati kémia*. Borászat 2. Budapest: Mezőgazda kiadó.
- Kállay M., Kerényi Z. (2011) Borok kis koncentrációjú szerves savai. *Magyar Kémikusok Lapja*. LXVI. évfolyam 11. szám. pp. 338-341.
- Leskó, A. (2011) *A tőketerhelés hatása a szőlőbogyó, a must és a bor összetételére*. [PhD thesis] Budapesti Corvinus Egyetem. Elérhető: https://phd.lib.uni-corvinus.hu/578/1/Lesko_Annamaria.pdf. Hozzáférés dátuma: 2025. 09.05.
- Lóricz A., Sz. Nagy L., Zanathy G. (2015) *Szőlőtermesztés*. Budapest: Mezőgazda kiadó.
- Lucerón-Lucas-Torres M, Saz-Lara A, Díez-Fernández A, Martínez-García I, Martínez-Vizcaíno V, Caverro-Redondo I, Álvarez-Bueno C. (2023). Association between wine consumption with cardiovascular disease and cardiovascular mortality: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, 15(12):2785. <https://doi.org/10.3390/nu15122785>
- Magyar I. (2010) *Borászati mikrobiológia*. Borászat 3. Budapest: Mezőgazda kiadó.
- Monagas, M.; Gómez-Cordovés, C.; Bartolomé, B.; Laureano, O.; Ricardo da Silva, J. M., Monomeric, oligomeric, and polymeric flavan-3-ol composition of wines and grapes from *Vitis vinifera* L. Cv. Graciano, Tempranillo, and ‘Cabernet-Sauvignon’. *J. Agric. Food Chem.* 2003, 51 (22), 6475-6481. DOI: [10.1021/jf030325+](https://doi.org/10.1021/jf030325+)
- Ohishi, T., Fukutomi, R., Shoji, Y., Goto, S., & Isemura, M. (2021). The Beneficial Effects of Principal Polyphenols from Green Tea, Coffee, Wine, and Curry on Obesity. *Molecules*, 26(2), 453. <https://doi.org/10.3390/molecules26020453>
- Oszmianski, J., Romeyer, F.M., Sapis, J.C., Macheix, J.J. (1986) Grape seed phenolics: Extraction as affected by some conditions occurring during wine processing. *Am. J. Enol. Vitic.* 37(1):7–12. DOI: 10.5344/ajev.1986.37.1.7

- Paissoni, M. A., Waffo-Teguo, P., Ma, W., Jourdes, M., Giacosa, S., Río Segade, S., Rolle, L., & Teissedre, P.-L. (2020). Sensory assessment of grape polyphenolic fractions: an insight into the effects of anthocyanins on in-mouth perceptions. *OENO One*, 54(4), 1–13. <https://doi.org/10.20870/oenone.2020.54.4.4142>
- Peri, A. & Pompeii, R. (1971) ‘An Assay of different phenolic fractions in wines.’, *American Journal of Enology and Viticulture*, 22., pp. 55-58.
doi:10.5344/ajev.1971.22.2.59
- Pickering, G. J. (2000). Low- and Reduced-alcohol Wine: A Review. *Journal of Wine Research*, 11(2), 129–144. <https://doi.org/10.1080/09571260020001575>
- Pintér D. (2024). *Fitoösztrogének*. Biorganik.hu. Elérhető:
https://www.biorganik.hu/blog/fitoosztrogenek?srsId=AfmBOoqRSmFaXBJGcJvJQm2lFD8fS66_Q-AMx4s2DmWEVGOWqmJdkDYo Hozzáférés dátuma: 2025.10.27.
- Pittari, E., Moio, L., & Piombino, P. (2021). Interactions between Polyphenols and Volatile Compounds in Wine: A Literature Review on Physicochemical and Sensory Insights. *Applied Sciences*, 11(3), 1157. <https://doi.org/10.3390/app11031157>
- Rolle, L., Englezos, V., Torchio, F., Cravero, F., Río Segade, S., Rantsiou, K., Giacosa, S., Gambuti, A., Gerbi, V. and Cocolin, L. (2018), Alcohol reduction in red wines by technological and microbiological approaches: a comparative study. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 24: 62-74.
<https://doi.org/10.1111/ajgw.12301>
- Schmidtke, L.M., Blackman, J.W. and Agboola, S.O. (2012), Production Technologies for Reduced Alcoholic Wines. *Journal of Food Science*, 77: R25-R41.
<https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02448.x>
- Schofield, P., Mbugua, D. M., & Pell, A. N. (2001). Analysis of condensed tannins: a review. *Animal feed science and technology*, 91(1-2), 21-40.
[https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(01\)00228-0](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(01)00228-0)
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin–Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152–178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- Varela, C., Dry, P.R., Kutyna, D.R., Francis, I.L., Henschke, P.A., Curtin, C.D. and Chambers, P.J. (2015), Reducing alcohol concentration in wine. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 21: 670-679. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12187>

