

SZAKDOLGOZAT

Horváth Márton

2024

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Budai Campus

**SACCHAROMYCES CEREVISIAE ÉS KEVERT
ÉLESZTŐKULTÚRA HATÁSA OLASZRIZLING MUST
ERJESZTÉSÉRE**

Horváth Márton

Szőlész-borász mérnök alapképzési (BSc) nappali tagozat szak

Készült a Borászati Tanszéken

Tanszéki konzulens: Szövényi Áron

Bírálok:

Budapest, 2024

tanszékvezető/szakirányfelelős

konzulens

1. BEVEZETÉS.....	3
2. CÉLKITŰZÉS.....	5
3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	6
3.1 Termőhely.....	6
3.2 Évjárat.....	7
3.3 Ültetvény	8
3.4 Élesztő	9
3.5 Élesztők nitrogénasszimilációja	13
4. ANYAG ÉS MÓDSZERTAN.....	15
4.1 Must.....	15
4.2 Élesztő	17
4.3 Tápanyagutánpótlás	18
4.4 Méréstechnológia	19
4.4.1 Paraméterek	19
4.4.2 Alkalmazott eszközök.....	21
4.4.4 Organoleptikus értékelés	23
5. EREDMÉNYEK.....	24
5.1 Paraméterek vizsgálata	24
5.1.1 Erjedések lezajlása.....	24
5.1.2 Cukortartalom.....	28
5.1.3 Alkoholtartalom (v/v%).....	29
5.1.4 Glükóz/fruktóz arány	30
5.1.5 Savtartalom (titrálható savtartalom, borkősav, almasav, tejsav), pH.....	31
5.1.6 Glicerín	35
5.1.7 Szabad és összes SO ₂	35
5.1.8 Illósav	36
5.1.9 Prolin	37
5.2 Organoleptikus értékelés	38
6. KÖVETKEZTETÉSEK	42
7. ÖSSZEFOGLALÁS	44
8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	45
9. IRODALOMJEGYZÉK	46
10. MELLÉKLETEK	49

1. BEVEZETÉS

Napjaink borászati technológiájának világszerte egyik leginkább vitatott és kutatott kérdése a must alkoholos fermentációját végző élesztőkultúrák megválasztásának gyakorlata. Mára rendkívül sokféle, különböző speciális tulajdonsággal szelektált élesztőgomba-törzs áll rendelkezésünkre, melyeket szabadon megválaszthatunk és felhasználhatunk, kísérletezhetünk velük aszerint, hogy milyen bortípust szeretnénk elkészíteni.

Az szőlő erjedését végző mikroorganizmusokat már több mint egy évszázaddal ezelőtt felfedezte Louis de Pasteur francia mikrobiológus, a 19. század végén. Azóta rengeteg esettanulmány és kísérlet köthető ehhez a témakörhöz (Barata et al., 2012).

Kísérletemben ugyanazon mustot spontán módon, valamint az Erbslöh cég három különféle élesztőtermékével beoltva erjesztettem. Megfigyelve az erjedés lefolyását, majd ezt követően a kiejedt borokat hasonlítom össze analitikailag és érzékszervileg is.

Az előbb említett három termék összesen három élesztőkultúrát tartalmaz, kettő önmagában egy kultúrát, a harmadik termék pedig két élesztőgombafaj keverékét.

A *Saccharomyces cerevisiae* nevű élesztőgombafaj legtöbbször természetes körülmények között egyáltalán nem, vagy csak rendkívül kis mennyiségben található meg a leszüretelt termésen. Alkalmazása ennek ellenére a borászati technológiában világszerte a leginkább elterjedt és kutatott. Ennek oka, hogy az erjedés közben felmerülő, mikroorganizmusok életfolyamatait károsan befolyásoló stresszfaktoroknak – mint például a magas etil-alkohol tartalom, alacsony pH érték – jól ellenáll (Rainieri, Pretorius, 2000).

A szintén *Saccharomyces* nemzetségbe tartozó *S. bayanus* élesztőfaj alkalmazása is széleskörben elterjedt az ágazatban. Kriotoleranciája kiemelkedő, valamint kevesebb ecetsavat és etanolt, ugyanakkor több glicerint, borostyánkőssavat és különböző illó komponenseket termel az erjedés során, mint más *S. cerevisiae* törzsek (Le Jeune et al., 2007).

A harmadik alkalmazott élesztőtörzs egy vadélesztő, azaz nem-*Saccharomyces* nemzetségbe tartozó faj, a *Torulaspora delbrueckii*, amely kultúra alkalmazása egyre népszerűbb a borászati technológiában. Számos pozitív tulajdonsága közül kiemelendő például az, hogy a magas cukortartalmú mustok erjesztésénél jelentősen kevesebb illósavat (ezen belül is főleg ecetsavat) termel. Hátránya, hogy kis etil-alkohol tűrése miatt általában önmagában nem képes teljesen szárazra erjeszteni a mustot, ezért gyakran – akárcsak ebben a kísérletben – kevert élesztőkultúrában alkalmazzák (Bely et al. 2008).

Az erjesztett must családi szőlészetünkől származik, olaszrizling fajtából készült, amely szőlő tulajdonságai és paraméterei is fontos szerepet játszottak a kísérlet eredményeiben.

Ugyanígy relevánsak a termőhelyi, klimatikus és évjáratí adottságok is, amelyek bemutatására a dolgozat későbbi részeiben kerül sor.

2. CÉLKITŰZÉS

A dolgozat célkitűzése legfőképpen a három élesztőtermék egymás, illetve a spontán erjedés közti különbségeinek megfigyelése, értékelése, majd az elkészült újborok analitikai és organoleptikus értékelése, besorolása, emellett tápanyagigényük és hasznosításuk megfigyelése az előre létrehozott tápanyagutánpótlási terv szerint.

A cél egy technológiailag hibátlan, komplex, harmonikus és gyümölcsös aromatikájú olaszrizling előállítás, ennek megfelelően zajlik a minták érzékszervi bírálata a kísérlet végén.

Mindemellett a 2024-es évjárat kirívóan aszályos tulajdonságai a korábbi éveket is országszerte felülmúlják. Feltételezhető tehát, hogy a közel- és távoljövőben egyre több hasonló vagy még inkább szárazságstresszes időszak következhet. Az ilyen évek hatalmas problémák elé állíthatják nem csak a szőlőtermesztés ágazatát, hanem a borász szakembereket is. Ebből kifolyólag a kísérlet eredményei akár egy támpontot is adhatnak ahhoz, hogy a hasonlóan alacsony csapadékmennyiségű évjáratokban melyik élesztőkultúrákat válasszuk, hogy a fermentáció problémamentesen és az előre eltervezett bortípust létrehozva menjen végbe.

Fontosnak tartom azt is, hogy a kísérlet megmutassa, hogy a vadélesztős (nem-Saccharomyces) kultúrákat a tévhitekkel ellentétben szabályozott körülmények között is lehet alkalmazni, ezenfelül akár bizonyos pozitív tulajdonságokat is képesek mutatni a hagyományos, Saccharomyces nemzetségbe tartozó élesztőkkel erjesztett borokkal szemben.

Végző soron pedig a kísérlet nagy tapasztalatszerzésre ad lehetőséget számomra és családi borászatunk számára, ugyanis az erjedések megfigyelésével és dokumentálásával sokkal nagyobb rálátásom lesz arra, hogy milyen típusú élesztőkultúrát válasszak a jövőben, ha hasonló stílusú bort tervezek elkészíteni, vagy ha esetleg hasonlóak az évjárat adottságok, mint ebben az évben.

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

3.1 Termőhely

Az erjesztett must tulajdonságaira és paramétereire igen nagy hatással van az alapanyagként használt szőlő termőhelye, különösképpen ennek talajtani adottságai és klimatikus viszonyai. Ezeknek pontos ismerete elengedhetetlen, hogy megérthessük például az erjedés közben lezajló mikrobiológiai és biokémiai folyamatokat.

A mohácsi szőlőhegy, amely bár hivatalosan a pécsi borvidék részét képezi, talaját tekintve sokkal inkább hasonlít a légvonalban alig 30-40 kilométerre fekvő szekszárdi és villányi borvidékhez.

A legrégebbi ismert geológiai képződmények körülbelül 200 millió évvel ezelőtt alakultak ki a mezozoikum triász időszakában. Ekkor még a Tethys-tenger borította a vidéket, ennek köszönhetően rakódott le az alsóbb rétegekbe ebben az időszakban egy sötét színű, karsztosodott mészkő. Ez a képződmény eltérő mélységekben, eltérő vastagságokban van jelen a környéken. Erre a rétegre a felső-pleisztocén korban szél által hordott, fakósárga, szénsavas mészben gazdag porózus lösz rakódott, amelynek talán a legnagyobb hatása van az itt készült borokra (Erdősi, Lehmann, 1974).

A lösz egy olyan hordalékos talajtípus, amely rendkívül gazdag tápanyagokban, mikro- és makroelemekben, mint például kalcium, magnézium és kálium, valamint kiváló a vízmegtartó képessége. Ennek eredményeképp a löszös talajon készült borokról általánosságban elmondható, hogy bár lágyabb, kiegyensúlyozottabb savakkal és tanninokkal rendelkeznek, mint egy vulkanikus alapkőzetű talajon készült tétel ugyan azon fajtából, de minden esetben gyümölcsösség, aromatikusság és jól strukturáltság jellemzi őket (White, 2009).

A másik legfontosabb termőhelyi tényező a klíma. Magyarország a mérsékelt kontinentális éghajlati zónába tartozik, amely azt jelenti, hogy az évi középhőmérséklet országos átlaga 10 és 11 °C között alakul. Ez az érték hosszú távlatból nézve folyamatosan növekszik, és különösen az ország déli részén, ahogy Mohácson is, bizonyos években ez az átlag ennél jóval magasabb is lehet. Csapadék tekintetében általánosságban elmondható, hogy Magyarországon az éves csapadék 500 és 800 milliméter között alakul. Az elmúlt harminc évben a dél-dunántúli régióban átlagosan 600 és 650 milliméter csapadék hullott (Bihari et al., 2018), amelyből nagyjából 300-550 milliméter esik a szőlő tenyészidőszakában áprilistól szeptemberig, a legtöbb majdnem mindig júniusban (Bényei, Lőrincz, Sz. Nagy, 2005).

3.2 Évjárat

A 2024-es évjárat hatalmas kihívás volt országszerte, mind szőlészeti, mind pedig borászati szempontból, amelyet legnagyobb részt egy klimatikus tényező okozott: a csapadék mennyisége.

A HungaroMet mérései és összesítései szerint ebben az évben a szőlő vegetációs időszakában, azaz áprilistól szeptemberig Mohács térségében összesen kevesebb, mint 200 milliméter csapadék hullott, amely az utóbbi néhány évtized száraz időszakait is felülmúlja.

A napi középhőmérsékletek mind az öt hónap szinte összes napján magasabbak voltak az eddigi sokéves átlagnál, ez tovább fokozta a növényekre ható szárazságstresszt.

A szőlőnövény alapvetően melegkedvelő és szárazságtűrő növény, viszont egy hasonlóan aszályos évjáratban jelentős negatív változások következnek be általánosságban a növény növekedésében, ezáltal pedig a termés minőségében is. Csökken a fotoszintetikus aktivitás a záródott sztómák miatt, ezáltal lassabb az érés, felborul a cukor-sav arány, ugyanis a kisebb lémenység nagy relatív cukorkoncentrációt okozhat (Gambetta et al., 2020). A relatív magas cukortartalom mellett csökken a titrálható savtartalom is szárazság hatására. Bizonyított ugyanis, hogy a szőlő légzésekor (amely mértéke 30-33 °C felett túlsúlyba kerül) például nagy mennyiségű almasavat is eléget (Knolmayer, 2022). Mindemellett aszályos években bizonyítottan magasabb a bogyók polifenoltartalma és szerves illékony vegyületeinek (VOCs) tartalma. Ezek a vegyületek jelentősen befolyásolják a végleges bor szín-, íz- és aromaanyagait, például magasabb polifenoltartalomnál jellemző a kesernyés, húzós ízérzet a borokban (Mattivi, Fulvio, 2020).

Az évjárat növényvédelmi szempontból nem igazán jelentett nagy gondot a szőlőtermesztőknek. Egyedül a májusi hónapban tapasztalt nagyobb mértékű esőzések és az ezekhez tartozó magas napi középhőmérsékletek növelték meg a virágzáskori peronoszpóra- (*Plasmopara viticola*) és lisztharmatnyomást (*Erysiphe necator*). Az ez után következő száraz, meleg idő általánosságban a növényt fertőző gombafajoknak sem kedvező, így jól időzített permetezési fordulókkal könnyedén meg lehetett akadályozni elterjedésüket (Carroll, Wilcox, 2003).

Borászati szempontból még érdemes megemlíteni, hogy egy aszályos évben a bogyóban, így az erjesztett mustokban is jóval kevesebb – az élesztőgombák által is hasznosítható – tápanyag található. Emiatt nagy odafigyelést és gyakori ellenőrzést igényel az erjedő tételek érzékszervi minősítése, majd ennek megfelelően a tápanyagutánpótlás, hogy elkerüljük az esetlegesen kialakuló illat- és ízhibákat (Simos et al, 2007).

3.3 Ültetvény

Az ültetvény, amelyből a felhasznált szőlő származik a mohácsi szőlőhegyen található, ezen belül a kiváló adottságokkal rendelkező Jenyei-dűlőből. A korábban bemutatott termőhely tulajdonságait szinte teljes egészében hozza ez a terület, annyi különbséggel, hogy a lösztakaróban szemmel is látható, jura időszakból származó mészkőrögök találhatóak. Ez egy még kiegyensúlyozottabb sav- és tanninszerkezetet eredményez az itt termesztett szőlőből készült borokban. A DK-Ény irányba húzódó, 4-5°-os lejtőszöggel rendelkező termőhely körülbelül 120-160 méteres tengerszint feletti magasságban található, amely bár nem mondható igazán magasnak, mégis közel 100 méterrel kiemelkedik a pár kilométerre található síkságból. A termőréteg barna erdőtalaj, amely 1-2 méteres mélységben élesen elválik az előbbieken leírt löszrétegtől (Erdősi, Lehmann, 1974).

A 0,25 hektár terület 2019-ben került betelepítésre saját kezűleg hidrofúróval, mivel ezzel a módszerrel tapasztaltuk a legjobb eredést korábbi telepítéseink során. Ez ebben az esetben is így történt, körülbelül 90%-os erélyes eredés történt, amely valószínűleg a telepítés évét megelőző évben véghez vitt istállótrágyázással összekapcsolt tereprendezés is segített.

A második évben kialakított ernyő művelésmódú ültetvény már ebben az évben jelentős termést hozott, amelyből kiváló minőségű bor is készült.

Az ültetvény 95%-a olaszrizling fajta, méghozzá a fajtának az Újvidéken szelektált, Grasevina SK-54 nevezetű klónja. Ezt azért választottunk az itthon igencsak elterjedt badacsonyi B-20 klónnal szemben, mivel apróbb szemű, kisebb fürtöket hoz, jobb a savmegtartó képessége, citrusosabb, fajtajellegesebb aromaképpel rendelkezik, és talán a legfontosabb, hogy alacsonyabb mustfokkal szüretelhető. Ebből kifolyólag a belőle készült borok potenciális alkoholtartalma is kevesebb, ez pedig kedvez a mai borfogyasztási trendeknek és időjárási viszonyosságoknak (Cenbauer, 2023).

A maradék 5%-a az ültetvénynek a Pécsi Kutatóintézetben szelektált P-21 furmint klón, amelyet legfőképpen a fajta jó savmegtartó képessége miatt telepítettünk el az ültetvényben.

A fajták Teleki 5C alanyfajtára lettek oltva, amely jó gyökeresedésű, kiemelkedő szárazságtűrő és adaptációs képességű, valamint mésztűrése is jobb az átlagosnál (Bényei, Lőrincz, Sz. Nagy, 2005).

