

SZAKDOLGOZAT

Udvarhelyi Eszter Klára
2023

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

SZŐLÉSZETI ÉS BORÁSZATI INTÉZET

BUDAPEST

Aromafeltáró enzimek hatása vörösborok finomanalitikai és érzékszervi tulajdonságaira.

Udvarhelyi Eszter Klára

Szőlész-borász mérnöki alapképzési szak

Készült a Borászati Tanszéken

Közreműködő tanszék(ek): _____

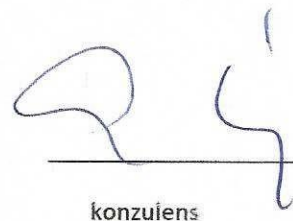
Tanszéki konzulens: Szövényi Áron, tanársegéd

Konzulens(ek): _____

Bírálok: _____

Budapest, 2023.05.09

tanszékvezető/szakirányfelelős


konzulens

**Aromafeltáró enzimek hatása vörösborok finomanalitikai és
érzékszervi tulajdonságaira**

1.Tartalomjegyzék

Aromafeltáró enzimek hatása vörösborok finomanalitikai és érzékszervi tulajdonságaira	3
1.Tartalomjegyzék	4
2. Bevezetés	6
3.Célkitűzés.....	7
4. Irodalmi áttekintés	7
4.1 A bor aroma.....	7
4.1.1 A bor aroma általános meghatározása.....	7
4.1.2 Az aroma összetételét meghatározó kémiai vegyületek	8
4.1.3 A polifenolok jellemzése és csoportosítása.....	9
4.1.4 A bor aromaanyagainak keletkezés szerinti csoportosítása	12
4.1.5 Az aromát negatív irányba befolyásoló vegyületek, tényezők	12
4.1.6 Az aromaanyagok kinyerésének lehetőségei.....	13
4.2. Az enzimek.....	13
4.2.1 Az enzimek általános jellemzése	13
4.2.2. Az enzimek keletkezésük helye szerinti csoportosítása	14
4.2.3 Az exogén enzimek előnyei borászati szempontból	15
4.2.4 A pektinbontó enzimek aromafeltáró hatása	16
5. Anyag és módszertan.....	17
5.1 Felhasznált anyagok.....	17
5.1.1 Borok.....	17
5.1.2 Enzimek	17
5.1.3 Kísérleti lépések és a beállítások.....	18
5.1.4 Analitikai vizsgálatok.....	18
5.1.5 Érzékszervi vizsgálatok	20
6.Eredmények és kiértékelésük.....	22
6.1. Analitikai eredmények	22

6.1.1 Pinot Noir	22
6.1.2 Kékfrankos	26
6.2 A profilanalízis eredményei	30
6.2.2 Pinot Noir	30
6.2.3. Kékfrankos.....	40
7. Összefoglalás	42
8. Köszönetnyilvánítás	44
9.Bibliográfia	45
9.1 Felhasznált szakirodalom	45
9.2 Forrásjegyzék.....	46
10. Mellékletek	46

2. Bevezetés

Szakdolgozatomban egy aromafeltáró enzimes kezelés kísérleti munkáját mutatom be, melynek célja két vörös fajtabor gyümölcsösségének növelése.

Az első egy rendkívül sokszínű, közepes testet adó, igazi kárpát-medencei szőlőfajtából készülő bor: a Bujdosó Pince 2022-es Prémium Kékfrankosa. A másik pedig az egyik legkifinomultabb primőr borfajta: az Anonym Pince szintén 2022-es évjáratú Pinot Noir-ja.

Az enzimek bonyolult összetételű szerves katalizátorok, amelyek az élő sejtekben képződnek, de hatásukat a sejten kívül is ki tudják fejteni. Biokatalizátoroknak is nevezik őket, az élő szerves anyag katalizátorainak.¹

A borban megtalálhatóak a szőlőből származó endogén enzimek, illetve a borásznak lehetősége van exogén módon is a borhoz adagolni az enzimeket, így kívülről a borfejlődés szempontjából kedvező irányba befolyásolhatja a biotranszformációs reakciókat. Ehhez számos forgalomban lévő enzimmészítmény áll rendelkezésre, melyeket a borkezelés különböző fázisaiban használhatóak fel.

Az ilyen jellegű adalékanyagok hozzájárulnak a végtermék szerkezetének és kémiai összetételének kialakításához valamint az érzékszervi profil közvetett módon történő javításához.² Az enzimatisz kezelés hatásai nem teljesen különíthetők el egymástól, én mégis főként a legutóbbira, az érzékszervi profil, a bor aroma javítására koncentrálok dolgozatomban.

A bor aroma, a bor minőségének és élvezeti értékének az egyik legmeghatározóbb eleme. Magába foglalja az összes íz, illat és-színanyagot, melyek a bor legfontosabb érzékszervi jellemzőit adják. Az aromaprofil alakulását számos tényező befolyásolja, csakúgy, mint a szőlőfajta adottságai, a terroir adottságai, az időjárás, az évjárat hatása, a szüreti időpont vagy az alkalmazott technológiai eljárások. A kémiai összetétel szintjén, az aromákért felelős illékony vegyületek közé tartoznak például a magasabb rendű alkoholok, a savak, az észterek és a terpének.³ A bor ízét és színét, így a gyümölcsösségét is adó komponensek (antocianinok, tanninok) nagy része a szőlőbogyó héjában található ezért a borász feladata a szőlőbogyó feltárása során a héjból kinyerhető tartalom maximalizálása. Erre fizikai, mint például a hőkezelés, és kémiai lehetőségek is rendelkezésre állnak, az általam választott enzimatisz kezelés kémiai úton, a sejtfalak gyengítésével, növeli a kinyerhető aroma mennyiséget.

¹ KÁLLAY, Miklós. Borászati kémia. *Mezőgazda Kiadó, Budapest*, 2010, 206: 8.

² SCUTARAŞU, Elena Cristina, et al. Enzymes and Biochemical Catalysis in Enology: Classification, Properties, and Use in Wine Production. In: *Recent Advances in Grapes and Wine Production-New Perspectives for Quality Improvement*. IntechOpen, 2022.

³ Krishnakumar, T. & Chaitanya, Krishna & Akbar, Sajid. (2021). Uses of Enzymes to Improve Wine Aroma. forrás: https://www.researchgate.net/publication/350379006_Uses_of_Enzymes_to_Improve_Wine_Aroma

A németországi székhelyű Erbslöh® céggel együttműködve 3 enzimekészítményt: a Trenolin® Bouguet PLUS-t, a Trenolin® Sur-Lies-t és a MannoRelease®-t egyesével, két különböző koncentrációban adagoljuk mindkét borfajtaához. Ezek főként az élesztősejtfal feltátására használt pektinbontó enzimek.

A kísérlet 3 vizsgálatból áll: elsőként a borok betöltése 2 literes palackokba és a készítmények beadagolása történik, valamint az első analitikai mérés. A vizsgált paraméterek: a borok alkoholtartalma, cukor tartalma, titrálható savtartalma, illósav-tartalma, pH-ja, a kén és-szabad kénessavtartalmuk, színintezítésük és színtónusuk, az összes polifenoltartalmuk, a leukoantocianin, a katechin és az antocianin tartalmuk.

A második vizsgálat 28-30 nappal a beadagolás után következik. A 2 literes palackokból 1 liter átkerül 1 literes palackokba, 0,5 liter boron érzékszervi vizsgálatot végzünk és megint 0,5 literen pedig egy újabb analízis ugyan azon paraméterek mentén. Ismét 28-30 nap eltelte után következik a harmadik vizsgálat, melynek során az analitikai paraméterek és az érzékszervi vizsgálat eredményei alapján a kísérlet kiértékelése következik.

Várhatóan a borok színben erősödni, mélyülni fognak, a borok illatát és ízét leíró tulajdonságok pedig intenzívebbé, érzékelhetőbbé fognak válni. Az enzimek vizsgálatakor megfigyeljük, majd a koncentráció különbségek érzékelhetőségét, valamint az első és a második 30 naperedményeinek összehasonlításával megvizsgáljuk, a kísérlet közben eltelt idő szerepét is.

3.Célkitűzés

A szakdolgozatom célja tehát, két különböző fajta vörösbor gyümölcsösségének javítása céljából elvégzett enzimátikus kísérlet bemutatása illetve értékelése analitikai és érzékszervi szempontból. Valamint az eredmények elemzésével az enzim készítmények hatásának összevetése. Ennek tükrében a bevezetésben felállított hipotézis megerősítése vagy megcáfolása. Valamint a témához szorosan kapcsolódó kémiai és borászati technológiai alapok és összefüggések részletes leírása.

4. Irodalmi áttekintés

4.1 A bor aroma

4.1.1 A bor aroma általános meghatározása

A bor aroma alatt a bor íz és-illat anyagainak összességét értjük, melyet a szájban, az orrban és az ún. posztnazális úton érzékelünk. Így a bor zamatát, azaz az íz és-illatanyagok összességét elsősorban a szaglásunkkal és az ízlelésünkkel tudjuk értékelni. Az érzékelt íz a borban jelenlévő illékony és nem illékony vegyületek közötti kölcsönhatások eredménye. A borban jelenlévő vegyületek majd mindegyike rendelkezik érzékszervi hatással,¹ azonban a végső aromát az illékony vegyületek csupán 10%-a határozza meg.¹

¹ KÁLLAY, Miklós. Borászati kémia. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 2010, 206: 8.

Az aroma tükrözi a bor minőségét, egy prémium kategóriás bortól komplex íz élményt, a fajtajelleget visszaadó illatokat és hosszú lecsengést várunk, míg az egyszerűbb boroknál kevésbé kifinomult paraméterekre számíthatunk. Bizonyos fenolos vegyületek nem, csak a bor ízét és illatát határozzák meg, hanem a színét is. Ebből kifolyólag a bor színéből is következtetni lehet a bor minőségére, így az organoleptikus értékeléskor az illatokat, az ízeket és a színeket egyaránt értékeljük. Természetesen a fehér és vörösborok aromakaraktere nagyon eltérő, így kémiai összetételükben is eltérés van, szakdolgozatomban elsősorban a vörösborok aromáira koncentrálok.

4.1.2 Az aroma összetételét meghatározó kémiai vegyületek

Az aromát meghatározó vegyületek egy része közvetlenül a szőlőből kerül át a mustba, illetve egy másik része az erjedés vagy az érlelés során keletkezik. Ezek a vegyületek egyéb feladatokat is ellátnak az aromaképzés mellett én az aromaképzésre koncentrálni tárgyalom őket.

A magasabb rendű alkoholok, kozmaalkoholok, kozmaolajok az organoleptikus tulajdonságok alakításában meghatározó szerepet játszanak, mivel szerves savakkal, észterekkel és aldehidekkel acetátokat kepeznek, melyek kellemes aromájú vegyületek. ²

Az aldehidek az aromaképzés szempontjából nem meghatározóak, mivel az erjedés során alkohollá redukálódnak. A borban fellelhető aldehidek 90%-át az acetaldehid teszi ki. A további aldehidek alacsony koncentrációban vannak, csak jelen azonban ezek között találunk, olyan kivételeket, melyek befolyásolhatják az aromát. A fenolaldehidek közül például a fahéjaldehid és a vanilin vagy a benzaldehid, ami a kesernyés mandula íz okozója.

A ketonok szintén átalakulnak az erjedés során, így ezek sem az ízek és illatok legmeghatározóbb komponensei, de kivételt itt is találunk. A damaszcenon nevű nor-izoprenoid a rózsás jegyekért felel, a diacetil pedig a vajra emlékeztető kellemetlen szag eredményez.

Az acetátok a zöltség jellegű illatok okozói, jelentőségük a sherry típusú boroknál fokozódik.

Az észterek összességében alacsony koncentrációban vannak jelen a borban. Legnagyobb mennyiségben az etil-acetát található meg. Az alacsony molekulású észterek, melyek képződését elősegíti az alacsony erjedési hőmérséklet, gyümölcsös ízt adnak. Például a benzil-acetát az almaillat okozója. Azonban a szénhidrogén lánc növekedésével ezek az illatok módosulnak. Az észterek közül nem elhanyagolható még a metil-antranilát, ami a direkt termő szőlőfajták jellegzetes ízét adja. Az etil-acetát alacsony koncentrációban (maximum 50mg/l) hozzájárul az íz komplexitásához. Túl magas koncentrációban (150mg/l felett) viszont kellemetlen savanyú, ecetes szagot eredményez.

A laktonok és más oxigén tartalmú vegyületek jelentősége az aromaképzés szempontjából elhanyagolható

¹ ARCARI, Stefany Grützmann, et al. Volatile composition of Merlot red wine and its contribution to the aroma: Optimization and validation of analytical method. Talanta, 2017, 174: 752-766.

²BALGA, Irina. Technológiai műveletek hatásai az egri bikavér élettanilag aktív vegyületeinek összetételére és érzékszervi tulajdonságaira= A review of the effect of wine technology procedures on the polyphenolic compounds and sensory analysis in red wines. 2015.

Kivétel a tölgyfa laktonok, amely tölgyfára és kókuszdióra emlékeztető illatjegyeket adnak. Illetve a laktonok csoportjához tartozik a 2-vinil-2metil-5tetrahydrofuranon, a Rajnai rizling és a muskotály szőlők aromájáért felelős vegyület.¹

A terpének és oxigénszármazékaik a szőlőből származó komponensek, így az általuk hozott aromajegyek a fajtajelleget tükrözik. Monoterpén alkoholok, oxidok formájában vagy glikozid-komplekként járulnak hozzá az aromaprofil kialakításához. Jelentőségük a terpénalkohol-koncentráció fenntartásában van, mivel a terpénalkoholok felszabadításával pótolja az idővel átalakult monoterpéneket. Virágos, gyümölcsös és egyéb növényi illatokért felelnek. A fehérboroknál meghatározóbb a szerepük, különösen az illatosfajták esetében.

A nitrogén tartalmú vegyületek közül többféle is előfordulhat a borban, ilyenek például a pirazinok vagy a piridinek. A pirazinok közül a 2-metoxi-3-izobutil-pirozin felelős a zöldpaprika ízeit. A piridinek pedig közvetett módon, az ún. egéríz okozói.

A kénhidrogének és szerves kén vegyületek kizárólag kellemetlen szagokat okoznak, miközben érzékszervi küszöbértékük alacsony. A kénhidrogén már néhány pg/l koncentrációban intenzív szúrós, záptojásszagot kelt. A legegyszerűbb szerves kén vegyület a merkaptánok, melyek hagymára, gumira szélsőséges esetben akár fekáliára emlékeztető szagot kölcsönöznek a bornak. Szerves kén vegyületek többféle képen is keletkezhetnek, kéntartalmú aminosavak, peptidek vagy fehérjék metabolizmusa során vagy akár az élesztő autólízisén keresztül. A tioéterek, mint például a dimetil-szulfid, rák, spárga, gabona vagy aszparágusz illatjegyeket eredményez. A tioészterek közül a 3-etil-merkaptopropionát pedig az ún. rókaíz okozója.²

A polifenolok a vörösborok organoleptikus tulajdonságainak alakulása szempontjából az egyik leglényegesebb vegyületcsoport, közvetlenül formálják a borjellegét, így ezeket részletesen mutatom be dolgozatomban.³

4.1.3 A polifenolok jellemzése és csoportosítása

A polifenolokat Peri és Pompei (1971) két, egymástól jól elkülöníthető csoportra osztotta, vannak a tanninok és a nem-tanninok. Ezt a két csoportot is további két-két alcsoportra bonthatjuk. A tanninokon belül vannak a nem hidrolizálható tanninok és a hidrolizálható tanninok. A nem-tanninok pedig az egyszerű fenolok és a flavonoid fenolok csoportjára bontható tovább.⁴

Az egyszerű fenolok, vagy más néven a nem-flavonoid fenolok főként a bogyóhúsban vannak észterek formájában. Alapvetően kétféle nem flavonoidot különböztetünk meg a benzoésavat és származékait valamint a hidroxifahéjsavat és származékait. Jelentőségük nagyobb a fehérborok esetében. Az egyszerű fenolok csoportjába tartozik a rezveratrol is, amely az aroma összetételéhez nem különösebben járul hozzá, azonban az egészségre gyakorolt hatása miatt említést érdemel.

