

DIPLOMAMUNKA

Mikeházi Antal János

Mikeházi Antal János

2023

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM
SZŐLÉSZETI ÉS BORÁSZATI INTÉZET
BUDAPEST

Nem-Saccharomyces élesztők hatása Cabernet franc ízjegyeire

Mikeházi Antal János

Szőlész-borász mérnök MSc

Készült a Borászati Tanszéken

Tanszéki konzulens: Nyitrai Sárdy Diána Ágnes

Bíráló:

Budapest, 2023.05.03.



tanszékvezető/szakirányfelelős



konzulens

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	1
2. Célkitűzés.....	2
2. Irodalmi áttekintés.....	3
2.1. Villányi Borvidék.....	3
3.1.1 Története.....	3
3.1.2. Jellemzés.....	3
3.1.3. Remete dűlő.....	4
3.1.4 Évjárat értékelés.....	4
3.2 Cabernet franc.....	5
3.2.1 A bordeaux-i fajták szülőatyja.....	5
3.2.2 A Cabernet franc bora.....	5
3.3 Borászati élesztők.....	6
3.3.1 Borászati élesztők jelentősége.....	6
3.3.2. A KILLER tulajdonság.....	8
3.4 A must kémiai összetétele.....	9
3.4.1 Szénhidrátok.....	9
3.4.2 Sav összetétel.....	9
3.4.3 Nitrogéntartalom.....	10
3.4.5 Polifenolok.....	11
3.4.6 A bor színe.....	14
3.4.7 A borban található alkoholok.....	15
3. Anyag és módszer.....	17
4.1 Vizsgálati anyag.....	17
4.1.1 Szőlő.....	17
4.1.2 Alkalmazott élesztők.....	18
4.2 Erjesztés leírása.....	23
4.3 Mérési módszerek.....	24
4.4 Érzékszervi bírálat.....	25
5. Eredmények.....	26
5.1 Mérési eredmények.....	26
5.1.1. Az etil-alkohol szint változása az erjedés alatt.....	26
5.1.2. A glicerin szint változása az erjedés alatt.....	27
5.1.3. Az acetaldehid szint változása az erjedés alatt.....	28
5.1.4. Összes polifenol szint változása az erjedés alatt.....	29
5.1.5. Leukoantocianin szint változása az erjedés alatt.....	30
5.1.6. Katechin szint változása az erjedés alatt.....	31
5.1.7. Antocianin szint változása az erjedés alatt.....	32
5.1.8. Szín intenzitás és tónus.....	33
5.1.9. Összes asszimilálható nitrogén, AFN.....	34
5.2 Érzékszervi profilanálízis.....	35
5.2.1 Kontroll – BDX - Saccharomyces cerevisiae.....	35
5.2.2 Torulaspora delbrueckii - BIODIVA™ Lallemand.....	36
5.2.5 Metschnikowia fructicola - GAÏA™, Perdomini IOC.....	37
5.2.4 Metschnikowia pulcherrima - GUARDIA™, Lallemand.....	38
5.2.5 Pichia kluyveri - Viniflora® FrootZen™, CHR Hansen.....	39
5.2.6 Összessített pókhálódiagram:.....	40
6. Következtetések.....	41
7. Összefoglalás, kitekintés.....	42
9. Irodalomjegyzék.....	44
10. Ábrajegyzék.....	48
11. Mellékletek.....	49

1. Bevezetés

Az élesztők elengedhetetlen résztvevői a borkészítés folyamatának. Az élesztők, vagyis az élesztőgombák élő szervezetek amik a természetben, a szőlőszemeken is megtalálhatóak. Az élesztőgombák világa elképesztően diverz, csak egy szőlőszemen több száz élesztőgomba található meg. A musttal való találkozásuk pillanatától fogva ezek az élesztőgombák természetes életmódjuk szerint elkezdik átalakítani a mustot. Ha ezeket az élesztőgombákat hagyjuk elszaporodni, akkor beszélhetünk a leghagyományosabb, az úgynevezett spontán erjedésről. A szüret után a rendszerben (must, szőlőcefre) elkezdődik egy verseny a különböző élesztőtörzsek között. A borász feladata az, hogy ezt a versenyt úgy alakítsa, hogy azok az élesztőgombák nyerhessenek (szaporodhassanak el), amiket szeretne, hogy a szaporodásuk, természetes életciklusaik alatt kialakítsák a végső termék, a bor profilját, karakterét. Még ma is számos bortermelő támaszkodik a helyi, természetes élesztőközösségre a borkészítés során, különösebb közbelépés nélkül.

A múlt század közepétől terjedt el az élesztő starterkúrák használata, ez egy eszköz a borász kezében, hogy a számára kívánatos törzset kezdeti előnyhöz juttassa. A megszokott élesztőtörzsek mellett az utóbbi időben egyre nagyobb figyelem terelődik az úgynevezett vadélesztők, vagyis nem-Saccharomyces élesztők irányába. Ezek az élesztőtörzsek ugyan önállóan általában nem képesek a must egészséges kierjesztésére, azonban kiváló eszközök lehetnek a borász kezében a bor karakterének finomhangolására.

2. Célkitűzés

A munka középpontjában a Cabernet franc fajta illetve az alkalmazott öt különböző élesztőtörzs van, teljesen megegyező alapanyagból, megegyező körülmények között öt párhuzamos erjesztést végeztem. Célom, hogy felderítsem pár különböző kereskedelmi forgalomban hozzáférhető élesztőtörzs (négy nem-Saccharomyces törzs és egy Saccharomyces cerevisiae törzs) segítségével milyen mértékben, irányban változtatható egy villányi Cabernet franc bor karakterisztikája az általánosan elfogadott, elterjedt és használt Saccharomyces cerevisiae élesztőtörzshöz képest, célom elérése érdekében laboratóriumi analitikai mérésekre és érzékszervi bírálatra támaszkodom.

Mikeházi Antal János

2. Irodalmi áttekintés

2.1. Villányi Borvidék

3.1.1 Története

A Villányi Borvidék területe már a bronzkorban is lakott volt, feltehetően már a kelták idejében, de bizonyítottan a római uralom idején volt már szőlőtermesztés is, ezek a területek azóta szinte folyamatos művelés alatt állnak (Villányi Borvidék HT 2019). Egy, a Szársomlyó hegy lábánál előkerült oltárkö az első írásos anyag a borvidéken folyó szőlőművelésről, Probus császár idejéből (isz. 276 – 282) származik a lelet, amely 50 hektár betelepítését dokumentálta. Írásos emlék maradt fent a szársomlyói vár alapítólevelében (1249) is, amelyben IV. Béla király tesz említést a területen elhelyezkedő szőlőültetvényekről, a tatárjárás után pedig több fennmaradt írásos forrás alapján szinte folytonosnak mondható a területen folytatott szőlő és bortermelés napjainkig. Így volt ez a török hódoltság alatt is, ezt korabeli adóösszeírások is tanúsítják. Feltehetően ekkor, a török hódoltság alatt betelepített/betelepült rácok hozták magukkal a Kadarka mellett a ma „vörösboros módszernek” nevezett héjonerjesztéses technológiát. A török uralom után szükség volt az elnéptelenedett területek újrabeneprésítésére, így az 1700-as évek második felétől kezdődően folyamatos volt a német ajkú lakosság ideáramlása, akik a rácokhoz hasonlóan hozták magukkal a saját szőlőtermesztési és borkészítési szokásaikat. Az ő munkájuknak köszönhető a borvidék újra felvirágozása, valamint az a ma már műemlékké nyilvánított pince is amelyben ennek a diplomamunkának a témáját adó borok születtek. A következő állomás a borvidék életében az egész Európát végigsöprő filoxeravész, amely megtörte a borvidék fejlődését. Azonban a borvidéken tevékenykedő Teleki Zsigmond munkájának is köszönhetően a filoxéra járvány után a vidék jelentős korszerűsítésen esett át, újból fejlődésnek indult. Az új módszerek mellett új fajták jelentek meg. Ekkor került a területre több francia világfajta is, köztük a jelen diplomamunka alapanyaga is, a Cabernet franc.

3.1.2. Jellemzés

A Villányi borvidék Magyarország egyik legismertebb és legjelentősebb borvidéke. Mint lehatárolt termőterület a Villányi Borvidék szőlőterületei a síkságból kiemelkedő 25 km hosszan elterülő Villányi hegység déli kitérte lankáin helyezkedik el. A Villányi borvidék Magyarország egyik legnagyobb, legrégebbi és legdélebbi borvidéke, a Dél-Dunántúli régióban található. A borvidék 2183 hektáron (HNT 2022a) terül el, és főleg kékszőlőt (1 908 ha kékszőlő, 426 ha fehérszőlő) termelnek (HNT 2022b) itt, különösen a Cabernet sauvignon, Cabernet franc, Merlot, Kékfrankos, Portugieser (Kékoportó), de a Pinot noir és a Syrah is népszerű a területen. A borvidék termelése körülbelül 100.000 hl/év (HNT 2022c), a diplomamunka tárgyát képező Cabernet franc fajtát 342 ha-on termesztik (HNT 2022b), ez a szám pedig évről évre növekszik, a napsütéses órák száma: 2150 óra/év, a tengerszint feletti magasság: 140–350 m.

A földrajzi helyzet alapján nagy mennyiségű és időtartalmú napsugárzásban részesül. Az éves középhőmérséklet 11°C, míg a vegetációs időszak átlaghőmérséklete 17,5 °C körüli, a hidegebb évszakokban is ritka a fagypont alatti középhőmérséklet. A hőmérsékletingadozás kicsi. Az évi csapadék mennyisége átlagban 700mm, eloszlása egyenletesnek mondható. A borvidéken már érezhető a Magyarországon uralkodó kontinentális éghajlat mellett a mediterrán éghajlat, melyet igazolnak a borvidéken elszórva található banánpálmafák.

A Villányi borvidék egyik különlegessége a talaj, a Villányi hegység alapkőzete középső-triász korból származó mészkő és dolomit, valamint tengeri üledékből származó mészkő. Az alapkőzeten a borvidék nagy részén csernozjom barna erdőtalaj, vályogos lösz vagy lösz található. A talajok anyakőzetét lösz és löszszerű üledék alkotja. A mészben gazdag talaj könnyen aprózódik így termékeny talajtakaró jött létre.

3.1.3. Remete dűlő

A Remete dűlő a Villányi borvidék egyik kiemelkedő termőhelye, a dűlő neve a környező erdőkben élő remeték emlékére származik. A borvidék keleti részén, a Villányi-hegység lábánál található, azon belül is a csillagvölgy keleti oldalán helyezkedik el. A Remete dűlő területe körülbelül 50 hektár, magasabb pontján található a Villányi borvidéknek, 150-200 méteres magasságban, fekvése keleti – észak-keleti. A talajokat többek között riolitos tufa, homokos lösz és agyag-alapú lösz alkotják. A terület rendkívül változatos mikroklímával rendelkezik, amely lehetővé teszi számos különböző szőlőfajta termesztését. A Remete dűlő mikroklímája a napos, száraz és meleg időszakokkal jellemezhető. A keleti fekvés miatt kora reggeltől süt a nap késő délutánig, így szőlő lassabban érlik, de ez segít megőrizni a szőlőben a frissességet és az élénk savakat, illetve a reggeli csapadékot a nap gyorsabban felszárítja. A szélviszonyok is fontos szerepet játszanak, amelyek hozzájárulnak a szőlő egészségének megőrzéséhez és a bogyók egyenletes ééréséhez.

3.1.4 Évjárat értékelés

Aszályos időjárás volt jellemző, egész évben alig, a nyár folyamán pedig tulajdonképpen egyáltalán nem volt csapadék, viszont ősszel, főleg október elején napokon át tartó esőzések következtek. Emiatt tulajdonképpen a szüretelt mennyiség átlagos lett, annyi csapadék nem esett, hogy a szőlőszemek kirepedjenek. A szüretelt minőség átlag felettinek mondható, amennyiben az esőzések hatására nem kezdődött el a rothadás. Jobb esetben már a szőlő elérkezett abba az állapotába, amikor alkalmas a kívánt bor elkészítéséhez.

3.2 Cabernet franc

3.2.1 A bordeaux-i fajták szülőatyja

A Cabernet franc gyakran háttérbe szorul más jól ismert nemzetközi vörös szőlőfajták, például a Cabernet sauvignon és a Merlot mellett. Ezek a szőlőfajták azonban nem léteznének a Cabernet franc DNS-e nélkül. A Sauvignon blanc-al keresztezve hozta létre a Cabernet sauvignon-t. (Bowers és Meredith 1997). A Magdeleine Noire des Charentes szőlővel együtt pedig a Cabernet franc a Merlot szülője is. Talán ez az oka annak is, hogy a bordeaux-i házasításban annyira jól kiegészítik egymást.

A Cabernet franc története viszont még sok száz évvel ezek a ma népszerű szőlőfajták előtt kezdődött a Baszkföldön, ahol Délnyugat-Franciaország és Spanyolország találkozik. DNS-származásvizsgálat kimutatta, hogy a Cabernet franc-nak szülő - utód kapcsolata van két nagyon régi baszk fajtával is, a Morenoa-val és a Hondarribi beltza (utóbbit gyakran összetévesztik a Cabernet franc-al magával). Ezek az eredmények pedig alátámasztják azt az elméletet miszerint a Cabernet franc a spanyol País Vasco területéről származik, vagyis Baszkföldről (Boursiquot et al. 2009). Egy ilyen régi szőlőfajta nevének eredete sem világos. A legmeggyőzőbb hipotézis a latin carbon, azaz "fekete" szóra épül, utalva a bogyók sötét színére, tehát a latin "francia fekete szőlő" szóból származhat az elnevezése. A szőlőt Bordeaux-ban bouchet-nak nevezik, ahol feltehetően már a tizenhetedik század óta termesztik. A Loire-völgyben, ahol szintén nagyszerű franc-okat találhatunk, pedig breton-nak hívják. Bizonyos vélemények szerint Magyarországon belül is Villányban kimagasló borok születhetnek Cabernet franc szőlőből. (Jancis Robinson 2012) A Cabernet sauvignon-nál jobban képes adaptálni a terroir-t ('World Famous Grapes - Cabernet Franc').

„Cabernet Franc has found it's natural home in Villány” - Michael Broadbent

3.2.2 A Cabernet franc bora

Bora illatos, rendkívül finom, enyhén fanyar, csersavdús, testes, fajtajelleges, sötétrubin vagy mélyvörös színű. (Márton 1967) A csersavban szegényebb, kevésbé intenzív őse a Cabernet sauvignon-nak. (Robinson és Johnson 2019). Illata finom határvonalat húz az üdítően leveles és az agresszívan fűszeres között, az érettségi foktól függően, a teljesen érett állapotban szüretelt Cabernet franc szőlőből készített bor élénk gyümölcsös aromákat mutat. A megfelelő érettségi fok elérése döntő fontosságú lehet; az érettség hiánya nagy mennyiségű "zöldes" karaktert, illetve a zöldpaprikára emlékeztető metoxipirazinokat eredményezhet. Amikor a szőlő éretlen (és a Cabernet franc szőlő teljes beérése kihívást jelenthet), a bornak határozottan zöldpaprikás íze van amit a borban található, pirazin néven ismert vegyületek (a már említett metoxipirazinok) okoznak. De melegebb években, amikor a cukortartalom magas, és a pirazinok mennyisége csökken, a Cabernet franc-hoz nem mindenképpen társul ez az erős zöld, fűszerpaprikás jelleg, ilyenkor a borok ízét a piros gyümölcsök (cseresznye, eper, málna), gyengébben fekete gyümölcsök (szilva, fekete ribizli) mellett, a gyógynövények, paradicsom, menta, hasított bőr, dohány, enyhe grafit és a borsos földesség, valamit sötét csokoládé egyensúlya határozza meg. (MacNeil 2015). A Cabernet franc közepes és magas savtartalommal rendelkezik, ami üdítően könnyen ihatóvá teszi.

3.3 Borászati élesztők

3.3.1 Borászati élesztők jelentősége

A jelenség, hogy a szőlőből, a mustból bor lesz az élesztőgombák fáradhatatlan munkájának mellékterméke. A szőlőbogyókon kívül a szőlővel élesztőbombák is érkezik a pincébe. Az élesztőgombák, ahogy a penészgombák, baktériumok (tejsav-, ecetsavbaktériumok) élő mikroorganizmusok. Az élesztőgombák, vagy rövidebben csak „élesztők” valójában a valódi gombák (Fungi), egyszerű felépítésű egysejtű eukarióta szervezetek, nem élesen körülhatárolt csoportja (az „élesztők” nem taxinómiai név). A must pedig mivel kémiaiilag összetett rendszer, így szélsőséges körülményeket teremt ezeknek az élő szervezeteknek, azokat bármilyen borászati beavatkozás nélkül is már maga szelektálja (magas savtartalom, 5-15g/l, alacsony pH, magas cukorszint, alkohol). Ezek a körülmények változnak az erjedés során, megjelennek és eltűnnek bizonyos komponensek (pl.: etil-alkohol, cukor), ezek a változó körülmények is befolyással vannak a mikrobaszaporodásra, hogy a populációk milyen kinetikát fognak leírni (Magyar 2016).

Az ismert élesztőgombák közül talán a legfontosabb az élelmiszeripar, szeszipar, sörpar és természetesen a borászatok számára, a széleskörűen tudatosan, vagy akaratlan is alkalmazott *Saccharomyces cerevisiae* faj. Mivel a diplomamunka központi eleme, hogy különböző élesztőgombákat alkalmaztam, ezért az alábbiakban szeretném a szükséges szinten áttekinteni az élesztőgombák csoportosítását, rendszertanát. Az élesztőfajok nemzetségei nagyon változatosak, rendszertani felosztásuk folyton változik (Vaughan-Martini és Martini 2011), a teljes rendszertan ismertetése túlmutatna jelen diplomamunka terjedelmén, így egy leegyszerűsített változatot ismertetek, a jelen munka szempontjából releváns fajokkal, hogy átlátható legyen a közöttük fennálló kapcsolat.

Az élesztők valójában élesztőgombák, azok a gombák országába tartoznak. A gombák országán belül rendszertanilag három törzs van amiben élesztőgombákat találhatunk, a bazídiumos- (Basidiomycota), a tömlősgombák (Ascomycota) és az imperfekt (Fungi Imperfecti) gombák törzseiben vannak az élesztők. A bazídiumos és tömlősgombák törzsei együtt a Dikarya alországot alkotják a gombákon belül, itt található a legtöbb „magasabbrendű gomba”(Naár és Szarvas 2012). Borászati szempontból a tömlősgombák (Ascomycota) törzsének a legnagyobb a szerepe, így ezekkel foglalkozom részletesebben, a törzsön belül sok osztály található, a legfontosabbak az 1. ábra: A tömlősgombák törzseán láthatók.a

Vadélesztőnek nevezünk minden nem-*Saccharomyces* fajt, ami a borban, a mustban vagy a szőlőn megjelenik. Közülük csak 10-20 jelentős borászatiilag, hatásuk lehet káros, semleges, vagy hasznos, pozitív jellegű a kész bort tekintve. Erjesztő képességük is eltérő lehet, vannak egyáltalán nem, vagy csak gyengén erjesztési képesek, míg vannak akik közepes mértékben képesek erjesztésre, azonban egy tipikus cukortartalmú must kieresztésére már egyedül nem képesek (szekvenciális beoltásra van szükség) és vannak olyan nem-*Saccharomyces* élesztők is amik képesek magukban kieresztetni teljesen a mustot (Magyar 2016).

^a Bizonyos nemzetségek esetében (*Torulospóra*, *Pichia*) más osztályozások is elfogadottak (Naár and Szarvas 2012).

Törzs: tömlősgombák (Ascomycota): aszkospórás szaporodás

Osztály: Hemiascomycetes (Protoascomycetes) – „Valódi élesztők”

Rend: Saccharomycetales (Endomycetales)

Család: Saccharomycetaceae

Nemzetség: Saccharomyces:

Sensu stricto, vagyis szűkebb fajrokoni körbe tartozó taxonok:

Fajok: **Saccharomyces cerevisiae**, bayanus, uvarum

Sensu lato, vagyis tágabb fajrokoni körbe tartozó taxonok:

Fajok: Saccharomyces kluyveri, exiguus, castelli...