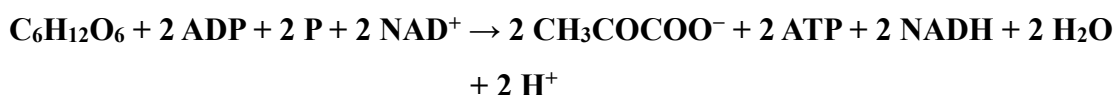
3.4 Élesztő

Az etanolos erjedés (alkoholos fermentáció) egy biokémiai folyamat, amely során a mikroorganizmusok, főként az élesztőgombák, anaerob körülmények között cukrokat bontanak le, és közben etanol (alkohol) és szén-dioxid (CO₂) keletkezik. Ez a folyamat alapvető a borászatban, így lépéseinek részletes ismerete elengedhetetlen a kísérlet szempontjából.

Az etanolos erjedés két fő szakaszra bontható: a glikolízis és a piruvát dekarboxilációja és redukciója.

A glikolízis során a cukrok (hexózok) lebontása történik, amelynek során energia szabadul fel, és végtermékként két molekula piruvát keletkezik (Chandel, 2021).

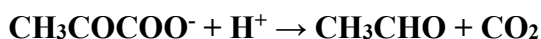
Reakcióegyenlet glükózra vonatkozóan:



ahol P szervesetlen foszfátot jelöl

A keletkezett piruvát két lépésben alakul etanollá:

1. Piruvát dekarboxilációja: A piruvát dekarboxiláz enzim hatására a piruvátból acetaldehid és szén-dioxid keletkezik.



2. Acetaldehid redukciója etanollá: Az acetaldehid az alkohol-dehidrogenáz enzim hatására etanollá redukálódik, miközben a NADH visszaalakul NAD⁺-szá.



Így ebből az alkoholos erjedés összegzett reakcióegyenlete a következő:



Az erjedés egy exoterm reakció, tehát a felszabaduló energia nagy része hővé alakul, és a sejt számára csupán minimális mennyiségű energia keletkezik, két ATP molekula formájában (a glikolízis során). Hexózonként az entalpiaváltozás $\Delta H = -67 \text{ kJ/mol}$, így általánosságban elmondható, hogy minden kierjedt 1 m/m% ($\Delta\rho = -1^\circ\text{Brix}$) cukortartalom során nagyjából 1,3 °C a hőmérsékletváltozás ($\Delta T = +1,3 \text{ }^\circ\text{C}$) (Waterhouse et al., 2016).

Mint a dolgozat bevezetésében korábban említettem, kísérletemben három élesztőkultúra kerül alkalmazásra. Ezek erjesztési és tápanyagfelhasználási tulajdonságainak vizsgálata elengedhetetlen, hogy felkészüljünk és megértsük a kísérlet közben zajló folyamatokat.

Az első a *Saccharomyces cerevisiae*, amely vitathatatlanul a legelterjedtebb faj a borászati ágazatban. Ennek köszönhetően sokat kutatják, kísérleteznek vele, jelentős szelekciós és keresztezési munka zajlik változataival. Ez a faj a *Saccharomycetaceae* családba tartozik, ezen belül is a *Saccharomyces* nemzetségbe. Gömbölyű vagy ovális alakú, diploid mikroorganizmus, amely multilaterálisan sarjadzik. Sporangiumában általában négy spórát képez. Anyagcserefolyamatai közül a kísérlet szempontjából az etanolos fermentáció a legfontosabb, amely során több lépésben cukorból keletkezik etil-alkohol. Emellett enzimatisma folyamatok befolyásolják a borban kialakuló aromaanyagokat.

Fontos megemlíteni, hogy az élesztőgombák szerves és szervetlen nitrogénforrásokat hasznosítanak életfolyamataik során, főként a fehérjeszintézishez. Lényeges, hogy a *Saccharomyces cerevisiae* a szervetlen ammónium-ion felvétele mellett képes sokféle szerves nitrogénforrást is asszimilálni, mint például sokféle aminosavat, peptideket és nukleotidokat. Nem képes azonban hasznosítani a mustban található nitrátot, kavaderint, lizint és etilamint sem (Magyar et al, 2010). Alkoholtűrése törzsenként különböző, de elmondható, hogy átlagosan anaerob körülmények között 12-14 v/v% körüli, aerob körülmények között (leggyakrabban vörösboroknál) ez akár 16-17 v/v% is lehet. Genetikai sokfélesége miatt igen nagy különbségek mutatkoznak az alkoholtűrésen kívül például a hidegtűrésben, aromák feltárásában, killer aktivitásban és a flokkulációs képességben is (Naár, Szarvas 2012).

A kísérletben alkalmazott másik *Saccharomyces* nemzetségbe tartozó faj a *Saccharomyces bayanus*. Hidegtűrése kiváló, akár 9 °C-on is képes intenzíven erjesztetni, amely kulcsfontosságú lehet aromatisztítás, illatos borok készítésénél. A forgalomban kapható *bayanus* élesztőkről érdemes tudni, hogy genetikailag egyik sem mondható „tisztán” *bayanus* törzsnek, mindegyik a *Saccharomyces cerevisiae*-vel való hibridizáció eredménye (Eglinton et al. 2000). Mint korábban is említettem, ez az élesztőfaj kevesebb ecetsavat és etanolt, viszont több glicerint, borostyánkősavat és különböző illó komponenseket, mint például feniletanolt és acetátját termel. Tápanyagfelhasználása a *S. cerevisiae*-hez hasonló, amely természetesen törzsenként eltérő lehet mindkét faj esetében. Összefoglalva tehát genetikailag és életfolyamataiban bár nem sokban különbözik a két, egy nemzetségbe tartozó élesztőgomba, de ez a pár kisebb eltérés szignifikáns különbségeket okoz az aromakép és paraméterek alakulásában, valamint az erjedés lefolyásában (Le Jeune et al. 2007).

A *Torulaspora delbrueckii* nevű élesztőgombafaj egyre nagyobb népszerűsége tesz szert a borászati technológiában. Ez a faj szintén a *Saccharomycetaceae* családba tartozik, így sok közös tulajdonságot mutat az előbbieken bemutatott fajokkal, mint például a multilaterális sarjadzás és a gömbölyű-ovális forma. Jelentős különbség viszont például a haploid vegetatív fázis, valamint spóráinak száma a sporangiumtartóban, amely legtöbbször 1-2 darab. Magas ozmotikus nyomáskörülmények között is kiválóan teljesít, valamint a *S. bayanus* fajhoz hasonlóan kriotoleranciája is kiváló. Interváz enzim termelése is jelentős, amelynek fontos szerepe van a szacharóz hidrolízisében, amely elengedhetetlen, hogy a glükóz és fruktóz az élesztő számára hasznosítható formában legyen jelen. Mindemellett a faj képes maltózt (amely szénhidrát nagy mennyiségben található a cefrében), és maltotriózt is felhasználni (Basso et al. 2016). A faj talán egyik leginkább negatív megítélésű tulajdonsága borászati szempontból az alacsony alkoholtűrése. Általánosságban elmondható, hogy 10 v/v%-ig tűri az etanolt, viszont bizonyos törzsei még ezt a térfogatszázalékot sem képesek elérni. Emellett glicerintermelése is valamivel alacsonyabb, amely jelentős hatással van a borok vastagságérzetére. Kiemelendő viszont, hogy ez az élesztőgomba több olyan aromakomponenst képes termelni, amelyet a másik két faj nem, vagy csak jóval kisebb mértékben. Az egyik lefontosabb ilyen a gyümölcsészterek termelése, amelyek koncentrációjának nagymértékű növekedése a *T. delbrueckii* *S. cerevisiae*-vel való kevert kultúrában történő alkalmazása során mutatkozik igazán. Egy 2015-ös kutatás azt mutatja, hogy a kevert kultúra alkalmazása során 36%-kal több képződött a borokban található elsődleges észterekből, mint egy monokultúrás *S. cerevisiae* erjesztésnél. Ezek az észterek például az izoamil-acetát és az etil-dekadienoát, amelyek körtés jelleget hordoznak magukkal, és a feniletil-acetát, amely trópusi gyümölcsös jelleget eredményez. Érdeemes megemlíteni a másodrendű észterek közül az izobutil-acetát koncentrációjának jelentős növekedését is kevert kultúrában, ugyanis ez jelentős mértékben növeli a borok gyümölcsösségét, illatának komplexitását (Renault et al., 2015).

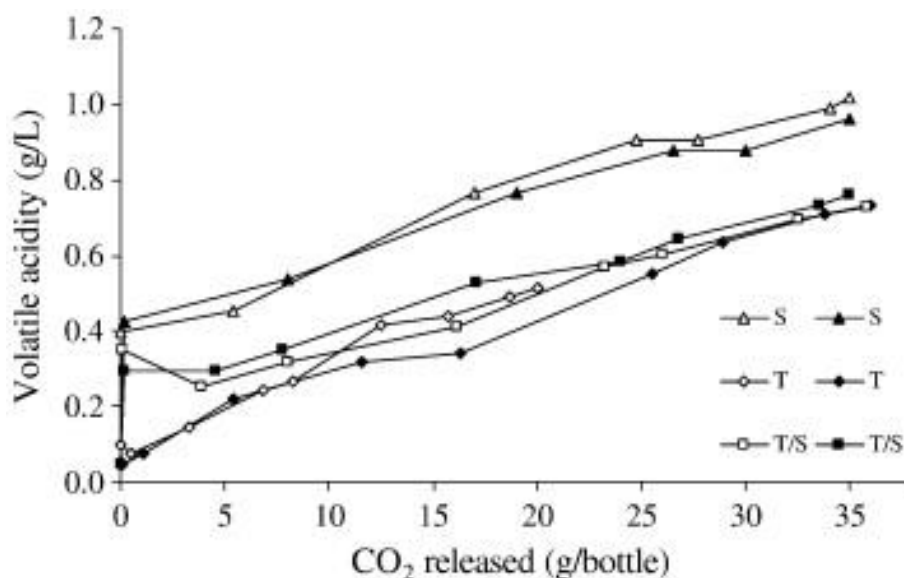
A gyümölcsészterek mellett laktonokat, tiolokat, valamint monoterpéneket: geraniolt, citronellolt, linaloolt, nerolt és α -terpinolt is többet termel, amelyek jellegzetes aromái és tulajdonságai az 1. táblázatban láthatók (Hellborg, Piškur, 2009).

Vegyület	Aroma	Vegyület teljes neve	Érzékszervi küszöb (µg/l)
Geraniol	virágos, rózsa, citrus	3,7-Dimethyl-frans-2,6-octadien-1-ol	132
Citronellol	édes, rózsa, citrus	3,7-Dimethyl-6-octen-1-ol	100
Linalool	virágos, friss, koriander	3,7-Dimethyl-1,6-octadien-3-ol	100
Nerol	virágos, friss, zöld	3,7-Dimethyl-c/s-2,6-octadien-1-ol	400
α-Terpinol	orgona	1-p-Menthen-8-ol	460

1. táblázat: élesztők által termelt monoterpének tulajdonságai (Hellborg, Piškur, 2009)

Fontos megemlíteni, hogy a piacon kapható kevert vadélesztő és *S. cerevisiae* kultúrák közül az eddigi kutatások és tapasztalatok alapján a *Torulaspora delbrueckii* bizonyult a legjobbnak a két élesztő egymásra való hatását, interakcióját tekintve. A két élesztő koinokulációja és a *S. cerevisiae* *T. delbrueckii*-re való későbbi, szekvenciális ráoltása során sem tapasztalható semmiféle negatív hatás, tehát szintrófiában élnek egymással. Így elmondható, hogy a két kultúra semleges hatást mutat egymásra más, nem-*Saccharomyces* kultúrákkal szemben. Ilyen például a *Candida zemplinia*, amelynek *S. cerevisiae*-vel történő interakciója során csökken az erjesztett borban található terpének és laktonok száma. *Lanchacea thermotolerans* alkalmazásával pedig nagymértékű kénredukció játszódik le az erjedés során, erőteljes fűledt szagot hagyva maga után (Sadoudi et al., 2012).

A *Torulaspora delbrueckii* alkalmazása kevert kultúrában még egy igen pozitív tulajdonságot mutat: magas cukortartalmú mustok erjesztésénél lényegesen kevesebb ecetsavat termel. Az ecetsav túltermelődése nem csak egy igen gyakori borhiba fellépését hordozhatja magával (illósodás), hanem ráadásul mennyisége a borban törvényileg is korlátozva van. A jelenség a *T. delbrueckii* korábban leírt magas ozmózisnyomás toleranciájára vezethető vissza, ugyanis a *S. cerevisiae* bizonyítottan ilyen esetekben termel több ecetsavat (Bely et al., 2008).



1. ábra: Illósav termelés a szén-dioxid (CO₂) kibocsátás függvényében. Pasztörözött (üres jelek) és nem pasztörözött (teli jelek) must. Tiszta *S. cerevisiae* kultúra (S), tiszta *T. delbrueckii* kultúra (T) és kevert kultúra (T/S) (Bely et al., 2008).

Nitrogénasszimiláció szempontjából a *T. delbrueckii* valamivel magasabb tápanyaigényű, mint a *S. cerevisiae*, viszont egy fontos pozitívum, hogy képes lizint is hasznosítani, amely aminosav megtalálható a mustban. Mindemellett O₂ felhasználása és CO₂ kibocsátása is nagyobb a *S. cerevisiae*-nél (Ramírez, Velázquez, 2018).

3.5 Élesztők nitrogénasszimilációja

Az élesztők nitrogénszükséglete az alkoholos erjedés során kulcsfontosságú a folyamat hatékonysága és a végtermék minősége szempontjából. A nitrogén, különösen az élesztő által asszimilálható nitrogén (YAN - Yeast Assimilable Nitrogen), közvetlenül befolyásolja az erjedés sebességét és az aromák képződését. Mindemellett rendkívül nagy jelentősége van annak is, hogy az asszimilálható nitrogén szerves (például szabad aminosavak) vagy szervetlen (ammóniumsók) formában van jelen az erjedés különböző szakaszain. (Mendes-Ferreria et al., 2011)

Az erjedés kezdeti szakaszán a legnagyobb a sejtek nitrogénigénye, ugyanis növekedésük és szaporodásuk során az erőteljes fehérjeszintézis sok aminosavat és ammóniumot igényel. A szervetlen nitrogénforrások, mint például a diammónium-foszfát (DAP) rendkívül gyorsan és könnyen hasznosul az élesztők fehérjeszintézise során. Általánosságban tehát elmondható, hogy a DAP adagolása a fermentáció első szakaszán

megalapozza a biztos és erőteljes erjedésindulást. Azonban a tápanyag túlzott mértékű adagolása az erjedés kezdetén bár nagymértékben felgyorsítja a mikrobiológiai folyamatot, kontrolálhatatlan mértékű hőtermelést és túlzott asszimilálható nitrogénfogyást eredményezhet.

A zajos erjedés fázisában nagymértékű cukorfogyás történik, amelyhez szintén nagy mennyiségű nitrogénforrást asszimilálnak az élesztőgombák, így itt is elengedhetetlen a megfelelő tápanyagutánpótlás számukra. Ebben a szakaszban a sejteknek már több szerves nitrogénforrásra van szüksége, ugyanis ezek hosszabb távon hasznosulnak és biztosabb, egyenletesebb erjedéskinetikát eredményeznek. Ezen felül a megfelelő mennyiségű asszimilálható nitrogén mennyisége ebben a szakaszban elengedhetetlen a bor aromaanyagainak képződése szempontjából, mivel legtöbbjük ebben az erjedési fázisban képződik az alkoholos fermentáció melléktermékeként piruvátból.