¹ KÁLLAY, Miklós. Borászati kémia. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 2010, 206: 8.

² KÁLLAY, Miklós. Borászati kémia. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 2010, 206: 8.

³ KÁLLAY, Miklós. Borászati kémia. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 2010, 206: 8.

⁴ PERI, C.; POMPEI, C. Estimation of different phenolic groups in vegetable extracts. Phytochemistry, 1971, 10.9: 2187-2189.

A flavonoid fenolok a vörösbor ízének és színének meghatározói. Idetartoznak a monomer katechinek, leukoantocianinok és az antocianinok, ezek a vegyületek a procianidinek építőkövei. A katechinek (3-flavonolok) nem hidrolizálható kondenzált tanninok. Legnagyobb mennyiségben a bogyóhéjában találhatóak meg, de a bogyóhúsból is extraktálható bizonyos mértékig. A kesernyésebb, összehúzó íz okozói, koncentrációjuk a fiatal boroknál magasabb az érlelés előrehaladtával folyamatosan csökken. Ennek az eredménye az íz lekerekedése, így a lágyabb szájérzet is.¹ A leukoantocianinok, (3,4 flavonidok) a katechinekhez hasonlóan, a bogyóhúsban és héjban vannak, de a nagy részüket az utóbbiból nyerik ki. Az antocianinok prekursorai, mivel a szintelen leukoantocianinok dehidrogénezés révén flavonszármazékokká alakulnak át, majd ezekből dehidratálás és diszproporcionálódás útján antocianinok és katechinek keletkeznek. Emellett az érzékszervi tulajdonságokat is befolyásolják, de ennek mértéke a polimerizációs fokuk függvénye.² Az antocianinok a szőlő vörös pigmentjei. A szőlőbogyóhéjában találhatóak meg, koncentrációjuk a bogyó érésével egyenes arányosan nő. A szőlő teljes érettségekor a legmagasabb az antocianin koncentráció, utána csökkenni kezd, így a szüreti időpont megválasztása nagyon fontos a vörösbor színének szempontjából. A bogyók érettsége meghatározza a bőrsejtek lebomlását is, így nagymértékben befolyásolja az antocianin kinyerhetőségét. Színük közvetlenül a pH-tól függ, savas kémhatású közegben vörösek, a pH növekedésével színtelenné, majd kékessé válnak. A kén szintén fontos szerepet tölt be az antocianinok tulajdonságainak tekintetében, az SO₂ jelenléte szükséges az antocianin stabilitásához, azonban túl magas kéntartalom esetében a molekulák fehéredni kezdenek.³ Az oxidálhatóság miatt, az oxidálódás veszélye mindig fennáll. A magburokból kioldódó polifenolok oxigénnel érintkezve oxid vegyületeket képeznek, melyek elfedik a gyümölcsös ízeket és helyette kellemetlen, húzós ízeket eredményez. ⁴ A barnulási hajlam elsősorban a flavonoidok mennyiségére vezethető vissza. ⁵

Hidrolizálható tanninok a szőlőben nincsenek, tölgyfahordós érlelés útján keletkeznek, vagy kívülről adalékanyagként kerülhetnek a borba. Oxidálhatóságuk miatt nagy szerepük van a vörösbor ízének alakulásában, továbbá a színintezítést, az árnyalatot, és a stabilitást is befolyásolják. A nem hidrolizálható, azaz a kondenzált tanninok közé tartoznak a katechin-polimerek, leukoantocianidin-polimerek és az antocianidin-polimerek. Ezek a szőlő minden szilárd részében megtalálhatóak, a szárban és a magban lévő procianidinek inkább fanyar, keserű ízt okoznak, míg a héjban és a bogyóhúsban lévő fenolos anyagok, mint a tannin-poliszacharid és a tannin-fehérje komplexek lágyabb, a fanyarságot lekerekítő ízt adnak. Összességében a

¹BALGA, Irina. Technológiai műveletek hatásai az egri bikavér élettanilag aktív vegyületeinek összetételére és érzékszervi tulajdonságaira= A review of the effect of wine technology procedures on the polyphenolic compounds and sensory analysis in red wines. 2015.

²KÁLLAY, Miklós. Borászati kémia. *Mezőgazda Kiadó, Budapest*, 2010, 206: 8.

³ RIBERAU-GAYON, P. și colab. Handbook of Enology: The Chemistry of Wine, Stabilization and Treatments, Vol. 2. British Library Catalogue, 2006.

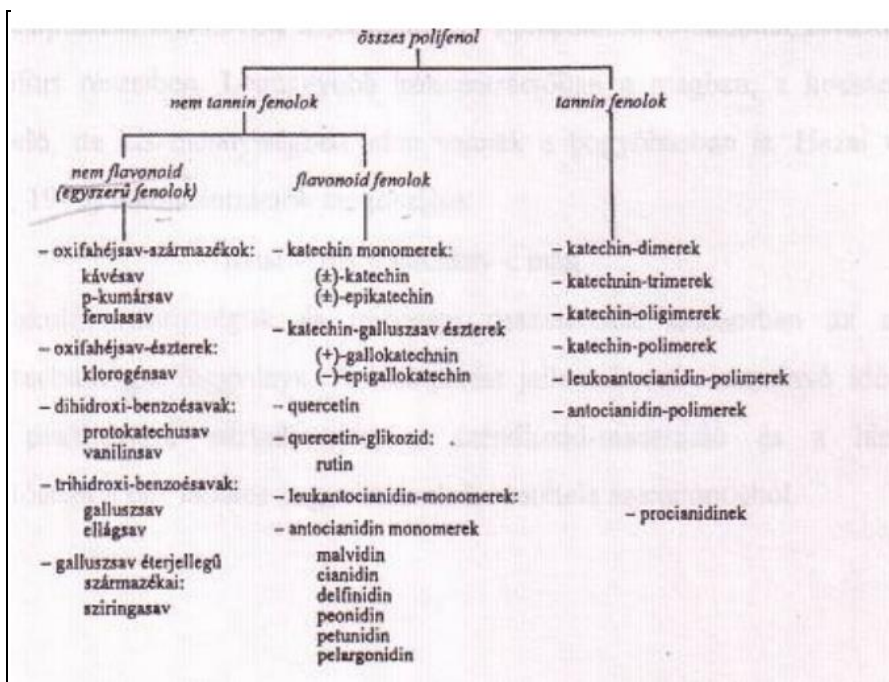
⁴ BENE, Zsuzsanna. Polifenol tartalom szabályozás ízharmonizációs borkezelési anyagokkal tokaji boroknál. SZŐLŐ-LEVÉL, 2020, 10.3: 77-91.

⁵ KAMPITS L. A borfogyasztás élettani hatásai, elemzése

bogyóhéjban lévő tanninok strukturáltabbak és magasabb polimerizációs fokkal rendelkeznek, valamint ott inaktív tanninok is megtalálhatóak.¹

Az illékony aromák szabad és kötött formában is megtalálhatóak a szőlőben és a borban. A kötött forma esetében általában glükózidos kötéstől beszélünk, ezek enzimatis vagy savas hidrolízissel útján felszabadulhatnak és, így érzékszervileg szignifikánsan érzékelhetőbbé válnak.²

Az aromát képző vegyületek kapcsán fontos megemlíteni az érzékelési küszöbérték fogalmát. A borban számos vegyület megtalálható, ezek közül, csak azokat tudjuk érzékelni, amelyek ezt a bizonyos érzékelési küszöbértéket meghaladják. Ez az érték vegyületenként eltér, például a linalool-é, ami egy monohidroxi-terpénalkohol, 50 µg/l.³ Fontos hozzátenni, hogy ez egy hozzávetőleges érték, mert egyrészt minden közegben változhat a nagysága, másrészt igen nehezen mérhető pontosan.⁴



1. ábra A polifenolok csoportosítása, Peri, Pompei 1971, 2188.

¹ RIBEREAU-GAYON, P. și colab. Handbook of Enology: The Chemistry of Wine, Stabilization and Treatments, Vol. 2. British Library Catalogue, 2006.

² KRISHNAKUMAR, T. & Chaitanya, KRISHNA & Akbar, SAJID. (2021). Uses of Enzymes to Improve Wine Aroma. forrás: https://www.researchgate.net/publication/350379006_Uses_of_Enzymes_to_Improve_Wine_Aroma

³ KÁLLAY, Miklós. Borászati kémia. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 2010, 206: 8.

⁴ FRANCIS, I. L.; NEWTON, J. L. Determining wine aroma from compositional data. Australian Journal of Grape and Wine Research, 2005, 11.2: 114-126.

4.1.4 A bor aromaanyagainak keletkezés szerinti csoportosítása

A borban, mint végtermékben megjelenő aromák különféle szempontok szerint csoportosíthatóak, borászati szempontból érdemes keletkezésük szerint vizsgálni őket:

- a, elsődleges (primer) aromák
- b, prefermentatív
- c, fermentatív, azaz erjedési aromák és
- d, érlelési aromák ¹

Az elsődleges és a prefermentatív aromák már a szőlőben és a mustban is jelen vannak, ilyenek a gyümölcsös aromák. Az erjedési aromákat másodlagos aromáknak is nevezzük, az erjedésből származó jegyek, például az ásványi, földes vagy növényi aromák tartoznak ide. A fermentatív aromák alakulását befolyásolhatja a must cukor tartalma, a sav összetétele és a jelenlévő élesztőgombák is². A szőlőből származó és az erjesztési aromák koncentrációja folyamatosan csökken a bor érése során³, így a több hónapig érlelt borok, általában a vörösborok többsége, esetében a végső aroma karaktert leginkább a harmadlagos aromák határozzák meg. Ezek az érlelés során keletkező, jegyek, melyek jellegéért elsősorban az érleléshez felhasznált hordó felel. Az érlelés alatti változások lehetnek oxidatív vagy reduktív változások. Az oxidatív bukét az aldehidek és acetátok képződése, valamint a fából kioldódó fenolos anyagok (pl. vanilin) adják. A reduktív buké pedig leginkább már a palackérleléskor alakul ki. Ilyenkor az észter tartalom változik, az acetátok, a gyümölcsös íz, a frissesség csökken. A mono-dikarbonsav-etilészterek mennyisége nő. A fajtajelleg intenzitása csökken, miközben megjelennek a palackérlelésre jellemző, kissé uniformizált jelleget keltő íz és illatanyagok.⁴

4.1.5 Az aromát negatív irányba befolyásoló vegyületek, tényezők

A szőlőben, később a mustban és a borban megjelenhetnek, olyan anyagok, mikroorganizmusok melyek, az aromakarakter negatív irányba befolyásolják. Borhibák, borbetegségek jelenhetnek meg, melyeket vagy nem lehet vagy csak az ízek és illatok erős sérülése mellett tűntethetőek el a borból.

A szőlőfajtából eredő hibák lehetnek a „szamárcáiz”, „ribizliíz”, „rókaíz”, „orvosságíz” vagy a „burgonya-zöldpaprikaíz”. Az erjedésből és az ahhoz kapcsolódó mikrobiológiai folyamatokhoz kapcsolódó íz hibák közé tartoznak: az ecetíz, a savanyúkáposzta-íz, az „egéríz”, vagy a lóistállóra emlékeztető íz. A borok nem megfelelő tárolása is okozhat ízhibákat, ezek a következők lehetnek; dugóíz, keroziníz, penészíz, öregedési íz.⁵

¹ KÁLLAY, Miklós. Borászati kémia. *Mezőgazda Kiadó, Budapest*, 2010, 206: 8.

² Borszótár - Elsődleges, másodlagos és harmadlagos aromák a borban forrás:
https://www.pannonborbolt.hu/aromak_a_borban

³ CSUTORÁS, Csaba; RÁCZ, László; ZÁRAY, Gyula. Comparison of trace element and aroma compound contents of red wines. Az Eszterházy Károly Főiskola tudományos közleményei (Új sorozat 35. köt.). Tanulmányok a környezettudomány területéről= Acta Academiae Paedagogicae Agriensis. Sectio Pericemonologica (Tomus 3.), 53-59.

⁴ KÁLLAY, Miklós. Borászati kémia. *Mezőgazda Kiadó, Budapest*, 2010, 206: 8.

⁵KÁLLAY, Miklós. Borászati kémia. *Mezőgazda Kiadó, Budapest*, 2010, 206: 8.

Sajnos a kísérlet során a Kékfrankosnál megjelent az ecetíz. Az ecetíz, olyan ízhiba, melyet mikrobiológiai folyamatok okoznak, azaz borbetegség. Az egyik leggyakoribb és legveszélyesebb borbetegség, mivel ha egyszer megjelent, akkor már nem lehet eltüntetni a borból, míg az ízét és illatát értékelhetetlenné teszi.

4.1.6 Az aromaanyagok kinyerésének lehetőségei

A bor aromáját képző kémiai vegyületek tehát vagy már a szőlőben megtalálhatóak és onnan kerülnek át a mustba, majd a borba. Vagy a szőlőben nem fellelhetőek, csak az erjedés, tölgfahordós érlelés során keletkeznek. A szőlőben is jelen lévő vegyületek esetében a szőlőbogyóból történő kinyerésük nagyban meghatározza az aroma összetételét és intenzitását. Ahogyan azt már a fenolos anyagok felsorolásánál említettem, az aromaképzés szempontjából fontos vegyületek nagy része a bogyóhéjban található, így a „bogyóból történő kinyerés” alatt elsősorban a bogyóhéj feltárását értjük. Az extraktáláshoz többféle technológiai lehetőség is a borászok rendelkezésére áll, melyeket akár egyidejűleg is alkalmazhatnak a hatásfok növelése érdekében. Ilyenek a hiperoxidáció, amit inkább fehérborok esetében alkalmaznak. A héjonáztatás, azaz a maceráció, ahol az időtartam és a hőmérséklet szabályozás is közvetlenül befolyásolja a szín és a zamatkarakter alakulását. A áztatás időtartama és az áztatási hőmérséklet fokozásával együtt erősödik a szinkiolódás, így a rozé és- siller boroknál ez 2-3 órától 25-30 óráig terjedhet, míg a testes vörösborok esetében több hét is lehet. A héjonáztatás egy módoszata, a szénsavatmoszférás maceráció, ami körülményesebb de, komplexebb és aromásabb borokat eredményez.¹ A kinyerés fokozható még a présnyomás nagyságának bizonyos mértékig történő növelésével. Illetve különféle pektinbontó enzimek készítményekkel, amelyre a szakdolgozatom is koncentrált.

4.2. Az enzimek

4.2.1 Az enzimek általános jellemzése

Definíció szerint az enzimek (fermentumok), az élő sejtek által termelt komplex fehérjék, melyek biotranszformációs reakciókat katalizálnak, azaz biokatalizátorok. Az esetek nagy részében nem ismerjük az enzimek pontos felépítését, azonban általánosságban elmondható, hogy a legtöbbjük két részből áll. Az un. apoenzimből, ami egy kolloid fehérjetest és egy koenzimből, ami pedig egy egyszerűbb, nem fehérjeszerű, hőállóbb anyag. A koenzim kizárólag az apoenzimmel együtt hatásos, a kettőt együtt holoenzimnek nevezzük. Borászati szempontból jelentőségük vitathatatlan, számos biotranszformációs reakciót katalizálnak az erjedést megelőzőleg, közben, az erjedés után és az érlelés során is. Elsősorban a kémiai reakciók felgyorsítása a feladatuk, így az enzimek esetében a hőmérséklet egy sarkalatos pont. A hőmérséklet növekedésével nem csak a reakciósebesség növekszik, hanem egy állapotbeli változás is elindul. Az enzim denaturálódik, azaz lebomlik, így a reakciósebesség csökken, majd teljesen leáll.² Azonban mérsékelt hőmérsékleti viszonyok között és akár

¹ BARÓCSI, Zoltán. A borászati technológia kulcskérdései a gyakorlatban. 2018.