Nemzetség: Torulaspora

Faj: **Torulaspora delbrueckii**

Család: Metschnikowiaceae

Nemzetség: Metschnikowia

Fajok: **Metschnikowia fructicola, pulchirrema**

Család: Pichiaceae

Nemzetség: Pichia^b (anam.: Hansenula^c), (Kurtzman 2011)

Faj: **Pichia kluyveri**

Egyéb családok: Dipodascaceae, Lipomycetaceae, Cephaloascaceae...

Egyéb osztályok: Archiascomycetes...

1. ábra: A tömlősgombák törzse

Ahogy arról már szó volt, a szőlőmust borrá erjedése bonyolult fermentációs folyamat, amelyben nagyszámú élesztőfaj vesz részt (még fajtaélesztős starterkultúra alkalmazása esetén is). A folyamat elején megtalálható élesztőflórában valamennyi élesztőfaj és törzs jelen van, ami a vidékre jellemző, tehát előfordul a szőlőn és a feldolgozó üzem eszközein. Ez a fellelhető vegyes élesztőkultúra tekinthető tulajdonképpen a természetes starternek, tehát a kiindulási populáció, habár még kis csíraszámában, de nagyon sokszínű, ami évről évre is változhat, így megnehezítve a reprodukálhatóságot, minőségbiztosítást. Kutatások szerint még fajtaélesztős starterkultúra alkalmazása esetén sem lehet azt mondani, hogy az az élesztő erjesztette teljes mértékben a mustot, a kiejert borban egyáltalán nem biztos, hogy annak a kultúrának a populációja lesz a domináns. (Magyar 2010)

Az alkoholtartalom növekedése és az egyes tápanyagok fogyása azonban hamarosan visszaszorítja a legtöbb élesztő szaporodását, és az erjedés végére már szinte teljesen egynemű élesztőpopulációk alakulnak ki, amelyekben gyakran Saccharomycesek dominálnak. A nem-saccharomyces élesztők habár jelentős mennyiségű cukor erjesztésében általában nem vesznek részt, de metabolikusan aktívak a szőlőmust erjedése során (valamint a bor érlelése során is sokszor jelen vannak még), és enzimekkel hozzájárulhatnak a bor komplexitásának fokozásához és a végső boraroma meghatározásához. Napjainkban a Saccharomyces cerevisiae-vel kombinált nem-Saccharomyces élesztők használata a bor összetételének és/vagy érzékszervi tulajdonságainak javítására szolgáló korszerű stratégia (Boscaino et al. 2019).

^b Pichia a nemzetség neve, Pico Pichi (1862-1933), olasz botanikus tiszteletére.

^c A nemzetséget először Emil Christian Hansen írta le.

^d Habár pont ez szép a borászatban.

A spontán erjesztés (starterkultúrák mellőzése) előnyei tulajdonképpen a diverz vadélesztőkultúrában rejlik ami magával hordozza a terroir-t. Az starterkultúrák sok-sok előnye közül véleményem szerint ha egyet kellene kiemelni akkor az erjedés irányíthatóságát, biztonságát említeném. A nem-saccharomyces starterkultúrák ennek a két módszernek az előnyeit ötvözik, az aromakarakter finomhangolását teszik lehetővé, egy kiterjedtebb aromaprofil létrehozásának lehetőségét adják a borász kezébe, az erjedés biztonságos irányíthatósága mellett.

3.3.2. A KILLER tulajdonság

Mivel munkám során egy-egy mustot több élesztőtörzssel oltottam be, így szükséges beszélni a killer tulajdonságról. Bizonyos élesztőfajok olyan toxint képesek termelni, amelyek elpusztítják jellemzően azonos fajba tartozó, az adott toxinra érzékeny más élesztőtörzseket (specifikusan). Először *S. cerevisiae* –ben mutatták ki (Bevan és Makower 1963), azonban számos más nemzetségben megtalálható (pl.: *Candida*, *Hansenula*, *Pichia*, *Kluyveromyces*, *Kloeckera*, *Hanseniaspora*). Ezek a toxinok magasabbrendű szervezetekre ártalmatlanok. A toxinok típusa és genetikai háttere is eltérő a különböző fajok esetében, azonban általánosan elmondható, hogy a toxin fehérje vagy glikoprotein típusú molekula, ami az arra érzékeny élesztők sejtfalára kötődve, a sejtmembránt károsítja lokálisan.

Borászati szempontból a legfontosabb ilyen toxin a *S. cerevisiae* K2 toxinja. Természetesen munkám során olyan élesztőtörzseket használtam a párhuzamos erjesztésekben, melyek nem pusztítják el egymást. A toxinok világa azonban nem teljesen tiszta még a borászok előtt, a toxinok termelődésére, hatékonyságára, stabilitására nagyon sok minden van befolyással, sok a megválaszolatlan kérdés.

3.4 A must kémiai összetétele

A must a „szőlő sajtolásakor nyert édes, zavaros folyadék” (Kállay 2010). A must kémiai szemlélettel egy rettenetesen gazdag kolloidos oldat, melyben különböző szervetlen, szerves molekulák és ionok mellett szuszpendált anyag is található, míg a must 80% körülbelül víz (Kállay 2010). A must alkotóelemeit több csoportra lehet osztani, ezek a szénhidrátok; szerves savak; nitrogéntartalmú anyagok; polifenolok; ásványi alkotók; színezékek; viaszok, olajok, zsírok; enzimek; vitaminok; aromaanyagok; egyéb alkotók és természetesen élesztőgombák is jelen vannak a szőlőszemekben.

3.4.1 Szénhidrátok

Az érett szőlőből származó must redukálócukor (szénhidrátokon belül a glükóz és fruktóz) tartalma körülbelül 150-250 g/l. Ezeket a redukálócukrokat alakítja az élesztő etil-alkohollá. Ezen túl a teljesen érett szőlőben más monoszacharidok már csak elenyésző mennyiségben találhatók, borászati jelentőségük is kisebb, ezek a teljesség igénye nélkül az érett szőlőbogyóban nem vagy csak nyomokban található diszacharidok és keményítőf, a pentózok melyek nem erjeszhető cukrok, így a borba is bekerülnek, a cellulóz pedig a mustba került szilárd alkotórészek eleme. A mustban található még pentozánok, glikogének, illetve pektinanyagok is (Kállay 2010).

3.4.2 Sav összetétel

A borokban található szerves savak egy része a szőlőből, mustból kerül a borba direkt, másik része pedig az alkoholos erjedés vagy érlelés, baktériumok tevékenységének következtében keletkezhet (Ferenczi 1966). Ezeknek a szerves savaknak egy része a borban kötött, míg másik fele szabad állapotban van jelen (Eperjesi 1998). A szőlőbogyó, tehát a must savtartalmát jelentős részben három sav alkotja, a borkósav, almasav és a citromsav. Ezek a savak a borba is belekerülnek, de ott az alkoholos illetve malolaktikus fermentáció következtében még jelentős mennyiségben keletkezik tejsav, borostyánkősav, valamint kevesebb, rosszabb esetben több ecetsav. A szőlőbogyó érése során a borkósav mennyisége nő a bogyóba beáramlás miatt, viszont csökken az elégsé miatt, így összességében nem nagyon változik a mennyisége az érési időszak alatt. Aszályos időszakban mennyisége csökken, majd esőzések után újra nő a mennyisége a bogyóban. Összességében a szőlőbogyók savtartalma csökken az érés során, a bogyóba érkező víz hígító hatása, a savak lekötődése és a légzési folyamatokban elégetett savak miatt. (Ferenczi 1966; Tamás Pók 2012; Módos 1981). Tejsav az alkoholos erjedés kezdetétől fogva keletkezik a borban, azonban a nagyobb mennyiségben a biológiai almasavbontás (tejsavbaktériumok tevékenysége) eredményeként keletkezik (Kállay 2010).

^e híg savak/enzim hatására hidrolizál (disszociál vízkilépés mellett) az alkoholos erjedés beindulása előtt, fruktóz és glükóz keletkezik belőle

^f vegyes, bonyolult összegképletű poliszacharidok

3.4.3 Nitrogéntartalom

Ahogy arról szó volt, a must egy rettenetesen sokféle komponensből álló oldat. Nitrogéntartalmú komponens is nagyon sokféle található meg a mustban, ilyenek az amidovegyületek (pl.: aszparagin, glutamin...), aminosavak (a fehérjék építőelemei, pl.: arginin, prolin, treonin, glutaminsav...), polipeptidok (polimerizált aminosavak, fehérjebomlásból származó kisebb egységek), fehérjék, peptonok és propeptonok, vagyis albumozok. Ezeken túl található a mustban szerves nitrogéntartalmú vegyület is, az ammónium kation például. A mustok összes nitrogéntartalma 400 – 1800 mg/l körül mozog (Ferenczi 1966), azonban ez sok tényezőtől függ (szőlőfajta, érettségi állapot, tápanyagellátottság, klimatikus viszonyok, egészségügyi állapot).

3.4.3.1 Azonnal felvehető nitrogén-formák (AFN)

Azonnal felvehető (asszimilálható) nitrogén alatt az élesztők szempontjából tápanyagként felhasználható nitrogén mennyiségét értjük. Asszimilálható nitrogén az ammónia, ammónium-kation szerves sói és a szabad α -aminosavak (kivéve prolin), néhány aminosavból álló oligopeptidok (Eperjesi 1998; Ingledew, Magnus, és Sosulski 1987). Az enzimek a fehérje molekulákat, aminosavakra bontják, az így már szabad aminosavak pedig már tápanyagként felhasználhatók lesznek. Az alkoholos erjedés optimális végigfutásához szükséges a megfelelő mennyiségű nitrogéntartalmú vegyület, tápanyag jelenléte. Vizsgálatok bizonyították, hogy alacsony nitrogén-koncentráció mellett az élesztőgombák például magasabb mennyiségben termelnek kénhidrogént (Vos és Gray 1979). Az egészséges erjedés érdekében engedélyezett élesztő tápanyagok hozzáadása a musthoz, ezekben a komplex tápsókban gyakran az ammónium-sók mellett az élesztők számára egyéb szükséges anyagok is megtalálhatók például aminosavak, peptidok, poliszacharidok, vitaminok, mikroelemek, élesztősejtfalanyagok.

3.4.3.2 Aminosavak

Az aminosavak fontos komponensei a bornak, nem csak az élesztők tápanyagául szolgálnak. Általánosságban elmondható, hogy az aminosavak mennyisége csökken a mustban, borban az erjedés és malolaktikus fermentáció alatt is csökken (Soufleros, Barrios, és Bertrand 1998). Képződhetnek is a borban többféle úton, egyrészt az élesztő természetes autólízise^h illetve metabolizmusai során, de keletkezhetnek fehérjék autólízisének következményeként is (Soufleros et al. 2003; Etiévant et al. 1988). Az élesztőgombák nem tudják hasznosítani a prolint, valamint bizonyos aminosavakat (glicin, lizin, cisztein) pedig csak kisebb mértékben tudnak hasznosítani (Ough et al. 1991). Vizsgálták különböző *S. cerevisiae* élesztő-starterkultúrák esetében az aminosav-tartalmat, azonban azt találták, hogy nincs jelentős eltérés a különböző élesztőtörzsek esetén (Goñi és Azpilicueta 2001; Giudici és Kunkee 1994). Az aminosavak mint említettem, nem csak az élesztők tápanyagaként fontos komponensek a borban, befolyásolják a borok aroma szerkezetét, hiszen több aminosav kiindulási vegyülete bizonyos illó komponenseknek, például magasabbrendű alkoholok képződhetnek aminosavakól dezaminálással vagy transzaminálással (Hernández-Orte, Guitart, és Cacho 1999).

^g Az aminosavak olyan szerves vegyületek amelyekben karboxilcsoport és aminocsoport is megtalálható, ugyan azon a szénatomon

^h önbomlás; az elhalt vagy megsérült sejtek enzimeikkel önmagukat lebontják

3.4.4.3 Pirazinok

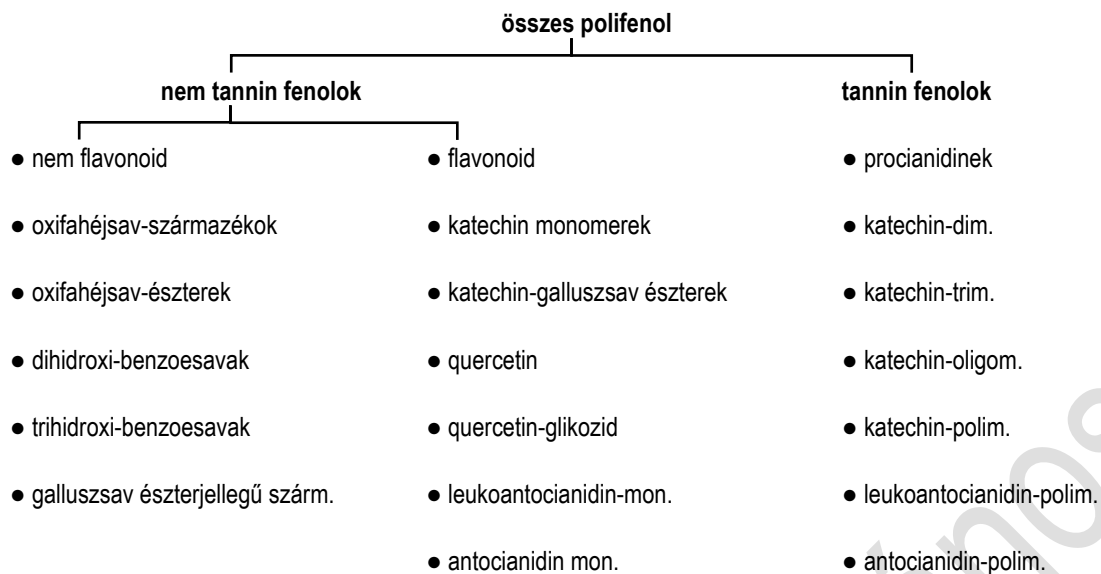
Bizonyos borok zöld, vegetális, fűszeres borsos ízjeggyel rendelkeznek, hosszú ideje vitatéma a szakértők között, hogy ezek az ízjegyek hibák-e a borban (pl.: éretlen alapanyag). Ezeket az ízjegyeket a pirazinoknak nevezett nitrogéntartalmú vegyületek okozzák a borban. Ez a vegyület a szőlőben található, onnan kerül a borba, primer aroma. A pirazinok általában koncentráltabbak, nagyobb mennyiségben található meg a bordeaux –i fajtákban (pl.: Cabernet sauvignon, Cabernet franc, Merlot, Malbec, Petit Verdot, Carmenère vagy a Sauvignon blanc). Ezek a pirazinok tulajdonképpen kémiaiailag különböző alkil-metoxipirazinok (3-alkil-2-metoxipirazin, 3-izopropil-2-metoxipirazin, 3-izobutil-2-metoxipirazin, 3-szekbutil-2-metoxipirazin, 3-etil-2-metoxipirazin és a 3,5-dimetil-2-metoxipirazin) családja (Zhao et al. 2019).

3.4.4.4 Biogén aminok

A must erjedése közben az alkoholos erjedés mellett sok más mellékreakció keretében számos egyéb komponens is keletkezik az etil-alkohol mellett. Kémiaiailag az aminok olyan vegyületek amikben található nemkötő elektronpárral rendelkező nitrogénatom. A biogén kifejezés pedig azt jelenti, hogy élő anyagból származó, vagy azzal kapcsolatos. Ezek olyan kis molekulatömegű, alifás, aliciklusos, aromás vagy heterociklusos szerves bázisok, aminok, amik a szervezet védekező- és alkalmazkodó mechanizmusaihoz, az idegrendszer működéséhez, vagy bizonyos kóros betegségek indukálásában szerepet játszanak. A biogén aminok az állati és növényi szervezetek, mikroorganizmusok belső folyamataiban általában enzimek segítségével, dekarboxileződéssel jönnek létre (Kállay 1991; Perez et al. 2016). A legjelentősebb ilyen biogén aminok a hisztamin (2-(1*H*-imidazol-4-il)-etilamin) és a tiramin (4-(2-aminoethyl)phenol). Vizsgálták különböző *S. cerevisiae* élesztő-starterkultúrák esetében a biogénamin-tartalmat, azonban azt találták, hogy nincs jelentős eltérés a különböző *Saccharomyces cerevisiae* élesztőtörzsek esetén (Goñi és Azpilicueta 2001; Giudici és Kunkee 1994), azonban a nem-*Saccharomyces* élesztők (Wang et al. 2021) és a biológiai almasavbontásnál alkalmazott baktériumfajta és körülmények (Lonvaud-Funel 2001) befolyással vannak a biogén aminok mennyiségére a borban.

3.4.5 Polifenolok

A bor egyik legmeghatározóbb komponensei a fenolos, aromás vegyületek. A polifenolok pedig olyan aromás, gyűrűs vegyületek, melyekben több fenolos hidorxi csoport található (Kállay 2010). Jelentőségük megkerülhetetlen a borok jellegének kialakításába (Vilela, Jordão, és Cosme 2016), oxidációra hajlamosak, barnulások és más kiválások okozói is lehetnek (Eperjesi 1998). A polifenolok családjába nagyon sokféle vegyület található, csoportosításuk is többféle szempont alapján történhet. A magyar irodalom egyik, első csoportosítása (Ferenczi 1966) szerint öt csoportba sorolhatjuk a polifenolokat, ezek pedig: antocianinok; flavonok; leukoantocianinok; katechin; és a pirogallol származékok. Újabb, inkább kémiai szemléletű csoportosítások szerint pedig (De Beer et al. 2002; Singleton és Esau 1969; Ragusa et al. 2017; Cejudo-Bastante et al. 2015; Peri és Pompei 1971) három fő csoportot különböztetünk meg: flavonoid-, nem-flavonoid- és tannin-fenolok, a vörösborokban a flavonoid-fenoloknak van jelentősebb szerepe íz és zamatképzésben, míg fehérborok esetében inkább a nem flavonoid-fenolok szerepe jelentősebb. Érzékszervi tulajdonságaik alapján szokás négy osztályba sorolni a polifenol vegyületeket, ezek a flavonok, fenolsavak, antocianinok és tanninok.



2. ábra: A polifenolok osztályozása (Peri és Pompei 1971).

3.4.5.1 Nem flavonoid fenolok (egyszerű fenolok, fenolsavak)

A nem flavonoid fenolok (melyek a fehérborok esetében jelentősebbek) kevésbé összehúzó ízűek, ide tartoznak a hidroxifahéjsav és származékai (kávésav, ferulsav, kumársav), ezek szabad formában vagy antocianinokkal acilezett formában (hidroxifahéjsav-észterek) is előfordulnak a szőlőben. Ide tartoznak még a hidroxibenzoésavak és néhány származékuk (vanilinsav, szalicilsav), ezek csak a borban fordulnak elő, az antocianinok lebomlási termékei. Még nagyon fontos nem-flavonoid fenolok a borban a stilbén (rezveratrol, piceid, rezveratrolglikozid, piceatannol, asztringin), ezek a szőlőből (héj, mag, kocsány) származó nagyon fontos antioxidánsok, az alkalmazott élesztőtörzs befolyásolhatja például a kész bor rezveratroltartalmát (Sun et al. 2015).

3.4.5.2 Flavonoid fenolok

A flavonoid fenolok a vörösborban bírnak nagyobb jelentőséggel, ezek a vegyületek a felelősek részben az összehúzó ízt is a borokban. Ezek a vegyületek elsősorban monomer (esetleg dimer vagy trimer) formában már a szőlőben is megtalálhatók. Legfontosabb képviselőik ennek a csoportnak a katechin, leukoantocianin és az antocianin monomerek, ezek a vegyületek lesznek a polimer procianidinek (tanninok) alapvető építőegységei (Kállay 2010). Ezek a flavonoid fenolok felelősek a barnulási hajlamért, valamint antioxidáns hatásúak is (Singleton és Esau 1969).

3.4.5.3 Katechinek (3-flavonolok)

A flavonoid fenolokon is belül kiemelt szerepük van a katechineknek (3-flavonoloknak) a borok organoleptikus karakterének kialakításában. Növényi metabolizmus másodlagos terméke, alapja a nem észterjellegű, aromás 2-fenil-kromán váz, vízoldható, de hidrolízissel nem bonthatók. A 3-flavonolok mennyiségének növekedésével a bor P-vitamin aktivitása is nő, ez az aktivitás azonban a bor öregedésével csökken. A katechineknek is számos pozitív élettani hatása van, növeli a vérplazmák antioxidáns aktivitását, ill. számos érrendszeri pozitív hatása van (Williamson és Manach 2005). A szőlőben (+)-katechin és (-)-epikatechin fordul elő, ezek egy szimmetriacentrumban (sztereogén centrumban) különböznek, vagyis egymás

sztereoisomerjei. A 3-flavonolok keserű vegyületek, a monomerek okozzák a legkeserűbb ízeket, míg a közepes molekulaszámú polimerizált származékok (a kondenzált tanninok) már kevésbé keserű ill. összehúzó ízérzetet okoznak. Az igazán nagyméretű kondenzált tanninok már nem igazán tudnak az ízreceptorokkal kölcsönhatni. (Robichaud és Noble 1990; Jackson 2000; Oliveira et al. 2011) Az érlelés alatt kisimulnak a vörösborok, a vegyületek változnak, a bor komplexebbé válik, ami párhuzamba vonható a polimerizáltság mértékével (Suriano et al. 2015).