A harmadik és egyben utolsó fő szakasz során az élesztőgombák tápanyagigénye mérséklődik, ugyanis a sejtosztódás nagymértékben csökken. Kijelenthető, hogy a teljes kieroedéshez jelen kell lennie megfelelő mennyiségű asszimilálható nitrogénnek az élesztőgombák számára. Számos kutatás alapján azonban különösen ebben a szakaszban figyelhető meg az a jelenség, hogy a túlzott mennyiségű YAN jelenléte csökkentheti az ebben a szakaszban képződő aromaanyagok mennyiségét, különösen túladagolt ammóniumsók esetén (Chasseriaud et al., 2024).

4. ANYAG ÉS MÓDSZERTAN

4.1 Must

A szőlő betakarítása szeptember 2024.09.11-én történt kézzel. Az aszályos évjárat hatása erősen meglátszott a termésen, ugyanis valószínűleg a négyéves tőkék még nem tudtak elég mélyre nyúló gyökérzetet növeszteni ahhoz, hogy a talaj mélyebb rétegeiben található nedvességet képesek legyenek felvenni. Ezáltal rengeteg kiszáradt, gyenge, kevés hajtást és termést hozó tőke volt található az ültetvényben. A fürtökön rendkívül sok töppedt, mazsolaszerű szem volt található, némely fürtön gyakorlatilag az összes szőlőszem ilyen volt.



1. kép: egy átlagosnak mondható fürt a szüret napján (forrás: saját kép)

Bár a termés mennyisége és annak leve is jóval kevesebb lett a vártnál, mindenképp elmondható a pontos paraméterek ismertetése előtt, hogy a kinyert must magas minőségű, tartalmas, sűrű és aromatikussá.

A szőlő feldolgozása kora reggel történt a meleg időjárásból kifolyólag, ezzel el tudtuk kerülni az aromavesztést, az oxidációt és megőriztük az erjedésmentességet. Bogyózás és zúzás után a cefre egyből a présbe került, miközben 25 g/hl kálium-metabiszulfidot és 2 g/hl Zimopec P110L pektinbontó enzimet adagoltunk. Ezzel továbbra is megvédtük a mustot az oxidációtól, de emellett a pektinbontó enzim segítette az értékes íz-, illat- és zamatanyagok

kioldódását, valamint elősegítette a kíméletesebb préselést is. A préselésre fél napos (12-13 óras) áztatás után került csak sor, a színlevet természetesen azonnal 16°C-ra hűtött tartályba helyeztük, és újabb adag pektinbontó enzimmal, valamint komplex mustderítő szerrel kezeltük. A Lafazym CL egy olyan pektinbontó készítmény, amelyet a gyártó kifejezetten gravitációs mustülepítéshez ajánl, ugyanis a nagy másodlagos aktivitással rendelkező pektolitikus enzim (cinnamoyl-eszteráz) rendkívül gyorsan, kevés mustaljat képezve ülepíti a mustokat, ebből 2 g/hl-es dózisban adagoltam a musthoz. A Siha Gesil derítőszer is kifejezetten mustokhoz ajánlott, nem tartalmaz kazeint, csak zselatint, módosított szilikátokat és PVPP-t, így eredményesen elősegíti a kesernyés polifenolok és kellemetlen aromák eltávolítását a mustból. Ezt a készítményt 40 g/hl koncentrációban adagoltam. Ezek az értékek majdnem minden készítménynél az előírt maximális dózisok, amelyet azért alkalmaztam, hogy minél tükrebb, tisztább illatú és ízű must kerüljön később az erjesztő edényekbe.

A préselést egy Vaslin horizontális kosaras préssel végeztük. Ez az eszköz bár nem a legmodernebb technológia, és alapjában véve nem is mondható túl kíméletesnek, de a présnyomás és a kinyert lé folyamatos figyelésével igyekeztem a kísérlethez minél értékesebb, élénk színű, kevesebb kesernyés ízű polifenolt tartalmazó mustot nyerni. A gravitációs ülepedés 12 órán keresztül zajlott 14°C-on, és a szüret másnapjára a 2. képen látható must került az üvegballonokba.



2. kép: A tisztított és ülepített must
(forrás: saját kép)

4.2 Élesztő

A kísérletben használt élesztők - mint korábban a bevezetésben is említettem – a németországi székhelyű Erbslöh cég termékei, ráadásul a kultúrák saját fejlesztésűek, amelyeket Geisenheimben gyártanak egy saját technológiával. Az élesztőgombákat egy speciális, ásványi anyagokban és vitaminokban gazdag táptalajon tenyésztik. Az így létrejött élesztők biztonságos erjedésvezetést tesznek lehetővé stresszhelyzetekben is, garantálva a teljes kierjedést (Erbslöh, 2022).

Az Oenoferm X-treme egy hibrid élesztő, a cég saját szelekciója. Protoplast fúzióval állították elő két *Saccharomyces cerevisiae* törzsből, amelyből az egyik szülő egy *S. bayanus* hibrid, így hidegtűrése, erjesztési képessége rendkívül nagy. A gyártó szerint aromaképet tekintve megőrzi a fajtajelleget, minerális, gyümölcsös-virágos, fűszeres jegyeket kiemelve az erjesztés során. Mindemellett a termékismertetőben az áll előnyként, hogy savmegtartó képessége jó, kevés SO_2 -t termel alacsony tápanyagigény mellett, valamint akár egy megakadt erjedés újraindításához is alkalmas lehet. Ezek a tulajdonságok mind előnyt jelenthetnek egy, a 2024-es évjáráthoz hasonló igencsak aszályos évben. Az élesztőkultúrát az 2. és az 5. mintánál alkalmaztam.

Az Oenoferm Wild&Pure élesztő egy kevert kultúra, tartalmaz egy, a korábbi áttekintésben bemutatott *Torulaspora delbrueckii* törzset, valamint egy *Saccharomyces cerevisiae* törzset. A gyártó leírása szerint a kultúra alkalmazása során nagymértékben megvalósul az irodalmi áttekintésben bemutatott *T. delbrueckii* gyümölcsészter és monoterpén képzése amellet, hogy a *S. cerevisiae* biztos erjedést garantál magas alkoholtartalom esetén is. Az élesztőkultúra alkalmazása hosszantartó, kellemes ízérzetet, krémes textúrát eredményez, testes, vastag borok készíthetőek az eddigi tapasztalatok alapján. Egyetlen negatívumként elmondható, hogy viszonylag magas a nitrogénasszimilációja, ennek megfelelően kell megválasztani és alkalmazni a tápanyagforrásokat az erjesztés során. Az élesztőkultúrát a 3. és a 6. mintánál alkalmaztam.

Az Oenoferm Freddo egy *S. bayanus* hibrid, amelyet előszeretettel alkalmaznak a borászatok kiváló hidegtűrése és erjesztési erélye miatt. Az élesztőkultúra akár 10°C -on is képes erjesztetni, bár a gyártó által ajánlott hőmérséklet 13 és 17°C között van meghatározva. Ez az élesztőgomba az etanolos fermentáció során az aromaképet tekintve kiemeli a fajtajelleget, valamint a citrusos, zöldalmás jegyeket is, legtöbbször friss, gyümölcsös fehér- és rozéborok készítésekor alkalmazzák. A termékleírás alacsony tápanyagigényt, jó savmegtartást, a kénhidrogén és kén-dioxid képzésének mellőzését, valamint csekély habzást ígér, mindemellett

killer tulajdonsággal is rendelkezik, tehát képes gátolni a mustban felszaporodó másik élesztőgombafajokat. Az élesztőkultúrát a 4. és a 7. mintánál alkalmaztam.

Az összes must (kivéve a spontán erjesztett minta) beoltását a termékleírásban szereplő módszerrel végeztem el, még hozzá a következőképpen:

Az élesztőkultúrákat 25 g/hl-es mennyiségben adagoltam minden mintához, azaz mintánként 2,5 grammot mértem ki, amelyet 1:10 arányban, egy must-víz keverékben rehidratáltam. A keverékben 50-50 arányban volt a must és melegvíz, amelyet 40°C hőmérsékletűre állítottam be. Ezt alaposan elkevertem, és 20 perc rehidratáció után fokozatosan, szintén 20 percenként adagoltam a hideg mustot mindig az előző mennyiség kétszeresét hozzáadva, amíg a 10 literes mennyiséget kaptam. Az élesztőgombák ily módon történő rehidratálása és fokozatos szoktatása a hideghez erőteljes és gyors erjedésindulást eredményezett. Ez a mintákon is egyértelműen látszott, ugyanis a legtöbb felszínén már a beoltás napján enyhe habzás jelent meg, amely nagy valószínűséggel élesztőaktivitásra utalt. Mindemellett ez az erjedésindítási módszer nagy kezdeti sejtszámot eredményez, amely megakadályozza a vadélesztők esetleges felszaporodását a mustban.

4.3 Tápanyagutánpótlás

Az kísérlet során alkalmazott kétféle tápanyag szintén az Erbslöh cég terméke, amelyeket külön-külön alkalmaztam mind a három élesztőnél, így összesen hét minta került a kísérletbe vonásra a spontán erjedt mintát is beleszámolva. Utóbbi természetesen semmiféle tápanyagutánpótlásban nem részesült.

Az egyik alkalmazott élesztőtápanyag a Vitamon Liquid, amely folyékony halmazállapotú és kétféle, az élesztő számára hasznosítható szerves és szervetlen vegyületet tartalmaz: diammónium-hidrogén-foszfátot (DAP) és tiamint (B1 vitamin sója). Előnye, hogy rendkívül egyszerűen, feloldás és keverés nélkül adagolható az erjedésben lévő musthoz, valamint az, hogy a benne található nitrogénforrás tökéletesen feloldott állapotban van már az oldatban. Ennek köszönhetően adagoláskor a keletkező szén-dioxid (hab) mennyisége az erjedő tétel tetején minimális.

A készítményt a 2., a 3. és a 4. mintánál alkalmaztam az első erjedési naptól kezdve a teljes kimerülésig 40 ml/hl mennyiségben, azaz mindhárom mintához napi 4 ml-t adagoltam.

A kísérletben alkalmazott másik tápanyagkészítmény a Vitaferm Ultra, amely egy komplex tápanyag, azaz szerves és szervetlen nitrogénforrásokat egyaránt tartalmaz. Szervetlen forrás a diammónium-foszfát, valamint a tiamin-hidroklorid, és szerves tápanyag az inaktivált

élesztő, valamint az élesztő sejtfal. Előnye, hogy az alkalmazott élesztőgombák számára fontos nitrogénforrások közül gyakorlatilag az összeset tartalmazza, így biztos és teljes erjedést garantál.

Adagolását az 5., a 6. és a 7. mintáknál három szakaszban végeztem, az első erjedési napon 30 g/hl mennyiségben, a második és az ötödik napon pedig 20 g/hl mennyiségben végeztem el.

Minta neve	Élesztőkultúra neve	Tápanyag neve
1. minta	-	-
2. minta	Oenoferm X-treme	Vitamon Liquid
3. minta	Oenoferm Wild&Pure	Vitamon Liquid
4. minta	Oenoferm Freddo	Vitamon Liquid
5. minta	Oenoferm X-treme	Vitaferm Ultra
6. minta	Oenoferm Wild&Pure	Vitaferm Ultra
7. minta	Oenoferm Freddo	Vitaferm Ultra

2. táblázat: Minták az alkalmazott élesztőkultúra és tápanyag szerint

4.4 Méréstechnológia

4.4.1 Paraméterek

A kísérlet során alkalmazott méréstechnológia két részre bontható. Laboratóriumi berendezés gyakori elérhetőségének hiányában a vizsgált paraméterek közül a legtöbbet csak kétszeri mérésben, a tisztított és ülepített mustban és a már kierjedt, fejtett és alapkénezésen átesett borban mértünk meg. Ilyen a titrálható savtartalom, az alkoholtartalom, a cukortartalom, a glükóz/fruktóz aránya, a borkősav, az almasav, a tejsav, a pH, a glicerin, az illósav, az összes SO₂, a szabad SO₂ és a prolin mennyisége.

Az alkoholtartalom meghatározását lepárlással, majd a párlat sűrűségének megállapításával végeztük el. A vizsgálat elve az etanol és víz közötti forráspontkülönbség. A minta alkoholtartalmát desztilláltuk egy másik edénybe, amelyből meghatározott térfogatú párlat sűrűségét piknométerrel határoztuk meg, ebből következtetve az alkoholtartalomra (v/v%).

A titrálható savtartalmat egyszerű titrálással végeztük, ennek alapja egy sav-bázis reakció. A meghatározott térfogatú borhoz és musthoz brómtimolkék indikátort adtunk, amely savas közegben sárga színű. Az oldatot lúgos kémhatású nátrium-hidroxid oldattal titráltuk, amellyel a borban lévő savak reakcióba lépnek, a semleges vagy enyhén lúgos kémhatás elérésekor pedig az indikátor jelenléte miatt az oldat kék színbe csapott át. A nátrium-hidroxid oldat fogyása alapján számítottuk ki a titrálható savtartalmat, amelyet borkősav egyenértékben határoztunk meg (g/l).

A redukáló cukortartalom meghatározása a mintákban Schoorl-módszerrel történt. Ez a módszer a borban található cukrok egy redoxi-reakcióján alapul, amely során redukálják a réz(II)-ionokat hevítés hatására, így réz(I)-oxid keletkezik. A keletkező vegyület mennyiségét jodometriás visszatitrálással határoztuk meg keményítő indikátor jelenlétében. Az oldat ennél a titrálásnál is kék színe átcsapva jelzi a reakció végét. A visszatitráláshoz használt jóddoldat mennyiségének fogyása alapján határoztuk meg a cukortartalmat (g/l).

A minták pH-ját digitális mérőeszközzel mértük, amely a folyadékban lévő hidrogénion-koncentrációt méri feszültségkülönbség elvén, ez alapján kalkulálja ki az oldat pH értékét.

A mintákban található illósav mennyiségét állandó térfogatú desztillációval határoztuk meg. A módszer elve az, hogy a borban található illékony savak hő hatására könnyedén elpárolognak a mintából, így mennyiségük lepárlással könnyedén meghatározható. Az állandó térfogat fenntartása desztillált vízzel pedig azért szükséges, hogy a minta savtartalma koncentrációváltozás nélkül elválasztható legyen. A párlatot lúgos nátrium-hidroxid oldattal titráltuk, amely hatására az oldatban lévő illékony savak elreagálnak. A reakció végpontját az oldatba csepegtetett fenolftalein indikátor jelezte rózsaszín színbe átcsapva. Az ekkor fogyott nátrium-hidroxid térfogata alapján következtettünk a minták illósav koncentrációjára, amelyet ecetsav egyenértékben határoztunk meg (g/l).

A szabad és összes kén-dioxid (SO_2) meghatározásához szintén egy jodometriás reakción alapuló titrálást alkalmazunk. A szabad SO_2 meghatározásához kimért térfogatú mintához keményítő-oldatot csepegtettünk, amely ebben a reakcióban indikátorként funkcionál. Titrálószerként 0,01 M jóddoldatot használtunk, amelyet a kék szín eléréséig csepegtettünk a mintába. A jóddoldat fogyása alapján könnyen kiszámolható a szabad SO_2 mennyisége (mg/l).

Az összes SO_2 meghatározásához először felszabadítottuk a minta kötött SO_2 -tartalmát foszforsav hozzáadásával és melegítéssel (forralás nélkül). Ezután a mérés teljes mértékben megegyezik az előbb bemutatott szabad SO_2 mérési módszerével.