² KÁLLAY, Miklós. Borászati kémia. *Mezőgazda Kiadó, Budapest*, 2010, 206: 8.

alacsony koncentrációban hatékonyak tudnak maradni. A különböző enzimek elnevezése általában az általuk katalizált enzimek típusán és mechanizmusán alapul.¹

A borkészítés során szóba jövő enzimeket két nagy csoportba sorolhatjuk, vannak az endogén enzimek azaz, a belső forrású enzimek, illetve az exogén enzimek, melyeket a borász adalékanyagként adagolhat a borhoz a borfejlődés különböző szakaszaiban. Az endogén enzimek forrása lehet maga a szőlő, a borélesztő, illetve ezek és a körülmények hatására kialakuló gombás és bakteriális mikroorganizmusok.²

4.2.2. Az enzimek keletkezésük helye szerinti csoportosítása

A szőlő (*Vitis vinifera*) saját mikroflórájáról származó enzimek:

- a, Glikozidáz - Harmadrendű alkoholok hidrolizált cukor konjugátumai, aktivitását a glükóz gátolja, optimális pH-ja 5-6.
- b, Protopektináz - Protopektinből képződő, vízben oldható, erősen polimerizált anyagok.
- c, Pektin-metil-észteráz - Poligalakturonsavak metil-észter csoportjai, metanolt szabadít fel és a pektint pektáttá alakítja, hőálló, optimális pH-ja 7-8.
- d, Poligalakturonáz – Az α -D-1,4-glikozidos kötéseket szabad karboxilcsoportá hidrolizálja, optimális pH-ja 4-5.
- e, Pektin-liáz- Depolimerizálja az erősen észterezett pektineket.
- f, Proteáz- Hidrolizálja a peptidkötéseket a fehérjék aminosavmaradékai között. hőálló, optimális pH-ja .
- g, Peroxidáz- A szőlő érése során a fenolos együletek anyagcseretermékei, aktivitása korlátozódik peroxid hiány vagy kén jelenlétében.

A borélesztőről (*Saccharomyces cerevisiae*) származó enzimek:

- a, β -Glükozidáz- Az élesztők által termelt β -Glükozidázokat a glükóz nem nyomja el.
- b, β -Glükánáz- Felgyorsítja az autolízis folyamatát és felszabadítja a mannopeptideket.
- c, Proteáz- Savas endoproteáz, felgyorsítja az autolízis folyamatát.
- d, Pektináz- Korlátozott mértékben lebontják a pektikus anyagokat, 2% feletti glükóz jelenlét mellett gátolva van.

Gombáról (*Botrytis Cinerea*) származó enzimek:

- a, Glikozidáz- Gombafertőzött szőlő esetében rontja a teljes aromakaraktert.
- b, Lakkáz- Széles körű specifitás a fenolos vegyületekhez, oxidációt és barnulást okoz.
- c, Pektináz- Depolimerizálja az enzimeket, lebontja a növény sejtfalait és rothadás okoz.

3. SCUTARAŞU, Elena Cristina, et al. Enzymes and Biochemical Catalysis in Enology: Classification, Properties, and Use in Wine Production. In: Recent Advances in Grapes and Wine Production-New Perspectives for Quality Improvement. IntechOpen, 2022.

2 MOJSOV, Kiro. Use of enzymes in wine making: A review. International Journals of Marketing and Technology, 2013, 3.9: 112-127.

- d, Celluláz- Több komponensű komplexek, endo-exoglukanázok, lebontják a növényi sejtfalat.
- e, Foszfolipáz- Lebontja a foszfolipideket a sejtmembránokban.
- f, Észteráz- Részt vesz az észter képződésben.
- g, Proteáz- Meghatározzák a pektinázok által okozott rothadás sebességét és mértékét, oldódó, hőálló.

Baktériumokról (*Lactobacillus*) származó enzimek:

- a, Malolaktikus enzimek- Az almasavat tejsavvá alakítják.
- b, Észteráz- Észterképződésben vesz részt.
- c, Lipolitikus enzimek- Lebontják a lipideket.¹

4.2.3 Az exogén enzimek előnyei borászati szempontból

A külső enzimekre azért van szükség, mert a belső forrású enzimek vagy nem elegendőek a szükséges reakciók katalizálásához vagy, mert a borkészítés körülmények gátolhatják a működésüket. Ilyen körülmény lehet például a magas cukor és alkoholtartalom, az alacsony pH vagy a túl magas polifenol koncentráció.² Az ipari enzimeket szubsztárokon tenyésztett mikroorganizmusokból nyerik ki, az Európai Unió belül, így Magyarországon is ezekhez kizárólag az International Organisation of Vine and Wine (OIV) szervezet által meghatározott forrásszervezeteket használhatnak fel, melyek az *Aspergillus niger* és a *Trichoderma* fajok. Az *Aspergillus niger*-ből, aerob körülmények között szelektálják a pektinázokat, a hemicellulázokat és a glikozidázokat, míg a *Trichoderma* fajokból a glukanázokat. A táptalaj jól meghatározott összetétele indukálja az enzimaktivitások optimális termelését.³

Az exogén enzimeknek mennyiségi és minőségi előnyei egyaránt vannak, valamint a munkafolyamat lerövidülése miatt energiatakarékossági és környezetvédelmi hasznuk is lehet. A mennyiségi előny elsősorban a termés hozam növelésénél mutatkozik meg. A szőlőfélértáskor a terméshez adagolva szignifikánsan megnöveli a színmust és a présmust mennyiségét. Ezt a sejtfalak gyengítésével és az oldható pektinek hidrolizálásával érik el. A pektin-liáz, a pektin-metil-észteráz és a poligalakturonáz enzim látják el ezt a feladatot.

Minőségi és mennyiségi előnyt is jelent, a jobb szűrhetőség, deríthetőség. A pektinázok, a proteázok és a glukanázok egyaránt részt vesznek ebben a munkában. Enzimatis aktivitásuk hatására csökken a viszkozitás, a pektin molekulák részleges demetilációja metil-észteráz aktivitással negatív elektrosztatikus töltéseket hoz létre, amelyek reakcióba lépnek a zavarosságot okozó (kolloidok, elhalt fehérjék) pozitív töltésű molekulákkal, ami ülepedéshez vezet.

Minőségi előnyt jelent a színanyagok kinyerésének és a színtabilitásnak a növelése. Ahogyan azt már többször kiemelttem, a vörösbor színét adó antocianinok, a tanninokkal és az aromaanyagokkal együtt a bogyó héjában

¹ MOJISOV, Kiro. Use of enzymes in wine making: A review. International Journals of Marketing and Technology, 2013, 3.9: 112-127.

² UGLIANO, Maurizio. Enzymes in winemaking. Wine chemistry and biochemistry, 2009, 103-126.

³ MOJISOV, Kiro. Use of enzymes in wine making: A review. International Journals of Marketing and Technology, 2013, 3.9: 112-127.

találhatóak. Kinyerésükhöz a pektinbontó enzimek hidrolizálják a sejt falban lévő poliszacharidokat, ezzel gyengítve a sejt falat. A szőlőbogyó tartalom kinyeréséhez számos technológiai megoldást alkalmaznak, mint például hőkezelés vagy maga a maceráció. Az enzimek alkalmazása ezen, technológiai megoldásokat teszik könnyebbé és hatékonyabbá. A bogyóhéj kinyerhető tartalmának növelése a bor színére gyakorolt kedvező hatása mellett, az aromaanyagok kinyerését is fokozza, mely a bor minőségét közvetlenül növeli. A pektinbontó enzimek működésével a következő pontban részletesen foglalkozom. ¹

4.2.4 A pektinbontó enzimek aromafeltáró hatása

A pektináz enzimek sokféle feladatot látnak el, ezek közül a legfontosabb a fenolok és a pigmentek bogyóhéjból történő kinyerése. Az endogén pektinázok a szőlő érésében játszanak szerepet az extraktálásban már nem, mivel az alacsony pH vagy kén hatására inaktíválódnak. A gombás mikroorganizmusokból származó pektinázok azonban rezisztenciát mutatnak, mind az alacsony pH-val, mind a kénnel szemben. A pektinbontó enzimek az ép bogyókon nem, csak a zúzáson átesett, feltárt struktúrákban tudják kifejteni hatásukat.

A cél a fenolos anyagok kinyerése a bőrsejtekből, azonban a szőlőhéj fizikai akadályt képez az antocianinok, tanninok és aromák diffúziójában. A pektinbontás lényege a szőlőhéjának gyengítése, hogy a számunkra értékes vegyületek hozzáférhetővé váljanak. A szőlőbogyó héjának összetett szerkezete pektó-cellulóz falakból áll, melyek kevés mechanikai ellenállást mutatnak az átalakulással szemben. Miután a pektinbontó enzimek a sejtekben lévő szacharid kötéseket hidrolízis útján felbontják a fenolos vegyületek diffúziója már nem gátolt. A diffúzió elősegítéséhez a pektolitikus aktivitás mellett egy másodlagos ún. hemicellulóz aktivitás is szükséges.²

Ahogy már említettem korábban a kereskedelmi pektináz enzimek készítmények aktivitását a pH nem befolyásolja, azonban a hőmérséklet jelentősen tudja csökkenteni a készítmények hatását. 10 °C alatt drasztikusan esik az enzimek aktivitása, 50 °C felett pedig azonnal inaktíválódnak. Ezek a készítmények a fehérjék mellett gyakran tartalmaznak szervesetlen sókat és tartósítószerket is, így a készítmények megfelelő összetételének és struktúrájának megőrzése érdekében a hőmérséklet állandósága is fontos. Mivel az enzimek tulajdonképpen aktív fehérjék, így minden anyag (például a bentonit), ami általában gátolja a fehérjék működését, az enzimek aktivitását is csökkenteni fogja. Veszélyt jelenthet még a túl magas tanninkoncentráció, mivel ha a tanninok reakcióba lépnek a fehérjékkel az is az enzim inaktíválódásához vezet.

Összességében a pektinbontó enzimek készítmények növelik az extraktálható anyagok mennyiségét és gyorsítják az extrakció folyamatát. A borban is érzékelhető eredménye a kezelésnek az organoleptikus karakter fejlődése. Azaz a magasabb leukoantocianin, antocianin és katechin tartalom, a fokozott aroma intenzitás és komplexitás, valamint az erősebb, fényesebb és stabilabb szín.³

¹ T. Krishnakumar, Uses of Enzymes to Improve Wine Aroma (2021)

² MOJSOV, Kiro. Use of enzymes in wine making: A review. International Journals of Marketing and Technology, 2013, 3.9: 112-127.

³ MOJSOV, Kiro. Use of enzymes in wine making: A review. International Journals of Marketing and Technology, 2013, 3.9: 112-127.

5. Anyag és módszertan

5.1 Felhasznált anyagok

5.1.1 Borok

A kísérlethez kétfajta vörösbort használtam fel, az Anonym pince¹ 2022-es Pinot Noir-ját és a Bujdosó Pincészet² szintén 2022-es Prémium Kékfrankosát. Az Anonym pince Etyeken, az Etyek-Budai borvidéken található. Ennek a borvidéknek a klímája a magyarországi átlaghoz képest hűvösebb, így az itt termő Pinot Noir-nak az aromatikája a piros gyümölcsök (cseresznye, ribizli, paradicsomszár, cékla, és herbás tónusok) íz világát hozza, a melegebb éghajlaton megjelenő érettebb, gyümölcsös (meggy) jegyek helyett. A Pinot Noir-ra jellemző, hogy alacsonyabb az antocianin és a tannin-koncentrációja. Ez többek között a szőlőfajta jellegzetes vékony héjának köszönhető, ebből kifolyólag közepes színmélységre és visszafogottabb csersavakra számíthatunk. A Bujdosó Pincészet Balatonlellén, a Balatonboglári borvidéken van, ahol a klíma kevésbé befolyásolja az aromakaraktert. Nincsenek kiugróan magas vagy alacsony hőmérsékleti értékek, a borvidék borai általában közepes tannintartalmú, könnyebb borok jó gyümölcsösséggel. Epres, málnás, ibolyás jegyekre számíthatunk közepes fűszeresség mellett.³

Az Anonym pince Pinot Noir-ja a kísérletet megelőzően kénezésen átesett, azonban szűrésen és derítésen nem. A Bujdosó pincészet Kékfrankosánál pedig kénezés és derítés történt, szűrést itt sem végeztek.

A borfajták kiválasztáskor az volt a célom, hogy egy közepes testű gyümölcsös vörösborral és egy nagyobb testű vörösborral is tudjak dolgozni. Lényeges szempont volt mind két bortípusnál a gyümölcsösség megléte.

5.1.2 Enzimek

A németországi Erbsloeh⁴ céggel együttműködve, három enzimekészítmény hatását vizsgáltam a mintaborokon, különböző koncentrációban adagolva azokat.

A Trenolin® Bouquet Plus egy folyékony halmazállapotú, dehidráz-mentes, azaz fahéj-észteráz-aktivitástól mentes készítmény. Összetételét egy nagy aktivitású pektináz és egy speciális β -glükoszidáz enzim alkotja, tartósítószer nem tartalmaz. Jótékony hatásai a borra nézve; az aromaanyagok felszabadítása a bogyókból és később az aromaanyagok megőrzése. Intenzív illatú- és zamatú terpénalkoholok felszabadítása valamint a gyümölcsösség növelése célzottan és optimálisan. A javasolt kezelési hőmérséklet 12-15 °C. A kísérleti adagolás 10ml/hl és 20ml/hl koncentrációban történt.⁵

A Trenolin® Sur-Lies egy folyékony halmazállapotú, fahéjsav-észteráz mellékaktivitás mentes enzimekészítmény. Glükánáz és pektináz-frakciókat tartalmaz, melyek a sejtfal perforálásával elősegíti a finomseprő lebontását, a

¹ Anonym Pince elérhetőség: <http://www.anonympince.hu/>

² Bujdosó Pince elérhetőség: <https://bujdoso.com/>

³ Balatonboglári borvidék, forrás: <https://bor.hu/borregiok/balatonboglari-borvidek>

⁴ Erbsloeh elérhetőség: <https://erbsloeh.com/en/products/wine>

⁵ Trenolin® Bouquet Plus hivatalos termékismertető forrás: <https://erbsloeh.com/en/products/wine/enzymes>

sejtfalakból felszabaduló mannoproteinek és mannánok növelik az ízérzetet és a boroknak selymességet, krémességet kölcsönöznek. Testesebb és struktúráltabb borokat eredményeznek. A javasolt adagolási hőmérséklet 15 C°. Az optimális eredményért a finomseprős újborkhoz kell beadagolni. A kísérlet során 5ml/hl és 10 ml/hl koncentrációkkal dolgoztunk. ¹

A Manno Release® egy szilárd halmazállapotú stabilizáló és érzékszervileg fontos mannoproteinek kioldódását elősegítő termék. Élesztő sejtfa és β -glükánáz enzim keveréke. Elősegíti a surl-les hatást, javítja a borok borkő- és fehérjestabilitását, javítja a borok ízérzetét és testességét, csökkenti a húzós ízeket és komplex aromákat ad. Az adagolása 40g/hl és 80g/hl koncentrációban történt. ²

5.1.3 Kísérleti lépések és a beállítások

A kísérlet három etapban valósult meg, először a borokat 2 literes palackokba töltöttük szét és beadagoltuk az enzimeket két eltérő koncentrációban, egyszeres ismétléssel. A kontroll mintákba nem került enzim, de azokat is ismételtük. Így bor fajtánként volt 14db 2 literes palack; ezekből 2db palackban volt a kontroll minta és 12 db palackban a borokhoz adagolt enzim. A palackokat lezártuk koronazárral és 13-15 C°-on 30 napig hagytuk, hogy a készítmények kifejtsék hatásukat.