- Vilela, A., Jordão, A., Cosme, F., & Desk, S. (2016). Wine phenolics: looking for a smooth mouthfeel. *SDRP Journal of Food Science & Technology*, 1(1).
<https://doi.org/10.25177/JFST.1.1.3>
- Villangó, S. (2015). *A fenolos érettség vizsgálata Syrah szőlőfajtán*. [PhD thesis] Budapesti Corvinus Egyetem. Elérhető: <https://phd.lib.uni-corvinus.hu/845/>
Hozzáférés dátuma: 2025. 09.07. DOI: 10.14267/phd.2015023
- Viniczai S. (2025) Alkoholmentesített bor: nem szőlőlé, nem gyerekpezsgő. *Borászati füzetek* 2025/1 XXXV. évfolyam. pp. 9-13. Budapest: Magyar Mezőgazdaság Kft.
- Waterhouse, A.L., Sacks, G.L. & Jeffery, D.W. (2016). *Understanding wine chemistry*. Chichester, UK: John Wiley & Sons. DOI:10.1002/9781118730720
- Zsófi, Z., Villangó, Sz., Pálfı, Z., Ladányi, M., Báló, B., Bencsik, O., Pátyi, T., & Szekeres, A. (2015). *Az antocianin összetétel és kivonhatóság, valamint a szőlőbogyók textúra változásának vizsgálata az érés folyamán különböző termőhelyeken és évjáratokban*. In 10. Magyar Ökológus Kongresszus (p. 161). Elérhető: <https://real.mtak.hu/29868/> Hozzáférés dátuma: 2025. 10. 25.

8. Táblázatok és ábrák jegyzéke

Táblázatok:

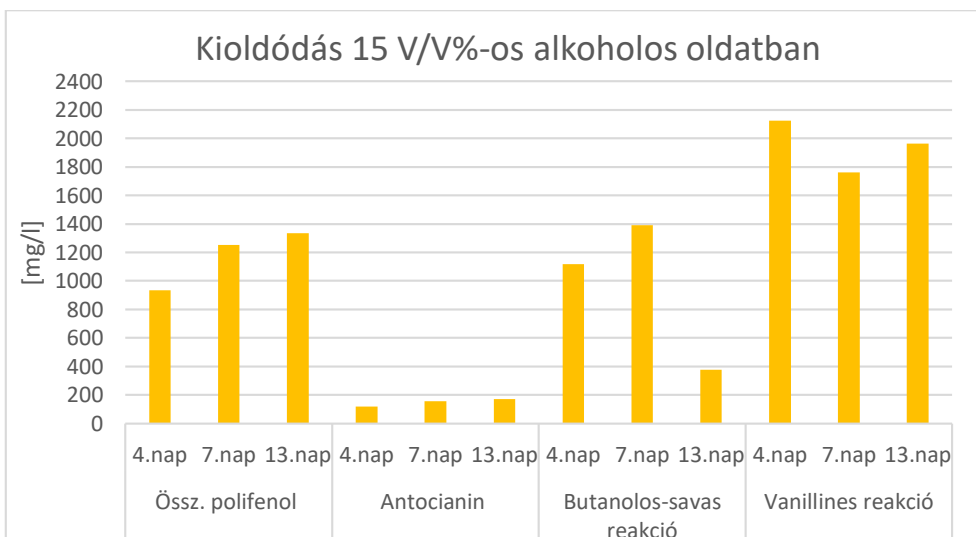
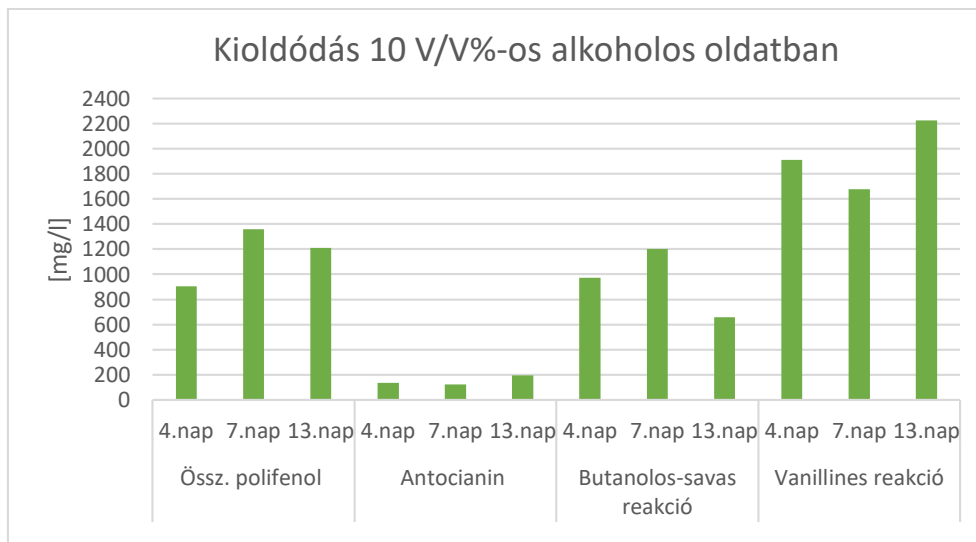
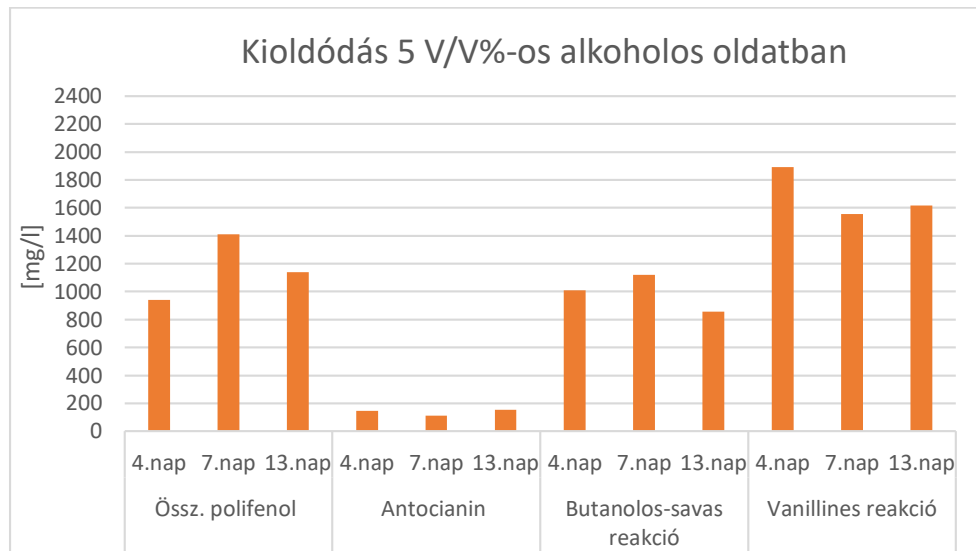
1. táblázat: Az antocianin monomerek kromatográfias meghatározási módszerének gradiens összetétele Forrás: saját szerkesztés 26
2. táblázat: Rutinanalízis eredményei, kezdeti paraméterek Forrás: saját szerkesztés..... 28

Ábrák:

1. ábra Polifenol-vegyületek alapváza Forrás: Kállay, 2010 4
2. ábra Polifenolok csoportosítása Forrás: Kállay, 2010 5
3. ábra Polifenolok a szőlőbogyóban Forrás: Waterhouse et al., 2016 6
4. ábra Rezveratrol Forrás: Kállay, 2010 7
5. ábra Flavonoidok alapváza Forrás: Waterhouse et al., 2016..... 8
6. ábra Leukoantocianinok váza Forrás: Kállay, 2010 9
7. ábra Malvidin-glükozid forrás: Waterhouse et al., 2016..... 10
8. ábra Galluszsav Forrás: Jackson, 2008..... 12
9. ábra A színintenzitás és a fenolos vegyületek mennyiségének változása az idő függvényében Forrás: Eperjesi, 2010 14
10. ábra GOX hatása Forrás: Schmidtke et al., 2012 20
11. ábra Kékfrankos szőlő Forrás: Bor.hu, http3 22
12. ábra Kékfrankos bor jellemzői Forrás: Winefolly.com, http4..... 23
13. ábra A kísérlet beállítása (sematikus ábra) Forrás: saját szerkesztés 24
14. ábra Vöröscefre a hűtőszekrényben Forrás: saját kép 25
15. ábra Összes polifenol-tartalom változása (átlagok, szórásokkal) Forrás: saját szerkesztés 28
16. ábra Antocianintartalom változása (átlagok, szórásokkal) Forrás: saját szerkesztés 29
17. ábra Butanolos-savas reakció eredménye (átlagok, szórásokkal) Forrás: saját szerkesztés 29
18. ábra Vanillines reakció eredménye (átlagok, szórásokkal) Forrás: saját szerkesztés 30
19. ábra Antocianin-monomerek egymáshoz viszonyítva (átlagok, szórásokkal) Forrás: saját szerkesztés 31
20. ábra Malvidin-monoglükozid értékei (átlagok, szórásokkal) Forrás: saját szerkesztés 31

9. Mellékletek

M1. Polifenolok kioldódásának összehasonlítása az alkoholos oldatok szerint.



MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függelék: A MATE egységes szakdolgozat /
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréseiről és
eredetiségéről

A hallgató neve: BODNAR ESZTER
A Hallgató Neptun kódja: FSW/OVH
A dolgozat címe: ALKOHOLKONCENTRÁCIÓ HATÁSA A POLIFENOLOK KIOLDÁSÁRA
A megjelenés éve: 2025 KÉRFERANKOS JOGYÓHÉTBÓL
A konzulens intézetének neve: SZŐLÉSZETI ÉS BORÁSZATI INTÉZET
A konzulens tanszékének a neve: BORÁSZATI TANSZÉK

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és 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 valótlan 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 mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitóri rendszerében.

Kelt: 2025 év 10 hó 27 nap


Hallgató aláírása

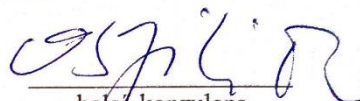
NYILATKOZAT

BODNAR ESZTER (név) (hallgató Neptun azonosítója: FSW0VH)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi
források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem²

Kelt: 2025 év 10 hó 27 nap


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	BODNAR ESZTER
Neptun-kódja:	76W0VH
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb: TDK
Tantárgy neve/kódja*:	SZAKDOLGOZAT
A munka címe:	ALKOHOLKONCENTRÁCIÓ HATÁSA A POLIFENOLOK KIOLDÁSÁRA KÉKFRANKOS BÖGÖRKEFBŐL

* 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, töltsé 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)
FORDÍTÁS, NYELVI KORREKTÚRA	CHAT GPT-5, DEEPL TRANSLATE (25.02.1783)	SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

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:

.....
.....
.....
.....

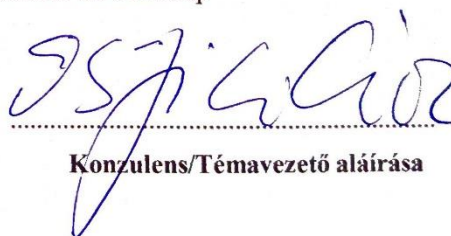
4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

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 helyállóságáért 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. október hó 27. nap



Hallgató aláírása



Konzulens/Témavezető aláírása