A glükóz, fruktóz, borkősav, almasav, tejsav és glicerinnel mennyiségének meghatározását enzimátikus módon végeztük el. A módszer lényege, hogy az előbb említett vegyületek egy enzimátikus reakció során átalakulnak, és a folyamat során nikotinamid-adenin-dinukleotid (NADH) vagy ennek foszfátcsoporthoz tartozó változata, NADPH keletkezik. Ezen koenzimek keletkező mennyisége spektrofotometriai mérés 340 nm-es hullámhosszon történő abszorbancia alapján könnyedén meghatározható, így egyszerűen következtethetünk az eredetileg vizsgált vegyület koncentrációjára (g/l). A glükóz és fruktóz meghatározásához hexokináz, foszfo-glükóz-izomeráz és glükóz-6-foszfát-dehidrogenáz enzimet használtunk, a keletkező NADPH-t az előbb említett módon fotometriával mértük. A borkősav mennyiségének meghatározásához L-borkősav-dekarboxiláz enzimet alkalmaztunk, viszont ebben a reakcióban a keletkező NADH-t mértük. Ugyan ez igaz az almasavra is. (amelyhez malát-dehidrogenáz enzimet adtunk) és a tejsavra (amelyhez L-laktát-dehidrogenáz) is. A glicerinnel mennyiségének meghatározásához először glicerokináz adtunk, hogy glicerol-3-foszfátot képezzen, majd egy másik, piruvát-kináz által katalizált enzimátikus reakcióban piruvát képződik. A piruvát laktát-dehidrogenáz hatására laktáttá alakul, utóbbi reakcióban NADH oxidálódik, ennek mennyiségét szintén spektrofotometriával mérjük 340 nm-es hullámhosszon.

A prolin mennyiségének meghatározásához is spektrofotometriás módszert alkalmaztunk ninhidrin reagens segítségével. A ninhidrin erős oxidálószer, amely reakcióba lép az aminosavak aminocsoportjával színes vegyületeket képezve. Ezen oldatok abszorbanciáját is spektrofotometrián mérjük, a prolin esetén 546 nm-es hullámhosszon. A kapott abszorbancia érték alapján könnyedén meghatározható volt a minták prolin mennyisége (mg/l).

Két paraméter volt lehetőségem rendszeresen, 24 óránként megmérni, ez pedig nem más, mint a hőmérséklet ($^{\circ}\text{C}$), és a sűrűség (g/dm^3). Ezt a családi borászatunkban rendelkezésre álló francia mustfokolóval, és egy tized-Celsius fokos pontossággal mérő kalibrált maghőmérővel végeztem. Mindemellett természetesen a napi mérések, megfigyelések közé tartozott a tételek organoleptikus értékelése az erjedés közben, kiemelt figyelmet fordítva a kellemetlen íz- és illatanyagok jelenlétére.

4.4.2 Alkalmazott eszközök

Kísérletem során, mint már korábban is említettem, családi pincészetünkben található, és itt gyakran alkalmazott eszközöket vettem igénybe. A tisztított és ülepített mustot a szüret másnapján 10 l-es, szabványos üvegballonokba töltöttem, amelyeknek kedvező kialakítása lehetővé tette a bennük való erjesztést, ugyanis a 10 l-es mennyiséget letöltve megfelelő mértékű erjedési űr maradt a tételek felett.

Az üvegballonokra egyszerű műanyag kotyogót helyeztem, amely biztosítja az anaerob környezetet az erjedéshez, és megakadályozza az idegen anyagok mustba, illetve borba kerülését. Ezen felül biztosítja az erjedés során keletkező szén-dioxid egyszerű távozását a ballonból.



3. kép: A kísérlet közvetlenül a beoltás után

(forrás: saját kép)

A napi mérésekhez a mintákat egy egyszerű pipettával szívtam fel, és egy 250 ml-es mérőhenger segítségével olvastam le a sűrűségüket, valamint ebbe helyeztem a hőmérőt is. Az élesztőket, tápanyagokat és a kálium-metabiszulfidot egy precíziós, 0,01 g pontossággal mérő mérleggel mértem ki.

Az összes eszköz használat előtt lúgos kémhatású nátrium-hidroxid és nátrium-karbonát tartalmú fertőtlenítőszerrel, majd semlegesítés céljából citromsavval lett kezelve, így megelőzve a tételek mikrobiológiai szennyeződését.

A körülményeket tekintve természetesen a teljes mikrobiológiai tisztaság fenntartása, aszeptikus mérés a legerősebb törekvés mellett sem kivitelezhető egy ehhez hasonló kísérletnél. Ennek köszönhetően könnyen előfordulhat, hogy a fejtéseknél, méréseknél, kezeléseknél idegen anyag került a mustba, illetve erjedő és kierjedt tételekbe, különösen mikrobiológiai tekintetben. Nem kizárt tehát, hogy minimális mennyiségben élesztőgombák, baktériumok kerültek a tételekbe akár egy másik tételből, vagy a pincéből. Azonban a kísérlet az eredmények

alapján mikrobiológiai probléma nélkül zajlott, az élesztőgombák és tápanyagutánpótlások közötti különbségek egyértelműen tapasztalhatók, értékelhetők.

Az erjedések végezetével, azaz a sűrűségcsökkenés leállása után 3 nappal a kiejedt tételeket lefejtettem a durvaseprőről, eközben elvégeztem az alapkénezt kálium-metabiszulfittal. Minden tételhez 0,5 grammot adtam, így körülbelül 25 mg/l mennyiséggel nőtt a minták összes SO_2 tartalma. Az egységes kénezt az élesztők által termelt SO_2 meghatározhatósága érdekében végeztem. Az alapkénezt megakadályozza az esetleges későbbi mikrobiológiai problémák és a borok oxidációjának kialakulását, illetve elősegíti a friss, gyümölcsös illatanyagok, aromák megőrzését. A fejtett, kénezett borokat 0,75 literes palackokba töltöttem, és műanyag Nomacork dugókkal zártam le. Ezt követően a palackokat a pincében tároltam, és az utolsó tétel letöltése után végeztük el a laboratóriumi méréseket és az érzékszervi vizsgálatot.

4.4.4 Organoleptikus értékelés

Az kiejedt tételek érzékszervi bírálatát az összes erjedés lezajlása után végeztük el profilanalízist alkalmazva.

A profilanalízisben négy-négy illat- és ízjegyet vizsgáltunk meg a borokban, még hozzá azokban a legfontosabb jegyekben, amelyekben a korábbi kóstolások során a leginkább számottevő különbségeket tapasztaltam, illetve amelyek leginkább jellemzőek voltak az újborkra.

Illat tekintetében intenzív gyümölcsösség, virágos jegyek voltak felfedezhetőek több tételnél is, így ezek mértékét értékeltük egy 1-10-ig beosztott skálán. Ezen kívül lényeges volt még az aromaintenzitásbeli különbségek felmérése, valamint az illat tisztasága, mivel mint korábban említettem egyes tételeknél kellemetlen illatjegyeket is véltem felfedezni.

Ízben felmértük a tételek savérzetét, ízintenzitását, keserűségét és a testesség érzetét. Véleményem szerint ezekben volt érezhető a legnagyobb különbség az különböző élesztőkultúrák által erjesztett tételekben, ezeket szintén egy 1-10-es skálán jelöltük, amelyből – az összehasonlítás megkönnyítése érdekében – pókhálódigramot készítettem.

A tesztet rajtam kívül három borkóstolásban jártas, kiváló bírálati képességekkel rendelkező személy végezte el, az eredményeket átlagolás után elemeztem.

5. EREDMÉNYEK

A kísérlet eredményeinek kiértékelését mint már korábban is említettem két részre osztva teszem meg. Először a mért analitikai paraméterek részletes áttekintése történik, amelyek ok-okozati viszonyait is igyekszem feltárni.

A kiértékelés második fele az érzékszervi minősítés, amelyet profilanalízis keretében vittünk véghez, ily módon is összehasonlítva a tételeket, amelyből szintén összefüggéseket vontam le.

5.1 Paraméterek vizsgálata

5.1.1 Erjedések lezajlása

Az elsőként vizsgált és az egyik legfontosabb paraméter az erjedések menetének ismerete szempontjából a tételek sűrűségcsökkenése, valamint hőmérsékletének változása, amely között szoros összefüggés ismerhető fel.

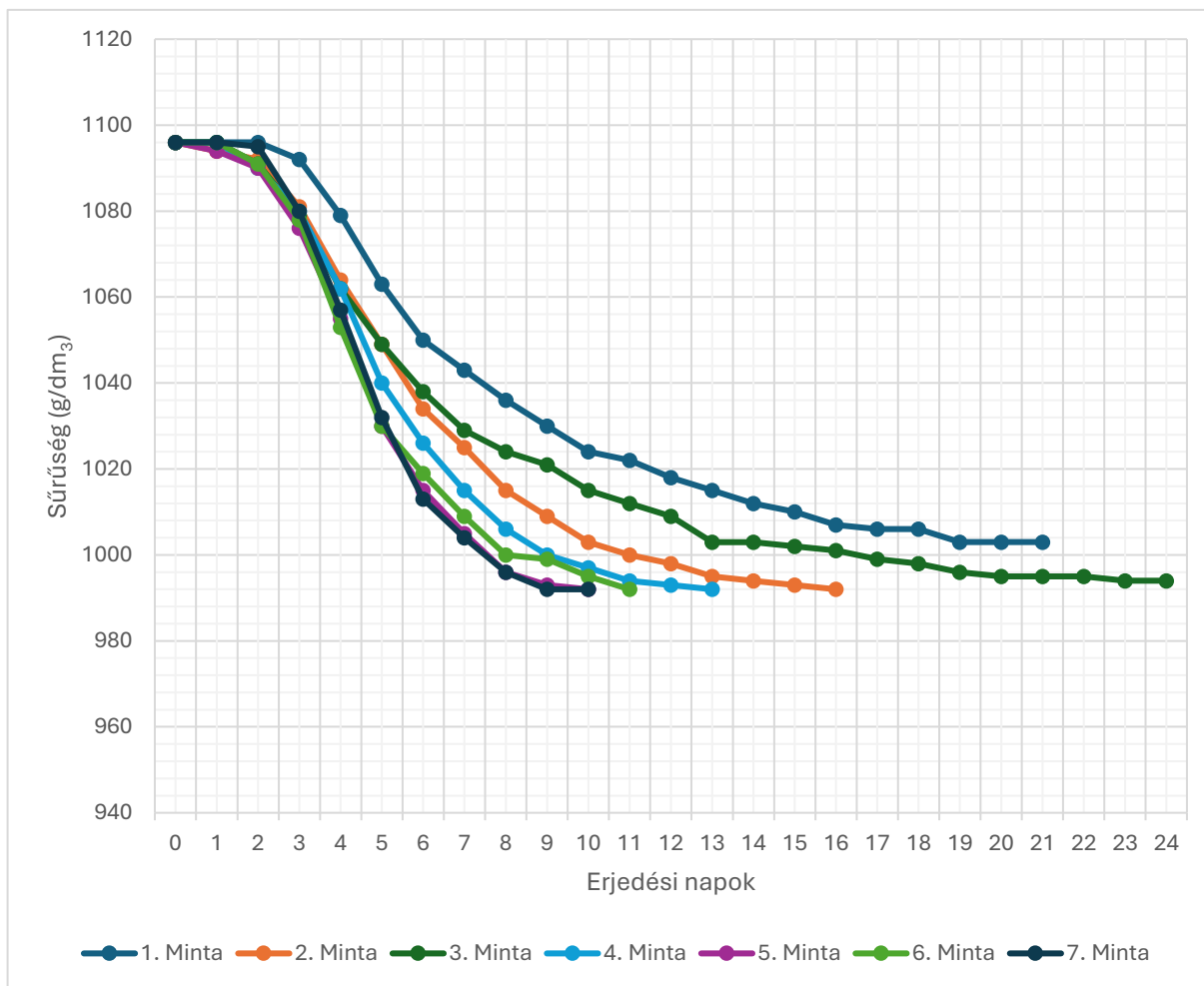
A mustok sűrűségének csökkenése bár nem egyenesen arányos a cukortartalom csökkenésével, tökéletesen mutatja, hogy az alkoholos fermentáció éppen melyik fázisában tart, milyen intenzitásban történik, és könnyedén felismerhető például az erjedések megakadása.

Általánosságban elmondható, hogy a tisztított, ülepített mustok sűrűsége az erjedés előtt 1090-1100 g/dm³ közötti értéket vesz fel, amely a korábban bemutatott alkoholos erjedés során lebomló hexózok koncentrációjával arányosan csökken, ugyanis a képződött etanol sűrűsége jóval alacsonyabb, mint a cukroké. Ez a csökkenés egészen 990-1000 g/dm³ értékig tart, feltéve, hogy a tétel teljesen szárazra kiejed. Kivételt képezhet például egy megakadt erjedés, amely a kísérlet során is egy esetben tapasztalható volt, így ezt a későbbiekben részletesen tárgyalom.

Az erjedés különböző szakaszai rendkívül jól megfigyelhetők az 1. diagramon, amelyen naponkénti beosztásban szerepelnek a minták sűrűségei.

Az 1. diagram alapján a kezdeti szakasz elején a lag-fázis 1-2 napig tartott mintától függően. Ezt legfőképpen az alacsony hőmérséklet és a dehidratáltság váltja ki az élesztőgombákból, illetve az 1. mintánál az alacsony kezdeti élesztőgomba sejtszám. A diagramon jól látható, hogy az erjedés kezdeti szakasza viszonylag egységesen zajlott, a beoltott minták mindegyike a 3. napon érte el az 1080 g/dm³-es sűrűséget. Ettől a ponttól azonban jelentős különbségek mutatkoztak a különböző élesztőkultúrákkal beoltott, és tápanyagutánpótlásban részesített minták között. Az 1. minta a hosszabb lag-fázisnak

köszönhetően két nappal később, az 5. napon lépett csak az erjedés második, exponenciális szakaszába.



1. diagram: Minták sűrűségcsökkenése

Az 1. diagramon megfigyelhető, hogy a zajos erjedési szakaszban az 5., a 6. és a 7., komplex tápanyaggal ellátott minták sűrűségcsökkenése szinte megegyezik, egyedül a 6. mintánál látható a hatodik erjedési nap után egy kisebb lassulás a cukorfogyásban. Fontos megemlíteni, hogy éppen ettől a naptól kezdve tapasztaltam a minta kóstolásakor egy enyhén érezhető H_2S (kén-hidrogén) illatot. Ez még két napig érezhető volt, és a sűrűségcsökkenés is még inkább lelassult 1000 g/dm^3 -es sűrűségnél, így a 9. napon kiegészítettem a minta tápanyagutánpótlását 40 ml/hl Vitamon Liquid készítménnyel. Ennek hatására az erjedés gond nélkül végbement, és a kellemetlen illat is teljesen eltűnt a tételből.

Elmondható tehát, hogy a komplex tápanyaggal (Vitaferm Ultra) kezelt minták gyorsan, 10-11 nap alatt erjedtek ki teljesen szárazra. Ez minden bizonnyal annak köszönhető, hogy mint már korábban említettem, a komplex tápanyag tartalmaz mind szerves, mind szervetlen

tápanyagokat. Ezek együttes megléte biztonságos, gyors erjedést eredményez, amelyet a kísérlet eredményei is bizonyítanak.

A 2. és 4. minták, bár valamivel lassabban, mint az előbbieken vizsgált három minta, de mégis egyenletesen és folytonosan erjedtek ki 16 és 13 nap alatt. Ezt megerősíti az is, hogy semmiféle íz- és illathibát nem véltem felfedezni az erjedések közben.