3.4.5.4 Leukoantocianinok (3,4-flavandiolk)

Az aromás flavandiolk-3,4 alapváz hidroxilezett származékai (antocianinok szintelen prekursorjai). Érzékszervi hatásuk fontos, hasonlóan a katechinekhez, összehúzó ízt okoznak a polimerizációs fok függvényében. Hasznos tulajdonságuk, hogy a leukoantocianinokból képződő leukoantocianidin antioxidáns hatású, tehát véd a túl korai öregedéstől. A leukoantocianinokon keresztül megy végbe az antocianinok szintézise is, a leukoantocianinok először egy dehidrogénezésen, majd dehidratálás és diszproporcionáláson esnek át, végül antocianidinek és katechinek jönnek létre, ezért nevezhetjük őket proantocianinoknak is (Kállay 2010).

3.4.5.5 Tanninok

A tanninok változatos szerkezetű vegyületek, lehetnek dimerek, vagy több mint 30 monomerből (monomerei a flavonoid fenolok néhány, már említett tagja, katechinek, leukoantocianinek) álló polimerek is (Adams 2006). A monomer flavonoidok oligomerizációs (kondenzációs) reakciók útján képzett származékai a nem hidrolizálható tanninok (procianidinek, kondenzált tanninok, flavonoid-tanninok). A nagy polimerizációs fokú származékokat hívjuk flobaféneknek. Mennyiségük nagyban függ a szőlőbogyó érettségi fokától, a bor karakterére jelentős befolyással bírnak, összehúzó ízt kölcsönöznek a bornak, hatásuk a polimerizációs fokkal (ami a borok öregedésével is természetesen együtt járó folyamat) vonható párhuzamba (Kennedy et al. 2001; Kennedy, Saucier, és Glories 2006; Glories és Augustin 1993; Peyrot des Gachons és Kennedy 2003). Jelentős szerepük van a bor stabilitásában, képesek stabil komplexeket képezni a bor fehérjével, poliszacharidokkal és egyéb komponenseivel is (Riou et al. 2002; BateSmith és Swain 1965).

3.4.5.6. Antocianinok

Az antocianinok a flavén (2-fenil-kromén) hidroxi-származékai, a növényvilágban elterjedt vegyületek. Az antocianinok tulajdonképpen az antocianidin-glikozidok, az antocianidin egységhez egy vagy két cukor egység kapcsolódik (Khoo et al. 2017). Az antocianinok a fenilcsoportok fenolos hidroxi csoportjainak számában és észterezettségi fokában különböznek. Elnevezése a görög *anthosz* (άνθος, virág) és a kyanosz (κυανός, kék) szóból ered (Fülöp 1998). Alapvetően a kékszőlőből készült vörösborok színét az antocianinok határozzák meg, a borba a szőlő héjából kerülnek (Amrani Joutei 1995). Szerepük jelentős a bor organoleptikus karakterének kialakításában, illetve élettani hatásaik is pozitívak. Mennyiségük változó, nagyon sok tényező befolyásolja, mint a fajta, érettség, termesztéstechnológia, borkészítési technológia, klimatikus faktorok, 350-1500 mg/l körüli (Leone, La Notte, és Gambacorta 1984; Pérez-Magariño és González-San José 2005). Az érlelés során a borban csökken a mennyiségük, ennek okai különböző kémiai vagy enzimes átalakulások, savas hidrolízis következtében monoszacharidra és aglükonra bomlanak.

3.4.6 A bor színe

A vörösborok egyik fontos jellemzője a színük. Ez a bor első jellemzője mellyel kapcsolatba kerül az ember kóstolás során, és meghatározó az első benyomás egy pohár borról egy szakmai eseményen, de mint érzékszervi cikket is tekintve fontos. A borok színét két paraméterrel jellemezhetjük, az egyik a szín erőssége (vagyis a színintenzitás), a másik pedig a színtónus (színárnyalat). Ezeket a paramétereket spektroszkópiai módszerrel lehet meghatározni, a bor elnyelését (abszorbanciáját) kell vizsgálni 420 és 520 nm-es hullámhosszon. Míg 420 nm-en a barna színű polifenolok mérhetőek, addig 520 nm-en a vörös színű antocianinok. Az abszorbancia egyenesen arányos lesz a színeket okozó komponensek koncentrációjával (Lambert–Beer-törvény). A két abszorbanciaérték összege fogja adni a színintenzitást, hányadosuk pedig a színtónust fogja jellemezni (Sudraud 1958).

$$I = A(\lambda = 420\text{nm}) + A(\lambda = 520\text{nm})$$

$$T = \frac{A(\lambda = 420\text{nm})}{A(\lambda = 520\text{nm})}$$

Tónus (T):

T = 0,50 - 0,80	-	megfelelő
T = 0,80 - 1,00	-	barnatörésre hajlamos
T > 1,00	-	barnatörött

Intenzitás (I):

I ≤ 0,70	-	rozé típusú bor
I ≤ 1,00	-	siller típusú bor
I = 1,00 - 2,00	-	Kadarka-típusú bor
I = 2,00 - 3,00	-	pecsenye vörösbor
I = 3,00 - 4,00	-	minőségi vörösbor
I = 4,00 - 5,50	-	különleges minőségű vörösbor
I = 8,00 - 20,00	-	gyenge - kiváló festőbor

(Kállay 2010)

3.4.7 A borban található alkoholok

A bor talán legfontosabb komponense az alkohol, azon is belül az etil-alkohol. Az alkoholok egy, vagy több hidroxilcsoportot tartalmazó szerves vegyületek. Az alkoholokban a hidroxicsoport telített szénhidrogénekhez, az etil-alkohol esetében konkrétan egy etil csoporthoz kapcsolódik. Az alkoholok azon kívül, hogy jelentős élettani hatással bírnak, befolyásolják a bor élvezeti értékét, ízét és megjelenését is.

3.4.7.1 etil-alkohol ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$)

Az etil alkohol színtelen, jellegzetes ízű, enyhén illékony folyadék, sűrűsége a víznél kisebb. Amellett, hogy a bort ennek a vegyületnek az enyhén mérgező élettani hatása miatt fogyasztják sokan, ez a vegyület felel javarészt a bor természetes tartósításáért is, magas alkoholtartalom mellett a bor jobban ellenáll a mikroorganizmusoknak. Mint a víz utáni legfőbb komponense a bornak, az etil-alkohol tartalommal fejezhetjük ki a bor erősségét is (sokszor a minőség mérőszáma is). Az etil-alkoholt az alkoholos erjedés során az élesztőgombák szintetizálják a must cukraiból. Körülbelül 18g/liter cukor szükséges 1tf% etil-alkohol előállításához. Azonban az egységnyi cukorból szintetizált alkohol mennyisége függ az alkalmazott élesztőfajtától, nem-Saccharomyces élesztőtörzsekkel alacsonyabb etil-alkoholtartalom érhető el (Morales et al. 2015; Contreras et al. 2015; González-Pombo et al. 2011).

3.4.7.2 metil-alkohol: ($\text{CH}_3\text{-OH}$)

Etil alkoholnál jellegzetesebb szagú, illékonyabb, nagyobb mennyiségben már mérgező vegyület. Az etil-alkohol egy szénatommal rövidebb alkil láncú rokona, a primer alkoholok homológ sorának első tagja. A borok mindig tartalmaznak metil-alkoholt, azonban ebben a mennyiségben érzékszervi hatással nem bírnak. A direkt-termő fajták bora magasabb metil-alkohol tartalommal bír, mint az európai fajtáké.

3.4.7.3 magasabbrendű alkoholok

A magasabbrendű alkoholok alatt az olyan egyértékű alkoholokat értjük, amelyek hidroxil-csoportjához két szénatomnál több szénatomot tartalmazó egységek kapcsolódnak. Szokásos elnevezésük a kozmaalkoholok, vagy kozmaolajok. Ilyenek például a propil-, butil- és amilalkoholok (és ezek szerkezeti izomerjei). Az alkoholos erjedés melléktermékeiként képződnek 150-500mg/literes mennyiségben. Szerepük jelentős a bor érzékszervi karakterének kialakításában, szerves savakkal észtereket, acetátokat és aldehideket képezhetnek, melyeknek pozitív hatása van kész borra, illatuk kellemes.

3.4.7.4 többértékű alkoholok, glicerin

Többértékű alkoholok alatt az olyan szerves vegyületeket értjük, ahol több, szénatomhoz kapcsolódó hidroxil-csoport van jelen egy molekulában. Hatásuk a borra lehet pozitív vagy negatív. Legfontosabb többértékű alkohol a borban a glicerin.

A glicerin háromértékű alkohol, az alkoholos erjedés másodlagos terméke, édes ízű, szagtalan, sűrű folyadék. Az erjedés elején keletkezik a legnagyobb része, mennyiségére sok tényező befolyással van. Az etil-alkohol után a bor harmadik legnagyobb mennyiségben jelenlévő alkotórésze. Az alkalmazott élesztőtörzs is befolyásolja a keletkező glicerin mennyiségét (Englezos et al. 2015; Rantsiou et al. 2012; Clemente-Jimenez et al.

2005). A bor extraktanyagainak jelentős részét képezi. Határozottan pozitív érzékszervi hatást ad a bornak, lágyítja, simítja a bort, teltté teszi a kész bort. Emellett pedig vizuálisan is szépíti a bort. Mennyisége 6 – 10 g/l közötti.

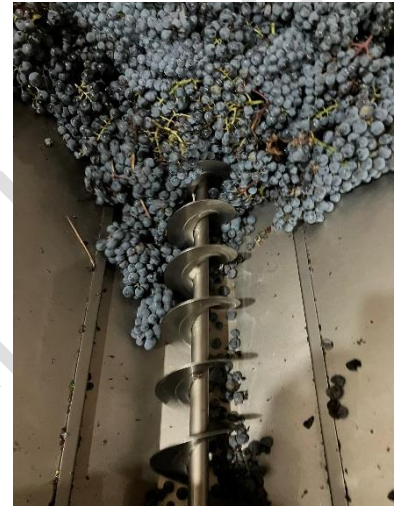
A 1,2-propilénlikol nem mérgező, hűtőközegként is szokták alkalmazni, a 2,3-butilénlikol édeskés-keserű anyag, az acetoin redukciója által képződik, az etilénlikol L-szerinből képződik, édeskés, de mérgező hatású, természetes alkotórésze minden bornak. A mezo-inozit hatértékű alkohol, a szőlőből származik, mennyisége szinte állandó az erjedés alatt, nem erjeszthető, a tejsavbaktériumok képesek megtámadni és lebontani. A mannit ugyancsak hatértékű alkohol, jelenléte hibás erjedésre utal, magas (>35°C) hőmérsékleten képződhet, amikor leállnak az élesztők tevékenységei. Az ilyenkor felszaporodó anaerób baktériumok szintetizálhatják fruktózból. Keletkezhet maradékcukorból is almasavbontás során is (Magyar 2010). A szorbit a mannit izomerje, nagyon kis mennyiségben eredhet a szőlőből, nagyobb mennyiségben természetellenes (Kállay 2010).

3. Anyag és módszer

4.1 Vizsgálati anyag

4.1.1 Szőlő

A kísérleteket Villányban, azon belül is Villánykövesden, saját pincében végeztem. A borok alapanyagjául szolgáló szőlőtermést a Remete dűlőről vásároltam (3. ábra: A Remete dűlőtől a pincéig). A szüret időpontja 2022. október 26, a kézi szüretben személyesen is részt vettem. A zúzás-bogyózás után a cefréből leszűrtem mustot, a redukálócukortartalma pedig WineScan mérés alapján 251 g/liter volt.



3. ábra: A Remete dűlőtől a pincéig

Mikeházi

4.1.2 Alkalmazott élesztők

Mielőtt az alkalmazott élesztőtörzsek elemzésére térnék, fontosnak tartom hangsúlyozni, hogy bár beszélünk konkrét élesztőgomba fajokról, ezeken a fajokon belül is több élettani változat fordulhat elő, ezek a fajokon belüli varianciák gyengébben befolyásolják a késztermék aromaszervezetét mint a fajok közötti különbségek. Az általam alkalmazott élesztőtörzsek ilyen élettani változatok szelekciói, azonban a fajokon belüli élettani változatokat abban az értelemben hanyagoltam, hogy a konkrét faj neve alatt mint szinonima értem az általam alkalmazott élettani változatot is.

4.1.2.1 *Saccharomyces cerevisiae* – Uvaferm BDX™, Lallemand

Franciaországban, a bordeaux-i borvidéken a Bordeaux-i Egyetem által szelektált tiszta *Saccharomyces cerevisiae* törzs, szárított fajélesztő, starterkultúra. Kiemeli a vörösborok fajtajellegét, és megőrzi a terroir, a termőhely jellegét, azáltal, hogy szerényebb a szekunder aromaanyag termelése. Kimondottan vörösborokhoz ajánlott. Hosszabb macerációnál a paprikás, borsos (pirazin), dzsemes (furanol) jelleg egy testesebb tannin jelenléttel párosulva fejeződik ki általa. Bora komplex, bársonyos és nagyon telt (Lallemand 2020a).

- Lag fázis: átlagos
- Alkoholtolerancia: 16tf%
- Optimális erjesztési hőmérséklet: 18-30°C
- Alacsony illósavtermelés: 0,20 g/l egyenérték (H₂SO₄)
- Alacsony β-glikozidáz aktivitás: korlátozza a színvesztést.
- SO₂-termelés: 20 mg és 30 mg/L között
- Egyéb: Átlagos szükséglet asszimilálható nitrogénben. Alacsony habképződés. Mérsékelt erjedési sebesség, amely hosszú macerációt tesz lehetővé. Jó kompatibilitás az almasavbontással. Érzékeny a K2 versenyképességi tényezőre.

4.1.2.2 *Torulaspora delbrueckii* - BIODIVA™ Lallemand

Tiszta *Torulaspora delbrueckii* törzs, szárított élesztő starterkultúra (Lallemand 2020b). Növeli a borok íz, zamat-, aromakomplexitását, teltségét. Növeli bizonyos kedvező észterek mennyiségét a borban, de úgy, hogy azok nem lesznek még túl hangsúlyosak a borban, harmonikusan befolyásolja a bor aroma-összetételét. Ezek mellett nagy ozmotoleranciájú (magas cukortartalomtűrés), illetve nagyon alacsony az illósavtermelése, így alkalmas késői szüretelésű borok erjesztéséhez. A *T. delbrueckii* részletesebben vizsgált élesztő az irodalomban.

Érzékszervi bírálatok alapján (Syrah, 2011, Rhone-völgy) növelte a piros gyümölcsös aromákat, a teljes aromaminőséget, a teltséget, kerekéget, édességet, simaságot, aromaintenzitást, illetve komplex minőségben is jobb lett a bor mint a *S. cerevisiae* –vel erjesztett kontroll, csupán a sötét gyümölcsös aromák mennyisége, illetve a fűszeresség csökkent (Lallemand 2020b). A *T. delbrueckii*-vel mint egyedüli élesztővel való erjesztéskor nőtt az ecetsavtermelés, a fő észterek koncentrációja csökkent, valamint a laktonok és néhány kisebb etil-észter koncentrációja növekedett, amelyek mind a *S. cerevisiae* - erjesztett borokhoz viszonyítottak. Összességében ezek a hatások a friss gyümölcsök aromájának intenzitásának csökkenéséhez, de a végső aroma komplexitásának növekedéséhez vezettek, aszalt gyümölcsök/kenyér ízével (Ramírez és Velázquez 2018). A *T. delbrueckii*-vel történő szekvenciális beoltás (*T. delbrueckii* + *S. cerevisiae*) olyan borokat eredményezett, amelyekben összességében csökkent az ecetsav, észterek mennyisége, amit elsősorban a közepes láncú zsírsavak etil-észtereinek és az izoamil-acetátnak az alacsonyabb koncentrációja magyaráz. E borok alacsonyabb észterkoncentrációja összefüggött a gyümölcsösségi jellemzők csökkenésével. Más kisebb észterek, mint például a fahéjsavak és az elágazó savak etil-észterei esetében azonban növekedés volt megfigyelhető (Muñoz-Redondo et al. 2021). Valamint több C6-os alkohol (1-hexanol) és acetátészter (etil-acetát és izoamil-acetát) keletkezett. Az egyidejű beoltáshoz képest a szekvenciális beoltással nagyobb aromaváltozatosságot lehetett elérni, és a bor gyümölcsös, virágos és édes attribútumainak nagyobb intenzitását lehetett előállítani, amint azt az illataktívítási értékek kiszámításával értékelték (Zhang et al. 2018). Megfigyeltek bizonyos interferenciát a szekvenciális beoltásnál, tehát a *T. delbrueckii* kölcsönhatásba lép a *S. cerevisiae*-vel, és növeli bizonyos aromák, például az illékony tiolok (3-szulfanilhexán-1-ol és 3-szulfanilhexil-acetát) mennyiségét, amelyek egyértelműen javítják bizonyos borok minőségét, például a Sauvignon Blanc esetében. De olyat is megfigyeltek, hogy a *T. delbrueckii* alacsony dominanciaaránya nem csökkenti a bor friss gyümölcsös aromájának intenzitását. (Renault et al. 2016; Belda et al. 2017; Ramírez és Velázquez 2018).

- Lag fázis: közepes
- Alkoholtolerancia: 10-10,5tf%
- Optimális erjesztési hőmérséklet: >16°C
- Illósavtermelés: nagyon alacsony
- Glicerinképzés: magas
- SO₂ termelése alacsony.

Egyéb: Jó kompatibilitás az almasavbontással. Nitrogénszükséglete közepes. Acetaldehidképzése alacsony. Egyformán ajánlott fehér, vörös, illetve magas cukortartalmú mustok erjesztéséhez

4.1.2.3 *Metschnikowia fructicola* - GAÏA™, Perdomini IOC

A franciaországi Beaune-i Szőlészeti és Borászati Intézet szelektálta a GAÏA™, tisztán *Metschnikowia fructicola* törzset, szintén szárított starterkultúra (S.p.A. 2020).

Ez az élesztőtörzs viszont az előzőekkel ellentétben különösebb erjesztőképességgel nem rendelkezik, ellenben számos előnye van a romlást okozó élesztőkkel, gombákkal és nemkívánatos mikroflórákkal szemben, pl.: *Botrytis cinerea* (Vicente et al. 2020). Korlátozza a nemkívánatos élesztők szaporodását, ezáltal segíti az *S. cerevisiae* törzsszel való szekvenált beoltást, amely tulajdonképpen a tényleges erjesztési munkáért lesz felelős.

A továbbá korlátozza a magas illósav és etil-acetát tartalom kialakulását. A GAÏA™ szelektálása során nem volt cél, hogy közvetlen érzékszervi hatást gyakoroljon, azonban az élesztő starter képes módosítani az illékony vegyületek profilját és képes javítani a bor aromás komplexitását, magasabb észter- és terpéntartalommal (Boscaino et al. 2019).

Az erjedés folyamán más élesztőfajokkal, (pl.: *S. cerevisiae*-vel) együtt képes szaporodni, ezáltal az erjedés során beleszól a másodlagos metabolitok szintézisébe, így javítva a bor érzékszervi profilját, ez más *Metschnikowia* fajokra is igaz (Vicente et al. 2020). A D1/D2 26S rDNS szekvenciák filogenetikai elemzése kimutatta, hogy a *M. fructicola* az *M. pulcherrima* testvérfaja (Kurtzman és Droby 2001).

- Lag fázis: nagyon rövid
- Alkoholtolerancia: 3tf%
- Optimális erjesztési hőmérséklet: 8-16°C
- Illósavtermelés: nagyon alacsony
- SO₂ termelése nagyon alacsony
- Egyéb: Jó kompatibilitás az almasavbontással.