A Trenolin® Bouquet Plus, ahogyan már említettem 10ml/hl és 20ml/hl koncentrációban adagoltuk, ez a 2 literes palack estében 0,2ml és 0,4 ml volt.

A Trenolin® Sur-Lies enzim 5ml/hl-es és a 10ml/hl-es koncentráció szintén 2 literes palackok tekintetében, 0,1ml-t és 0,2 ml-t jelentett.

Mivel a Manno Release® egy szilárd halmazállapotú készítmény, így vízzel elegyítve egy 10%-os oldatot készítettünk. A 40g/hl és a 80g/hl-es koncentráció esetében, a 10%-os oldatból 8ml-t és 16ml-t adagoltunk a 2 literes palackokban lévő borokhoz.

30 nap után a 2 literből, megközelítőleg 0,5 litert felhasználtunk az analízishez, nagyjából 0,5 litert az érzékszervi vizsgálatokhoz és 1 litert, 0,33dl-es palackokba töltöttünk át, majd csavarzárral zártuk őket.

Újabb egy hónap elteltével megismételtük mind az analitikai vizsgálatokat, mind az érzékszervi vizsgálatokat, ebben az állapotban az enzimek már 60 napja dolgoztak a borokban.

5.1.4 Analitikai vizsgálatok

Az analitikai vizsgálatokat a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Budai Campusán, a Borászati Tanszék kutatói laboratóriumának munkatársai végezték. A mérések, a kísérlet ütemét követve három alkalommal történtek. Az első mérést az enzimek beadagolása előtt végezték, a másodikat egy hónappal az enzimek beadagolása után, a harmadikat pedig két hónappal az enzimek beadagolását követően. A mért paraméterek megegyeztek mind a három mérés során. Ezek a következők voltak:

1. Alkoholtartalom

¹ Trenolin® Sur-Lies hivatalos termékismertető forrás: <https://erbsloeh.com/en/products/wine/enzymes>

² Manno Release® hivatalos termékismertető forrás: <https://erbsloeh.com/en/products/wine/stability>

- Az alkoholtartalom a borban jelenlévő etil-alkohol tartalmat jelenti. Térfogatszázalékban fejezzük ki (% V/V). Meghatározása a párlat sűrűségének mérésével történt. A minták alkoholtartalma kiszámítható a sűrűség értékéből a Windisch-féle táblázat alapján interpolálással. A méréshez Gibertini hidrosztatikus mérleget használtunk.
2. Cukortartalom
 - A borban fellelhető cukrok a D-glükóz, a D-fruktóz, az L-arabinóz, a D-xilóz és a szacharóz. A szacharóz nem természetes úton kerül a borba, a pentózok azaz, az arabinóz és a xilóz mennyisége elhanyagolható, így a borok cukortartalmát lényegében a glükózok és a fruktózok, együttes nevén a hexózok alkotják. A cukortartalom meghatározása a Foss boranalizáló műszerrel történt.
 3. pH
 - A bor pH-ját számos paramétert befolyásolhat, ilyenek a borkősav/almásav arány alakulása, az összes savtartalom, a kálium koncentráció vagy akár a színindex. Fehérboroknál 3-3,3 az optimális érték, vörösboroknál valamivel magasabb 3,4-3,5.¹ Meghatározása Foss boranalizáló műszerrel történt.
 4. Titrálható savtartalom
 - Azaz az összes szabad savtartalom, mennyisége fajtától, termőhelytől és az időjárási viszonyoktól is függhet, de Magyarországon általában 4-15g/l között mozog az értéke.² Meghatározása Foss boranalizáló műszerrel történt.
 5. Szabad és összes kén-dioxid tartalom
 - A mustban és a borban a kén-dioxid H_2SO_3 és HSO_3 formájában vannak jelen, szabad vagy kötött formában. Kiszámításuk egy gyors referenciamódszerrel történt. A szabad kén-dioxidot közvetlen jodometriás titrálással, a kötött kén-dioxidot lúgos hidrolízist követő jodometriás titrálással határozzuk meg. A szabad kén-dioxidhoz hozzáadva a kötött kén-dioxidot megkapjuk az összes kén-dioxid-tartalmat.³
 6. Illósav tartalom
 - Az illósav-tartalom a borban szabad vagy kötött állapotban lévő, az alifás sorba tartozó zsírsavak összessége.⁴ Egy egészséges bor esetében az illósav-tartalom 95%-a ecetsav. ⁵ Meghatározása Foss boranalizáló műszerrel történt.
 7. Színintenzitás
 8. Színtónus

¹ Miért számít a bor pH-értéke? forrás: <https://vinoport.hu/tema/miert-szamit-a-bor-ph-erteke/3314>

² KÁLLAY, Miklós. Borászati kémia. *Mezőgazda Kiadó, Budapest*, 2010, 206: 8.

³ Magyar borkönyv, Borok vizsgálata fejezet: 44. Az etil-karbamát meghatározása borban: gázkromatográfiás/tömegspektrometriás módszert alkalmazó szelektív meghatározás, 2002, 292-296.

⁴Magyar borkönyv, Borok vizsgálata fejezet: 44. Az etil-karbamát meghatározása borban: gázkromatográfiás/tömegspektrometriás módszert alkalmazó szelektív meghatározás, 2002, 292-296.

⁵ KÁLLAY, Miklós. Borászati kémia. *Mezőgazda Kiadó, Budapest*, 2010, 206: 8.

- Egy spektrofotometriás módszer fejezzük ki mind a színintenzitást, mind a színtónust: A minta színintenzitását az 1 cm-es küvettában 420, 520 és 620 nm hullámhosszon mért abszorbanciák összege adja. A színtónust a 420 nm-en és 520 nm-en mért abszorbanciák arányával fejezzük ki.¹

9. Összes polifenoltartalom

- Bázikus közegben a polifenolok redukálják a foszfor-molibdén- és a foszfor-wolframsav keverékét kékszínű molibdén, illetve wolfram oxiddá. Az oldat színintenzitása a bor polifenol koncentrációjával arányos.² A vörösborok esetében általában az összes polifenol tartalom 1800-4000 mg/l.³ Az összes polifenol tartalom meghatározása Folin-Ciocalteu reagens alkalmazásával, gallusz savra kalibrálva az MSZ-9474-80 szerint zajlott.

10. Leukoantianin tartalom

- Vas (II)-szulfátot tartalmazó sósav-butanol, 40:60 arányú elegyével történő melegítés után, spektrofotometriás módszerrel történt a meghatározás. (Aubert, 1970, módosítva)

11. Katechin tartalom

- A katechin-tartalom meghatározását alkohollal hígított borban kénsavas vanilinnel reagáltatva, 500 nm-en spektrofotometriás módszerrel végeztük. (Tanner, Brunner, 1979, módosítva)

12. Antocianin tartalom

- Az antocianinok mennyiségét 2 V/V %-os koncentrációjú HCl-t tartalmazó 96%-os etanollal történt hígítás után spektrofotometriás módszerrel határoztuk meg.

A többször említett Foss boranalizáló műszer, a laboratórium alap berendezéseihez tartozik, képes még erjedésnek nem indult mustot, illetve kiejert borokat is analizálni, így a szüret kezdetétől egészen a palackozásig ellenőrizhetjük vele borunk minőségét a legfontosabb analitikai paraméterek mentén. ⁴ A műszer az úgy nevezett FTRI (Furrier-transzformációs infravörös spektroszkópia) elvén működik, 5-35 C°-os mintákkal 2,5 perc alatt meghatározza az adott paraméterek értékét.

5.1.5 Érzékszervi vizsgálatok

Az érzékszervi vizsgálatok a Jó érzékszervi gyakorlat (Good Sensory Practice, GSP)⁵ alapelvei mentén zajlottak, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Budai Campusának, Borászati tanszékén lévő laboratóriumban. A vizsgálat vak bírálás formájában folyt. A bírálásban öt, kellő szakértelemmel rendelkező személy vett részt. Mind a laboratóriumban, mind a mintákat előkészítő helyiségben szobahőmérséklet, 22-24 C° volt. A kóstolási mintamennyiségeket azonos személy állította be és a kóstolási sorrendet is ő határozta meg, a sorrend a bírálók előtt ismeretlen volt. A borminták kódolása 0-24ig terjedő számokkal történt. Mind a két bor fajtánál az enzim

¹Magyar borkönyv, Borok vizsgálata fejezet: 44. Az etil-karbamát meghatározása borban: gázkromatográfiás/tömegspektrometriás módszert alkalmazó szelektív meghatározás, 2002, 292-296.

² MURÁNYI Z., Borászati Analitika 2012

³ KÁLLAY, Miklós. Borászati kémia. *Mezőgazda Kiadó, Budapest*, 2010, 206: 8.

⁴ A Foss boranalizáló műszer hivatalos termékleírása, forrás: <http://agromilk.eu/boranalizalomuszerek>

⁵ KÓKAI Z., SIPOS L., Érzékszervi vizsgálatok, 2020

nélküli kontroll mintákat 0. sorszámmal jelöltük (0. Pinot Noir, 0. Kékfrankos). Az enzimes mintákat a Pinot noir-nál 1-12. sorszámmal, a Kékfrankosnál pedig 13.-24. sorszámmal jelöltük.

A borok értékelése egy leíróvizsgálat típusú az ún. profilanalízis készítésével történt. A profilanalízis készítésénél egy adott tulajdonság intenzitását értékelik a bírálók. Esetünkben 19 tulajdonság szerint történt, ebből 6 vonatkozott az illatra, 12 az ízre és 1 a színre. A paraméterek a következők voltak;

Az illatra vonatkozóan:

1. Aromaintenzitás
2. Gyümölcsösség, gyümölcsös aroma
3. Virágos aroma
4. Vegetális aroma
5. Fűszeres aroma
6. Aroma komplexitás

Az ízre vonatkozóan:

7. Alkohol
8. Sav
9. Édes ízérzet
10. Keserű íz
11. Tapadás
12. Íz intenzitás
13. Gyümölcsös íz
14. Vegetális íz
15. Virágos íz
16. Fűszeres íz
17. Testesség
18. Íz tartósság

A színre vonatkozóan:

19. Színintenzitás

Eredetileg az értékelés összesen 20 szempont mentén történt volna, azonban az értékelés közben közös megegyezéssel a 20. paramétert, a színtónust, kihúztuk, mivel a 19. paraméterrel, a színintenzitással, kevés különbséget jelölnek, így a bírálók számára a megkülönböztethetőséget nehezítette volna.

A jellemzőket egy 0-tól 10-ig terjedő, 1 léptékes, strukturált, lineáris skálán értékeltük. A két szélsőérték, a 0 ami azt jelenti, hogy az adott jellemző egyáltalán nem jelenik meg a kóstolt mintában, és a 10 ami viszont azt jelenti, hogy az adott jellemző maximálisan érezhető a mintán.

A 0. sorszámu, enzim nélküli kontroll minták értékelése együtt, közös megegyezéssel történt, ez az érték volt a referencia pont. Az enzimes minták értékelését, a referencia pontból kiindulva mindegyik bíráló önállóan végezte, egymás befolyásolása nélkül. Egyszerre 4 enzimes mintát kellett értékelni a kontroll minta folyamatos

visszakóstolása mellett, így egy bíráló előtt egy sorozatban 5 pohár bor volt. Bor fajtánként 3, összesen 6 sorozatot tett ki a borok végig kóstolása.

A vizsgálat nagyjából 2 órán keresztül tartott, a bírálók szénsavmentes ásványvizet fogyasztottak íz semlegesítés céljából.

ILLAT - GERUCH

1. jellemző: aromaintenzitás – aromatic intensity

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

0.2

2. jellemző: gyümölcsösség, gyümölcsös aroma – fruity aroma

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

0.2

3. jellemző: virágos aroma – floral aroma

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

0.2

2. ábra Részelt az értékelő lapból forrás: saját



3. ábra Kép a vizsgálatról forrás: saját

A kóstolást a Pinot Noir-al kezdtük, majd a Kékfrankos következett, a palackok felbontásakor érzékeltek, hogy a kékfrankos ecetsav tartalma emelkedett. Az ecet teljesen rátelepedett a bor ízére és illatára, így a különböző tulajdonságok intenzitásának értékelése nem volt lehetséges. Helyette egy skálás rangsorolást végeztünk, egy ismét egy léptékes, strukturált, lineáris skálán. A minták -3 és 3 közötti pontszámokat kaphattak 3 tulajdonságra, a referenciaponthoz igazodva, ami minden esetben a kontroll mintát jellemző 0-ás pontszám volt. A tulajdonságok a következők voltak:

1. Illat (smell)
2. Íz/ szájérzet (palate)
3. Összbenyomás (impression)

Ezt követően pedig az egy sorozatban szereplő mintákat rangsorba kellett rendezni a legrosszabbtól a legjobbig, illetve lehetőség volt megjegyzések csatolására minden sorozat esetében.

6.Eredmények és kiértékelésük

6.1. Analitikai eredmények

Az analitikai eredmények kiértékelését az alapparaméterek változásának rövidebb áttekintésén és a polifenol spektrum részletesebb bemutatásán keresztül tárgyalom kezdve a Pinot Noir majd, a Kékfrankos borok eredményeivel. A részletes eredményeket táblázatba foglalva az 1.-10. számú mellékletek tartalmazzák.

6.1.1 Pinot Noir

A Pinot Noir alkoholtartalma 12,69 V/V% volt, mikor az enzimek beadagolása megtörtént, az azt követő 60 napos kísérlet ideje alatt, pedig pár századnyi különbséget mutattak az eredmények, ami a mérési hibahatáron

határozottan belül esik. Az első 30 nap után a minták eredményeit átlagolva 12,65 V/V% -ot, a 60.nap elteltével pedig 12,73 V/V%-ot kaptunk. Egy közepesen testes vörösborhoz képest, amilyen a Pinot Noir is, ez az eredmény átlagosnak mondható.

A cukortartalom változása az alkoholtartalom esetében 1,6 g/l volt a kezdeti érték, a 30.nap után az eredmények átlaga 1,8 g/l volt a 60.nap végére pedig 1,7 g/l, ebben az esetben az eredmények tizedes értékű eltérése mérési pontatlanságból fakadhat, mivel a cukortartalom növekedése kizárt.

A kezdeti pH 3,6 volt, amit az első 30 nap végére kivétel nélkül minden minta megtartott. A második 30 nap végére a pH 3,5-3,7 értékeket mutatott, amely 1-1,5 g/l változást okozhat a sav tekintetében. Ez szignifikáns eltérést jelentene, de itt is feltehetően mérési hiba áll az értékek változása mögött hiszen, savcsökkenést almasavbontás vagy borkőkiválás tud előidézni, melyek egyike sem következett be a minták tárolása a kísérlet ideje alatt végig 15 C°-on történt.