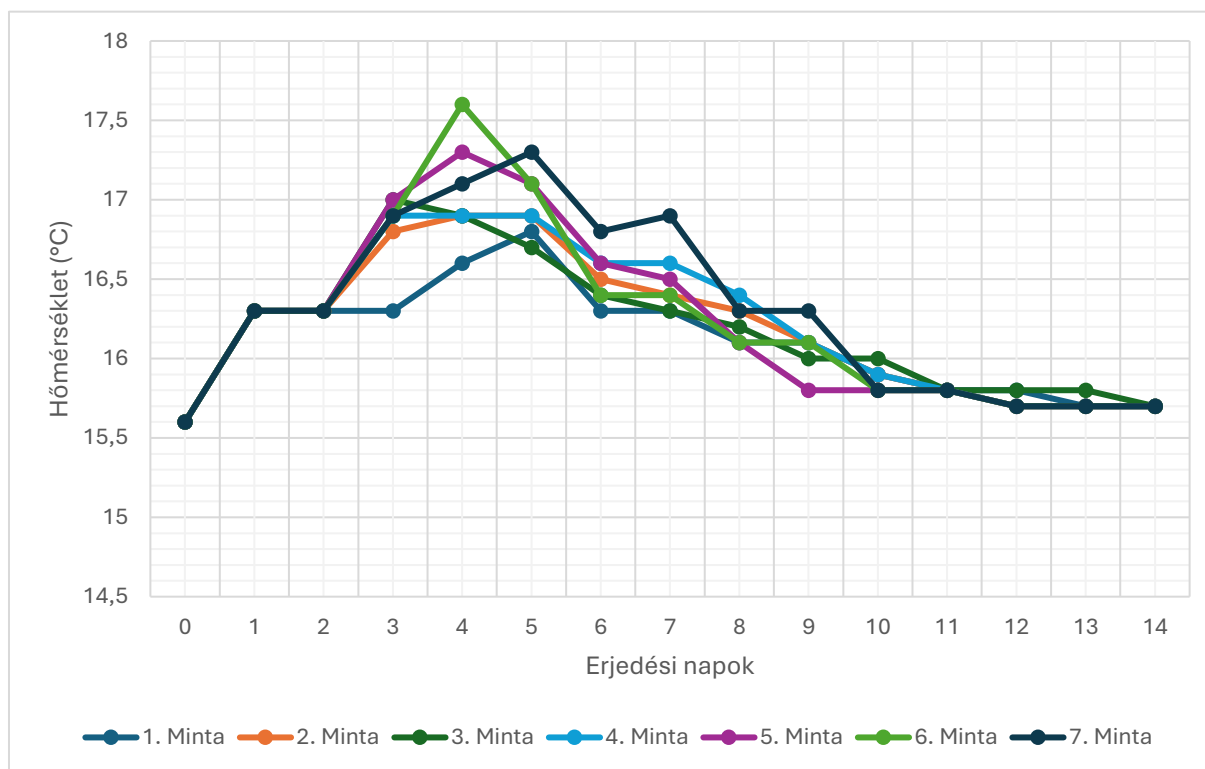
Az 1. és 3. minta erjedése rendkívül elhúzódott, 21 és 24 nap alatt ment végbe. Ez az előbbinél nem okoz meglepetést, ugyanis általában egy spontán erjedt must esetén sem a kezdeti sejtszám, sem pedig a megfelelő mennyiségű tápanyagforrás nem áll rendelkezésre egy egyenletes, gyors és teljes fermentációhoz. Mindemellett a szőlőtermésen és pincében található vadélesztők alkoholtoleranciája általában kisebb, mint a beoltáshoz használt szelektált élesztőké (Pina et al., 2004). Mint látható az 1. diagramon, nem is erjedt ki teljesen szárazra a minta, 1003 g/dm³-es sűrűségnél megállt az erjedés. A 3. minta elhúzódó erjedése igencsak meglepő volt, ugyanis ilyen szintű, rendszeres tápanyagutánpótlásnál gyorsabb és teljes kierjedésre lehetett számítani. Kijelenthető tehát, hogy a 3. és 6. minta beoltásához használt Wild&Pure élesztőkultúra, amely *Torulaspora delbrueckii*-t és *Saccharomyces cerevisiae*-t is tartalmaz, magasabb tápanyagigénnyel (ezen belül is szerves nitrogénforrás igényével) rendelkezik, mint a másik két alkalmazott kultúra.

A minták erjedés közbeni hőmérsékletváltozásában is jelentős különbségek mutatkoztak. Fontos megemlíteni, hogy bár a minták hőmérséklete kontrollálatlan volt, az erjedések hőmérséklete egyik esetben sem emelkedett 18 °C fölé. Ez legfőképpen az üvegballonok jó hőátadási képességének, valamint az alacsony pincehőmérsékletnek volt köszönhető. Az erjesztőtér hőmérséklete a kísérlet során 16,3 és 15,5 °C között alakult, a környezet hőmérsékletcsökkenésével arányosan.

A minták a beoltás után a tisztított must hőmérsékletére lettek szoktatva, amely ebben a pillanatban 15,6 °C-os volt. Az ezt követő napra a tételek felvették az előzőekben említett 16,3 °C-os pincehőmérsékletet, majd innentől kezdve hőmérsékletük különböző módon alakult az erjedések alakulásával.

A 2. diagramon jól látható, hogy a harmadik erjedési napon az 1. mintát leszámítva az összes minta hőmérséklete 16,8 és 17 °C-ra emelkedett, majd innentől jól látszik, hogy a komplex tápanyaggal ellátott tételek hőmérséklete a következő napokon még tovább

emelkedett, majd az 5. erjedési naptól kezdve csökkenő tendenciát mutatott. Ezzel szemben a 2., a 3. és a 4. minta hőmérséklete már a harmadik nap után stagnált vagy csökkent.



2. diagram: Minták hőmérsékletváltozása

A 2. diagramot elemezve ismételten látszik tehát a két tápanyagutánpótlási módszer közötti jelentős különbség az élesztőgombák erjesztési erélyében, illetve gyorsaságában.

A legmagasabb hőmérsékletet a 6. minta érte el a negyedik erjedési napon, amely valószínűleg a *T. delbrueckii* intenzív felszaporodásának és erjesztési erélyének köszönhető, amely egyértelműen látszott a 3. és 6. minták habzásán is, ahogy a 4. képen is látható. Természetesen ez kontrollált keretek között semmiféle hátránnyal nem jár, legfeljebb az erjedés hűtési igénye növekszik.

A 4. és 7. minta – melyek az Oenoferm Freddo kultúrával lettek beoltva – a 2. diagram alapján hosszabb ideig erjedtek magasabb hőmérsékleten, mint a másik két élesztőkultúrával beoltott tételek, ennek köszönhetően cukorfogyásuk intenzívebb, és a minták végső cukortartalma is alacsonyabb, mint az a későbbiekben is bemutatásra kerül.

A korábbiakban leírt elhúzódó erjedés az 1. és 3. mintáknál a hőmérsékleti viszonyokban is egyértelműen látszik. Míg a többi minta a 10. és 11. napon vette fel a pincehőmérsékletet az erjedés után, az előbb említett minták csak a 13. és 14. napon.



4. kép: 3. és 6. minta intenzív habképzése a 3. erjedési napon (forrás: saját kép)

5.1.2 Cukortartalom

Az 3. táblázat szemlélteti a must és a minták cukortartalmát, illetve ezek változásának mértékét az eredeti, mustban található mennyiséghez képest.

Mint látható, a 7. mintában fogyott a legtöbb cukor, ettől pár tizedgramm cukorral maradt több a 6. és az 5. mintában literenként.

A 4. mintában az erjedés után 3 g/l cukormennyiség maradt, amely nem sokkal marad el a komplex tápanyagutánpótlású tétélektől. Szárazsági kategóriákat tekintve ez a négy minta mind 4 g/l-nél kevesebb maradékcukor koncentrációt tartalmaz, így a száraz kategóriába tartoznak.

A 3. táblázatban látható eredmények alapján a 2. és 3. minta 4,5 és 5,8 g/l cukrot tartalmaznak, ezzel félszáraz kategóriába tartoznak. Ebből az értékből látszik, hogy a csak szervetlen tápanyaggal kezelt mustok esetén az élesztőgombák nem minden esetben képesek szárazra erjeszteni a mustot, ugyanis számukra hasznosíthatatlan formában van jelen az asszimilálható nitrogén az erjedés végén.

Az 1. minta a vártaknak megfelelően magas, 20,1 g/l maradékcukor tartalommal erjedt ki, amely alapján már félédes kategóriába sorolható.

Minta megnevezés	Cukortartalom [g/l]	Cukortartalom csökkenés [g/l]
Must	218	
1. Minta	20,1	197,9
2. Minta	4,5	213,5
3. Minta	5,8	212,2
4. Minta	3	215
5. Minta	2	216
6. Minta	1,8	216,2
7. Minta	1,5	216,5

3. táblázat: a minták cukortartalma

5.1.3 Alkoholtartalom (v/v%)

A borokban található alkoholtartalom (etanol) a korábban részletesen tárgyalt alkoholos fermentáció egyik fő végterméke. Nagyban befolyásolja a bor mikrobiológiai folyamatait, valamint érzékszervi tulajdonságait is. Mennyisége függ a must cukortartalmától és az alkalmazott élesztőgomba anyagcserefolyamataitól.

A minták közül jól látszik, hogy a legnagyobb mennyiségű etanol (EtOH) az Oenoferm Freddo élesztőkultúrákkal beoltott mustokban keletkezett. A 3. és 4. táblázatot összevetve feltételezhető, hogy az élesztőgomba erjesztési tulajdonságainak köszönhető a magas alkoholtartalom, ugyanis a többi, hasonló mennyiségű maradékcukrot tartalmazó mintában kevesebb EtOH képződött.

Legkevesebb EtOH a minták közül az Oenoferm X-treme-el beoltottakban szintetizálódott (a spontán erjedt minta után). Ez egy hasonlóan aszályos évjáratban rendkívül pozitív tulajdonság, ugyanis a must magas cukortartalma nagy alkoholpotenciált jelent, amely gyakran negatívumként jelenik meg a borok érzékszervi minősítése során.

Minta megnevezés	Alkoholtartalom (v/v%)
Olaszrizling 1	12,39
Olaszrizling 2	13,24
Olaszrizling 3	13,27
Olaszrizling 4	13,45
Olaszrizling 5	13,3
Olaszrizling 6	13,41
Olaszrizling 7	13,43

4. táblázat: a minták alkoholtartalma

5.1.4 Glükóz/fruktóz arány

A mustban található glükóz és fruktóz mennyisége nagymértékben megváltozik az erjedés során. Ezt jelentősen befolyásolja az erjedést végző élesztőgomba genetikája és az erjedés körülményei is. A glükóz/fruktóz arány a mustban ideális esetben 1 körüli, amely egy, a 2024-hez hasonló aszályos évjáratban általában eltolódik a fruktóz irányába. A kísérletben alkalmazott élesztőgombák mind glükofilek, azaz erjedéskor a glükózt részesítik előnyben, ezért mint az 5. táblázatban is látható, az erjedés végére általában 1 alatti arány tapasztalható.

A komplex tápanyaggal ellátott mintákban az élesztőgombák majdnem a mustban található összes glükózt felhasználták, ahogy ez az eredményeken is látszik. A három minta glükóz/fruktóz arányában az erjedés után érdemi különbség nincs.

Egyértelműen látható, hogy a többi tételben lényegesen magasabb maradt az két hexóz aránya. Érdemes megemlíteni, hogy bár az 1. tételben nagy mennyiségű (20,1 g/l) cukor maradt a must spontán erjedése után, a glükóz/fruktóz arány mégis alacsony. Ez valószínűleg annak köszönhető, hogy az élesztőgombákban stresszhelyzetben felerősödik a glükózhatás. Ilyenkor a mikroorganizmusok a glükózt részesítik előnyben minden más szénhidráttal szemben a fermentációhoz, ugyanis számukra energetikailag ez a legkedvezőbb. Ez a jelenség hasonlóan vontatott és tápanyaghiányos erjedéseknél gyakran tapasztalható (Gancedo, 1998)

Minta megnevezés	Glükóz/fruktóz arány
Must	0,89
1. Minta	0,39
2. Minta	1,00
3. Minta	0,92
4. Minta	0,68
5. Minta	0,33
6. Minta	0,33
7. Minta	0,31

5. táblázat: a minták glükóz/fruktóz aránya

Minta megnevezés	Glükóz [g/l]	Fructóz [g/l]
Must	109,8	124
1. Minta	7,7	19,5
2. Minta	3,2	3,2
3. Minta	3,5	3,8
4. Minta	1,3	1,9
5. Minta	0,5	1,5
6. Minta	0,4	1,2
7. Minta	0,4	1,3

6. táblázat: a mintákban található glükóz és fruktóz mennyisége

5.1.5 Savtartalom (titrálható savtartalom, borkósav, almasav, tejsav), pH

A borok savtartalma erjedés során nagymértékben változhat, ugyanis az élesztőgombák életfolyamatai során számos savat katabolizálnak és szintetizálnak.

A titrálható savtartalom (TA) megmutatja a borban található fő savak mennyiségének összegét g/l-es koncentrációban, amelyet borkósav-egyenértékben fejezünk ki. A TA magába foglalja például a borkósavat, az almasavat, a tejsavat és a citromsavat is. A titrálható savtartalom nem egyenesen arányos a savérettel, ugyanis a borban található különböző savaknak nagyban különbözik a savéréte.

Erjedés közben a TA minden esetben csökken, viszont ennek mértékét érdemes összehasonlítani különböző élesztőgombákkal végzett erjesztések esetén.

Az eredményekből egyértelműen látható, hogy a szervesetlen tápanyagutánpótlással ellátott minták esetében kisebb savdegradációt látunk, ezen belül is kifejezetten a 2. és 3. mintánál.

Az erjedés után a legkevesebb TA az 1., a 6. és a 7. mintában maradt.

Minta megnevezés	Titrlható sav [g/l] (borkősavban kifejezve)	Titrlható savtartalom csökkenés [g/l]
Must	6,2	
1. Minta	4,8	1,4
2. Minta	5,8	0,4
3. Minta	5,7	0,5
4. Minta	5,1	1,1
5. Minta	5,2	1
6. Minta	4,8	1,4
7. Minta	4,6	1,6

7. táblázat: a minták titrlható savtartalma

A borkősav a borokban legnagyobb mértékben található sav, amely a szőlő érése során szintetizálódik a bogyókban. Ez a sav nem vesz részt az élesztőgombák anyagcserefolyamataiban. Mennyisége függ azonban az erjedési hőmérséklettől, a kémiai egyensúlytól, a környezettől és a segédanyagoktól.

Mennyiségének csökkenése általában az alacsony hőmérsékletnek, a pH és az alkoholtartalom változásának köszönhető. Ezek a körülmények katalizálják a borkősav káliummal és kalciummal történő reakcióját, amelyekből borkősó (például kálium-bitartarát) keletkeznek. Ezek kristályos formában kicsapódnak, ezáltal csökken a borkősavtartalom.

Mint a 8. táblázatban is látható, a minták között a borkősav mennyiségében csak pár tized g/l-es eltérés látható, amely valószínűleg az előbb említett hőmérsékleti, pH és alkoholtartalombeli különbségeknek köszönhető.

Általánosságban elmondható, hogy a legnagyobb csökkenés a 3. mintában, és a komplex tápanyagutánpótlással ellátott tételekben történt, amely utóbbiaknál valószínűleg a nagyobb hőmérsékletingadozásnak köszönhető.

Minta megnevezés	Borkősav [g/l]	Borkősavtartalom csökkenés [g/l]
Must	4,3	
1. Minta	2,29	2,01
2. Minta	2,09	2,21
3. Minta	1,96	2,34
4. Minta	2,2	2,1
5. Minta	1,97	2,33
6. Minta	1,99	2,31
7. Minta	1,95	2,35

8. táblázat: a minták borkősavtartalma

Az élesztőgombák anyagszerepléseik során almasavat alakítanak át piruváttá energiatermelés (ATP) céljából, amely átalakulás az almasav dekarboxilációján keresztül történik. A reakciót az élesztőgombák által termelt malát-enzim katalizálja, amelyet különböző mennyiségben termelnek a gombafajok.

A 9. táblázatban egyértelműen látszik, hogy a legkevesebb almasav a 2. és 5., Oenoferm X-treme élesztőkultúrával beoltott mintákban degradálódott. Ez igazolja azt, hogy a *S. cerevisiae* faj igencsak kis mértékben képes az almasav átalakítására, a kísérletben ez mindösszesen az eredeti mennyiség 2 és 6 százalékát jelentette.

Az Oenoferm Wild&Pure-al, és Oenoferm Freddo-val beoltott mintákban a kultúrák ennél nagyobb mértékben, 20-26%-ban használták fel a mustban található almasavat.