4.1.2.4 Metschnikowia pulcherrima - GUARDIA™, Lallemand

A tiszta *Metschnikowia pulcherrima* törzset az IFV (*Institut Français de la Vigne et du Vin*, Burgundia, Franciaország) szelektálta. A latin nyelvben a „*pulcherrima*” egy melléknév szuperlatívusza (túlzó felsőfok), amely „a leggyönyörűbb”-nek fordítható. (Hranilovic et al. 2020) Testvérfajához (*M. fructicola*) hasonlóan a borok biológiai védelmére ez az élesztő is kiválóan alkalmas, hatékony a legkülönbözőbb nemkívánatos mikroorganizmusok ellen. Nagy koncentrációban képes kiválasztani pulcherriminsavvat, ami egy erős vas kelátképző ligandumként viselkedik. Tulajdonképpen „becsapdázza” a mustban található Fe^{3+} (ferri) ionokat, és az így okozott vaskimerülés alkalmatlanná teszi a környezetet a szennyező mikrobák szaporodására. Ennek a képességnek a révén képes a testvérfajához, az *M. fructicola*-hoz hasonló módon segíteni a szekvenális beoltást *S. Cerevisiae*-vel.

Az *M. pulcherrima* hatására a TCA-ciklus (citromsavciklus) melléktermékeinek (pl. fumarát és szukcinát), valamint a glicerinnek magasabb, míg az ecetsavnak alacsonyabb koncentrációja lesz az eredés alatt. Az illékony vegyületek közül korábbi tanulmányok szerint az acetát-észterek és a magasabb rendű alkoholok fokozott termelődését okozta (Hranilovic et al. 2020). A *M. pulcherrima* és *S. cerevisiae* szekvenációs beoltása olyan borokat eredményezett, amelyeknek javult az észterprofilja (magasabb etil-acetát-, összes észter koncentráció), csökkent az acetaldehid mennyisége, és nőtt az antociánok és a tanninok mennyisége (Muñoz-Redondo et al. 2021). Másik kutatás szerint még nőtt a magasabbrendű alkoholok mennyisége és magasabb összes kénvegyület-koncentrációt mutattak (Varela et al. 2017). Ezek mellett csökkent az etanoltartalma a boroknak a tisztán *S. cerevisiae* –vel erjesztett kontrollokéhoz képest (Varela et al. 2017).

Érzékszervi szempontból a *M. pulcherrima* pozitív irányba képes változtatni a boron tisztán *S. cerevisiae* –vel erjesztett kontroll borokhoz képest, kiemelten a piros gyümölcs és a gyümölcsíz tekintetében, de összességében a *S. cerevisiae*-vel készült borokéhoz hasonló érzékszervi profilt mutattak (Varela et al. 2017). Érzékszervi bírálatok alapján borban, tisztán *S. cerevisiae* élesztővel erjesztett kontrollal szemben jobb lett a gyümölcsösség intenzitása, a kiegyensúlyozottság, valamint csökkent az illósav mennyisége is (Amandine Deroite 2021).

- SO₂-tolerancia: < 40 mg/l összes SO₂.
- Alkoholtűrés: 3tf%
- Erjesztési kapacitás: nagyon gyenge vagy nincs.
- Beültetési és növekedési képesség: magas.
- Optimális hőmérsékleti tartomány: 8-26 °C.
- Nemkívánatos vegyületek (pl. illósav, SO₂, H₂S stb.) nem termelődnek.

Tiszta Pichia kluyveri törzs amit Új-Zélandi szőlőszemekből szelektáltak, alapvetően azzal a céllal, hogy a borok gyümölcsösségét erősítsék.

Ez az élesztő is az előzőekhez hasonlóan nem az alkoholos erjedés végigvitelére való, hanem alapvetően a bor komplexitásának növelésére, az aromaprofil befolyásolására. A teljes alkoholos erjesztés végigviteléhez ennek az élesztőnek az esetében is szükség van egy *S. cerevisiae* törzsrre, de a Pichia k. biztosítja az erjedés biztonságos és megbízható elindulását

A P. kluyveri lehetőséget kínál a gyümölcsös aromák kiteljesítésére, optimalizálva a szőlő eredetű oldható gyümölcsös aroma-elővegyületek (rekurzorok) átalakulását illó aromákká, emelve a boraromák intenzitását, spektrumát és tartósságát. Egyik érdekessége amiben mindenképpen különbözik az előzőleg tárgyalt törzsktől, hogy fagyasztott állapotú, nem igényel rehidatációt vagy akklimatizációt. Valójában a FrootZen® a leghatékonyabb tioltermelő nem-Saccharomyces élesztő a piacon (CHR Hansen 2019a).

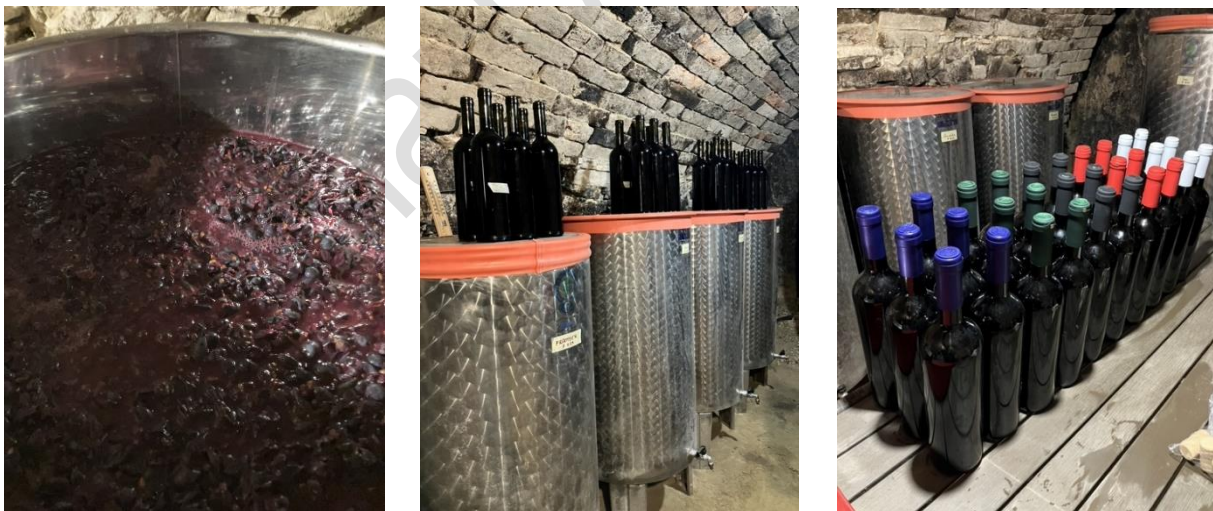
A P. kluyveri elsősorban a bor aromájához, a glicerinhoz, az etanolhozamhoz és a killer faktorhoz való hozzájárulása kiemelkedő. Az élesztő anyagcseréje lehetővé teszi, hogy növelje az illékony molekulák, gyümölcsös aromák például az észterek és a fajtajellegű tiolok (aromaaktív vegyületek), terpének, mennyiségét, amelyek növelhetik a borok minőségét (Vicente et al. 2021). A gyümölcsös aromák termelését nem csak fokozza, hanem ezeknek az aromáknak a szélesebb spektrumát is biztosítja, a boroknak ezáltal komplexitást ad, eredményben pedig kerekébb, teltebb ízvilágot biztosít. A P. kluyveri – vel erjesztett borokban az illó fenolok, H₂S mennyisége nagyon alacsony, alacsony az illósav, SO₂ termelés, míg a poliszacharid képződés közepes. Ideális gyümölcsös fehér-, rozé-, és vörösborokhoz, megkönnyíti az almasavbontást (CHR Hansen 2019b).

Cabernet sauvignon borban kísérlet alapján Metschnikowia élesztőhöz képest több illékony thiol termelt.(CHR Hansen 2019a), illetve Pinot noir borban *S. cerevisiae*-vel erjesztett kontrollal szemben is több thiol termelt.

- Lag fázis: nagyon rövid
- Alkoholtolerancia: 6tf%
- Optimális erjesztési hőmérséklet: 15-25°C
- Illósavtermelés: nagyon alacsony
- Jó kompatibilitás az almasavbontással.
- SO₂ termelés: nagyon alacsony
- komp. faktor: aktív(CHR Hansen 2019b)

4.2 Erjesztés leírása

A szüret előtti nap minden tartályt elmostam lúggal, perecetsavval, majd forró vízzel, ezután teljesen kiszáritottam őket. A zúzó-bogyózót pedig citromsavas, majd tiszta vízzel mostam át. A vadélesztős sarzsok 150l-es Zottel inox úszófedeles tartályokban (4. ábra: Az erjedéstől a palackozásig a pincében), valamint a kontroll S. cerevisiae sarzs 350 literes műanyag kádban erjedt. Minden erjesztést a lehető legnagyobb mértékben szeparálva egymástól, külön csömöszölővel erjesztettem. A szőlő bogyózása után egyből hozzáadtam az alapkenet (15-ös szabadkénszintre állítva), a tápsókat (Opti Red, Uvavital komplex), a pektinbontó enzimet (Lallzyme EX-V), a tölgyfachipset (SM OenoFIRST R00 STANDARD, 75gr/10hl), majd beoltottam a tartályokat a különböző vadélesztőkkel. Egyetlen egy élesztőnél volt kimondottan gyártói kérés a 4-10°C körüli hidegmaceráció, a Guardia élesztőmárkánál, így annál ezt lefagyasztott vizes palackokkal oldottam meg az erjedés beindulása után. Az alap tápsókon kívül néhány alkalommal éreztem rendellenes, tápanyaghiányra utaló, kénhidrogénes szagokat bizonyos sarzsoknál a porfogó fedő leemelésekor, ilyenkor 10g/hl mennyiségben adtam hozzá plusz tépsót. A gyártói előírásoknak megfelelően a vadélesztőkre ráoltottam Saccharomyces cerevisiae (BDX élesztőtörzs) –el, majd erre rá 3 nappal beoltottam minden tartályt biológiai almasavbontásra (Oenococcus oeni, Eaton, Sihalact Oeno). Amit rögtön felolvadáskor a vásárlás után hozzáadtam a tartályokhoz, ekkor plusz 10g/hl tápsót is adtam minden tételhez. A cukor, illó, alkohol, almasav szinteket figyelemmel követtem, ha a cukor 2g/liter alá csökkent, akkor préseltem az adott tételt, ekkorra már minden tartályban teljesen elfogyott az almasav. Az erjedés során végig vettem mintát az erjedő tartályokból (egy, kettő vagy 3 naponta), mely minták lefagyasztásra kerültek. Préselés után minden tétel szabad-kénssav szintjét 25mg/liter körül tartottam, majd februárban kerültek palackba.



4. ábra: Az erjedéstől a palackozásig a pincében

4.3 Mérési módszerek

4.3.1. Analitikai mérések

A minták mérése során az alábbi módszereket alkalmaztam:

- szabad- és összes kénessav tartalom vizsgálata (OIV-MA-AS323- 04A),
- acetaldehid tartalom vizsgálata enzimesen, spektrofotometriásan (OIV-MA-AS315-01),
- összes polifenol-tartalom meghatározása Folin-Ciocalteu reagens alkalmazásával, galluszsavra kalibrálva, OIV-MA-AS2-10 szerint,
- leukoantocianin-tartalmat vas(II)-szulfátot tartalmazó sósav-butanol, 40:60 arányú elegyével történő melegítés után, spektrofotometriásan (Aubert, 1970, módosítva),
- katechin-tartalom alkohollal hígított borban kénsavas vanilinnel reagáltatva, 500 nm-en, spektrofotometriásan (Tanner, Brunner, 1979, módosítva),
- antocianin tartalmat 550 nm-en, spektrofotométerrel mérve, 2 V/V% koncentrációjú HCl –t tartalmazó 96 V/V%-os etil-alkohollal hígítva (Aubert, 1970, módosítva),
- színintenzitás és színárnyalat mérése, a 420 és 520 nm-en mért abszorbanciák felhasználásával, spektrofotometriásan, 1cm –es rétegvastagsággal, MSZ 14848-79 szerint,
- pH mérés kombinált üvegelektóddal, MSZ-14849-79 szerint,
- etil-alkohol - WineScan™ készülékkel FT-IR mérési módszerrel.
- glicerintartalom meghatározása enzimatis úton (OIV-MA-AS312-05)
- azonnal felvehető nitrogén tartalom meghatározása enzimatis úton, spektrofotometriásan 340 nm-en

4.4 Érzékszervi bírálat:

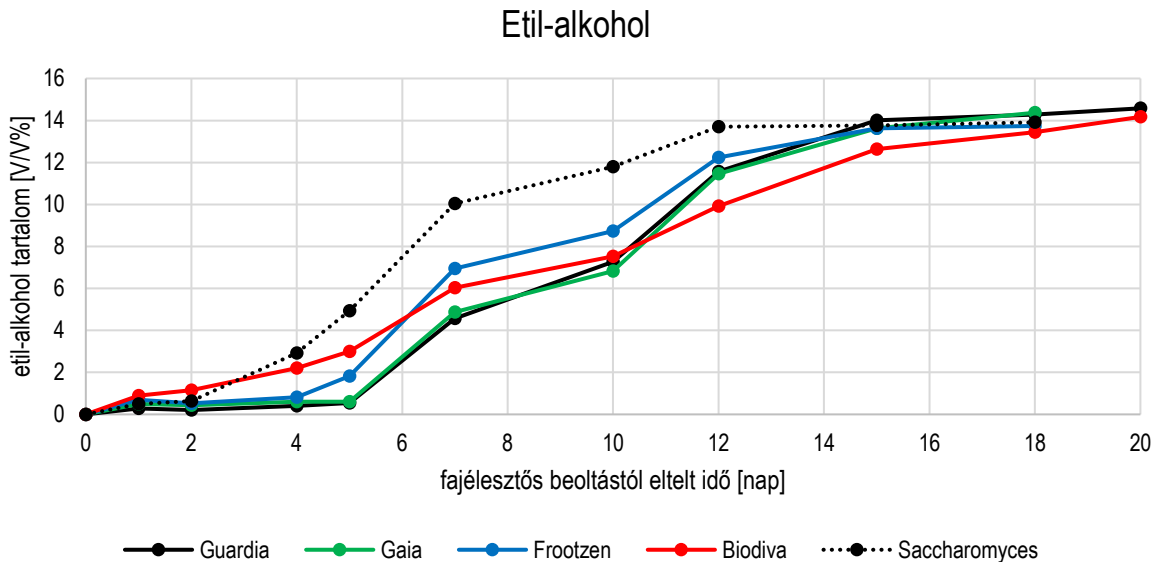
Áprilisban lehetőségem nyílt egy szakmai társaság előtt bemutatnom a Cabernet franc borokat, a villányi borászok kisebb-nagyobb rendszerességgel szervezett tematikus gyűlésén a kísérletem volt a téma. A társaságnak elmondtam, a kísérlet témáját, azonban az alkalmazott élesztőtörzseket nem árultam el, ekkor kevert sorrendben végigkóstoltuk a tégeket, ők pedig ezeket sorrendbe állították összbenyomás alapján, valamint minden egyes tételnél egy előre meghatározott listából jelezték milyen jegyeket éreznek hangsúlyosnak az adott tételben (piros gyümölcs; fekete gyümölcs; csonthéjas gyümölcs; trópusi gyümölcs; citrusosság; vegetalitás; fűszeresség; paprika; földes; csonthéjasok; csokoládé (dió, mogyoró); dohány; animalitás). Ezek alapján fogom összegezni, átlagolni és összehasonlítani a különböző élesztők által kialakított aromakaraktert a „kontroll” *Saccharomyces cerevisiae* –hez képest.

Mikeházi Antal János

5. Eredmények

5.1 Mérési eredmények

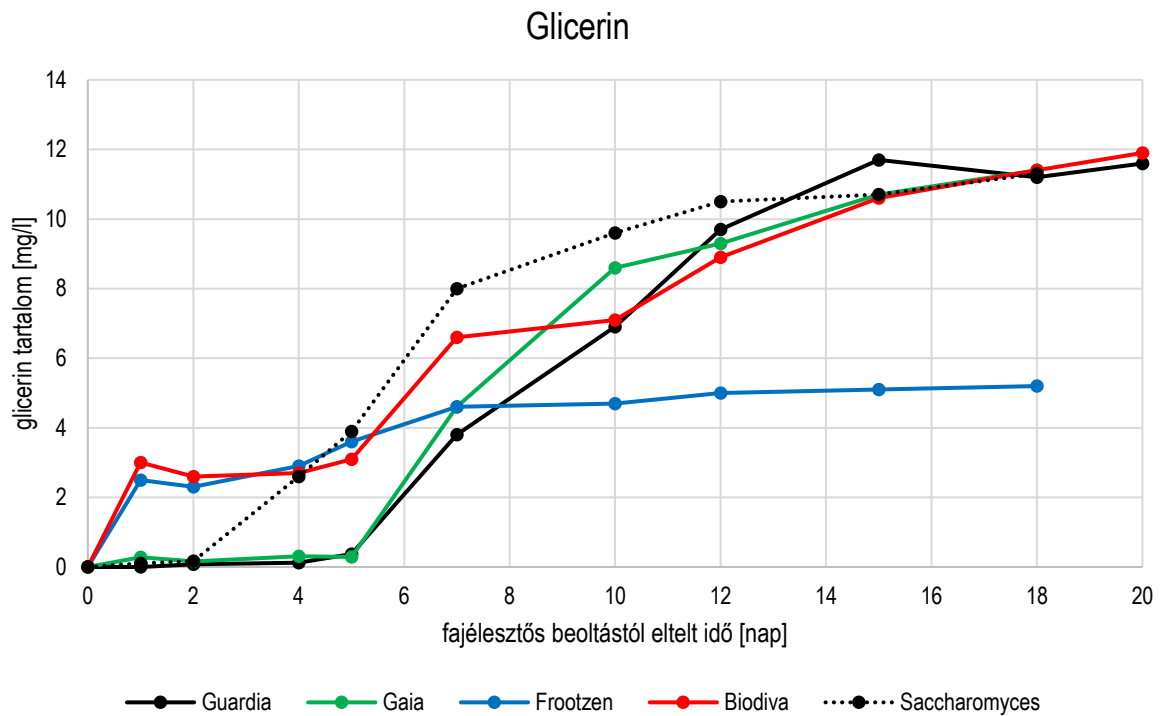
5.1.1. Az etil-alkohol szint változása az erjedés alatt



5. ábra: Az etil-alkohol változása az erjedés alatt a különböző élesztőtörzsek esetén

Az etil-alkohol termelése a különböző élesztőknek különböző lehet, azonban az alkoholos erjesztés nagyrészt minden esetben a *Saccharomyces cerevisiae* élesztőtörzs végezte a szekvenált ráoltás miatt, így a végső alkoholfokban jelentős különbség nincs. Azonban az erjedés alatt látszik, a fajlesztős beoltás után 2 nappal a kontroll (BDX) erjesztés indult be a leginkább. A Frootzen élesztőtörzsrre a gyártói leírást követve 2 nappal a vadélesztős beoltást követően oltottam a BDX *Saccharomyces*-et, ami pedig a kontrollhoz képest 2 nap után kezdte el az alkoholtermelést. A Biodiva, Gaia és Guardia élesztők esetében pedig csak a vadélesztős beoltást követő 4. napon történt meg a szekvenált ráoltás a BDX *Saccharomyces*-sel. A Biodiva esetén jól látszódik, hogy maga a vadélesztő is elkezdte már a must cukortartalmát alkohollá alakítani, ez az élesztő akár önállóan is képes erjeszteni, vadélesztőhöz képest viszonylag magas az alkoholtoleranciája is. A Guardia és Gaia az erjedés végéig szinte teljesen azonos dinamikát mutat, nem meglepő, „testvérellesztőkről” van szó, alapvetően hasonló paraméterekkel. Az is látszik mind a két élesztő esetében, hogy a szekvenált ráoltásnál a *Saccharomyces* törzs intenzívebben tudott felszaporodni mint a Biodiva vagy Frootzen élesztőtörzsek esetében, ez pedig amire számítottunk, a Gaia és a Guardia élesztők aktív védelmi tulajdonságából ered, hogy nem engednek más mikrobákat felszaporodni, így tulajdonképpen „tisztá utat” alakítanak ki a *Saccharomyces* törzsnek. A Gaia és a Guardia törzsek hasonlósága érthető a kapcsolatuk alapján, viszont míg a Guardia esetében a kifejezett gyártói tanácsnak eleget tettem, hogy 4-10°C-os hidegmacerációt végezzek az első pár napban az élesztő hozzáadása után, addig a hidegmacerációt mint opciót ajánlotta a gyártó a Gaia esetében, ott így ezt nem végeztem el.