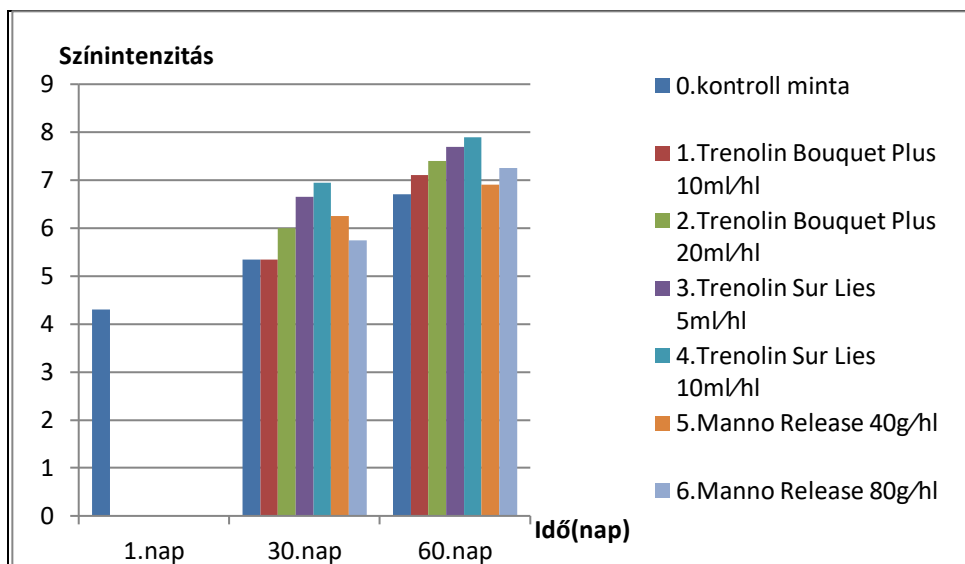
A titrálható savtartalom az enzim nélküli mintákban 4,8 g/l volt, ami az első 30 nap után nem mutatott változást. A 60.nap végére egy tizedes jegy csökkenéssel a minták átlagértéke 4,7g/l lett, azaz jelentős változás nem történt. Az illósav tartalom 0,27 g/l-ről indulva minden mintánál kismértékű emelkedés volt megfigyelhető 0,30-0,32 g/l-ig, így tetemes változás itt sem történt. Az illósav tartalom és a titrálható savtartalom eredményei megerősítik, hogy a pH értékének módosulását nem valós beltartalmi változások indukálták.

A szabad-és összes kén-dioxid tartalom esetében a minták igen eltérő eredményeket hoztak. Az enzimek hozzáadása előtt 56/102 mg/l volt az arány, ez a 60 nap alatt folyamatosan csökkent. Az első 30 nap utáni eredmények közül a legmagasabb érték az 50/100 mg/l, a legalacsonyabb pedig 36/74 mg/l volt. A második 30 nap után a legmagasabb érték a 32/68mg/l míg a legalacsonyabb 10/86 mg/l volt. A szabad kén-dioxid csökkenése határozottan indokolt volt, mivel mind a 2 literes, később a 0,375 milliliteres palackokba való áttöltögetéskor, mind az enzimek beadagolásakor oxigén felvétel történt, ami a szabad kén-dioxid csökkenéséhez vezet.

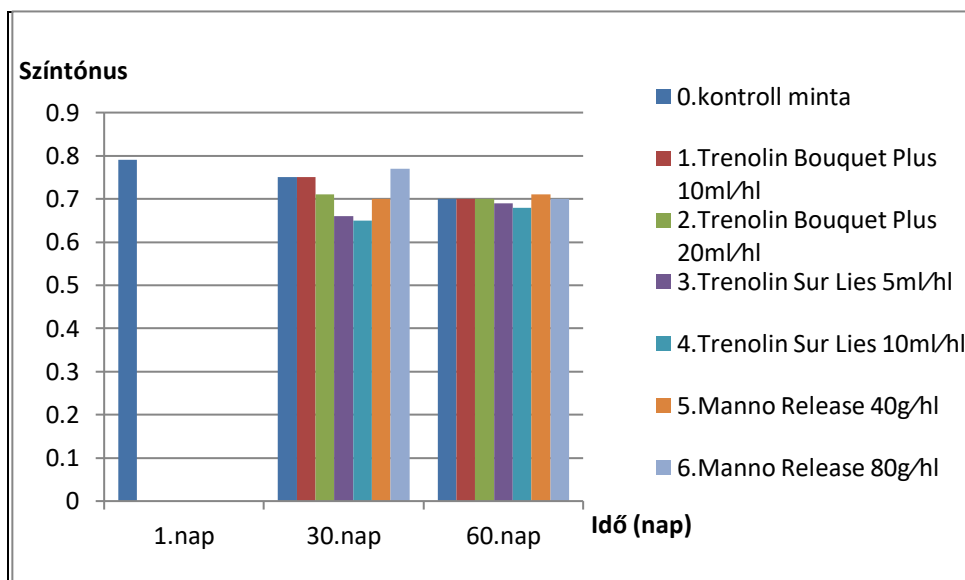
A kísérlet szempontjából a színintenzitás, a színtónus és a fenolos vegyületek értékeinek változása igen releváns, hiszen a felhasznált enzimeket elsősorban ezen, paraméterek megváltoztatása érdekében használtam. Ebből kifolyólag az értékek szignifikáns változására számíthatunk, melyeket oszlopdiagramokon ábrázolok.

A színváltozásokat leíró jellemzők kapcsán az értékek változása több szempontból is igencsak indokolt. A β -glükózidáz enzimaktivitás a cukor komponenssel rendelkező komplexekről a cukor rész levágásával a színanyagok oxidációját idézheti elő, ami színcsökkenéssel vagy barnulással járhat. Emellett a színanyagok a tanninokkal egy acetaldehid hídon keresztül összekapcsolódhatnak és antocianin-tannin komplexek létrehozásával növelhetik a színmélységet és a színstabilitást. A kezdeti színintenzitás 4,3 volt az első 30 nap eredményei viszonylag eltérő értékeket mutatnak a mintákban, de mindegyiknél határozott növekedés történt a legalacsonyabb kapott érték 5,2 lett, a legnagyobb 7,3. A 60. nap végére az értékek emelkedése folytatódott a legalacsonyabb mért színintenzitás 6,9 volt a legmagasabb pedig 8,1. A legmagasabb színintenzitás eredményt a kezelést követő 30 és 60 napon egyaránt a Trenolin Sur Lies enzim érte el 10ml/hl koncentrációban adagolva.

A színtónus esetében a változás mértéke jóval kisebb volt, szignifikáns eltérés nem következett be.

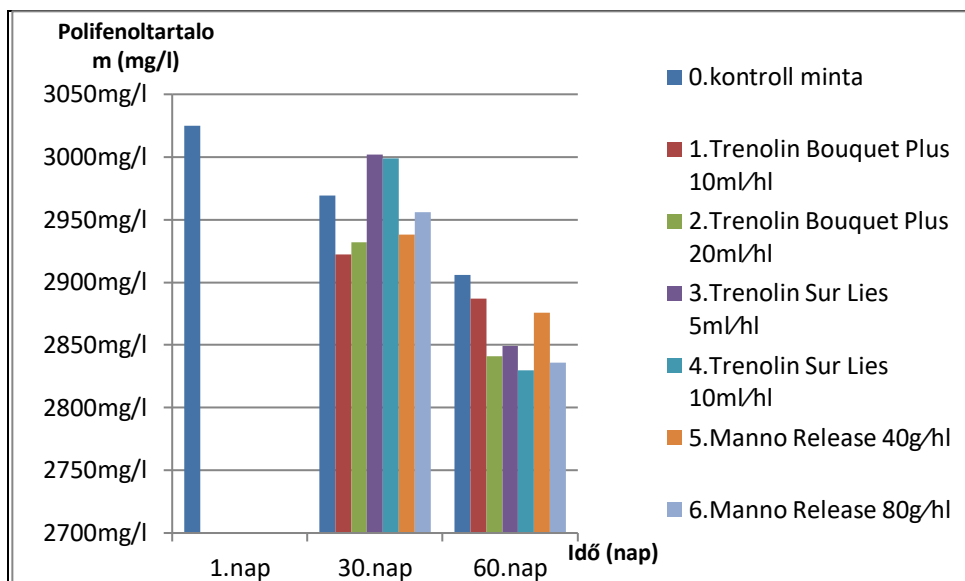


4.. ábra A színintenzitás változása a Pinot Noir-nál



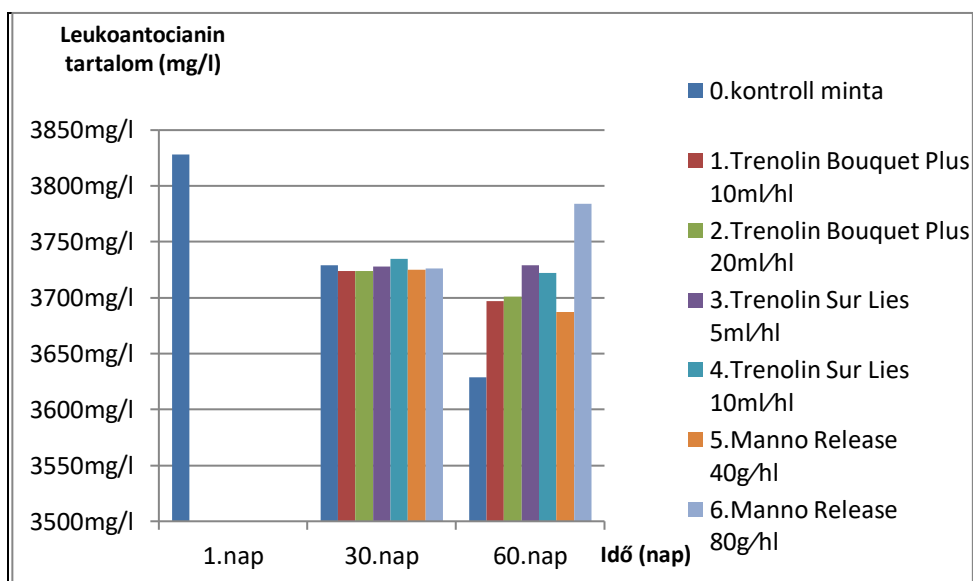
5. ábra A színtónus változása a Pinot Noir-nál

Ami a fenolos vegyületeket illeti, a kezdeti összes polifenoltartalom 3025mg/l volt a mért eredmények alapján elmondható, hogy kis mértékben, de folyamatosan csökkent a minták összes polifenoltartalma. Az első 30 nap eredményeinek átlaga 2960mg/l a második 30 nap eredményeinek átlaga pedig 2861mg/l volt, ami a kontroll mintához képest nagyjából 150mg csökkenést jelent, ez az összes polifenoltartalom tekintetében szignifikáns eredménynek számít. A kísérlet végére az enzimek megközelítőleg azonos eredményt értek el.



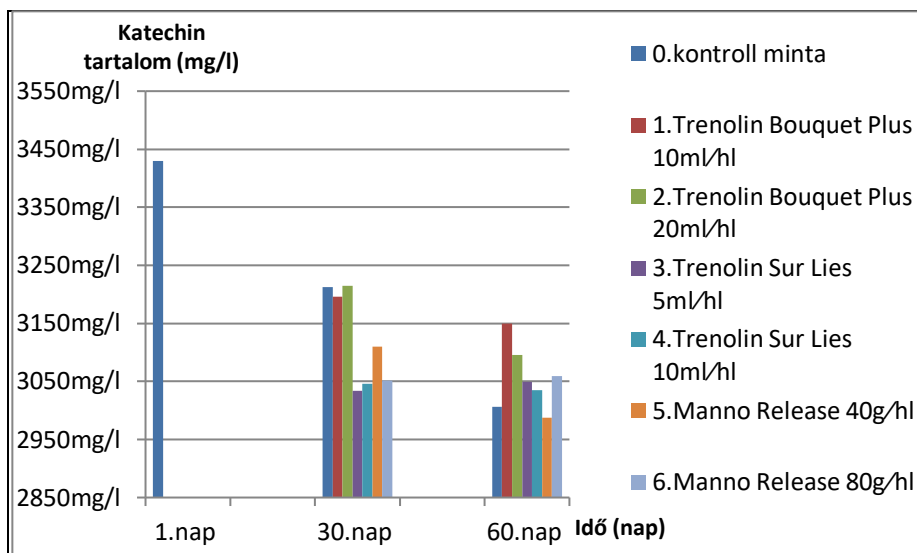
6. ábra Az összes polifenoltartalom változása a Pinot Noir-nál

A leukoantocianin tartalom hasonlóan folyamatosan, de igen kis mértékben csökkent. Az enzim nélküli mintákban 3828 mg/l-t mértünk. Az 30. nap után az enzimés minták eredményeinek átlaga 3727mg/l, a 60. nap után pedig 3704 mg/l lett.



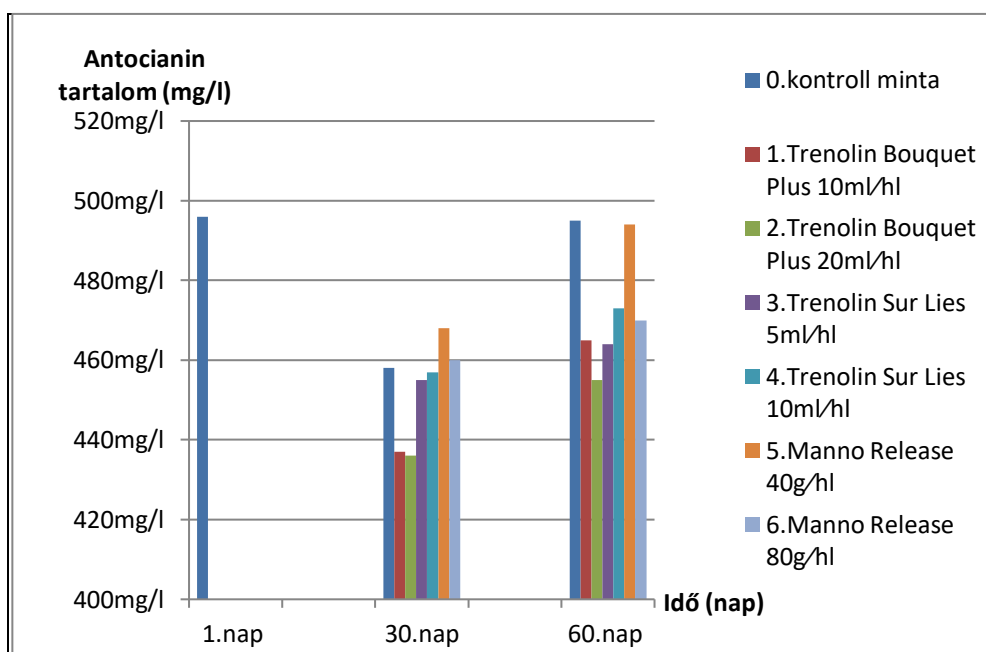
7. ábra A leukoantocianin tartalom változása a Pinot Noir-nál

A katechin tartalom az első mérési eredménye 3430 mg/l lett, ez az első 30 nap végére mintánként eltérően 200-300 mg/l-t csökkent, a második 30 nap végére pedig ez csökkenés további 100-150 mg/l –el folytatódott, ami igen jelentős csökkenésnek számít. A katechinek meglehetősen hajlamosak az oxidációra, a csökkenésüket ez is befolyásolhatta. Az összes polifenoltartalom, a katechin tartalom és a leukantocianin tartalom csökkenése egymást igazolják, hiszen az összes polifenol egyéb kevésbé jelentős vegyület mellett, a katechinek és a leukoantocianinok összértékét jelenti.



8. ábra A katechin változása a Pinot Noir-nál

A kezdeti antocianin tartalom 496 mg/l volt, ez az érték a 30.nap végére 20-50mg/l csökkent a 60. nap végére pedig többé-kevésbé visszaállt az eredeti értékhez. A legjobb eredményt az antocianin tartalom esetében mindkét hónap végén a Manno Release enzim 40g/l-es koncentrációja érte el.