Minta megnevezés	Almasav [g/l]	Almasavtartalom csökkenés [g/l]
Must	1,6	
1. Minta	1,34	0,26
2. Minta	1,5	0,10
3. Minta	1,27	0,33
4. Minta	1,19	0,41
5. Minta	1,57	0,03
6. Minta	1,27	0,33
7. Minta	1,24	0,35

9. táblázat: a minták almasavtartalma

Az különböző élesztőgombafajok L-tejsav kis mennyiségű termelésére képesek életfolyamataik során. Ez függ a rendelkezésre álló tápanyagtól és oxigéntől, a pH változástól és a mikroorganizmusokat érő egyéb stresszfaktoroktól. Ezen kívül a tejsavtermelésért felelős enzim (laktát-dehidrogenáz) jelenléte is nagyban befolyásolja a szintetizált L-tejsav mennyiségét, amelyet szintén eltérő mennyiségben termelnek a fajok és törzsek.

A 10. táblázat alapján kijelenthető, hogy a legtöbb L-tejsav a 3. és 6., Oenoferm Wild&Pure kevert kultúrával beoltott mintában szintetizálódott. Ezen kívül látszik, hogy a komplex tápanyaggal ellátott kultúrák közel kétszer annyi tejsavat termeltek, mint a kizárólag szervesetlen tápanyagban részesülők.

Minta megnevezés	L-tejsav [g/l]	L-tejsav tartalom növekedés [g/l]
Must	0,11	
1. Minta	0,17	0,06
2. Minta	0,19	0,08
3. Minta	0,38	0,27
4. Minta	0,25	0,14
5. Minta	0,37	0,26
6. Minta	0,61	0,50
7. Minta	0,37	0,26

10. táblázat: a minták L-tejsav tartalma

A pH az oldatok oxóniumion-koncentrációjának tízes alapon vett negatív logaritmus.

A borok pH-ja rendkívül nagy jelentőséggel rendelkezik, ugyanis egyrészt számos mikrobiológiai folyamatot befolyásol, valamint értéke a borok savérzetével fordítottan arányos. Hasonlóan aszályos évjáratokban a szőlőben található savak – mint már korábban is említettem – gyakran degradálódnak. Ebből kifolyólag általában pozitív tulajdonságnak azt tekintjük, ha a pH értéke az erjedés végére csak kis mértékben növekszik.

A legnagyobb pH-növekedés a 11. táblázat szerint az 1. mintában történt, annak ellenére, hogy a borkősav- és almasavtartalma nem csökkent nagymértékben.

A legkisebb növekedés a szervesetlen tápanyagutánpótlással ellátott tételekben történt, a 3. mintánál az erjedés végére majdnem az eredeti pH-érték alakult ki, amely borászati szempontból mindenképpen kedvező tulajdonság.

Minta megnevezés	pH	pH növekedés
Must	3,61	
1. Minta	3,8	0,19
2. Minta	3,63	0,02
3. Minta	3,62	0,01
4. Minta	3,64	0,03
5. Minta	3,68	0,07
6. Minta	3,68	0,07
7. Minta	3,74	0,13

11. táblázat: a minták pH-ja

5.1.6 Glicerín

A borok glicerintartalma fontos tényező, mivel hatással van a bor ízére, textúrájára és élvezeti értékére. A glicerín egy természetesen előforduló alkohol, amely az erjedés első szakaszában keletkezik.

A legnagyobb növekedés a 2. és 5. mintákban történt, amelyek az Oenoferm X-treme élesztőkultúrával kerültek beoltásra.

A legkisebb növekedés pedig az 1. mintában, amely valószínűleg annak köszönhető, hogy az erjesztést végző vadélesztőfajok nem rendelkeznek megfelelő glicerintermelő képességgel.

A 12. táblázatban található eredmények javarészt megfelelnek a szakirodalmi forrásokban szereplő adatokkal, miszerint a *T. delbrueckii*-t tartalmazó élesztőkultúrák valamennyivel kevesebb glicerint termelnek, mint a *Saccharomyces* nemzetségbe tartozó fajok. Ellentmondást látunk az irodalmi forrásokkal szemben azonban abban, hogy a *S. bayanus*-t tartalmazó Oenoferm Freddo élesztőkultúra jóval kevesebb glicerint termelt még a *T. delbrueckii*-t tartalmazó kevert élesztőkultúrájánál is.

Minta megnevezés	Glicerín [g/l]	Glicerín tartalom növekedés [g/l]
Must	0,5	
1. Minta	4	3,5
2. Minta	6,1	5,6
3. Minta	5,4	4,9
4. Minta	5,3	4,8
5. Minta	6,4	5,9
6. Minta	5,6	5,1
7. Minta	5,5	5

12. táblázat: a minták glicerintartalma

5.1.7 Szabad és összes SO₂

A bor szabad és összes kén-dioxid szintjének mérése elengedhetetlen a bor technológiai kezelésének szempontjából. A borban található szabad kén-dioxid (ezen belül is főleg a molekuláris formában lévő) egyrészt erős antimikrobiális hatással rendelkezik, másrészt pedig védi a bort az oxidációs folyamatoktól antioxidáns hatásának köszönhetően. Az összes kén-dioxid (szabad és kötött kén-dioxid összessége) vizsgálata azért fontos, mivel nagy mennyiségben akár az egészségre is káros hatással lehet, maximális mennyisége törvényileg szabályozva van.

A szabad kén-dioxid lekötődését sok tényező befolyásolja, ezek közül a leginkább relevánsak például az oxigénmolekulák jelenléte, a hőmérséklet, a pH, a cukortartalom és az aldehidek jelenléte.

A kísérlet szempontjából főként az összes SO₂ mennyisége jelentős, ugyanis ezen érték alapján kiszámolható az élesztőgombák által termelt SO₂ mennyisége.

A 13. táblázat alapján jól látható, hogy a legkevesebb SO₂-t a 3. és 6. minták beoltásához használt Oenoferm Wild&Pure élesztőgombái termelték, a legtöbbet pedig az Oenoferm Xtreme-el beoltott tételekben alkalmazott kultúrák.

Az eredmények alapján feltételezhető, hogy a csak szervesetlen tápanyagpótlásban részesülő minták élesztőgombái kevesebb SO₂-t termelnek, mint a komplex tápanyagban részesülő tételeké. Ez nagy valószínűséggel annak köszönhető, hogy az élesztőgombák bizonyos, a komplex tápanyagkészítményekben is megtalálható aminosavak (például cisztein és metionin) felhasználásakor SO₂-t szintetizálnak.

Minta megnevezés	Szabad/Összes SO ₂ [mg/l]	Élesztőgombák által termelt összes SO ₂ [mg/l]
Must	20/70	-
1. Minta	8/106	11
2. Minta	16/108	13
3. Minta	16/96	1
4. Minta	14/106	11
5. Minta	14/114	19
6. Minta	20/100	5
7. Minta	16/112	17

13. táblázat: a minták szabad és összes SO₂ tartalma, az élesztők által termelt összes SO₂

5.1.8 Illósav

Az illósavak illékony szerves vegyületek, amelyek javarészt ecetsav formájában vannak jelen a borban. Kisebb részt a szőlőből, nagyobb részt mikrobiológiai folyamatok során kerülnek a borba erjedés közben, ilyen főként az ecetsav baktériumok tevékenysége. A borok illósavtartalmának (ecetsav) meghatározása rendkívül fontos, ugyanis nagyban befolyásolja a bor ízét és aromatikáját. Kis mennyiségben hozzájárul a bor komplexitásához, az aromaprofil gazdagításához, viszont nagy mennyiségben súlyos, az egyik leggyakoribb borhibának számít. Maximális mennyisége törvényileg meg van határozva, 1-1,2 g/l-es koncentrációban, néhány kivétellel. Érzékelési küszöbértéke ennél valamivel alacsonyabb, egyénenként változó, de általában 0,8-1 g/l körüli koncentrációban már egyértelműen azonosítható.

A kísérlet eredményeiből jól látható, hogy nagy különbségek tapasztalhatók nem csak az élesztőkultúrák, de a tápanyagutánpótlási tervek között is. Legnagyobb mennyiségben az 1. és 4. mintában található ecetsav, amely mindkét esetben nagy valószínűséggel ecetsav baktérium jelenlétére utal a jelentős mennyiségnövekedés miatt.

A 14. táblázat alapján elmondható, hogy a spontán erjedt, és a csak szerves tápanyaggal kezelt mustokban nagyobb mennyiségű ecetsav keletkezett, mint a komplex tápanyagutánpótlású mintákban.

Legkisebb mennyiségben az Oenoferm Wild&Pure kevert élesztőkultúrával erjesztett borokban nőtt az ecetsav mennyisége, amely valószínűleg a *T. delbrueckii* törzs kis ecetsavtermelésének köszönhető.

Minta megnevezés	Illósav [g/l] (ecetsavban kifejezve)	Illósav tartalom változás [g/l]
Must	0,28	
1. Minta	0,51	+0,23
2. Minta	0,42	+0,14
3. Minta	0,33	+0,05
4. Minta	0,54	+0,26
5. Minta	0,33	+0,05
6. Minta	0,31	+0,03
7. Minta	0,21	-0,07

14. táblázat: a minták illósavtartalma

5.1.9 Prolin

A prolin egy aminosav, amely nagy mennyiségben fordul elő a szőlőben és így a mustban is. Anaerob körülmények között az élesztő ezt az aminosavat nem tudja hasznosítani tápanyagként erjedéskor, így akár nagy mennyiség is felhalmozódhat a borokban az erjedés végére. Mennyiségének vizsgálata a bor érlelési potenciáljának meghatározása céljából fontos. Minél több marad belőle az alkoholos fermentáció végére, a bor annál érlelhetőbb lesz, ugyanis a prolin a bor hosszabb tárolása során reakcióba képes lépni bizonyos szénhidrátokkal, polifenolokkal. Ezekből a folyamatokból számos aromakomponens, valamint íz- és illatjegyeket befolyásoló vegyület képződhet, amelyek pozitív hatással vannak a borok érzékszervi jellemzőire.

A legtöbb prolintartalom az 1. és a 6. mintában található, valamint a 3. mintában is viszonylag nagy mennyiség maradt, így elmondható, hogy az Oenoferm Wild&Pure élesztőkultúrával erjesztett boroknak várhatóan nagyobb lesz az érlelési potenciálja.

A legnagyobb degradáció pedig a 4. és a 7. mintában történt, tehát a várható legrövidebb érlelési lehetősége az Oenoferm Freddo élesztővel erjesztett boroknak van.

Minta megnevezés	Prolin [mg/l]	Prolintartalom változás [mg/l]
Must	241,063	
1. Minta	403,213	+162,2
2. Minta	244,8465	+3,8
3. Minta	289,708	+48,6
4. Minta	185,3915	-55,7
5. Minta	267,007	+25,9
6. Minta	358,892	+117,8
7. Minta	199,985	-41,1

15. táblázat: a minták prolintartalma

5.2 Organoleptikus értékelés

A minták organoleptikus értékelésére, mint már korábban említettem egy profilanalízis keretében került sor. Az eredmény a négy különböző bíráló személy szubjektív véleményének átlagolása.

Illat tekintetében a mintákban nem csak az egyes élesztőkultúrák, hanem a különböző tápanyagutánpótlási módszerrel kezelt minták között is jelentős különbségek voltak felfedezhetők.

Általánosságban véve a legkisebb értékeket az 4. mintánál tapasztaltuk. Bár gyümölcsösségben, aromaintenzitásban és a virágos aromák mértékében a minta jóval elmarad a többitől, az illat tisztasága mégis magas átlagpontszámot kapott.

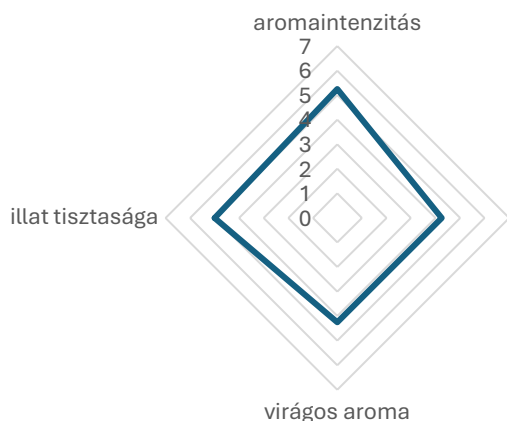
Az 5. és a 7. minta aromaprofilja rendkívül hasonlít egymásra, ebben az esetben is főként az illat tisztasága dominál az előbb említett jegyekkel szemben.

A 6. minta magas pontszámai közül csak az illat tisztasága marad el, ez pedig valószínűleg a már korábban is említett, erjedés közben is érezhető enyhe seprőillatnak (kén-hidrogén) köszönhető.

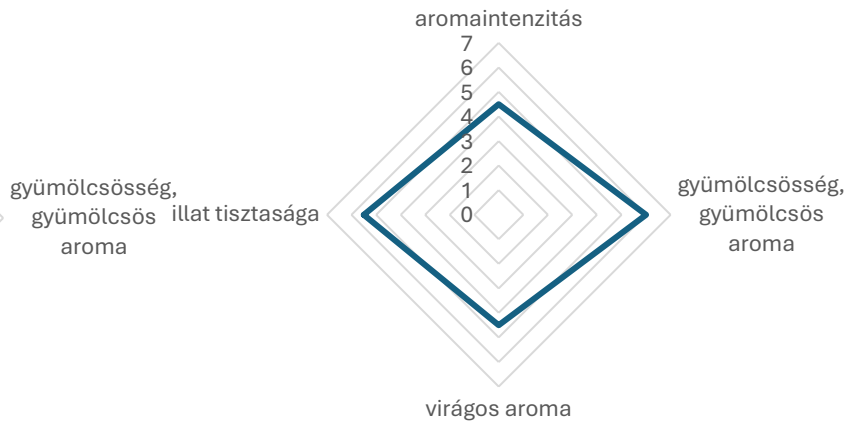
Az 1. minta a hosszú és elakadt erjedés ellenére viszonylag magas átlagpontokban részesült, azonban mint az aromaképen is látható, gyümölcsös, virágos jegyek kevésbé voltak kivehetők a minta vizsgálatánál.

A legtöbb gyümölcsös aroma a 2. és a 3. mintánál volt felfedezhető. Nagy meglepetésre utóbbi szerepelt a legjobban az illat profilanalízisében, annak ellenére, hogy erjedése az összes minta közül a leginkább vontatott volt.