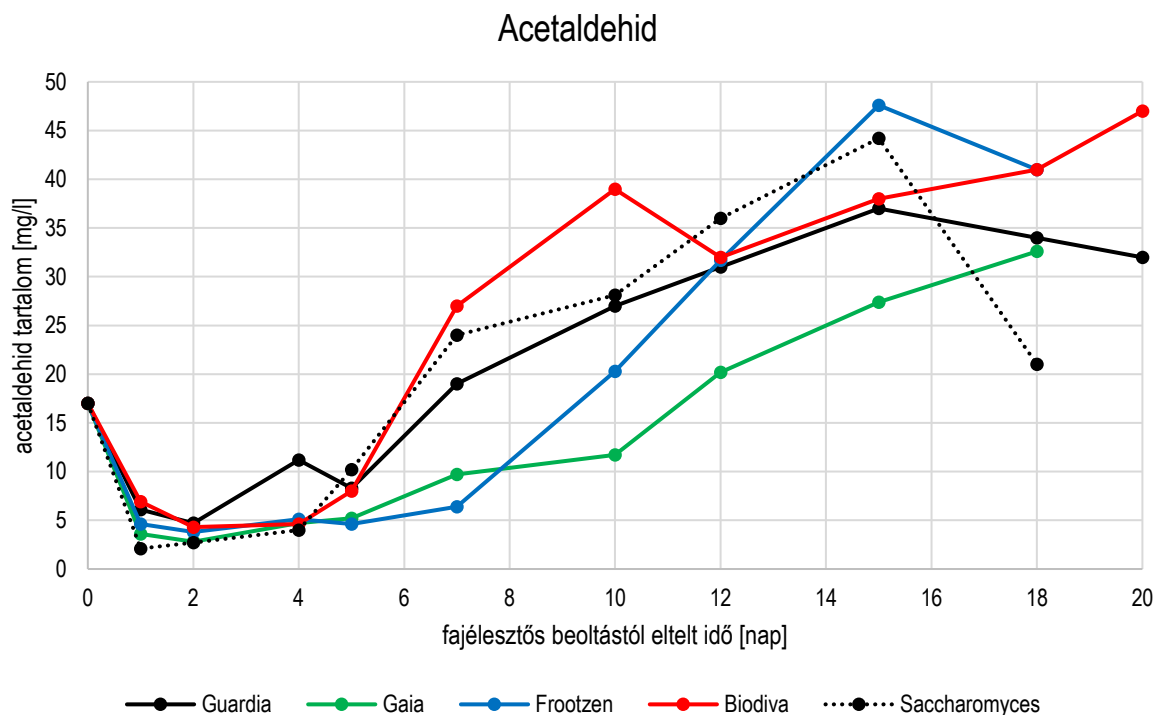
5.1.2. A glicerín szint változása az erjedés alatt



6. ábra: A glicerín változása az erjedés alatt a különböző élesztőtörzsek esetén

A glicerinszint változása a kontroll BDX Saccharomyces élesztőtörzs esetében egy klasszikus telítési görbét ír le, a glicerinszint az alkoholszinttel együtt kezd emelkedni. A Biodiva és Frootzen élesztők esetében a glicerinszint már egy napra vadélesztős beoltás után (amikor a a glicerinszint a BDX esetében még nulla) már jelentősen megemelkedett szintet mutat, ezek az élesztők már ilyen kis mennyiségben is metabolikusan nagyon aktívnak mutatkoznak. A Frootzen esetében viszont a kezdeti emelkedés után jelentősen nem nőtt a glicerinszint, a kezdeti 2.5 mg/l –es mennyiségről az erjedés végére is csupán csak 5.2 g/l –es mennyiségre nőtt, míg a Biodiva esetében a végső glicerinszint nem sokkal (0.3 g/l) de magasabb is lett mint a kontroll BDX 11.6 g/l –es végső mennyisége. A Gaia, Guardia testvérélesztők esetében a glicerinszint csak a BDX szekvenált ráoltását követően kezdett növekedni, kis ingadozással, de tulajdonképpen az etil-alkohol esetéhez hasonlóan szinte azonos dinamikát követve, majd a végső glicerinszint is hasonlóan a Biodivához a BDX kontrollhoz hasonló nagyságú lett (11.4 és 11.6 g/l).

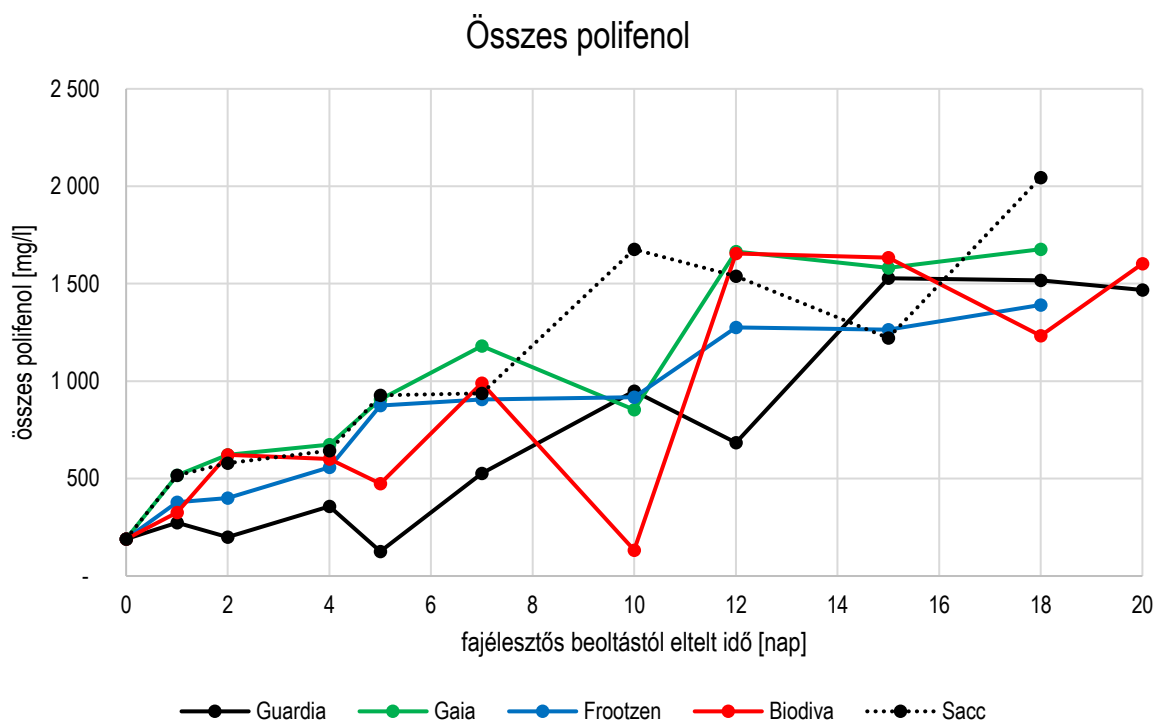
5.1.3. Az acetaldehid szint változása az erjedés alatt



7. ábra: Az acetaldehid változása az erjedés alatt a különböző élesztőtörzsek esetén

Az acetaldehid szint minden minta esetében elég ingadozó képet mutat. A kontroll BDX élesztő esetében az utolsó, tizennyolcadik napon mért érték valószínűleg mintavételezési/mérési hibának tudható be, a végső érték a valóságban valószínűleg inkább 40 mg/l körüli lehet a dinamikát figyelembe véve. A Frootzen élesztő esetében az acetaldehid szint sokáig (az erjedés első hetében) szinte nem emelkedett, ez azért érdekes (vagy pont azért érthető) mert már a vadélesztős beoltást követő nap nagyon erősen aldehides illata volt a cefrének, szinte az egész pincét átjárta amikor nem volt a tartályon a porfogó fedél, az erjedés végére azonban a Frootzennel erjesztett tétel acetaldehid szintje is elérte a kontroll BDX erjesztés szintjét (41 mg/l). A Biodiva élesztő esetében a vadélesztős beoltást követő ötödik napon látható, hogy megemelkedik először az acetaldehid szint, majd innen kezdve intenzíven nő és végül 47.0 mg/l –es mennyiséget ér el az erjedés végére, ezzel a legmagasabb acetaldehid szintet ez a vadélesztős erjesztés produkálta. A Gaia és Guardia testvérélesztők között azonban most szignifikáns különbség mutatkozik dinamikában, a Guardia esetében már a vadélesztős beoltást követő második napon megnövekedett az acetaldehid szintje, ami után egy telítési görbéhez hasonlóan éri el a végső 32.0 mg/l-es acetaldehid szintet, mindeközben a Gaia esetében egy lassú, fokozatos acetaldehid szint növekedés látható a vadélesztős beoltást követő hatodik naptól kezdve. Azonban most sem csalódtunk a testvérélesztőkben, a végső acetaldehid szintjeik 32.6 és 32.0 mg/l.

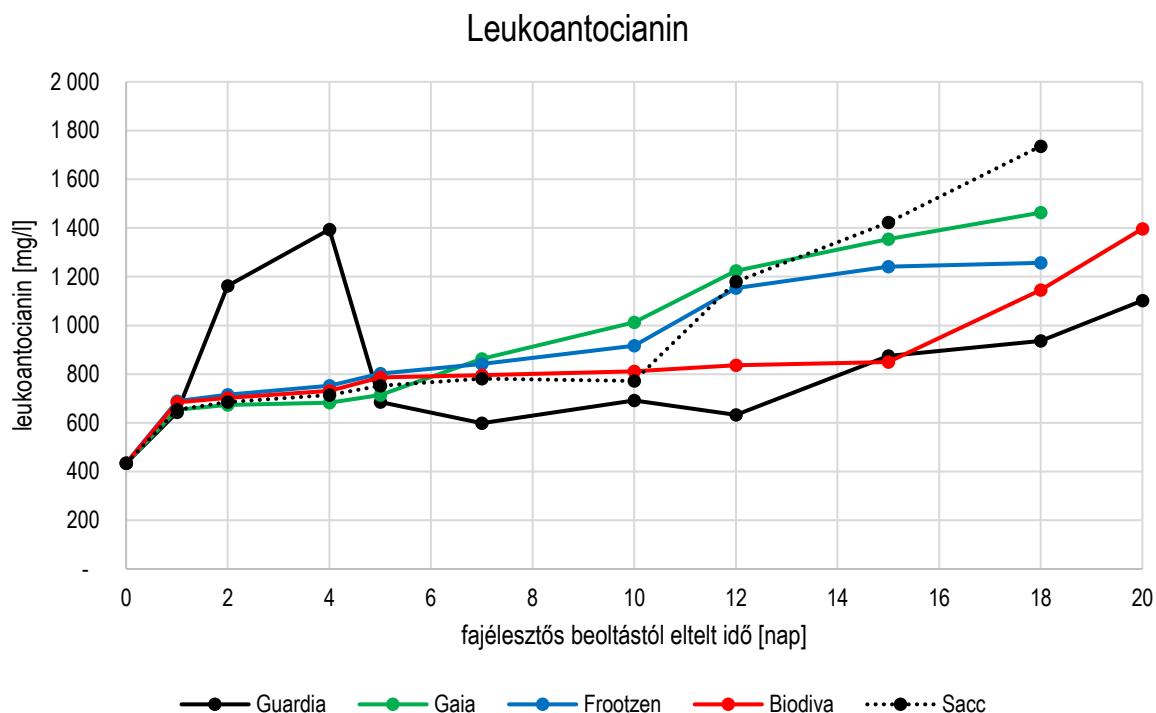
5.1.4. Összes polifenol szint változása az erjedés alatt



8. ábra: Összes polifenol-tartalom változása az erjedés során a különböző élesztőtörzsek esetén

Látható, hogy az erjedés során nőtt az erjedő borok összes polifenol tartalma, az erjedés végén a BDX Saccharomyces cerevisiae élesztővel erjesztett tételben volt szignifikánsan a legmagasabb az összes polifenol mennyisége. A kontroll minta után pedig a Gaia, Biodiva, Guardia, majd végül a Frootzen élesztőtörzsszel erjesztett tétel tartalmazott a legkevesebb polifenolt. A Biodiva esetén a 10. napon vett minta esetében valószínűsíthető mérési vagy mintavételezési hiba a kirívóan alacsony érték miatt. A Saccharomyces élesztő magas polifenoltartalma magyarázható az összességében gyorsabb, magasabb hőmérsékletű erjedéssel, valamint, hogy az alkalmazott Saccharomyces törzs, a BDX egy kimondottan olyan szelekció, mellyel jobb szín, fenolszerkezet érhető el a gyártói leírás alapján.

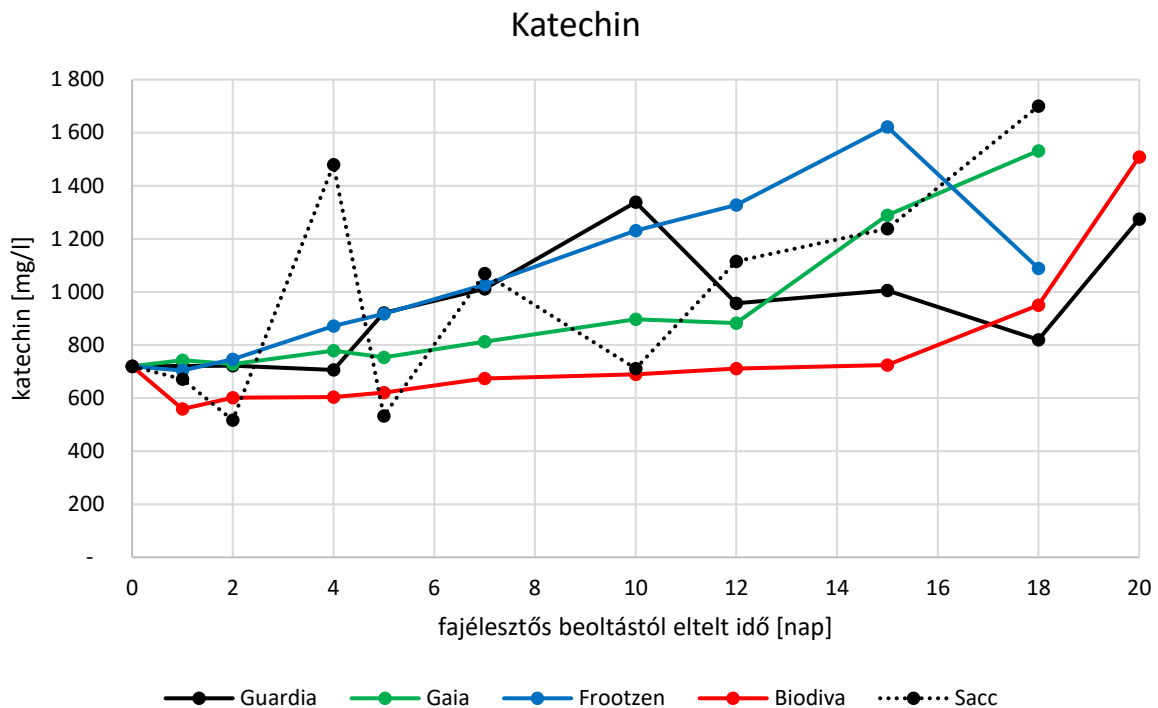
5.1.5. Leukoantocianin szint változása az erjedés alatt



9. ábra: Leukoantocianin-tartalom változása az erjedés során a különböző élesztőtörzsek esetén

A leukoantocianin szintek változásának az ábrájára ha rátekintünk szembetűnő a Guardia második s negyedik nap mutatott kiugróan magas leukoantocianin szintje. Ez a két kiugró érték valószínűleg ugyancsak mintavételi, vagy mérési hiba, ez a kiugró érték nem magyarázható a hidegmaceráció polifenol-extraktó segítő hatásával (Aleixandre és du Toit 2018). Ezekről a kiugró értékektől eltekintve minden élesztő esetében a must kezdeti leukoantocianin értéke egy nap eltelte után már majdnem kétszeresére nőtt (must-héj kontaktus miatt), majd ezután a leukoantocianin szintek stagnálnak hasonló mértékben a fajlesztős beoltást követő egy héten keresztül. Ezután, bár különböző mértékben, de emelkedni kezd a leukoantocianin szint a borokban (kivételesen talán a Guardia élesztőtörzs esetében), ez kapcsolatban lehet azzal, hogy pont ebben az időszakban voltak a cefrék 5-10 V/V% százalékos etil-alkohol szintnél, ekkor volt a legzajosabb erjedés, és ekkor volt a legmagasabb a cefrék hőmérséklete is. Ezt követően különböző mértékben nőtt a leukoantocianin szint a különböző élesztőtörzsek esetében, a legmagasabb szint az erjedés végére a kontroll BDX Saccharomyces élesztőtörzs esetében alakult ki, míg utána következett a Gaia élesztő, Biodiva, majd a Frootzen, és végül a legalacsonyabb leukoantocianin szint a Guardia élesztőtörzs esetében lett. Ez az első pont, hogy a Gaia és Guardia testvérélesztők között szignifikáns különbség mutatkozik valamilyen végső értéket tekintve.

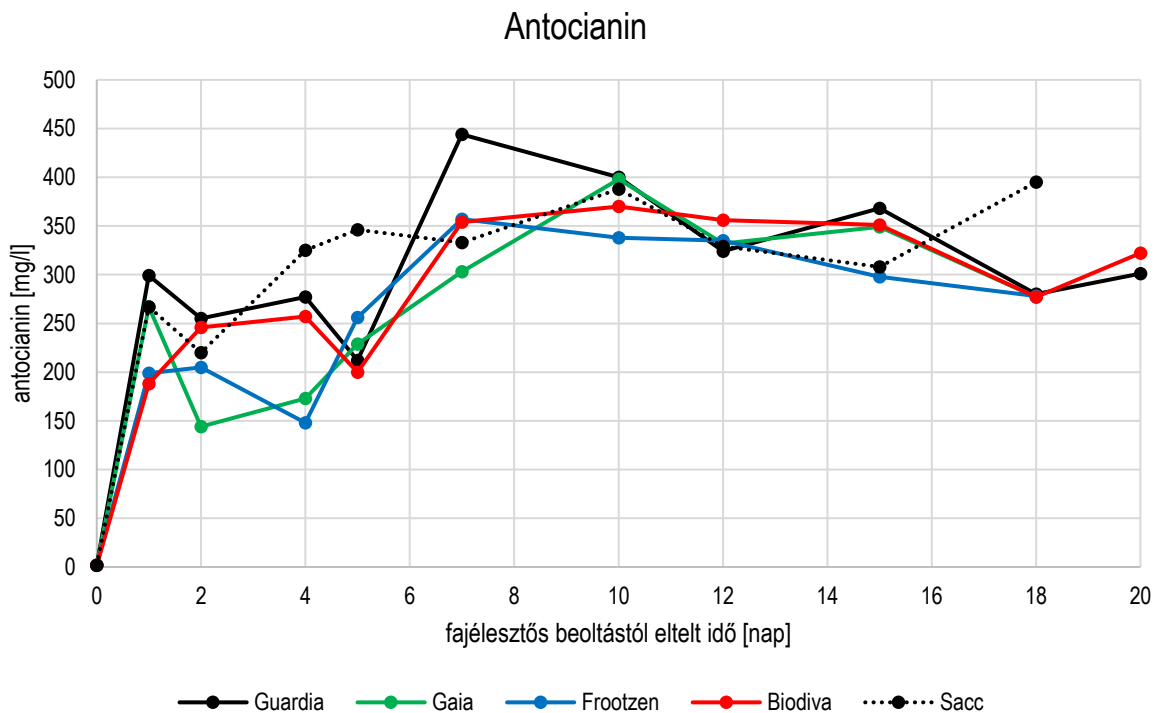
5.1.6. Katechin szint változása az erjedés alatt



10. ábra: Katechin-tartalom változása az erjedés során a különböző élesztőtörzsek esetén

A katechin szintek változását vizsgálva a BDX Saccharomyces élesztőtörzs esetén szembetűnően nagy ingadozást látunk, azonban valamilyen tendencia mégis felfedezhető, a kezdeti 720 mg/l –es mennyiség a fajlesztős beoltás követően fokozatosan emelkedik, majd ennek az élesztőnek az esetében lesz a legnagyobb az erjedés végére, 1700 mg/l. A Frootzen esetében kezdetben intenzívebben emelkedik a katechin szint mint a Gaia esetében, azonban az erjedés vége felé a mérések alapján „helyet cserélnek” és végül a Frootzen élesztő esetében 1089 mg/l-es, a Gaia élesztő esetében 1532 mg/l-es a katechin szintje az erjedés végére (itt felmerülhet mérési vagy mintavételi hiba, bár a Gaia szép, növekedő tendenciát mutat végig). A Guardia élesztő a katechin esetében is más viselkedést mutat mint testvérélesztője a Gaia, a vadélesztős beoltást követő negyedik naptól kezdve intenzív növekedést majd a tizedik nap után csökkenést mutat a katechin szint ennek az élesztőnek az esetében, végül 1275 mg/l –es szinten áll meg. És végül a Biodiva élesztő aki talán a legérdekesebb dinamikát írja le a katechin szempontjából, a kezdeti katechin szint egy nap eltelté után csökkent, majd szinte stagnált, enyhén növekedett az erjedés végig, amikor hirtelen növekedést mutatott, végül 1509 mg/l –es szint katechin szinttel a Gaia mellett a második legnagyobb katechin szint keletkezett az esetében.