9. ábra Az antocianin tartalom változása a Pinot Noir-nál

6.1.2 Kékfrankos

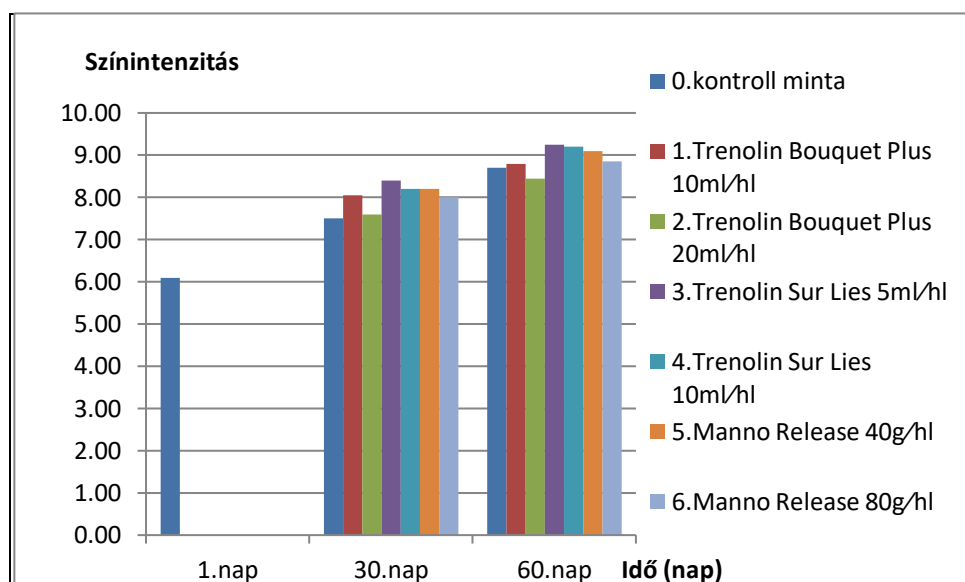
A Kékfrankos kezdeti alkoholtartalma 14,01 V/V% volt, ami egy nagyobb testű vörösbor esetében sem kiugróan alacsonynak, sem kiugróan magasnak nem mondható. A 60 nap enzimkezelési idő alatt szignifikáns változás nem történt és nem is volt indokolt.

A cukortartalom kismértékű növekedése csakúgy, mint a Pinot Noir-nál mérési hiba lehet, hiszen a cukortartalom növekedése itt is kizárt.

A pH esetében is az eredmények a Pinot-hoz hasonlóan alakultak, mivel az értékek 3,68-ról az első 30 nap végére 3,65-3,66-ra csökkennek, a 60.nap végére pedig 3,62-3,63-ra, ez igen szignifikáns változás lenne. Azonban a titrálható savtartalom és az illósav tartalom értékei nem mutattak szignifikáns változást és semmiféle mikrobiológiai változás nem kezdődött el vagy ment végbe a borokban, így valószínűsíthető, hogy a pH változása ismét mérési pontatlanságból ered.

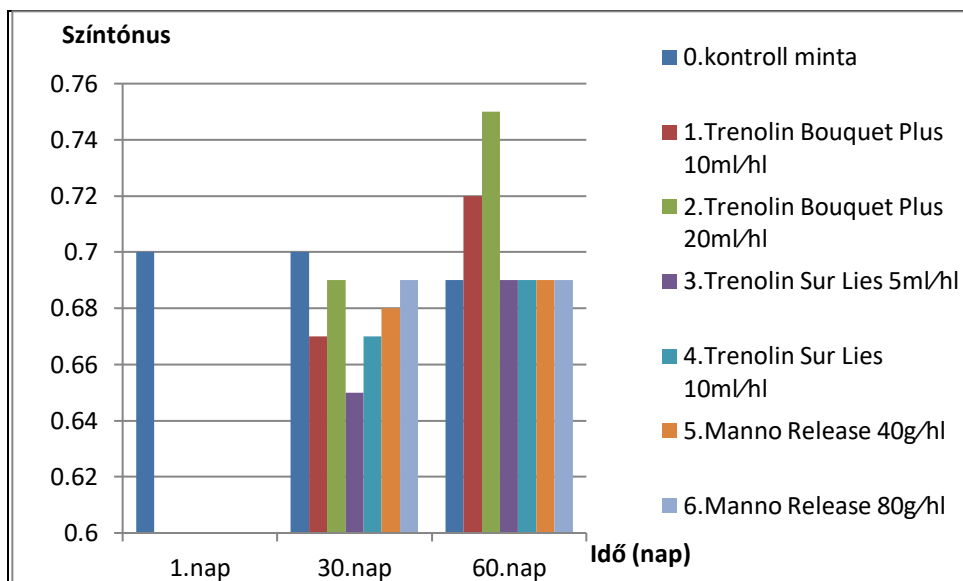
A szabad-és kötött kén-dioxid értéke 40/72 volt az enzim nélküli mintákban. A szabad kén-dioxid mintánként eltérő mennyiségben, de folyamatosan csökkent az oxigén hatására. Az első 30 nap után mért legalacsonyabb érték a 28/70 mg/l, a második 30 nap után 10/30 mg/l volt.

A kezdeti színintenzitás 6,1 volt, ez az eredmény az enzimek hatására a kísérlet során folyamatosan nőtt. Az kísérlet első felében a mérések átlaga 8,1, míg a második felében 8,9 lett. Az első és a második hónapban a legmagasabb értéket egyaránt a Trenolin Sur Lies enzim 5ml/hl-es koncentrációban érte el, de az eredmény nem kiugró a többi enzimhez képest.



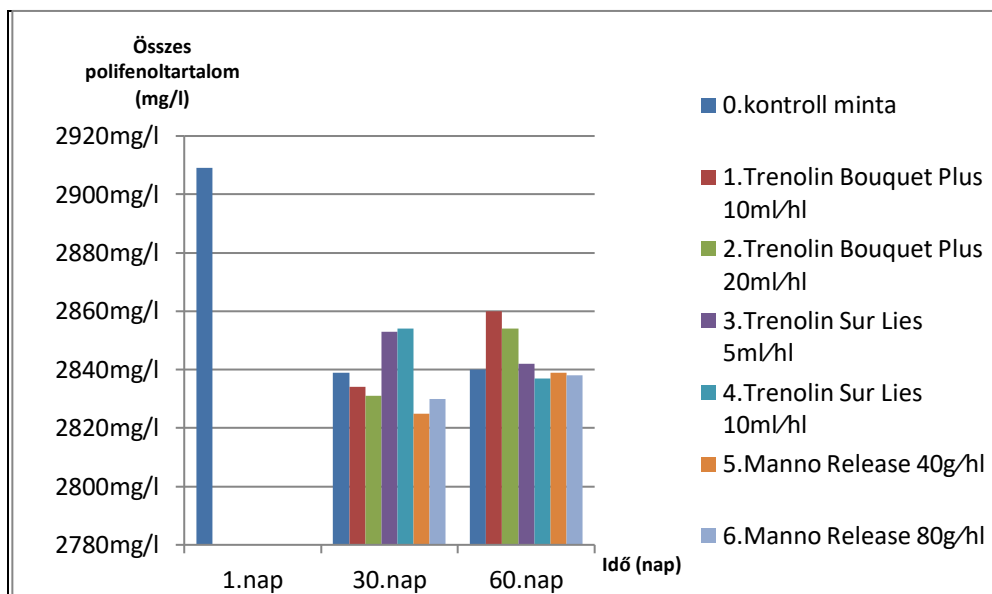
10. ábra A színintenzitás változása a Kékfrankosnál

A színtónus eredményei azt mutatták, hogy a kezdeti 0,70-es értékhez képest az első 30 napban csökkenés történt, míg a 60. nap végére a színtónus értékei nagyságrendileg visszaemelkedtek a kezdeti értékhez. A kapott eredmények elhanyagolható mértékű változásnak számítanak. Mind a Pinot Noir, mind a Kékfrankos színtónusára vonatkozó eredményekből kiolvasható, hogy a kísérlethez használt enzimtípusok a színtónust nem befolyásolják.



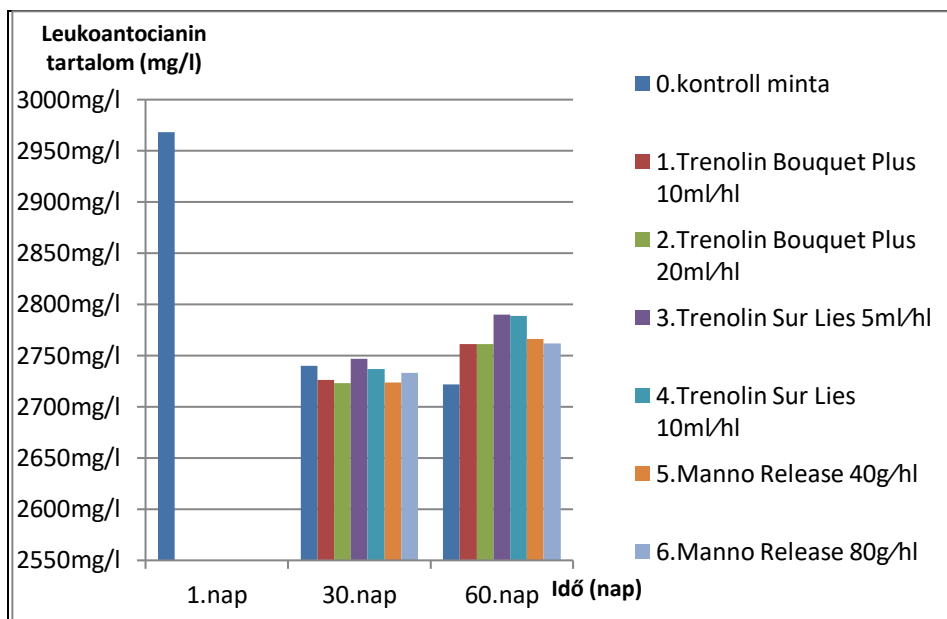
11. ábra A színtónus változása a Kékfrankosnál

A fenolos vegyületek tekintetében, a mért összes polifenoltartalom 2909 mg/l lett a kísérlet elején azoknál a boroknál, melyekbe nem került enzim, ez az érték kis mennyiségben, de csökkent a két hónap során. Az első hónap eredményeinek átlaga 2838 mg/l lett, a második hónapé pedig 2844 mg/l.



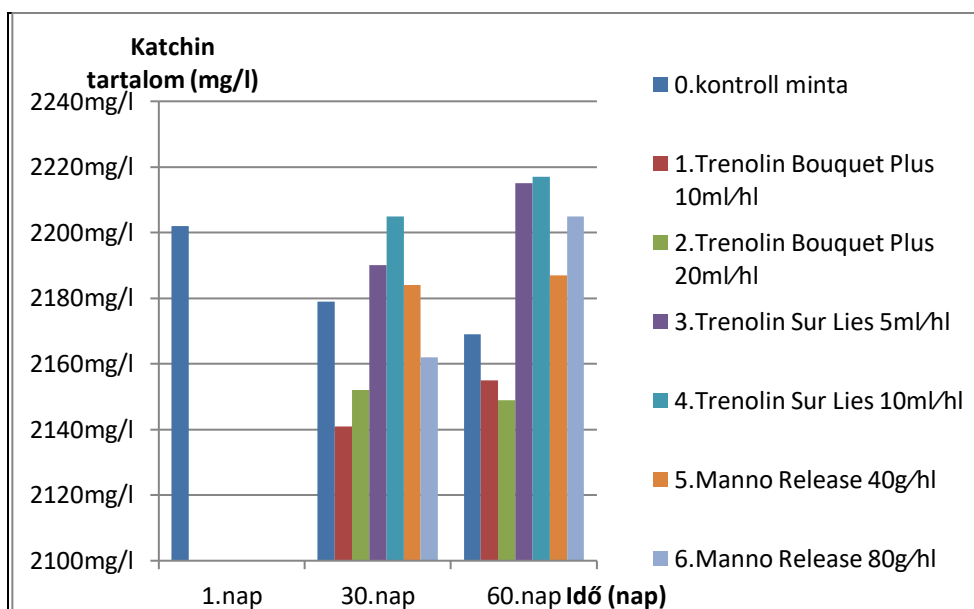
12. ábra Az összes polifenoltartalom változása a Kékfrankosnál

A leukoantocianin tartalom az összes polifenoltartalomhoz hasonlóan, kis mértékben, de csökkent a kísérlet 60 napja alatt átlagosan 100-150mg/l-t.



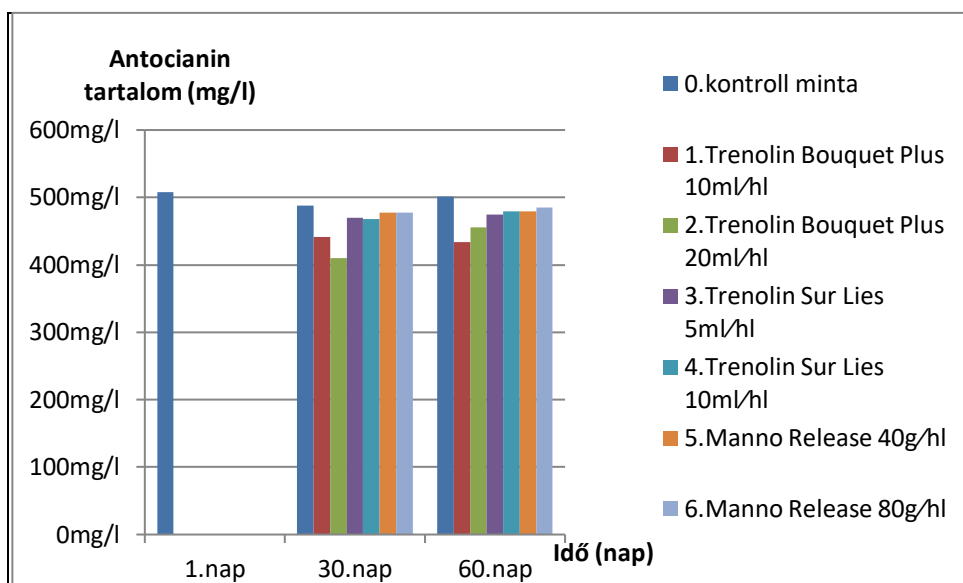
13. ábra A leukoantocianin tartalom változása a Kékfrankosnál

A kezdeti mért 2202mg/l katechin mennyisége is csökkent a kísérlet során, a két hónap alatt átlagosan 50-80mg/l-t. A Trenolin Sur Lies enzim kiugró eredményt ért el mindkét hónap végére, a legmagasabb értéket a nagyobbik, 10ml/hl-es koncentrációban adagolt enzimes minták hozták, de az 5ml/hl-es koncentrációban hozzáadott enzimek bormintáinak eredményei is szorosan, nagy lemaradást nem mutatva követik azokat. Ahogyan a Pinot Noir-nál, itt is levonhatjuk azt a következtetést, hogy a katechin, a leukoantocianin és az össze polifenol egy irányba, megegyező nagyságrendben történő változása a mérések pontosságát igazolja.



14. ábra A katechin változása a Kékfrankosnál

Az antocianin tartalom 508 mg/l-ről az első 30 nap átlaga alapján lecsökkent 457mg/l-re, míg a második 30 napban megközelítőleg visszaállt az eredeti értékekhez. Az eredmények azt mutatják, hogy az enzimek között nagy különbség nincsen, kiugró eredmények nem születtek sem az első, sem a második hónap után.



15. ábra Az antocianin tartalom változása a Kékfrankosnál

6.2 A profilanalízis eredményei

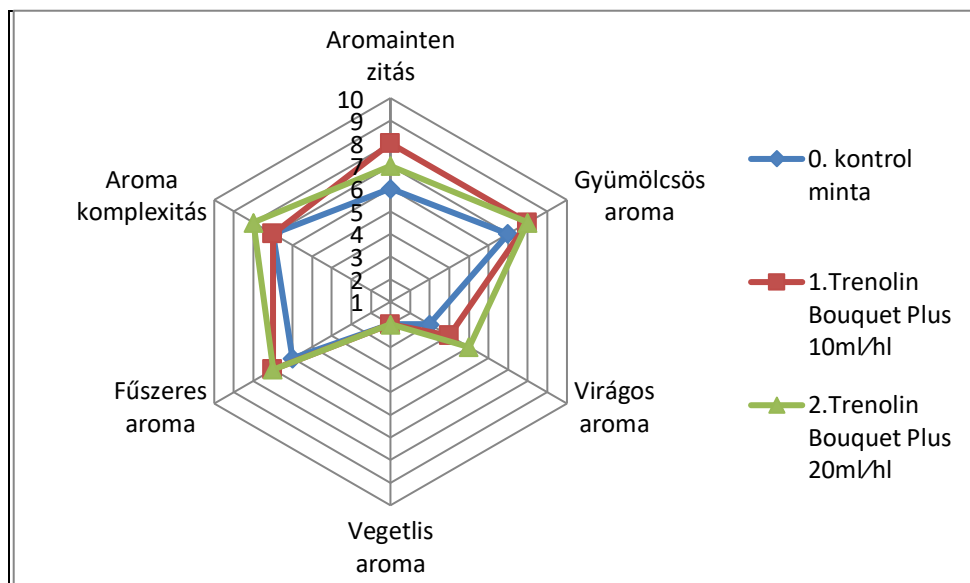
Az eredményeket enzimenkénti csoportosítás mentén hasonlítom össze, elsősorban az első 30 nap eredményeit vetem össze a második 30 nap eredményeivel, majd ezt követően mindhárom enzimtípus eredményeit egymással hasonlítom össze.