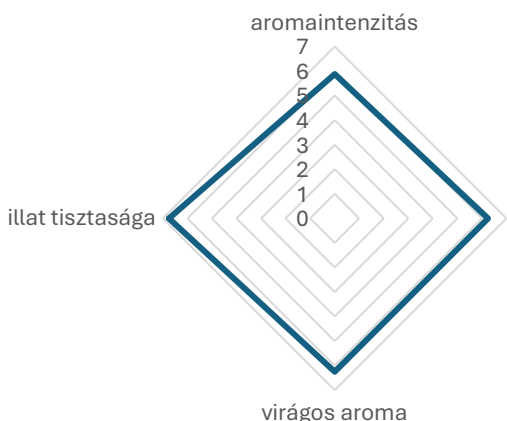
1. Minta



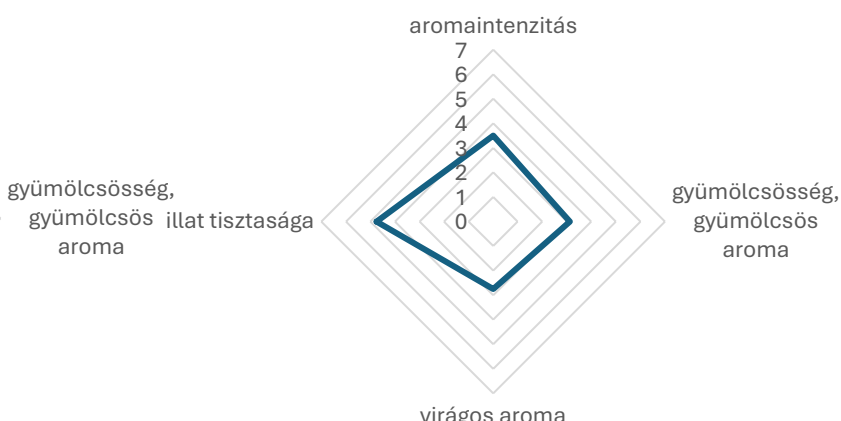
2. Minta



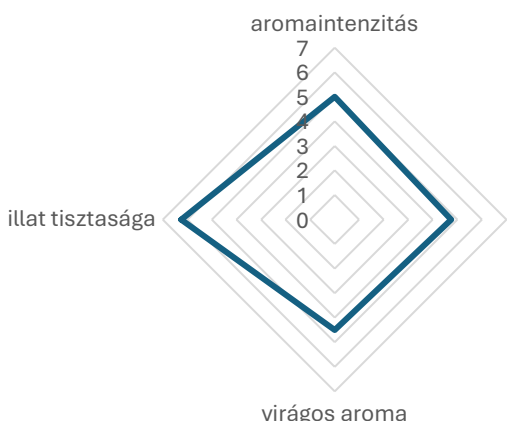
3. Minta



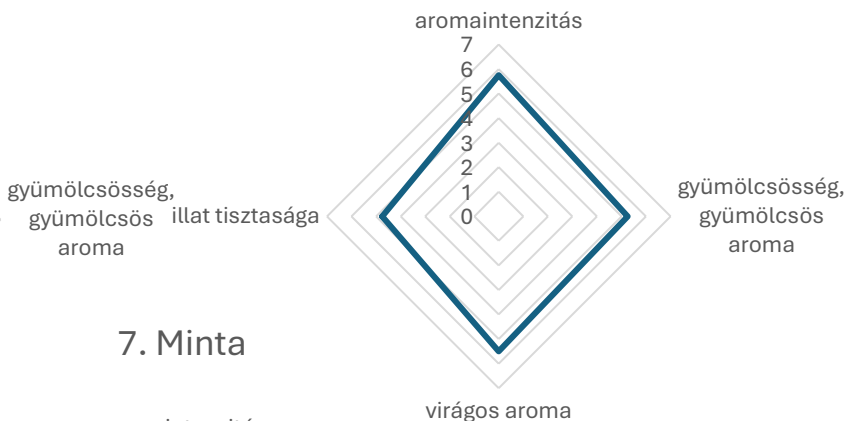
4. Minta



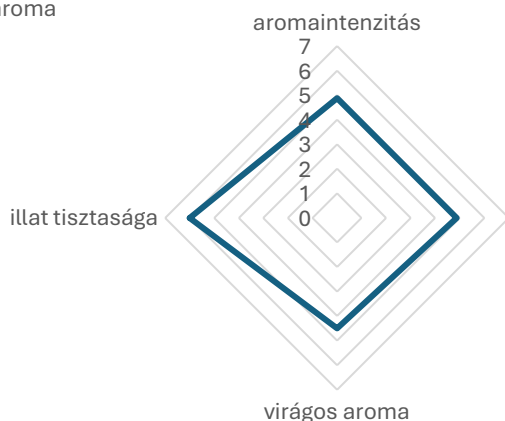
5. Minta



6. Minta

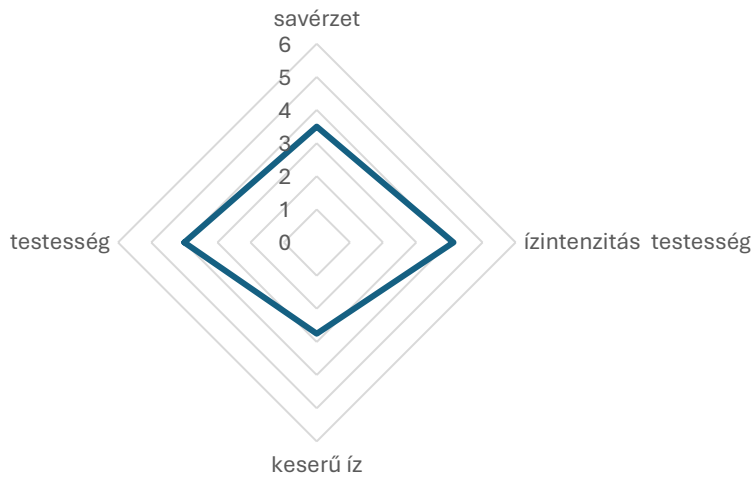


7. Minta

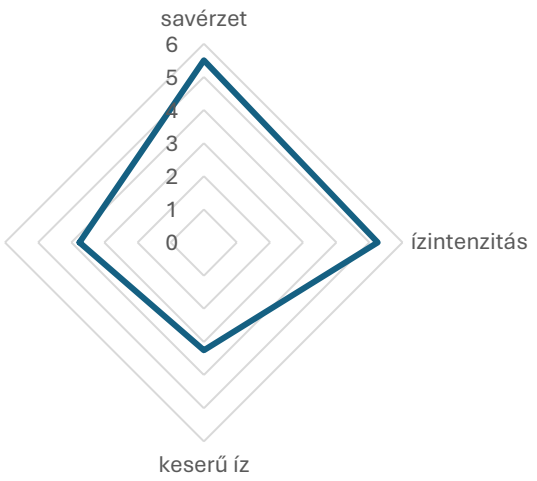


3. diagram: a minták illatának profilanalízise ábrázolva

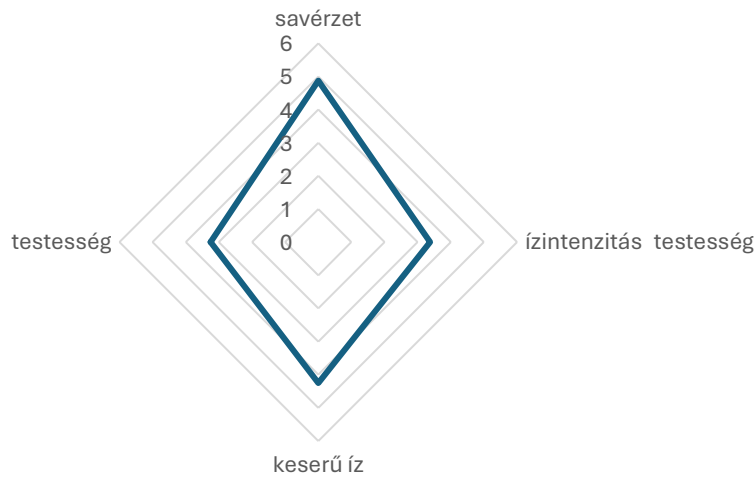
1. Minta



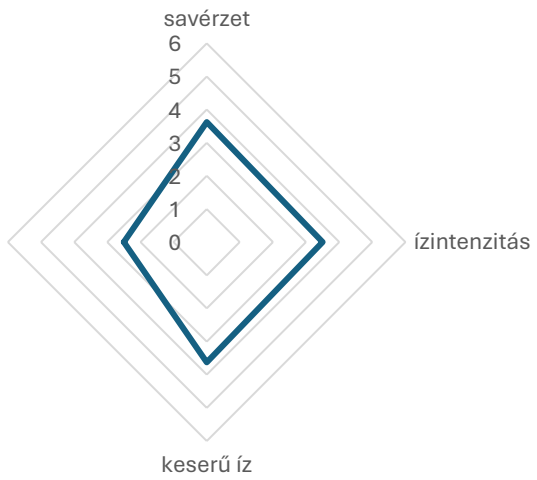
2. Minta



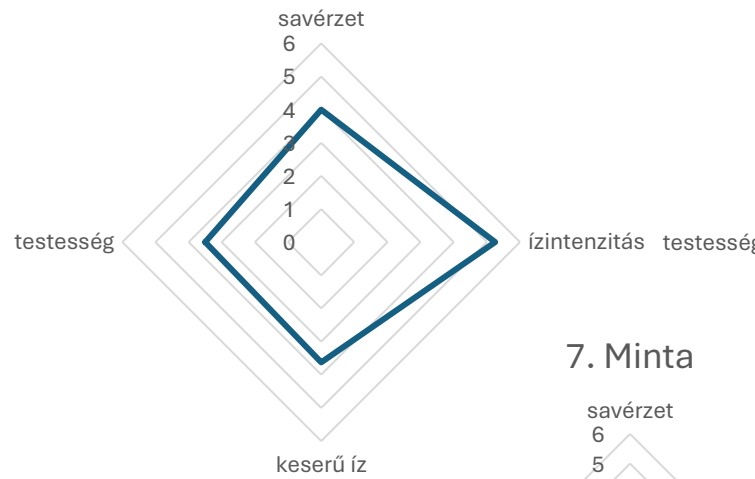
3. Minta



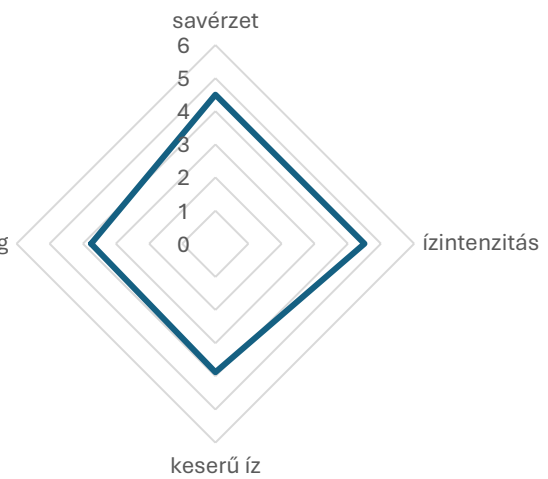
4. Minta



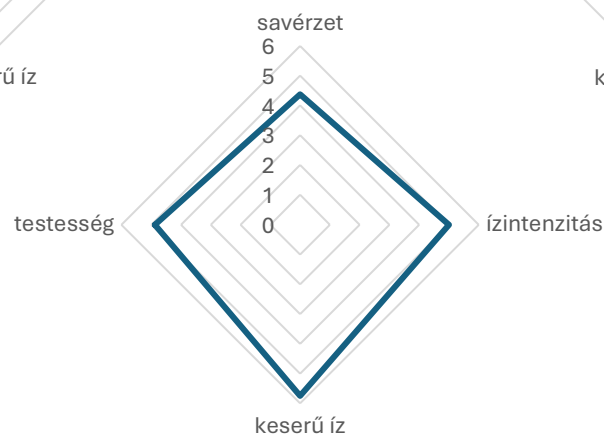
5. Minta



6. Minta



7. Minta



4. diagram: a minták ízének profilanalízise ábrázolva

A mintákban vizsgált négy ízjegyen is nagy eltérések tapasztalhatók. A profilanalízis ugyan azon módon történt a pontszámok átlagolásával, mint az illat analízisekor.

A 2024-es aszályos évjáratban az egyik legfontosabb jellemző a savérzet. Ebből kimagasló átlagpontszámot a 2. és 3. minta kapott, legkevesebbet pedig az 1. és 4. minta. Előbbi gyengébb savérzete valószínűleg a minta magas maradékcukor tartalmával indokolható.

Mint már korábban említettem, az aszályos években gyakran tapasztalható megnövekedett polifenoltartalom a mustban és borban kesernyős ízekben jelenhet meg, ezért is tartottam fontosnak ezen ízjegy vizsgálatát. A bírálókat szerint legkeserűbb ízérzetű a 7. minta volt, amely tulajdonságot már az erjedés elején, a kóstolások során is felfedeztem. Az előbb említett tétel azonban ettől függetlenül magas pontszámot kapott, mind a testességre, mind pedig az ízintenzitásra.

Kiemelendő még a 2. minta, amely savérzetére és ízintenzitására is magas átlagpontokat kapott, ráadásul az előbb említett negatív megítélésű keserű íz ennél a mintánál volt a legkevésbé érezhető.

Az 5. és 6. minta ízintenzitása magas, viszont a többi ízjegy átlagos pontszámot kapott a bírálaton.

Az ízjegyek profilanalízisét összegezve tehát a legjobb ízérzetű minták a 2. és a 6. minta, a leginkább negatív megítélésben pedig az 1. és a 4. minta részesült.

6. KÖVETKEZTETÉSEK

A következtetéseket, akárcsak az eredményeket két részletben vonom le. Először az erjedések kinetikáját, valamint a kapott paramétereket vizsgálom, majd az érzékszervi jellemzőket értékelem a profilanalízis eredményei alapján.

Az erjedések lefolyását tekintve napjaink borászati technológiája gyors, problémamentes és teljes kierjedést kíván. Az erjedés gyorsaságát és teljességét tekintve a komplex tápanyaggal ellátott 5., 6. és 7. minták alakultak a legjobban. A 4. minta sem sokkal marad el tőlük, mivel szárazra erjesztette a mustot, és csak rövid idővel tartott tovább az erjedés, mint az előbbieknél. A többi minta hosszú erjedési ideje, különösen az 1. és a 3. mintáé technológiai szemponttól nem szerencsés, ugyanis mint már korábban említettem, az elhúzódó erjedésekkor megnő az íz- és illathibák kialakulásának esélye. Mindemellett a csak szervesetlen tápanyaggal kezelt tételek tápanyagutánpótlása napi szinten történt, ezért például a 3. minta 24 napos erjedése rendkívül nagy költségekkel járna nagyobb tételben.

Gazdasági szempontból érdemes megvizsgálni a hőmérsékleti viszonyokat is, ugyanis nagyobb tételben az erjedő tételek hűtése megnövekedett költségekkel járhat. Az eredmények alapján a 6. minta hőmérséklete emelkedett erjedés közben a legmagasabbra, amely egy nagyobb tartályban intenzív hűtést igényelne. Bár az 5. és a 7. minta is magas hőmérsékleten erjedt, sokkal kevesebb hűtési energiát szükségelnének összesítve, mint az elhúzódó erjedésű tételek.

A maradékcukor tartalmat tekintve a 4., 5., 6. és 7. minták tekinthetők a legjobbnak, ugyanis napjaink minőségi borfogyasztási trendjeinek a teljesen szárazra erjedt borok kedveznek a legjobban. A 2. és a 3. minta maradékcukor tartalma még bizonyos esetekben elfogadhatónak számít, az 1. minta igen magas cukortartalma nem csak piaci, de eltarthatósági és mikrobiológiai szempontból sem kedvező.

Borpiaci szempontból a kis alkoholtartalmú borok kedvezőek, különösen egy hasonlóan száraz évjáratban és túlérlett termésben. Ezt a szempontot tekintve tehát a 2., a 3. és az 5. minták a legkedvezőbbek.

Savtartalom szempontjából megállapítható, hogy a csak szervesetlen tápanyagban részesülő tételek jobban teljesítettek, ez egyértelműen látszik a titrálható savtartalom és a pH eredményein is.

Glicerintermelés szempontjából a legkedvezőbb élesztőkultúra az Oenoferm X-treme, és az is kijelenthető, hogy a szerves és szervesetlen tápanyagban is részesülő élesztőgombák több glicerint termeltek.

A legkevesebb SO_2 -t összességében az Oenoferm Wild&Pure kevert élesztőkultúra termelte, valamint a szervesetlen tápanyagutánpótlású minták esetében volt alacsonyabb a SO_2 termelés.

Illósavtermelés szempontjából szintén a T. delbrueckii-t is tartalmazó kultúra értékelhető a legjobbnak, viszont az eredményekből jól látszik, hogy a Vitaferm Ultra készítménnyel ellátott 5., 6. és 7. minták jóval kevesebb ecetsavat termeltek, mint a többi minta.

Szintén a legjobbnak bizonyult az előbb említett kultúra prolintermelésben is, így eltarthatóság és érlelési potenciál szempontjából is kimagasló az Erbslöh cég Oenoferm Wild&Pure terméke.