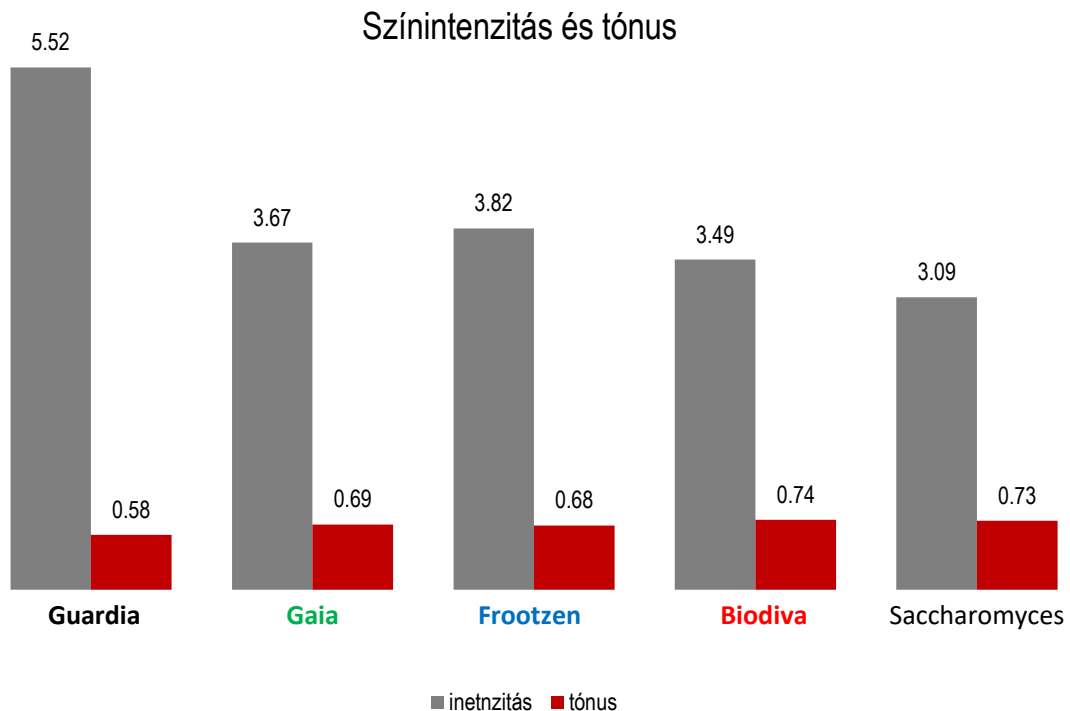
5.1.7. Antocianin szint változása az erjedés alatt



11. ábra: Antocianin-tartalom változása az erjedés során a különböző élesztőtörzsek esetén

Tulajdonképpen ingadozva, de hasonló dinamikát ír le minden erjesztés, kezdetben a Frootzen és a Gaia élesztő esetében alacsonyabb az antocianin szint, de az erjedés közepe felé minden élesztőtörzs esetében hasonló szintű antocianin koncentráció van jelen. Végül az erjedés végén a Frootzen, Biodiva és a testvérélesztő pár, a Gaia és Guardia élesztők esetében is hasonló antocianin koncentrációt láthatunk. Legalacsonyabb a Frootzen és a Gaia esetében, 277 és 278 mg/l –es az antocianin koncentráció, utánuk következik a Guardia élesztő, aminek esetében nem sokkal, de mégis magasabb 301 mg/l –es antocianin koncentrációt mértünk. Végül a legmagasabb antocianin koncentráció a BDX Saccharomyces élesztőtörzs esetében volt mérhető, 395 mg/l.

5.1.8. Szín intenzitás és tónus



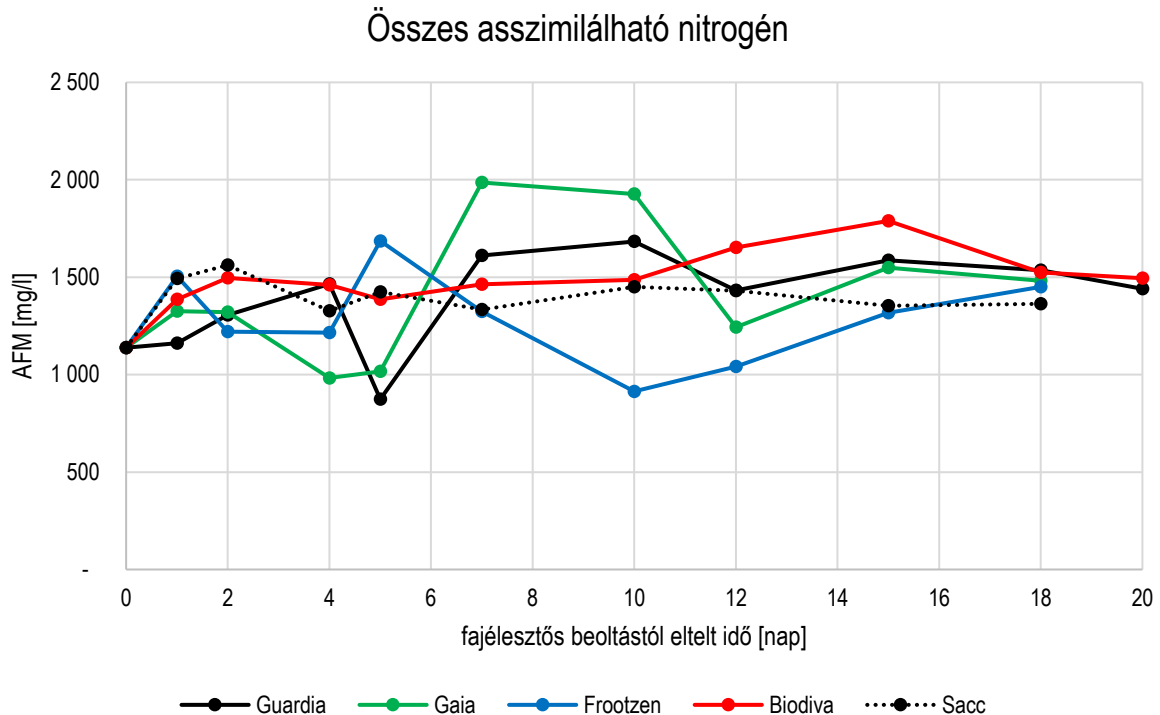
12. ábra: A színintenzitás és színtónus a késztermékekben

A 12. ábra: A színintenzitás és színtónus a késztermékekben látható az erjesztés végén vett minták színintenzitása, valamint színtónusa, ezeket az értékeket osztályozva (Kállay 2010), azt kapjuk, hogy tónus tekintetében mindegyik bor a vörösborok között megfelelő kategóriába sorolható, legjobb értéket a Guardia élesztőtörzzsel erjesztett tétel kapott, majd azt követi a Gaia és Frootzen szinte azonos 0.69 - 0.68 tónus értékkel, majd a Biodiva és a kontroll BDX, szintén szinte megegyező 0.74 - 0.73 tónus értékkel.

A színintenzitásokat vizsgálva is hasonló tendencia figyelhető meg, a legjobb kategóriába kirívóan a Guardia sorolható az 5.52-es színintenzitás értékével már a „minőségi vörösbor” kategória utáni, „különleges minőségű vörösbor” kategóriába/kategória felé helyezhető. A Gaia és a Frootzen 3.67-es és 3.82-es, valamint a Biodiva és BDX Saccharomyces a 3.49-es és 3.09-es értékével pedig a már említett „minőségi vörösbor” kategóriába sorolható.

A kísérlet szempontjából pozitívum, hogy egyik vörösbor sem hajlamos barnatörésre a tónusa alapján, valamint az intenzitás alapján sem lett egyik bor sem „pecsenye vörösbor”.

5.1.9. Összes asszimilálható nitrogén, AFN



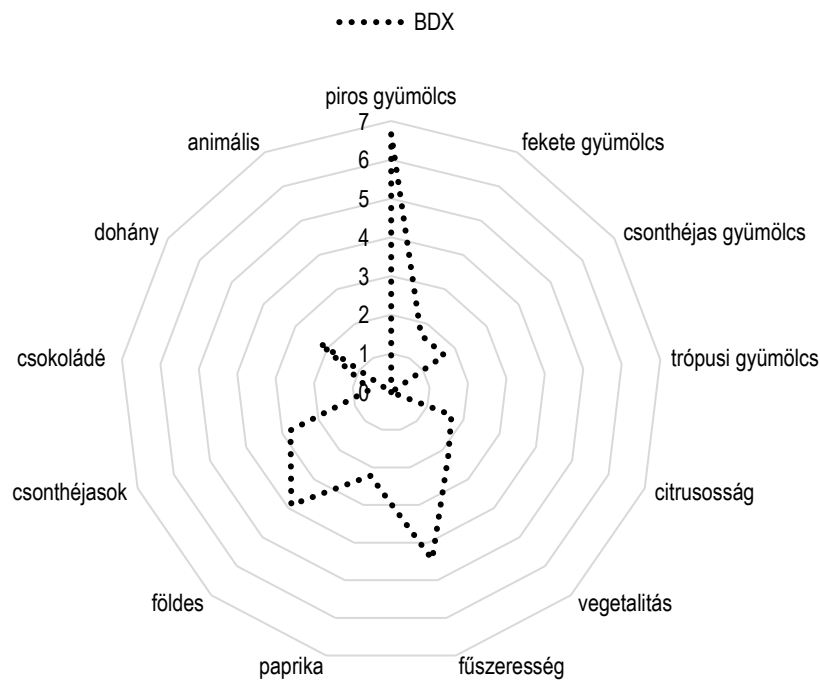
13. ábra: Az összes asszimilálható nitrogén változása a különböző élesztőtörzsek esetén

Az összes asszimilálható nitrogén szint nagyon fontos az egészséges erjedés szempontjából. Az erjedés során többször tapasztaltam a porfogó fedél levételekor, mikor csömöszölni mentem, hogy erős kénhidrogénes szag jelent meg a cefrében. Ekkor minden esetben 10g/hl –es mennyiségben adagoltam komplex tápsót, amit a csömöszöléssel elkevertem a cefrében. Ez a művelet minden esetben megszüntette a kellemetlen szagokat. Ilyen rendellenes szag a Gaia és Guardia élesztőknél fordult elő a negyedik és ötödik napon, ez látszik is a 13. ábra: Az összes asszimilálható nitrogén változása a különböző élesztőtörzsek esetén, valamint az ötödik napon a BDX Saccharomyces esetében. A többi élesztő esetében nem volt rendellenes szag az erjedés során.

Az első, vadélesztős beoltásnál, valamint a szekvenált BDX Saccharomycessel való ráoltást követően is 20-20g/hl –es mennyiségben adagoltam tápsót a cefréhez, az almasavbontó baktérium hozzáadásakor pedig minden cefréhez 10g/hl-es mennyiségben adtam tápsót.

5.2 Érzékszervi profilanalízis

5.2.1 Kontroll – BDX - *Saccharomyces cerevisiae*

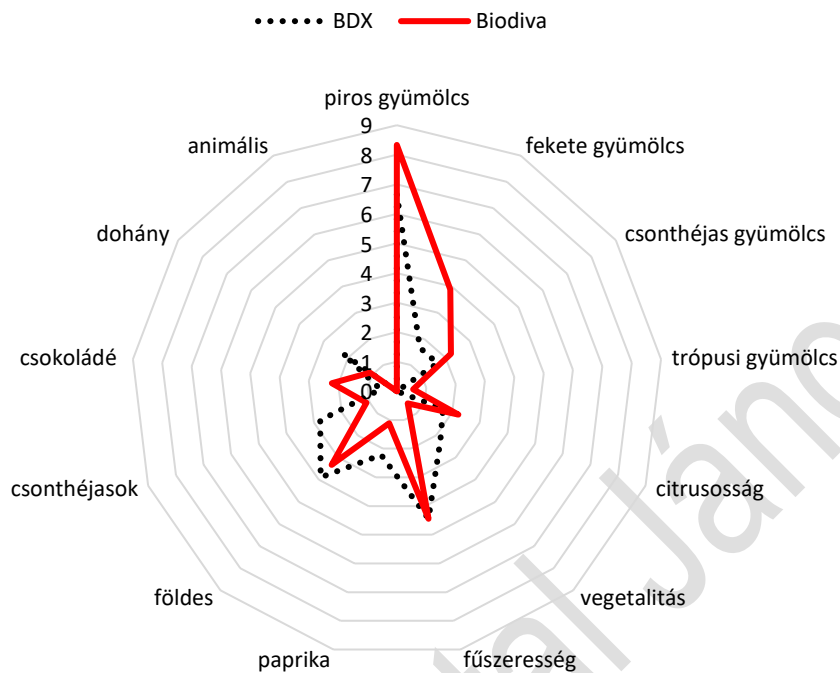


14. ábra: A kontroll tétel, vagyis a BDX élesztőtörzssel (*S. cerevisiae*) erjesztett tétel érzékszervi profilja, pókhálódíagramon ábrázolva

A kontroll erjesztés, a BDX *Saccharomyces cerevisiae* élesztővel. Jól látszik a 14. ábra: A kontroll tétel, vagyis a BDX élesztőtörzssel (*S. cerevisiae*) erjesztett tétel érzékszervi profilja, pókhálódíagramon ábrázolva, hogy még ennek az élesztőnek az esetében is a piros gyümölcsös ízek dominálják a bort. Ennek egyik oka természetesen, hogy a Cabernet franc fajta teljes érettségben szüretelve mutat gyümölcsös jelleget. Azonban a piros gyümölcsök mellett jelentősnek mutatkozott a fűszeresség, mint második legjobban felfedezhető jegy, de a paprika, valamint földre emlékeztető jegyek is egyértelműen megjelentek ebben a tételben. Nyomokban megjelent citrusosság, vegetalitás, csonthéjasok, csokoládé és dohány is.

Erjesztés közbeni jegyzeteim szerint fajtaélesztős beoltást követő nap a cefrének fás, enyhén tölgyes, nehéz illata volt, majd ez az illat az erjedés beindulását követően átalakult határozottan gyümölcsössé (cseresznye, szeder, áfonya, kajszi).

5.2.2 Torulaspora delbrueckii - BIODIVA™ Lallemand

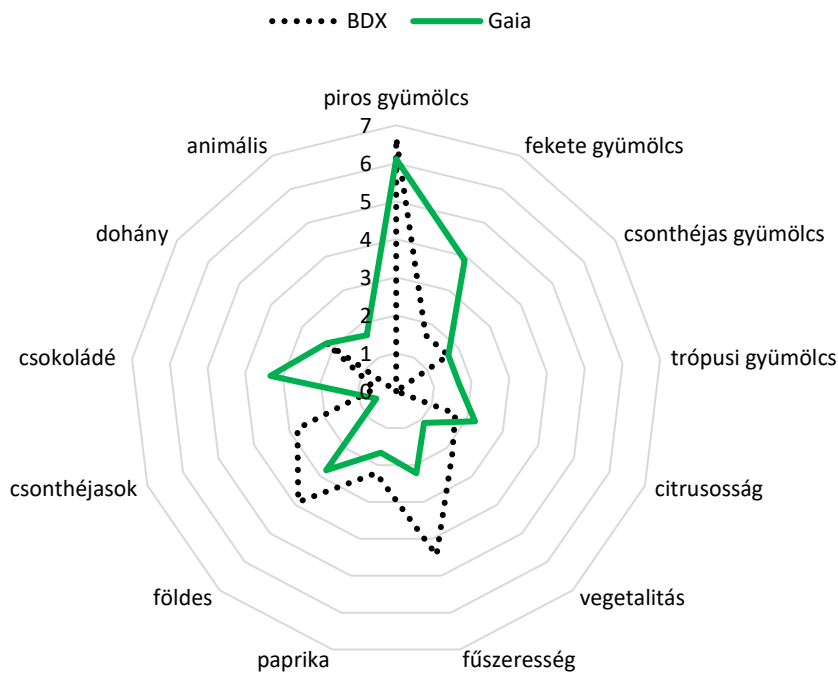


15. ábra: A kontrol tétel, valamint a Biodiva élesztőtörzssel (*T. delbrueckii*) erjesztett tétel érzékszervi profilja, pókhálódigramon ábrázolva

A második tételt, vagyis az első vadélesztő felhasználásával erjesztett tételt már a BDX *Saccharomyces*hez képest elemzem, eszerint ábrázoltam mindkettő erjesztésből származó bor érzékszervi profilját a 15. ábra: A kontrol tétel, valamint a Biodiva élesztőtörzssel (*T. delbrueckii*) erjesztett tétel érzékszervi profilja, pókhálódigramon ábrázolva. Ebben a tételben a az erősödő piros gyümölcsösség mellett megjelent erősen egy fekete gyümölcsös, csonthéjas gyümölcsös, csokoládés jelleg, látható az ábrán, hogy a minimális citrusosság megmaradt, de a kis vegetalitás eltűnt, csökkent a paprikára emlékeztető íz, csonthéjasok és dohány, viszont megmaradt a fűszeresség és földesség. Sokan jegyezték meg, hogy ez a tétel az egyik legelőrehaladottabb, jelen állapotban legérettebb.

Erjesztés közbeni jegyzeteim szerint már a fajtaélesztős beoltást követő napon megjelentek a cefre illatában a piros gyümölcsök, a szilvalekvárra emlékeztető illatok, valamint csonthéjas gyümölcsök. Harmadik napra a vadélesztős beoltást követően pedig ezek a jegyek még jobban erősödtek és megjelent az erős alkoholos, főtt cefre illat is. Az erjedés vége felé pedig megjelent a csokoládé illat, a cigánymeggy, valamint túlérett meggyre emlékeztető illat.

5.2.5 Metschnikowia fructicola - GAÏA™, Perdomini IOC

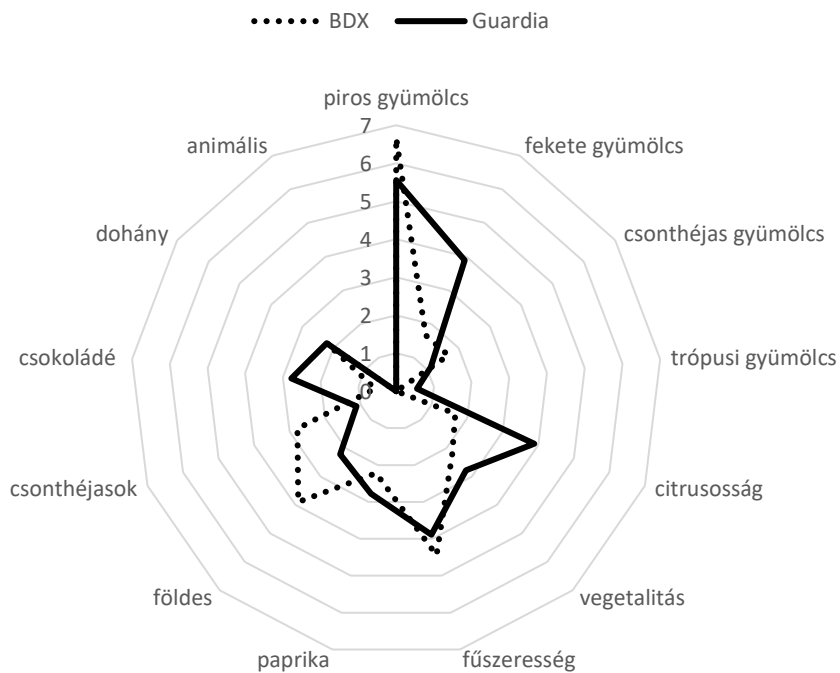


16. ábra: A kontrol tétel, valamint a Gaia élesztőtörzssel (*M. fructicola*) erjesztett tétel érzékszervi profilja, pókhálódiagramon ábrázolva

A következő élesztőtörzs a Gaia, az előzőhöz hasonlóan ezt is a BDX *Saccharomyces cerevisiae* kontrollhoz képest vizsgálom. A pókháló diagramra (16. ábra: A kontrol tétel, valamint a Gaia élesztőtörzssel (*M. fructicola*) erjesztett tétel érzékszervi profilja,) tekintve is már szembetűnik mintha a profil súlypontja elmozdult volna. Enyhén gyengült, de még mindig mint vezető jelleg megmaradta piros gyümölcsösség, a Biodiva élesztővel megegyező mértékben nőtt a fekete és csonthéjas gyümölcsös jelleg, viszont itt megjelent némi trópusi gyümölcsökre emlékeztető íz, illat is enyhén. A BDX kontrollhoz képest drasztikusan csökkent a fűszeresség, földes, paprikás, csonthéjasokra emlékeztető jegyek, viszont nőtt az animalitás némileg, és jelentősen megnőtt a csokoládéra emlékeztető jelleg.