6.2.2 Pinot Noir

6.2.2.1 Trenolin Boquet Plus

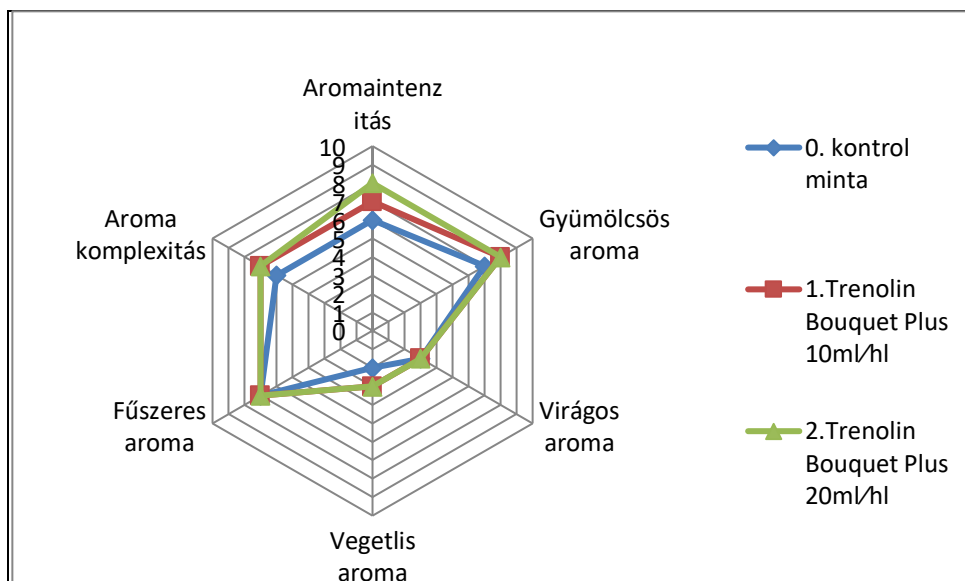
A Pinot Noir esetében az első 30 nap illatra vonatkozó eredményei azt mutatják, hogy az enzim nélküli kontroll mintákra adott pontszámot, a „Vegetális aroma” értékelési szempont kivételével, minden esetben meghaladták az enzimes minták pontszámai. Az azonos enzim koncentrációval rendelkező mintákat 6 szempont szerint 2 alkalommal kellett felismerniük a bírálóknak, azaz enzimenként 12 azonosítás történt. Ez a Pinot Noir illatánál 5 alkalommal volt sikeres, így megállapíthatjuk, hogy a bírálók koncentrációra vonatkozó felismerő képességük 42%-os volt. Összességében a legmagasabb pontszámot a „Gyümölcsös aroma” kapta, ez a szám minden minta esetében 8 feletti volt, ezt követte az „Aroma komplexitás” 7-8 pontokkal, majd az „Aromaintenzitás” átlagosan 7 ponttal. A „Fűszeres aroma” 6-7 pontot kapott a „Virágos aroma” pedig 4-5-öt. A legalacsonyabb pontszám a már említett „Vegetális aroma” kapta, itt 4 mintából csupán 2 minta érte el a kontroll mintára adott 2-es pontszámot, míg a másik kettő minta pontjai 1,4 és 1 voltak. A további szempontok értékelésénél rendszerint 4 mintából 3-

szor kaptak 1 pontszámmal jobbat, mint a kontroll minta a fennmaradó egy minta pedig, ugyan azzal a ponttal zárt, mint az enzim nélküli kontroll. A koncentráció különbségeket követve 6 jellemzőből kétszer, az „Aroma komplexitás” és a „Virágos aroma” esetében kapott a nagyobb enzim koncentrációval rendelkező minta magasabb pontszámot a kisebb enzim koncentrációval rendelkező bormintánál. Ezek az eredményei a Trenolin Bouquet Plus-tól elvárhatóak, hiszen az enzim a gyümölcsös aroma intenzitásának növelését segíti, miközben a terpénalkoholok felszabadulása a „Virágos aromák” –at is növelheti. Az, hogy több, egymástól eltérő aromajellemző is magas pontszámmal végzett igazolja az „Aroma komplexitás” által elért szintén magas pontszámát.



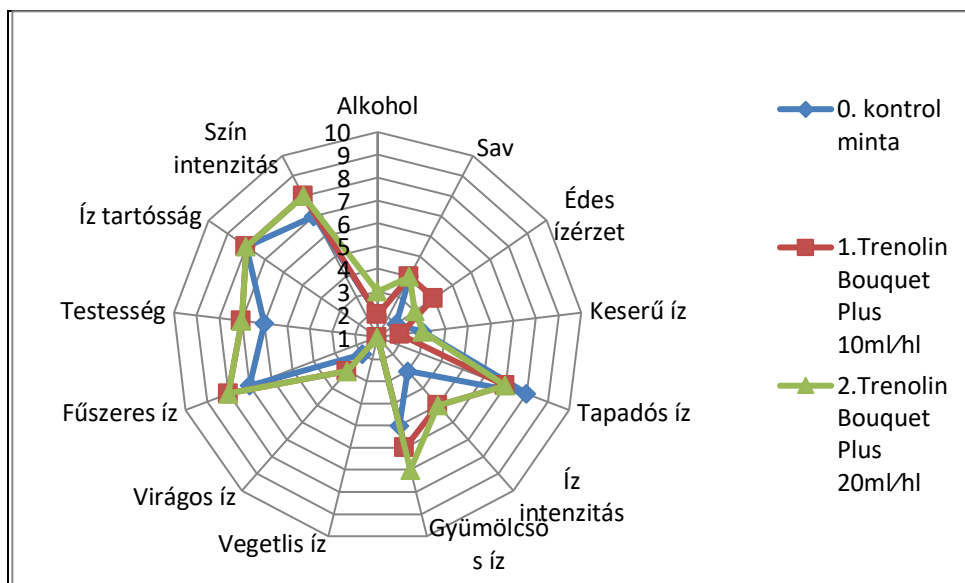
16. ábra A Trenolin Bouquet Plus enzim hatása a Pinot Noir illatára 30nap után

A 60. kísérleti napot követően az illatra vonatkozó eredmények a következőket mutatták; jól szerepeltek a „Vegetális aroma” 1, helyenként 2 pontot javított, illetve a „Fűszeres aroma”, amely 1-1 pontot javított, vagy megtartotta az első hónap eredményeit. A többi értékelési pont esetében mindenhol 1 ponttal rosszabbul teljesítettek a borok. A legmagasabb pontszám továbbra is a „Gyümölcsös aroma” kapta, illetve magas pontszámokat kapott az „Aromaintenzitás” és az „Aroma komplexitás” is. A bírálók ismétlődő képessége itt ugyancsak 25%-volt, mivel 12 koncentrációegyezésből 3 alkalommal adtak egyező pontszámot.



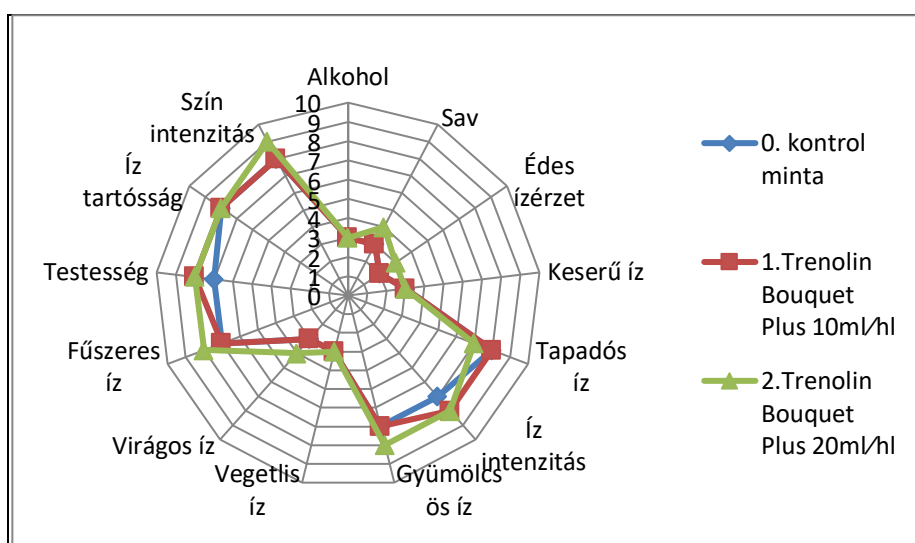
17. ábra A Trenolin Bouquet Plus enzim hatása a Pinot Noir illatára 60 nap után

A Trenolin Bouquet Plus enzimes borminták íz értékelései a kísérlet első 30 napja után a következő eredményeket mutatták; az alkohol és a sav tekintetében igen alacsony pontszámot kaptak, az alkohol 3-as pontszáma sem a sav 3-4-es pontszáma nem haladja meg a kontroll minta pontszámait. Ezek az értékelések alapvetően egy irányba mutatnak az analitikai eredményekkel, ahol szintén alacsony és stagnáló alkohol és sav értékeket vártunk. Az „Édes ízérzet” és a „Keserű ízérzet” 2-3-as pontszámmal szintén alacsony, míg a „Tapadós íz” szempontjából igen magas 7-8-as pontokat kapott a bor, ez elsősorban a magas tannin tartalomnak köszönhető. Az „Íz intenzitás” 5 ponttal nem számít kiemelkedő eredménynek habár, a kontroll minta pontszámát 2 értékkel meghaladta. A „Vegetális íz” és a „Virágos íz” kategóriái az illatokat leíró aromák értékeléséhez hasonlóan 1-3-as pontszámokkal a kontroll mintát nem vagy csak alig meghaladva teljesítettek. Hozzá kell tenni, hogy egy gyümölcsös vörösbor esetében nem feltétlen hátrány ezen ízek háttérbeszorulása, annál is inkább mivel a „Gyümölcsös íz”, a „Fűszeres íz” és a „Testesség” aspektusaiból vizsgálva a mintákat igen jó, 6-7-8-as pontszámokat kaptunk. A legjobb eredményt az „Íz tartósság” érte el 8-as pontszámmal, illetve a „Színintenzitás” is jól szerepelt a maga 7-8-as pontjával. A bor íz-és szín értékelése 13 szempont alapján zajlott, ahol ismét kettő-kettő koncentrációismétlés történt, azaz a bírálóknak 13 szempont mentén 26 alkalommal kellett érzékelniük a koncentráció egyezését, ez a Pinot Noir 30. nap utáni eredményei esetében 14-szer sikerült, így a bírálók felismerő képessége 54%-ra értékelhető.



18. ábra A Trenolin Bouquet Plus enzim hatása a Pinot Noir ízére- és színére 30 nap után

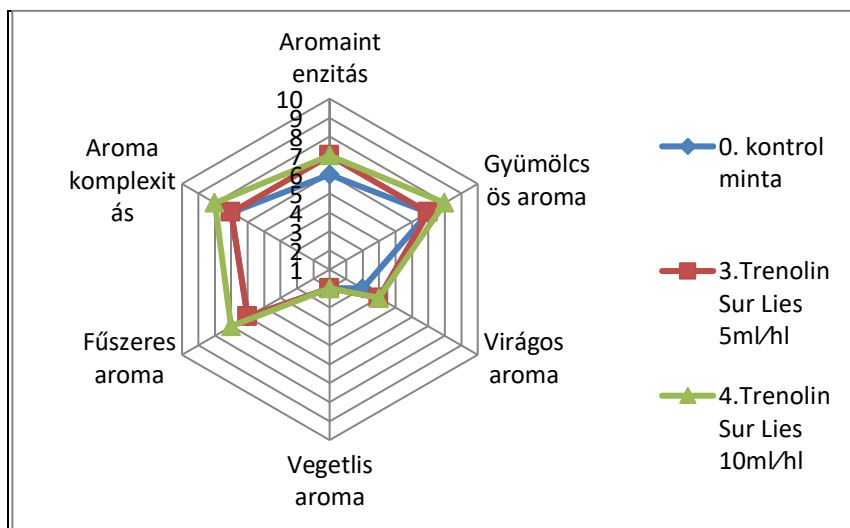
A második hónap ízeire vonatkozó eredményei alapján a legalacsonyabb pontszámot az „Édes ízérzet” kapta, az előző hónap eredményeihez képest is pontszám csökkenés történt, így 2-3 pontokkal zárt. Az „Alkohol”, a „Sav” és a „Virágos íz” kategóriákban a bírálók értékelése szerint a borok változatlanul megtartották a 3-4-es pontszámaikat. Az „Íz tartósság” szintén azonos, 8-as pontszámot kapott, mint az előző hónapban, de ezzel a ponttal az előző hónaphoz képest 1 pontot javító „Testesség”, a 3, így a legtöbb pontot javító „Íz intenzitás és a „Színintenzitással” holtversenyben kapták a legmagasabb pontokat. A „Színintenzitás” szempontjából a 20ml/hl-es koncentráció mintái 1 pontot javítottak az előző hónap eredményéhez képest amivel, megszerezték a Trenolin Bouquet Plus enzim egész kísérlet alatti legmagasabb 9-es pontszámát. A Pinot Noir Trenolin Bouquet Plus enzimek kezelt mintáinak ízére-és színére vonatkozó értékelése során a bírálók 26 koncentrációegyezésből 13-at ismertek fel, így a felismerő képességük 50%-ra értékelhető.



19. ábra A Trenolin Bouquet Plus enzim hatása a Pinot Noir ízére- és színére 60 nap után

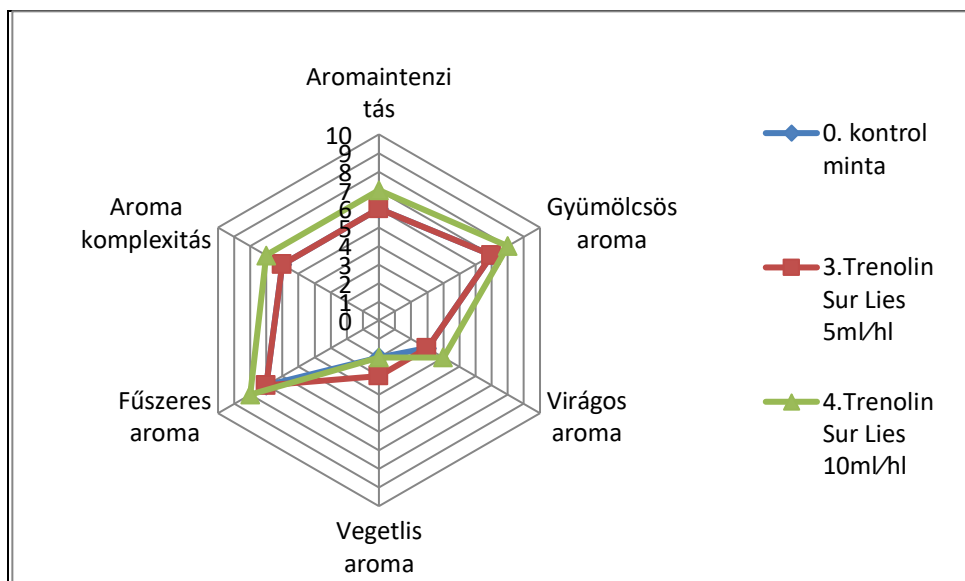
6.2.2.2 Trenolin Sur Lies

A Trenolin Sur Lies enzimmel kezelt borminták illatra vonatkozó eredményei az első 30 nap során nagyságrendileg közelítenek a Trenolin Bouquet Plus eredményeihez. A kontroll mintára adott pontszámot a „Vegetális aroma” megtartotta, a többi jellemző mind felülteljesítette jellemzően 1-2 ponttal. A „Vegetális aroma” legalacsonyabbnak számító 2 pontja után a „Virágos aroma” 4-5 pontjai következnek. A bor aromáját leíró további paraméterek azonban 6-7-8 pontokat kaptak, a legjobban a „Gyümölcsös aroma” és az „Aroma komplexitás” szerepeltek. Az eredmények alapján elmondható, hogy a koncentráció különbségek itt jobban érzékelhetők voltak, mint a Trenolin Bouquet Plus esetében mivel, itt a „Gyümölcsös aroma”, a „Fűszeres aroma” és az „Aroma komplexitás” jellemzőinél egyaránt a 10ml/hl-es koncentrációban adagolt enzimek mintái 1 ponttal jobban teljesítettek az 5ml/hl-es koncentrációban adagolt enzimek mintáinál. A bírálók ismétlődőképességét 67%-ra értékelhető, mivel 12 koncentrációegyezésből 8 alkalommal sikerült megfelelő képen értékelni őket.