Érzékszervi szempontból, és ezen belül is az illatot tekintve, mint már korábban is említettem a 3. minta bizonyult a legjobbnak, de a 2., az 5. és a 6. minta sem sokkal marad el tőle. Bár az Oenoferm Freddo élesztőgombával erjedt borok illatának tisztasága kimagasló, az aromák és ezek intenzitásának hiánya miatt alulmarad a másik két élesztőkultúrával szemben.

A minták ízének profilanalízisében a leggyengébb megítélésű tételek az 1. és a 4., legjobbnak pedig a 2. és a 6. minta bizonyult. A pontszámokat tekintve ezektől nem sokkal marad el az 5. és a 7. minta, utóbbinál egyetlen negatívum a kesernyész íz magas mértéke.

Összesítve a kapott paramétereket és a profilanalízist tehát azt az eredményt kapjuk, hogy az Oenoferm X-treme és Wild&Pure élesztőkultúrák bizonyultak a kísérletben a legjobbnak. Mindemellett egyértelműen látszik, hogy a komplex tápanyagutánpótlás technológiai, gazdasági és érzékszervi szempontból is felülkerekedik a kizárólag szervesetlen tápanyag adagolásán.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Szakdolgozatomban összehasonlítottam háromféle élesztőkultúra erjesztési tulajdonságát olaszrizling must erjesztésekor két különböző tápanyagutánpótlási módszerrel. A mintákat analitikai paraméterek mentén, és organoleptikus módszerrel is megvizsgáltuk. Az így kapott eredményeket kielemeztem és összehasonlítottam egymással, valamint egy spontán módon erjedt mintával.

A kísérlet igencsak tanulságos eredményei rávilágítanak arra, hogy ugyan azon must beoltása különböző élesztőkultúrákkal és ezek különféle módon történő kezelése nagyban befolyásolja a borok paramétereit és érzékszervi tulajdonságait.

Tudjuk például, hogy az Oenoferm Freddo élesztőkultúra minden esetben és alacsony hőmérsékleten is gyorsan, biztosan és problémamentesen erjeszt, de aromaprofilja jóval elmarad például az Oenoferm Wild&Pure kevert élesztőkultúrától. Kiderült az is, hogy ha csak szerves tápanyaggal pótoljuk az erjedő mustokat, kisebb savcsökkenés jelentkezik az erjedés során, viszont vontatottabb erjedésre lehet számítani több maradékcukorral. Az élesztőgombák életfolyamatai számára azonban jóval kedvezőbb a komplex tápanyaggal való utánpótlás, ezt egyértelműen igazolják a kísérlet eredményei.

Gazdasági szempontból az Oenoferm Freddo élesztőkultúra igényelné a legkevesebb ráfordítást, ugyanis kis tápanyagszükségletével és gyors erjesztésével is tiszta illatú és ízű borok előállítására alkalmas.

Az Oenoferm Wild&Pure kevert élesztőkultúra rendkívül különleges aromatikájú, a többi élesztőtől könnyedén elkülöníthető íz- és illatanyagú borokat eredményezett kevés illósav- és kénessavtermelés mellett. Negatív tulajdonsága a kísérlet szerint magas tápanyagigénye, hosszabb erjesztési ideje és alacsonyabb glicerintermelése.

Ha a gazdasági és minőségi szempontokat is összevetjük, az Oenoferm X-treme élesztőkultúra komplex tápanyagutánpótlással mutatkozott a legkedvezőbbnek. Gyors erjesztése, jó savmegtartó képessége, alacsony alkohol- de magas glicerintermelése, rendkívül komplex aromatikája és kiegyensúlyozott ízvilága bizonyult az legjobbnak.

A klímaváltozás hatására valószínűleg egyre többször fogunk tapasztalni hasonlóan aszályos évjáratokat, így az eredmények a jövőben is hasznosítható információként szolgálnak.

Az olaszrizling önmagában is egy rendkívül izgalmas, változatos fajta, nem véletlenül országunk legnagyobb területen művelt fehér fajtája. Az élesztőkísérlet rávilágított arra, hogy a szőlőfajta sokszínűsége napjaink borászati technológiájának vívmányaival még inkább fokozható.

8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretném megköszönni Szövényi Áron Tanár Úrnak minden segítségét, a javaslatokat, észrevételeket, valamint az alkalmazott kezelőanyagok beszerzését. Hálával tartozom Mile Marianna laboratóriumi koordinátornak a must és borok paramétereinek mérésében nyújtott segítségért, az analitikai módszerek részletes ismertetéséért.

9. IRODALOMJEGYZÉK

1. A. Barata, M. Malfeito-Ferreira, V. Loureiro (2012) The microbial ecology of wine grape berries. *International Journal of Food Microbiology*, 243-259. old
2. S. Rainieri, I.S. Pretorius, (2000), Selection and improvement of wine yeasts. *Annals of Microbiology*, 50, 15-31. old
3. Christine Le Jeune, Marc Lollier, Catherine Demuyter, Claude Erny, Jean-Luc Legras, Michel Aigle, Isabelle Masneuf-Pomarède (2007), Characterization of natural hybrids of *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces bayanus* var. *uvarum*, *FEMS Yeast Research*, Volume 7, Issue 4, 540–549. old
4. Marina Bely, Philippe Stoeckle, Isabelle Masneuf-Pomarède, Denis Dubourdieu (2008), Impact of mixed *Torulaspora delbrueckii*–*Saccharomyces cerevisiae* culture on high-sugar fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, Volume 122, Issue 3, 312-320. old
5. Erdősi Ferenc, Lehmann Antal (1974), Mohács földrajza, MTA Dunántúli Tudományos Intézet, 19-26. old
6. Robert E. White (2009), *Understanding Vineyard Soils*, Volume 2, Issue 1, 13-16. old
7. Bihari Zita, Babolcsai György, Bartholy Judit, Ferenczi Zita, Gerhátné Kerényi Judit, Haszpre László, Kovács Tamás (2018), Magyarország Nemzeti Atlasza 59-63. old
8. Bényei Ferenc, Lőrincz András, Sz. Nagy László (2005), *Szőlőtermesztés, Mezőgazda Kiadó*, 2. kiadás, 274-275. old
9. Gregory A Gambetta, Jose Carlos Herrera, Silvina Dayer, Quishuo Feng, Uri Hochberg, Simone D Castellarin (2020), The physiology of drought stress in grapevine: towards an integrative definition of drought tolerance, *Journal of Experimental Botany*, Volume 71, Issue 16, 4658–4676. old
10. Knolmayer Bence (2022), A klímaváltozás káros hatása a szőlőre. *Georgikon for Agriculture*, 26 (3), 44-64. old
11. Stefania Savoi, Jose Carlos Herrera, Silvia Carlin, Cesare Lotti, Barbara Bucchetti, Enrico Peterlunger, Simone Diego Castellarin, Fulvio Mattivi (2020), From grape berries to wines: drought impacts on key secondary metabolite, *OENO One* 2020, 3, 569-582. old
12. Carroll, J. E., and Wilcox, W. F. (2003). Effects of humidity on the development of grapevine powdery mildew. *Phytopathology* 93:1137-1144. old
13. Con Simos, Sally-Jean Bell, Peter Leske, Peter Godden (2007), Winemaking implications of drought. The Australian Wine Research Institute, 1-8. old

14. Erdősi Ferenc, Lehmann Antal (1974), Mohács földrajza, MTA Dunántúli Tudományos Intézet, 33-35. old
15. Darko Cenbauer (2023), Evaluation of 'Grasevina' (*Vitis vinifera* L.) Clone Candidates Selected In Kutjevo Wine Region, Agronomical Faculty of Zagreb, 19-23. old
16. Bényei Ferenc, Lőrincz András, Sz. Nagy László (2005), Szőlőtermesztés, Mezőgazda Kiadó, 2. kiadás, 200. old
17. Navdeep S. Chandel (2021), Glycolysis. Navigating Metabolism, 1-11. old
18. A.L. Waterhouse, G.L. Sacks, D.W. Jeffery (2016), Understanding Wine Chemistry. 22, 1 217.-226. old
19. I. Magyar, A. Pomázi (2010), Borászati Mikrobiológia. Mezőgazda Kiadó, 32-37. old
20. Naár Zoltán, Szarvas József (2012), Borászati Mikrobiológia. Eszterházy Károly Főiskola, 155-164. old
21. Jeffrey M. Eglinton, Scott J. McWilliam, Michael W. Fogarthy, I. Leigh Francis, Mariola J. Kwiatkowski, Peter B. Høj, Paula A. Henschke (2000), The effect of *Saccharomyces bayanus*-mediated fermentation on the chemical composition and aroma profile of Chardonnay wine. Australian Journal of Grape and Wine Research 6, 190–196. old
22. Christine Le Jeune, Marc Lollier, Catherine Demuyter, Claude Erny, Jean-Luc Legras, Michel Aigle, Isabelle Masneuf-Pomarède (2007), Characterization of natural hybrids of *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces bayanus* var. *uvarum*, *FEMS Yeast Research*, Volume 7, Issue 4, 540–549. old
23. Rafael Felipe Basso, André Ricardo Alcarde, Cauré Barbosa Portugal (2016), Could non-*Saccharomyces* yeasts contribute on innovative brewing fermentations? Food Research International, Volume 86, 112-120. old
24. Philippe Renault, Joana Coulon, Gilles de Revel, Jean-Christophe Barbe, Marina Bely (2015), Increase of fruity aroma during mixed *T. delbrueckii*/*S. cerevisiae* wine fermentation is linked to specific esters enhancement, International Journal of Food Microbiology, Volume 207, 40-48. old
25. Linda Hellborg, Jure Piškur (2009), 7 - Yeast Diversity in the Brewing Industry, Editor(s): Victor R. Preedy, Beer in Health and Disease Prevention, Academic Press, 77-88. old
26. Mohand Sadoudi, Raphaëlle Tourdot-Maréchal, Sandrine Rousseaux, Damien Steyer, Joan-Josep Gallardo-Chacón, Jordi Ballester, Stefania Vichi, Rémi Guérin-Schneider, Josep Caixach, Hervé Alexandre (2012), Yeast–yeast interactions revealed by aromatic profile analysis of Sauvignon Blanc wine fermented by single or co-culture of non-*Saccharomyces* and *Saccharomyces* yeasts. Food Microbiology, Volume 32, Issue 2, 243-253. old

27. Marina Bely, Philippe Stoeckle, Isabelle Masneuf-Pomarède, Denis Dubourdieu (2008), Impact of mixed *Torulaspora delbrueckii*–*Saccharomyces cerevisiae* culture on high-sugar fermentation, *International Journal of Food Microbiology*, Volume 122, Issue 3, 312-320. old
28. Manuel Ramírez, Rocío Velázquez (2018), The Yeast *Torulaspora delbrueckii*: An Interesting But Difficult-To-Use Tool for Winemaking. *Fermentation*, 4 (4), 94. old
29. Ana Mendes-Ferreira, Catarina Barbosa, Patrícia Lage and Arlete Mendes-Faia (2011), The Impact Of Nitrogen On Yeast Fermentation And Wine Quality. *Ciência e Técnica Vitivinícola*, 26 (1), 17-32. old
30. Laura Chasseriaud, Arnaud Delaherche, Yves Gosselin, Etienne Dorignac, Marina Bely (2024). IMPACT OF MINERAL AND ORGANIC NITROGEN ADDITION ON ALCOHOLIC FERMENTATION WITH *S. CEREVISIAE*. *IVES Conference Series, OENO Macrowine* 32-48. old
31. Erbslöh, technológiai adatlap, Oenoferm Freddo, 2022. <https://bi-bor.hu/documents/20230601113907-oenoferm-freddo-datenblatt-ungarisch-erbsloeh-20220707-006.pdf>
32. Cristina Pina, Cristina Santos, José António Couto, Tim Hogg (2004), Ethanol tolerance of five non-*Saccharomyces* wine yeasts in comparison with a strain of *Saccharomyces cerevisiae*—influence of different culture conditions. *Food Microbiology*, Volume 21, Issue 4, 439-447. old
33. Gancedo JM (1998). Yeast Carbon Catabolite Repression. *Microbiol Mol Biol, Rev* 62, 334-361. old

10. MELLÉKLETEK

1. melléklet: Mért sűrűség (g/dm³) értékek az erjedések közben napi beosztásban

Nap	1. Minta	2. Minta	3. Minta	4. Minta	5. Minta	6. Minta	7. Minta
12.szept	1096	1096	1096	1096	1096	1096	1096
13.szept	1096	1094	1096	1096	1094	1096	1096
14.szept	1096	1092	1091	1090	1090	1091	1095
15.szept	1092	1081	1079	1080	1076	1078	1080
16.szept	1079	1064	1062	1062	1055	1053	1057
17.szept	1063	1049	1049	1040	1030	1030	1032
18.szept	1050	1034	1038	1026	1015	1019	1013
19.szept	1043	1025	1029	1015	1005	1009	1004
20.szept	1036	1015	1024	1006	996	1000	996
21.szept	1030	1009	1021	1000	993	999	992
22.szept	1024	1003	1015	997	992	995	992
23.szept	1022	1000	1012	994		992	
24.szept	1018	998	1009	993			
25.szept	1015	995	1003	992			
26.szept	1012	994	1003				
27.szept	1010	993	1002				
28.szept	1007	992	1001				
29.szept	1006		999				
30.szept	1006		998				
01.okt	1003		996				
02.okt	1003		995				
03.okt	1003		995				
04.okt			995				
05.okt			994				
06.okt			994				

2. melléklet: Mért hőmérsékleti (°C) értékek az erjedések közben napi beosztásban

Nap	1. Minta	2. Minta	3. Minta	4. Minta	5. Minta	6. Minta	7. Minta
12.szept	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6
13.szept	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3
14.szept	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3
15.szept	16,3	16,8	17	16,9	17	16,9	16,9
16.szept	16,6	16,9	16,9	16,9	17,3	17,6	17,1
17.szept	16,8	16,9	16,7	16,9	17,1	17,1	17,3
18.szept	16,3	16,5	16,4	16,6	16,6	16,4	16,8
19.szept	16,3	16,4	16,3	16,6	16,5	16,4	16,9
20.szept	16,1	16,3	16,2	16,4	16,1	16,1	16,3
21.szept	16,1	16,1	16	16,1	15,8	16,1	16,3
22.szept	15,9	15,9	16	15,9	15,8	15,8	15,8
23.szept	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8
24.szept	15,8	15,7	15,8	15,7	15,7	15,7	15,7
25.szept	15,7	15,7	15,8	15,7	15,7	15,7	15,7
26.szept	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7

3. melléklet: Illat profilanalízis eredmények átlagai

Illat	1. Minta	2. Minta	3. Minta	4. Minta	5. Minta	6. Minta	7. Minta
aromaintenzitás	5,25	4,5	5,875	3,5	5	5,75	4,875
gyümölcsösség	4,25	6	6,25	3,125	4,75	5,25	4,875
virágos aroma	4,25	4,5	6,25	2,75	4,5	5,5	4,5
illat tisztasága	5	5,5	6,75	4,75	6,25	4,75	6

4. melléklet: Íz profilanalízis eredmények átlagai

íz	1. Minta	2. Minta	3. Minta	4. Minta	5. Minta	6. Minta	7. Minta
savérzet	3,5	5,5	4,875	3,625	4	4,5	4,375
ízintenzitás	4,125	5,25	3,375	3,5	5,25	4,5	5
keserű íz	2,75	3,25	4,25	3,625	3,625	3,875	5,75
testesség	4	3,75	3,25	2,5	3,5	3,75	4,875

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Horváth Márton
A Hallgató Neptun kódja: JOL0BT
A dolgozat címe: Saccharomyces cerevisiae és kevert élesztőkultúra hatása olaszrizling must erjesztésére
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Szőlészeti és Borászati Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Borászati Tanszék

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

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 szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: Mohács, 2024.11.04


Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Horváth Márton (hallgató Neptun azonosítója: JOL0BT) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: 2024 év november hó 04 nap


belső konzulens