Erjedés közbeni jegyzeteim szerint már a vadélesztős beoltás utáni nap megjelent egy erős kakóbabra emlékeztető illat a cefrében, amely mellé csonthéjasok, mogyoró társult. Később ezek kiegészültek szilva, szeder, ribizli, fekete gyümölcsös jegyekkel és csak az erjedés vége felé jelentek meg piros gyümölcsös jegyek, mint a cigánymeggy, meggy.

5.2.4 Metschnikowia pulcherrima - GUARDIA™, Lallemand

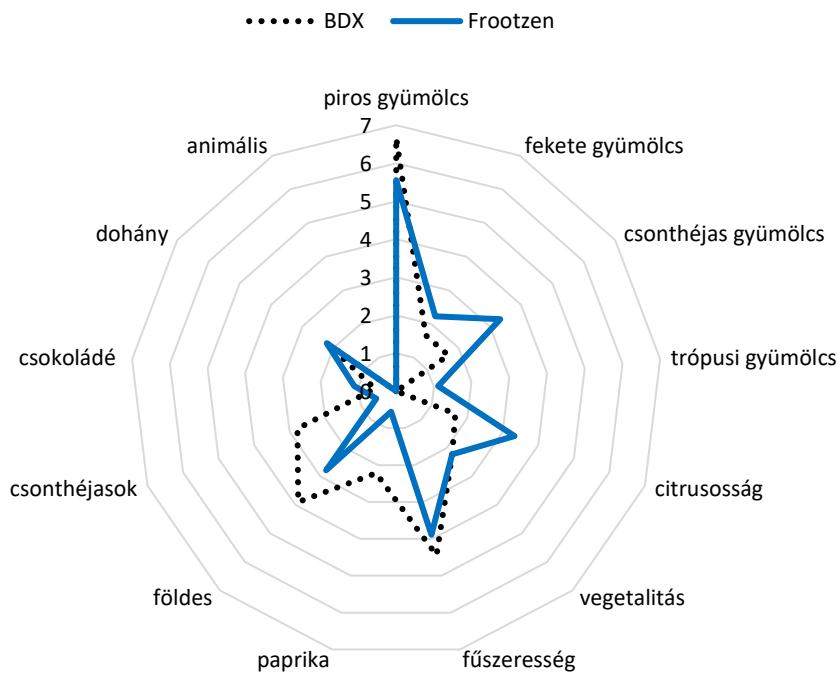


17. ábra: A kontrol tétel, valamint a Guardia élesztőtörzzsel (*M. pulcherrima*) erjesztett tétel érzékszervi profilja, pókhálódiaagramon ábrázolva

Az előző élesztőtörzs, a Gaia testvérélesztője következik, a Guardia. Sok hasonlóságot mutat ez előző élesztővel, de mégis érzékszervileg is teljesen megkülönböztethető tőle. A BDX kontrol élesztőhöz képest a Guardia esetében is csökkent, de domináns maradt a piros gyümölcsös jelleg, ami kiegészült egy erős fekete gyümölcsös karakterrel. Emellett csökkent a földes, csonthéjasokra emlékeztető jelleg, de megmaradt a kontrol, BDX élesztőnél is jelen lévő fűszeresség, vegetalitás. Jelentősen erősödtek viszont a citrusos, csokoládés és dohányra emlékeztető jegyek.

Erjesztés közbeni tapasztalataim, jegyzeteim szerint a vadélesztős beoltás után egy nappal ennek az élesztőnek az esetében földesség, tavaszi frissesség jelent meg először. Ezután erősödött a földes jelleg, ami lassan átalakult egy fekete, piros gyümölcsös, szilvás karakterré.

5.2.5 Pichia kluveri - Viniflora® FrootZen™, CHR Hansen

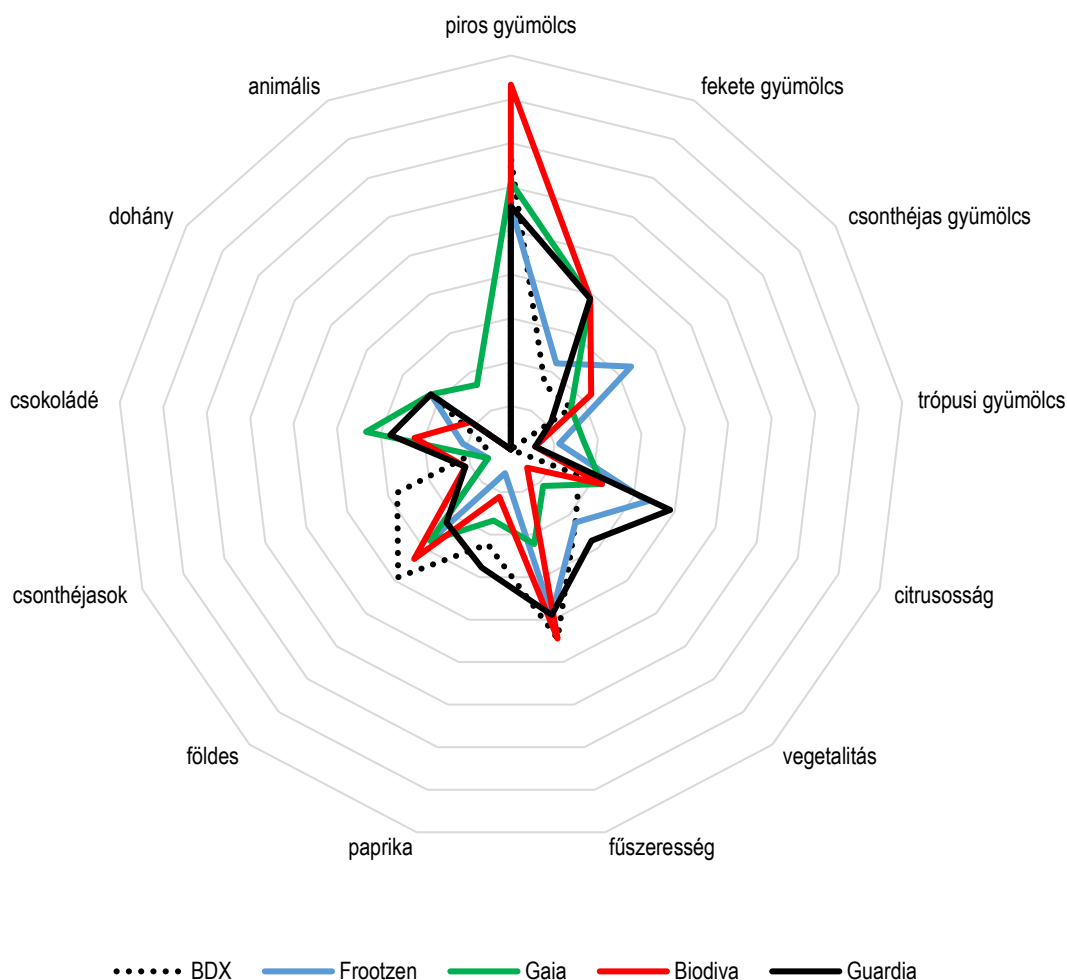


18. ábra: A kontrol tétel, valamint a Frootzen élesztőtörzssel (*P. kluveri*) erjesztett tétel érzékszervi profilja, pókhálódigramon ábrázolva

Végül az utolsó élesztő a Frootzen következik. Több szempontból is különleges ez az élesztő, egyrészt mert aktiválva, fagyasztva érkezett szárazjég alatt, felengedés után egyből hozzá kellett adni a cefréhez, így nagyon intenzíven rögtön elkezdett az élesztő dolgozni. A pókhálódigramra (18. ábra: A kontrol tétel, valamint a Frootzen élesztőtörzssel (*P. kluveri*) erjesztett tétel érzékszervi profilja,) tekintve, az előzőekhez képest talán ez az érzékszervi profil hasonlít a legjobban a kontroll, BDX *Saccharomyces* profiljához, ahhoz képest viszont csökkent a piros gyümölcsös jelleg, és csak kis mértékben nőtt a fekete gyümölcsök részvétele a karakterben, viszont a csonthéjas gyümölcsök jelenléte növekedett olyan mértékben mint még egyik előző élesztőtörzs esetében sem, nőtt a citrusosság, megmaradt a vegetalitás, fűszeresség, azonban ezeken kívül a paprikára, földre, csonthéjasokra emlékeztető karakter nagyban csökkent.

Erjedés közben már a vadélesztős beoltás után egy nappal rendkívüli mértékben aldehides illatot árasztott magából, már-már félttem, hogy valamilyen erjedési rendellenesség következett be, de pár nap alatt szépen „kidolgozta magát”, enyhült az aldehides illat és átalakult szép letisztult, piros gyümölcsös illatúvá a cefre.

5.2.6 Összesített pókhálódiagram:



19. ábra: Az összes erjesztett tétel aromaprofilja, pókhálódiagramként ábrázolva

A 19. ábra: Az összes erjesztett tétel aromaprofilja, pókhálódiagramként ábrázolvaára tekintve számomra kettő élesztőtörzs tűnik ki, a feketével jelölt Guardia és a pirossal jelölt Biodiva, ez a kettő olyan profil talán, ami a legkiterjedtebb, legszínesebb, amik leglényegesebb módon különböznek a többiektől. Az érzékszervi bírálat alatt a felismerhető jegyek mellett még a borokat rangsorolni is kellett (1-től 5-ig, 1 a legjobb), ennek eredménye lett egy rangsor, az adott tétel „helyesézeit” összeadva végül a legkevesebb pontszámú tétel lesz a nyertes, legrosszabb esetben pedig 90 pontszámot kaphatott volna egy tétel, ha azt mindenki ötödiknek rangsorolja.

A rangsor:

1.	Biodiva	39/90
2.	Gaia	48/90
3.	Guardia	50/90
4.	Frootzen	63/90
5.	BDX	70/90

6. Következtetések

Az érzékszervi bírálókat alapján minden vadélesztővel erjesztett bor érzékszervileg jobban szerepelt. A legjobb helyezést a Biodiva *Torulaspóra delbueckii* élesztő érte el, viszonylag magasan hagyva az egymáshoz hasonló pontszámot kapó Gaia és Guardia testvérélesztőket. Végül a negyedik helyezést a Frootzen *Pichia kluyveri* élesztő kapta, majd utolsó az utolsó helyezést a BDX *Saccharomyces cerevisiae* élesztő kapta. Az ebből levonható egyértelmű következtetés, hogy a Cabernet franc fajtából készült borokat érzékszervi szempontból mind a négy alkalmazott élesztőtörzs pozitív irányba befolyásolta, a különböző élesztőfajtákkal különböző profil alakítható ki.

Az összes polifenol, leukoantocianin, katechin, antocianin komponensek tekintetében minden esetben a BDX *Saccharomyces cerevisiae* élesztőtörzs esetén volt a legmagasabb a mérhető koncentráció. Ennek az eredménynek a fényében meglepő, hogy a színintenzitás és színtónus méréseken is a legrosszabb helyen végzett ez az élesztő, amikor kimondottan a gyártói leírás szerint is ez az élesztőtörzs az alacsony β -glikozidáz enzim aktivitásával korlátozza a borok színvesztését. A színintenzitás és színtónus méréseken a Guardia élesztő szerepelt a legjobban.

Az alkoholképzést tekintve hasonló borokat kaptunk, ami nem is meglepő, hiszen minden egyes tételben megtalálható a BDX *Saccharomyces cerevisiae* élesztőtörzs. Azonban az erjedés dinamikája más és más volt az egyes élesztőtörzsek esetében. Egyértelműen az egyből BDX –el beoltott tételnél ért véget az erjesztés legkorábban, azonban kiemelendő a Guardia és Gaia aktív védelmi funkciója, melynek köszönhetően a szekvenált ráoltás után a *Saccharomyces cerevisiae* élesztőtörzs gyorsabban tudott felszaporodni és intenzívebben erjesztette a borokat.

A glicerinképzés szempontjából a Frootzen-en kívül, akinek kirívóan alacsony volt a glicerinszintje, azonos glicerintermelés észlelhető a boroknál, azonban ez még változhat az érlelés alatt, hiszen élesztő metabolikusan aktív az erjedés után is. A meglepő a glicerin esetében a Frootzen mellett, hogy egyik vadélesztő sem termelt több glicerint mint a BDX *Saccharomyces cerevisiae* élesztőtörzs, annak ellenére sem, hogy ez a Biodiva *Torulaspóra delbueckii* élesztőtörzs szelektív módon kimondott gyártói paraméter volt.

Acetaldehid tekintetében pedig a legalacsonyabb koncentráció a BDX esetében volt mérhető (21.0 mg/l), utána következett a testvérélesztőpár a Gaia és Guardia 32.6 és 32.0 mg/l –es mennyiségeikkel, míg az acetaldehid magasabb volt a Frootzen (41.0 mg/l) és a Biodiva esetében (47.0 mg/l).

7. Összefoglalás, kitekintés

Habár az utóbbi években kezd a borász társadalom figyelme a nem-Saccharomyces élesztőtörzsek, azok pozitív hatásai felé irányulni, ezek az élesztőtörzsek messze nem mondhatók elterjedtnek a borászati gyakorlatban. Kísérletem, munkám célja volt, hogy kiderítsem, mennyire, milyen mértékben, milyen irányban képesek ezek a vadélesztők hatást gyakorolni egy villányi Cabernet franc fajta érzékszervi profiljára. Ezért öt párhuzamos erjesztést végeztem, azonos körülmények, de különböző élesztőtörzsekkel, egy kontroll erjesztéssel, hogy a vadélesztők hatásait ahhoz mérten tudjam vizsgálni.

Az analitikailag mért paraméterekben habár különbségek mutatkoznak, azokat alapul véve nem lehet azt mondani, hogy a vadélesztők tényleg pozitív hatással befolyásolják az érzékszervi profilt. Az analitikai paraméterek alapján a BDX Saccharomyces cerevisiae élesztőt lehetne választani, mint borkészítésre legalkalmasabb élesztőtörzs.

Az érzékszervi bírálat alapján viszont minden vadélesztővel erjesztett bor érzékszervileg jobban szerepelt, nagyobb mértékben nyerte el a szakmai közönség tetszését mint a BDX-el erjesztett tétel, ez talán az egyik legnagyobb eredménye a kutatásomnak, hiszen a vadélesztők még mindig sokak szemében olyan élesztőtörzsek, amelyeknek ha van is pozitív hatása is, valamilyen negatív érzékszervi hatás mindenképp társul hozzá.

A 19. ábra: Az összes erjesztett tétel aromaprofilja, pókhálódiagramként ábrázolva jól látható, mennyire más jellegekben, más irányokban képesek változtatni ezek az élesztőtörzsek egy klasszikusnak mondható Saccharomyces cerevisiae élesztőtörzshöz képest. Egyértelműen kijelenthetjük a kutatómunka alapján, hogy érdemes foglalkozni ezekkel a nem-Saccharomyces élesztőtörzsekkel, ha az aromaprofil finomhangolása a célunk.

A munkám során viszont sok kérdés merült fel bennem, sok lehetőség, merre, milyen irányban lehetne további kísérleteket, vizsgálatokat végezni. Egyrészt a Cabernet franc fajta esetében véleményem szerint fontos az érlelési szakasz, bizonyos jegyek, jellegek csak éves, több éves távlatban fognak kialakulni, a borban lévő élesztők metabolikusan aktívak lehetnek az erjedés végét követően is, azok alakíthatják a bor jellegét. Így egyik irány amelyben szeretném folytatni ezt a témát, a diplomamunkát képező tételek fejlődésének követése, vizsgálata, éves, több éves távlatban.

Az érzékszervi profilok elemzése során látható volt, hogy a legtöbb ilyen vadélesztő az aromaprofil bővítette, szélesítette, így véleményem szerint érdekes lehetne az aromakomponensek pontosabb, konkrét kémiai vegyületek szintjén való mérése, vizsgálata is.

Harmadik számomra érdekes kérdés, hogy ezen, tulajdonképpen két-két élesztővel erjesztett tételek egymással való összeházasításával, vagy esetleg a jövőben bizonyos tételek három élesztővel való erjesztése milyen eredményt, milyen érzékszervi profilt eredményezne, érdemes lenne-e házasítással foglalkozni, esetleg lehetne ne élvezeti értéket növelni ilyen módon.

8. Köszönetnyilvánítás

Ezt a diplomamunkát szeretném Neumann Béla emlékének ajánlani.

Köszönet illeti mindenekelőtt Nyitrai Dr. Sárdy Diána Tanárnőt, konzulensem, útmutatásáért, tanácsaiért és a segítségért, amit Tőle kaptam.

Emellett szeretnék köszönetet mondani Ferencz Zoltánnak aki a diplomamunka témájában, a kísérletek kidolgozásában és véghezvitelében volt segítségemre.

Szeretnék köszönetet mondani Simon Csabának és Vitényi Dánielnek, akik Villánykövesden bármilyen nehézségem adódott, mindig készségesen segítették munkámat.

Végül szeretnék köszönetet mondani Kovács Tamásnak és Szendei Gergőnek, akik a kísérletem során alkalmazott élesztők beszerzésében voltak támogatói ennek a munkának.

9. Irodalomjegyzék

1. Adams, Douglas O. 2006. 'Phenolics and Ripening in Grape Berries', *American Journal of Enology and Viticulture*, 57: 249-56.
2. Aleixandre, Jose, and Wessel du Toit. 2018. 'Cold maceration application in red wine production and its effects on phenolic compounds: A review', *LWT*, 95.
3. Amandine Deroite, Anne Ortiz-Julien, Anthony Silvano, José Maria Heras, Ann Dumont, Marion Bastien. 2021. 'Active bioprotection in red wines with *Metschnikowia pulcherrima* LEVEL2 GUARDIA™', *Lallemand*.
4. Amrani Joutei, K.; Glories, Y. 1995. 'Tannins and anthocyanins: localization in grape berry and extraction', *Revue Francaise d'Oenologie*: 28 - 31.
5. BateSmith, E. C., and T. Swain. 1965. 'Recent developments in the chemotaxonomy of flavonoid compounds', *Lloydia cincinnati*, 28: 313-31.
6. Belda, Ignacio, Javier Ruiz, Beata Beisert, Eva Navascués, Domingo Marquina, Fernando Calderón, Doris Rauhut, Santiago Benito, and Antonio Santos. 2017. 'Influence of *Torulaspora delbrueckii* in varietal thiol (3-SH and 4-MSP) release in wine sequential fermentations', *International Journal of Food Microbiology*, 257: 183-91.
7. Bevan, E. A., and M. Makower. 1963. 'Genetics today, XIth International Congress of Genetics'.
8. Boscaino, F., E. Ionata, F. La Cara, S. Guerriero, L. Marcolongo, and A. Sorrentino. 2019. 'Impact of *Saccharomyces cerevisiae* and *Metschnikowia fructicola* autochthonous mixed starter on Aglianico wine volatile compounds', *J Food Sci Technol*, 56: 4982-91.
9. Boursiquot, J. M., T. Lacombe, V. Laucou, S. Julliard, F. X. Perrin, N. Lanier, D. Legrand, C. Meredith, and P. This. 2009. 'Parentage of Merlot and related winegrape cultivars of southwestern France: discovery of the missing link', *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 15: 144-55.
10. Bowers, John E., and Carole P. Meredith. 1997. 'The parentage of a classic wine grape, Cabernet Sauvignon', *Nature Genetics*, 16: 84-87.
11. Cejudo-Bastante, María Jesús, Almudena Vicario, Dominico A. Guillén, Isidro Hermosin-Gutiérrez, and María Soledad Pérez-Coello. 2015. 'Phenolic characterization of minor red grape varieties grown in Castilla-La Mancha region in different vinification stages', *European Food Research and Technology*, 240: 595-607.
12. CHR Hansen. 2019a. 'FROOTZEN® – first ever *Pichia kluyveri* yeast', Accessed 2023.03.27. <https://www.chr-hansen.com/en/food-cultures-and-enzymes/fermented-beverages/cards/product-cards/frootzen>.
13. ———. 2019b. 'FrootZen™ - termékleírás'.
14. Clemente-Jimenez, J. M., L. Mingorance-Cazorla, S. Martínez-Rodríguez, F. J. Las Heras-Vázquez, and F. Rodríguez-Vico. 2005. 'Influence of sequential yeast mixtures on wine fermentation', *International Journal of Food Microbiology*, 98: 301-08.
15. Contreras, A., C. Hidalgo, S. Schmidt, P. A. Henschke, C. Curtin, and C. Varela. 2015. 'The application of non-*Saccharomyces* yeast in fermentations with limited aeration as a strategy for the production of wine with reduced alcohol content', *International Journal of Food Microbiology*, 205: 7-15.
16. De Beer, Dalene, Elizabeth Joubert, Gelderblom W.C.A, and Manley M. 2002. 'Phenolic compounds: A review of their possible role as in vivo antioxidants', *South African Journal for Enology and Viticulture*, 23: 48-61.
17. Englezos, Vasileios, Kalliopi Rantsiou, Fabrizio Torchio, Luca Rolle, Vincenzo Gerbi, and Luca Cocolin. 2015. 'Exploitation of the non-*Saccharomyces* yeast *Starmerella bacillaris* (synonym *Candida zemplinina*) in wine fermentation: Physiological and molecular characterizations', *International Journal of Food Microbiology*, 199: 33-40.
18. Eperjesi, Imre. 1998. *Borászat* (Mezőgazda Kiadó).
19. Etiévant, Patrick, Pascal Schlich, Jean-Claude Bouvier, Patrick Symonds, and Alain Bertrand. 1988. 'Varietal and geographic classification of French red wines in terms of elements, amino acids and aromatic alcohols', *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 45: 25-41.
20. Ferenczi, Sándor. 1966. *A szőlő a must és a bor kémiaja* (Mezőgazdasági Kiadó).
21. Fülöp, József. 1998. *Rövid kémiai értelmező és etimológiai szótár* (Pauz–Westermann Könyvkiadó Kft: Celldömöl).
22. Giudici, P., and R. E. Kunkee. 1994. 'The Effect of Nitrogen Deficiency and Sulfur-Containing Amino Acids on the Reduction of Sulfate to Hydrogen Sulfide by Wine Yeasts', *American Journal of Enology and Viticulture*, 45: 107-12.
23. Glories, Y., and M. Augustin. 1993. 'Maturité phénolique du raisin, conséquences technologiques: Application aux millésimes 1991 et 1992', *Proceedings Colloque Journée Technique du CIVB*: 56-61.

24. Goñi, Diego Torrea, and Carmen Ancin Azpilicueta. 2001. 'Influence of Yeast Strain on Biogenic Amines Content in Wines: Relationship with the Utilization of Amino Acids during Fermentation', *American Journal of Enology and Viticulture*.
25. González-Pombo, Paula, Laura Fariña, Francisco Carrau, Francisco Batista-Viera, and Beatriz M. Brena. 2011. 'A novel extracellular β -glucosidase from *Issatchenkia terricola*: Isolation, immobilization and application for aroma enhancement of white Muscat wine', *Process Biochemistry*, 46: 385-89.
26. Hernández-Orte, Puri, Ana Guitart, and Juan Cacho. 1999. 'Changes in the Concentration of Amino Acids During the Ripening of *Vitis vinifera* Tempranillo Variety from the Denomination d'Origine Somontano (Spain)', *American Journal of Enology and Viticulture*, 50: 144-54.
27. HNT. 2022a. 'Borszőlő termőterület 2011- 2022', Accessed 2023.03.25. <https://www.hnt.hu/wp-content/uploads/2022/09/Termoterulet-2009-2022-adat.pdf>.
28. ———. 2022b. 'Borszőlőfajták területi adatai 2022 - Villány', Accessed 2023.03.25. <https://www.hnt.hu/wp-content/uploads/2022/09/Borszolevel-beultetett-terulet-Villanyi-borvidek-20220731.pdf>.
29. ———. 2022c. 'Magyarország bortermelése borvidéki bontásban 2011-2021', Accessed 2023.03.25. <https://www.hnt.hu/wp-content/uploads/2022/09/Bortermeles-2011-2021-adat.pdf>.
30. Hranilovic, A., J. M. Gambetta, D. W. Jeffery, P. R. Grbin, and V. Jiranek. 2020. 'Lower-alcohol wines produced by *Metschnikowia pulcherrima* and *Saccharomyces cerevisiae* co-fermentations: The effect of sequential inoculation timing', *Int J Food Microbiol*, 329: 108651.
31. Ingledew, W. M., C. A. Magnus, and F. W. Sosulski. 1987. 'Influence of Oxygen on Proline Utilization During the Wine Fermentation', *American Journal of Enology and Viticulture*, 38: 246-48.
32. Jackson, Ronald. 2000. *Wine Science: Principles, Practice, Perception* (Academic Press 2000).
33. Jancis Robinson, Julia Harding, Jose Vouillamoz. 2012. *Wine grapes : a complete guide to 1,368 vine varieties, including their origins and flavours* (Ecco, New York).
34. Kállay, Miklós. 1991. 'Magyar borok biogénamin-tartalmának és azok változásának tanulmányozása, különös tekintettel a hisztamin és a tiramin koncentrációjára'.
35. ———. 2010. *Borászati kémia* (Mezőgazda Kiadó).
36. Kennedy, James A., Yoji Hayasaka, Stéphane Vidal, Elizabeth J. Waters, and Graham P. Jones. 2001. 'Composition of Grape Skin Proanthocyanidins at Different Stages of Berry Development', *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 5348-55.
37. Kennedy, James A., Cédric Saucier, and Yves Glories. 2006. 'Grape and Wine Phenolics: History and Perspective', *American Journal of Enology and Viticulture*, 57: 239-48.
38. Khoo, H. E., A. Azlan, S. T. Tang, and S. M. Lim. 2017. 'Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits', *Food Nutr Res*, 61: 1361779.
39. Kurtzman, C. P., and S. Droby. 2001. '*Metschnikowia fructicola*, a new ascospore yeast with potential for biocontrol of postharvest fruit rots', *Syst Appl Microbiol*, 24: 395-9.
40. Kurtzman, Cletus P. 2011. 'Chapter 57 - *Pichia* E.C. Hansen (1904).' in Cletus P. Kurtzman, Jack W. Fell and Teun Boekhout (eds.), *The Yeasts (Fifth Edition)* (Elsevier: London).
41. Lallemand. 2020a. 'BDX - termék-leírás'.
42. ———. 2020b. 'LEVEL2 Biodiva - termék-leírás'.
43. Leone, A., Ennio La Notte, and G Gambacorta. 1984. 'Gli antociani nelle fasi di macerazione e di elaborazione del vino, L'influenza della tecnica diffusiva sulla loro estrazione', *Vignevini*, 4: 17.
44. Lonvaud-Funel, Aline. 2001. 'Biogenic amines in wines: role of lactic acid bacteria', *FEMS Microbiology Letters*, 199: 9-13.
45. MacNeil, K. 2015. *The Wine Bible*.
46. Magyar, Ildikó. 2010. *Borászati mikrobiológia* (Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó Kft.).
47. ———. 2016. 'A terroir élesztők jelentősége a borminőségben', *SZBI Borászati Tanszék*.
48. Márton, Németh. 1967. *Ampelográfiai album - Termesztett borszőlőfajták I.* (Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat).
49. Módos, P. 1981. 'A szőlő érése folyamán bekövetkezett savváltozások 1980-ban', *Borgazdaság*, 3: 4-5.
50. Morales, Pilar, Virginia Rojas, Manuel Quirós, and Ramon Gonzalez. 2015. 'The impact of oxygen on the final alcohol content of wine fermented by a mixed starter culture', *Applied Microbiology and Biotechnology*, 99: 3993-4003.
51. Muñoz-Redondo, J. M., B. Puertas, E. Cantos-Villar, M. J. Jiménez-Hierro, M. Carbú, C. Garrido, M. J. Ruiz-Moreno, and J. M. Moreno-Rojas. 2021. 'Impact of Sequential Inoculation with the Non-*Saccharomyces* T.

- delbrueckii and M. pulcherrima Combined with Saccharomyces cerevisiae Strains on Chemicals and Sensory Profile of Rosé Wines', *J Agric Food Chem*, 69: 1598-609.
52. Naár, Zoltán, and József Szarvas. 2012. *Borászati mikrobiológia* (Eszterházy Károly Főiskola).
 53. Oliveira, Carla Maria, António César Silva Ferreira, Victor De Freitas, and Artur M. S. Silva. 2011. 'Oxidation mechanisms occurring in wines', *Food Research International*, 44: 1115-26.
 54. Ough, C. S., Z. Huang, D. An, and D. Stevens. 1991. 'Amino Acid Uptake by Four Commercial Yeasts at Two Different Temperatures of Growth and Fermentation: Effects on Urea Excretion and Reabsorption', *American Journal of Enology and Viticulture*, 42: 26-40.
 55. Pérez-Magariño, Silvia, and M. Luisa González-San José. 2005. 'Effect of ripening stage of grapes on the low molecular weight phenolic compounds of red wines', *European Food Research and Technology*, 220: 597-606.
 56. Perez, Marta, Victor Ladero, Begoña Redruello, Beatriz del Rio, Leonides Fernandez, Juan Miguel Rodriguez, M. Cruz Martín, María Fernandez, and Miguel A. Alvarez. 2016. 'Mastitis Modifies the Biogenic Amines Profile in Human Milk, with Significant Changes in the Presence of Histamine, Putrescine and Spermine', *PLOS ONE*, 11: e0162426.
 57. Peri, C., and C. Pompei. 1971. 'Estimation of different phenolic groups in vegetable extracts', *Phytochemistry*, 10: 2187-89.
 58. Peyrot des Gachons, C., and J. A. Kennedy. 2003. 'Direct method for determining seed and skin proanthocyanidin extraction into red wine', *J Agric Food Chem*, 51: 5877-81.
 59. Ragusa, Andrea, Carla Centonze, Maria E. Grasso, Maria F. Latronico, Pier F. Mastrangelo, Federica Sparascio, Francesco P. Fanizzi, and Michele Maffia. 2017. 'A Comparative Study of Phenols in Apulian Italian Wines', *Foods*, 6: 24.
 60. Ramírez, Manuel, and Rocío Velázquez. 2018. 'The Yeast *Torulaspora delbrueckii*: An Interesting But Difficult-To-Use Tool for Winemaking', *Fermentation*, 4: 94.
 61. Rantsiou, Kalliopi, Paola Dolci, Simone Giacosa, Fabrizio Torchio, Rosanna Tofalo, Sandra Torriani, Giovanna Suzzi, Luca Rolle, and Luca Coccolin. 2012. 'Candida zemplinina Can Reduce Acetic Acid Produced by *Saccharomyces cerevisiae* in Sweet Wine Fermentations', *Applied and Environmental Microbiology*, 78: 1987-94.
 62. Renault, Philippe, Joana Coulon, Virginie Moine, Cécile Thibon, and Marina Bely. 2016. 'Enhanced 3-Sulfanylhexan-1-ol Production in Sequential Mixed Fermentation with *Torulaspora delbrueckii*/*Saccharomyces cerevisiae* Reveals a Situation of Synergistic Interaction between Two Industrial Strains', *Frontiers in Microbiology*, 7.
 63. Riou, Valérie, Aude Vernhet, Thierry Doco, and Michel Moutounet. 2002. 'Aggregation of grape seed tannins in model wine—effect of wine polysaccharides', *Food Hydrocolloids*, 16: 17-23.
 64. Robichaud, Jane L, and Ann C Noble. 1990. 'Astringency and bitterness of selected phenolics in wine', *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 53: 343-53.
 65. Robinson, J., and H. Johnson. 2019. *The World Atlas of Wine 8th Edition*.
 66. S.p.A., Perdomini-IOC. 2020. 'GAIA - termékleírás'.
 67. Singleton, Vernon L., and Paul Esau. 1969. 'Phenolic substances in grapes and wine, and their significance', *Advances in food research. Supplement*, 1: 1-261.
 68. Soufleros, E., Marie-Lyse Barrios, and A. Bertrand. 1998. 'Correlation Between the Content of Biogenic Amines and Other Wine Compounds', *American Journal of Enology and Viticulture*, 49: 266-78.
 69. Soufleros, Evangelos, Elisavet Bouloumpasi, C. Tsarchopoulos, and Costas Biliaderis. 2003. 'Primary amino acid profiles of Greek white wines and their use in classification according to variety, origin and vintage', *Food Chemistry*, 80: 261-73.
 70. Sudraud, P. 1958. 'Interprétation des courbes d'absorption des vins rouges', *Annales de technologies*, 7: 203-08.
 71. Sun, P., J. L. Liang, L. Z. Kang, X. Y. Huang, J. J. Huang, Z. W. Ye, L. Q. Guo, and J. F. Lin. 2015. 'Increased resveratrol production in wines using engineered wine strains *Saccharomyces cerevisiae* EC1118 and relaxed antibiotic or auxotrophic selection', *Biotechnol Prog*, 31: 650-5.
 72. Suriano, S., V. Alba, L. Tarricone, and D. Di Gennaro. 2015. 'Maceration with stems contact fermentation: effect on proanthocyanidins compounds and color in Primitivo red wines', *Food Chem*, 177: 382-9.
 73. Tamás Pók, Szabolcs B. Tóth. 2012. *Borászat* (dr. Czeglédi László).

74. Varela, C., A. Barker, T. Tran, A. Borneman, and C. Curtin. 2017. 'Sensory profile and volatile aroma composition of reduced alcohol Merlot wines fermented with *Metschnikowia pulcherrima* and *Saccharomyces uvarum*', *Int J Food Microbiol*, 252: 1-9.
75. Vaughan-Martini, Ann, and Alessandro Martini. 2011. 'Chapter 61 - *Saccharomyces Meyen ex Reess* (1870).' in Cletus P. Kurtzman, Jack W. Fell and Teun Boekhout (eds.), *The Yeasts (Fifth Edition)* (Elsevier: London).
76. Vicente, J., F. Calderón, A. Santos, D. Marquina, and S. Benito. 2021. 'High Potential of *Pichia kluyveri* and Other *Pichia* Species in Wine Technology', *Int J Mol Sci*, 22.
77. Vicente, J., J. Ruiz, I. Belda, I. Benito-Vázquez, D. Marquina, F. Calderón, A. Santos, and S. Benito. 2020. 'The Genus *Metschnikowia* in Enology', *Microorganisms*, 8.
78. Vilela, Alice, António Jordão, and F. Cosme. 2016. 'SDRP Journal of Food Science & Technology Wine phenolics: looking for a smooth mouthfeel', *SDRP Journal of Food Science & Technology*, volume 1: 1.
79. Villányi Borvidék HT, ;. 2019. 'A Villányi Borvidék védett eredetű borainak a védjegyek és földrajzi árujelzők oltalmáról szóló előírásai', Accessed 2023.03.25. <http://www.redyvillany.hu/wp-content/uploads/2020/06/REDY-Tan%C3%BAs%C3%ADt%C3%B3-V%C3%A9djeggy-Szab%C3%A1lyzat-2019.pdf>.
80. Vos, P. J. A., and R. S. Gray. 1979. 'The Origin and Control of Hydrogen Sulfide during Fermentation of Grape Must', *American Journal of Enology and Viticulture*, 30: 187-97.
81. Wang, Baoshi, Fengling Tan, Ruichao Chu, Guangyao Li, Linbo Li, Tianyou Yang, and Mingxia Zhang. 2021. 'The effect of non-*Saccharomyces* yeasts on biogenic amines in wine', *Trends in Food Science & Technology*, 116: 1029-40.
82. Williamson, G., and C. Manach. 2005. 'Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. II. Review of 93 intervention studies', *Am J Clin Nutr*, 81: 243s-55s.
83. 'World Famous Grapes - Cabernet Franc'. Accessed 2023.04.11. https://www.cardsowine.com/grapes_cabernet_franc.asp.
84. Zhang, Bo-Qin, Yu Luan, Chang-Qing Duan, and Guo-Liang Yan. 2018. 'Use of *Torulaspora delbrueckii* Co-fermentation With Two *Saccharomyces cerevisiae* Strains With Different Aromatic Characteristic to Improve the Diversity of Red Wine Aroma Profile', *Frontiers in Microbiology*, 9.
85. Zhao, X., Y. Ju, X. Wei, S. Dong, X. Sun, and Y. Fang. 2019. 'Significance and Transformation of 3-Alkyl-2-Methoxypyrazines Through Grapes to Wine: Olfactory Properties, Metabolism, Biochemical Regulation, and the HP-MP Cycle', *Molecules*, 24.

10. Ábrajegyzék

1. ábra: A tömlősgombák törzse	7
2. ábra: A polifenolok osztályozása (Peri és Pompei 1971).	12
3. ábra: A Remete dűlőtől a pincéig	17
4. ábra: Az erjedéstől a palackozásig a pincében	23
5. ábra: Az etil-alkohol változása az erjedés alatt a különböző élesztőtörzsek esetén	26
6. ábra: A glicerin változása az erjedés alatt a különböző élesztőtörzsek esetén	27
7. ábra: Az acetaldehid változása az erjedés alatt a különböző élesztőtörzsek esetén	28
8. ábra: Összes polifenol-tartalom változása az erjedés során a különböző élesztőtörzsek esetén.....	29
9. ábra: Leukoantocianin-tartalom változása az erjedés során a különböző élesztőtörzsek esetén.....	30
10. ábra: Katechin-tartalom változása az erjedés során a különböző élesztőtörzsek esetén.....	31
11. ábra: Antocianin-tartalom változása az erjedés során a különböző élesztőtörzsek esetén	32
12. ábra: A színintenzitás és színtónus a késztermékekben	33
13. ábra: Az összes asszimilálható nitrogén változása a különböző élesztőtörzsek esetén.....	34
15. ábra: A kontroll tétel, vagyis a BDX élesztőtörzssel (<i>S. cerevisiae</i>) erjesztett tétel érzékszéri profilja, pókhálódigramon ábrázolva	35
16. ábra: A kontrol tétel, valamint a Biodiva élesztőtörzssel (<i>T. delbrueckii</i>) erjesztett tétel érzékszéri profilja, pókhálódigramon ábrázolva	36
17. ábra: A kontrol tétel, valamint a Gaia élesztőtörzssel (<i>M. fructicola</i>) erjesztett tétel érzékszéri profilja,	37
18. ábra: A kontrol tétel, valamint a Guardia élesztőtörzssel (<i>M. pulcherrima</i>) erjesztett tétel érzékszéri profilja, pókhálódigramon ábrázolva	38
19. ábra: A kontrol tétel, valamint a Frootzen élesztőtörzssel (<i>P. kluyveri</i>) erjesztett tétel érzékszéri profilja,	39
20. ábra: Az összes erjesztett tétel aromaprofilja, pókhálódigramként ábrázolva	40

11. Mellékletek

2. sz. melléklet

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Mikeházi Antal János

A Hallgató Neptun kódja: YABKQP

A dolgozat címe: Nem-Saccharomyces élesztők hatása Cabernet franc ízjegyeire

A megjelenés éve: 2023

A konzulens tanszék neve: Borászati Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

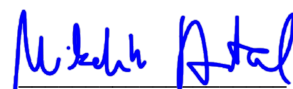
Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

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 mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

Kelt: 2023.05.03



Hallgató aláírása


KONZULTÁCIÓS
NYILATKOZAT

Mikeházi Antal János (hallgató Neptun azonosítója: YABKQP) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslomⁱ.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^j

Kelt: 2023.05.03


Belső konzulens

ⁱ A megfelelő aláhúzendó.

^j A megfelelő aláhúzendó.