20. ábra A Trenolin Sur Lies enzim hatása a Pinot Noir illatára 30 nap után

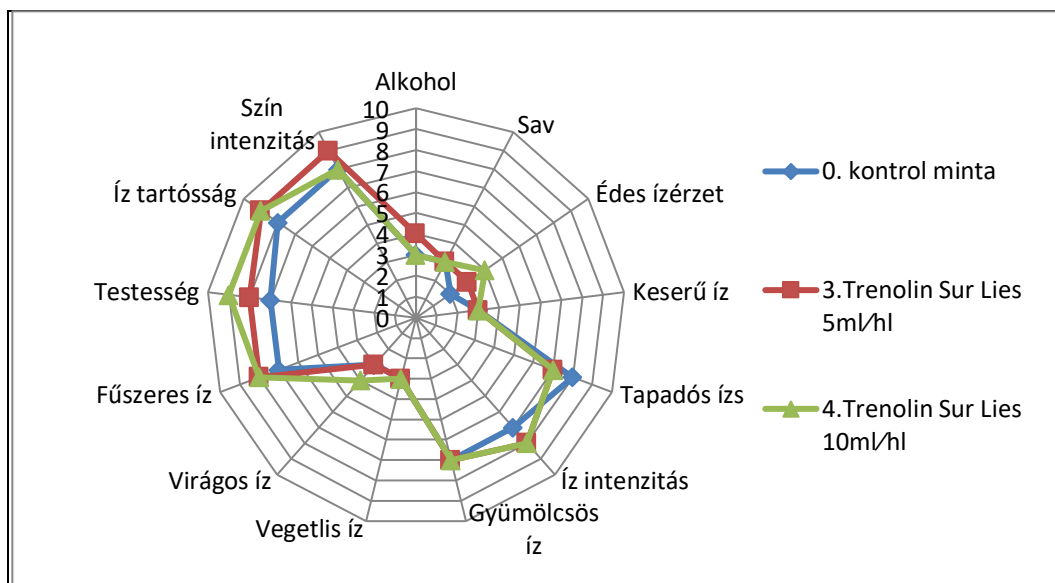
A második hónap illatra vonatkozó eredményei a Trenolin Sur Lies tekintetében a legkevésbé sem egységesek. Az „Aromaintenzitás” 5ml/hl-es koncentrációban 1 ponttal rosszabb értékelést kapott, mint a 30. nap után. Ám ha, abból indulunk ki, hogy a magasabb koncentrációban használt enzimektől effektívebb eredményt várunk, akkor, a koncentráció eltérés és a bírálók által adott pontszámok, így szinkronba kerültek. A „Gyümölcsös aroma” ismét 7-8 pontokat ért el, ami azt jelenti, hogy habár a 60 nap alatt növekedni nem tudott, így is a legmagasabb értékelést kapta. A 60. nap végére az „Aroma komplexitás” visszaesett 1 ponttal, a „Fűszeres aroma” viszont 1 ponttal jobb értékelést kapott, így a „Gyümölcsös aroma” mellett végzett 7-8 pontokkal. A „Virágos aroma” 5 ml/hl-es koncentrációban rosszabbul teljesített, de az „Aromaintenzitás”-hoz hasonlóan, így kapott a koncentráció különbségnek megfelelően kevesebb pontot a 10 ml/hl-es enzimkoncentrációban jelenlévő mintákhoz képest. A bírálók ismétlődőképessége itt 75%-os volt.



21. ábra A Trenolin Sur Lies enzim hatása a Pinot Noir illatára 60 nap után

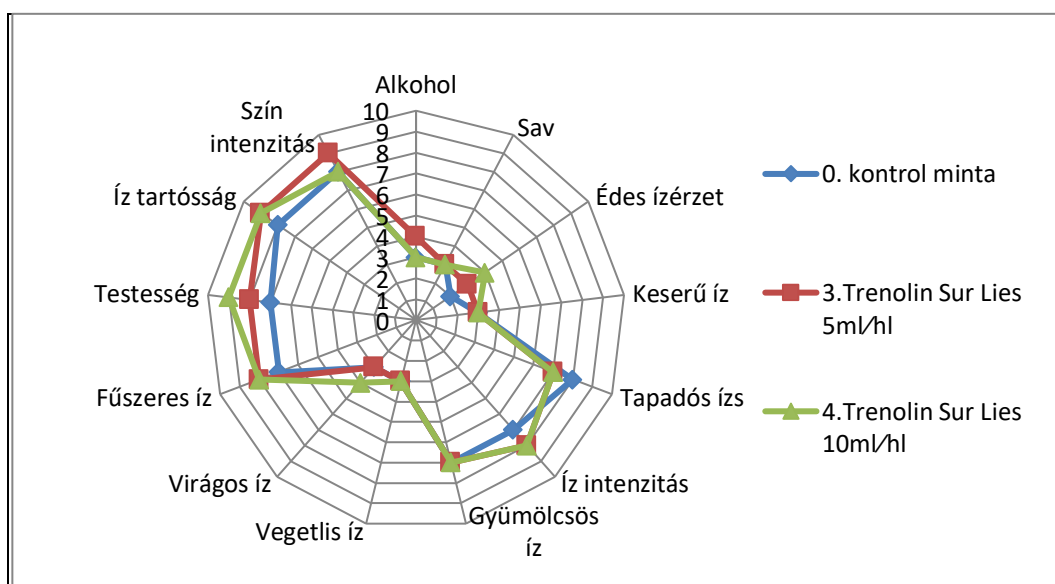
A Pinot Noir Trenolin Sur Lies enzimmel kezelt bormintáinak az ízére-és színére vonatkozó értékelése az első 30 nap után kiugró eredményeket nem hozott. A „Vegetális íz” és a „Virágos íz” jellemzők kapták a legalacsonyabb 1-es és 2-es pontszámokat. Az „Alkohol” és a „Sav” szintén alacsonyan tartotta magát, hiszen, ahogyan azt a finomanalitikai értékelésnél is tárgyaltam a minták végig 15C°-on voltak, nem történhetett sem borkőkiválás, sem egyéb mikrobiológiai folyamat nem indulhatott be, ami indokoltá tenné ezen, paraméterek megváltozását. Az „Édes ízérzet és a „Keserű íz” 3-4 pontokat kaptak, ezt követi az „Íz intenzitás” a maga 5 pontjával, ami ugyan nem számít magas pontszámnak, de a kontroll minta 3 –as pontszámához képest 2 nagyságrendet javított. A „Gyümölcsös íz” 5-6 ponttal nem lett kiemelkedően intenzívre értékelt jellemző, ám a „Fűszeres íz”, a „Tapadós íz” és a „Testesség” 7 - 8 pontokkal jól szerepeltek. Az utóbbi kettőnek a magasabb pontszáma a borban lévő tannin tartalomnak köszönhető, amely már az enzimek beadagolása előtt is magas volt.

A „Színintenzitás” 8 pontot kapott, az „Íz tartósság” pedig 9-et, ami a legmagasabb pontnak számít a Trenolin Sur Lies íz értékelésénél. A bírálók ismétlőképessége 54%-os volt.



22. ábra A Trenolin Sur Lies enzim hatása a Pinot Noir ízére- és színére 30nap után

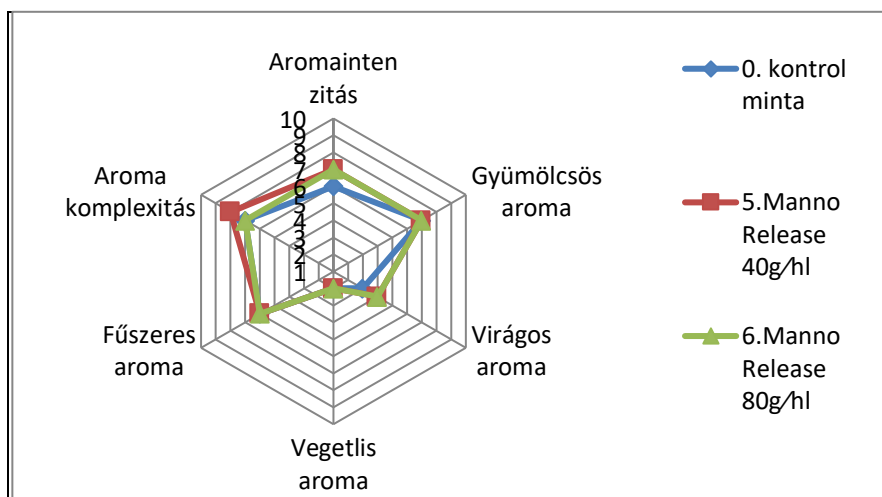
Az íz-és színre vonatkozó eredmények a kísérlet második hónapját követően szignifikáns növekedést mutatnak egyes jellemzők esetében. Az „Íz intenzitás” 3, a „Gyümölcsös ízérzet” 2 értéket javítottak. A „Vegetális íz”, a „Virágos íz”, a „Fűszeres íz” és a „Testesség” szintén jobb eredményt értek el 1-1 ponttal. Az „Alkohol”, a „Sav”, a „Késérű ízérzet” és az „Édes ízérzet” jellemzői továbbra is alacsonyabb, 3-4 pontszámokat kaptak, illetve az „Íz tartósság” és a „Színintenzitás” ugyancsak, megtartották a legmagasabb pontszámokat. A bírálók 26 koncentrációegyezésből 16-ot ismertek fel, így felismerő képességük 62%-os volt. A Trenolin Sur Lies enzimmel kezelt borminták íz-és színértékelésénél jellemzően nem okozott érzékelhető különbséget az enzimkoncentráció eltérése. Az 5ml/hl-es minták gyakran kaptak magasabb vagy, egyező értékelést, mint a 10ml/hl-es minták.



23. ábra A Trenolin Sur Lies enzim hatása a Pinot Noir ízére- és színére 60 nap után

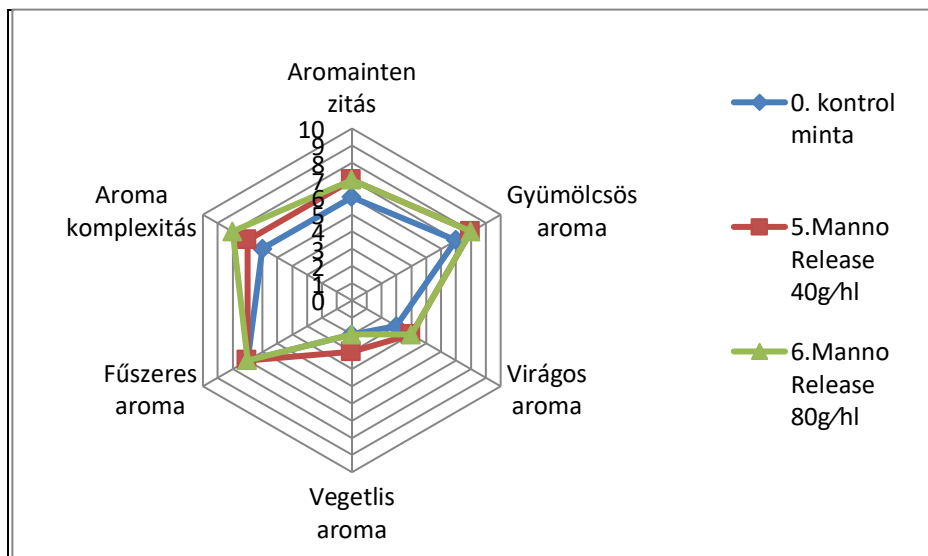
6.2.2.3 Manno Release

A Manno Release készítménnyel kezelt borminták aromára vonatkozó értékelése a következő eredményeket hozta; a „Vegetális aroma” és a „Virágos aroma” jellemzői lettek a legkevésbé intenzívek a maguk 2-es és 4-es pontszámaikkal. Az „Aromaintenzitás”, a „Gyümölcsös aroma”, a „Fűszeres aroma” és az „Aroma komplexitás” egymástól nem igazán eltérő 6-7 pontszámot kaptak. Mind a 40g/hl-es, mind a 80g/hl-es enzimkoncentrációval rendelkező minták egyező pontszámokat kaptak az aroma jellemzése során. A bírálók 59%-os ismételőképességgel értékelték a kísérlet első szakaszában.



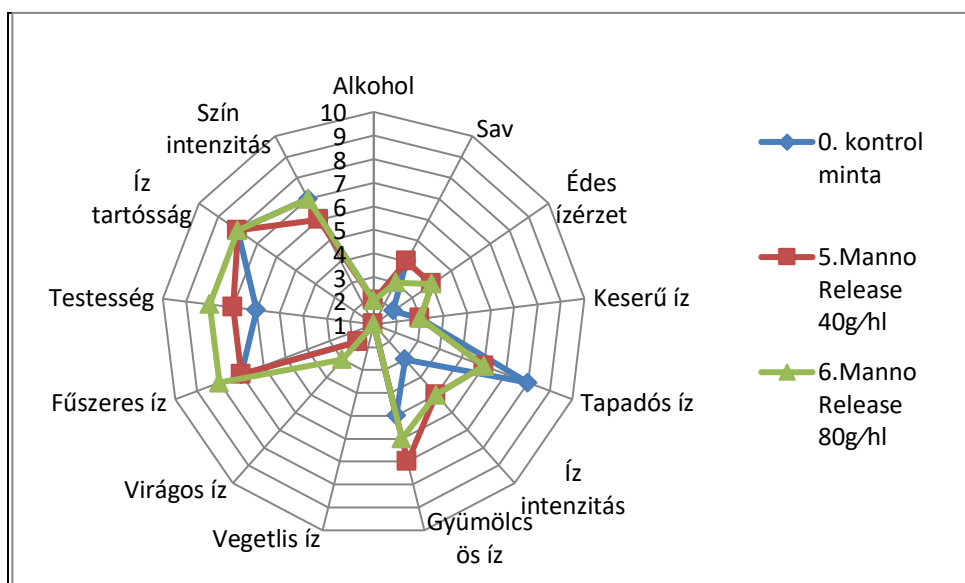
24. ábra A Manno Release hatása a Pinot Noir illatára 30 nap után

A kísérlet 60. napját követően az aroma értékelése során az eredmények nem mutatnak szignifikáns változást. A kontroll minta pontszámát a „Fűszeres aroma” kivételével meghaladták az enzimmal kezelt minták pontszámai. A „Gyümölcsös aroma” 1 pontszámmal jobb értéket ért el, ezzel a Manno Release aromára vonatkozó eredményei közül a legjobb lett. A „Fűszeres aroma” intenzitása 8pontról 7pontra esett vissza, a további jellemzők értékelése, pedig nem mutatott változást.



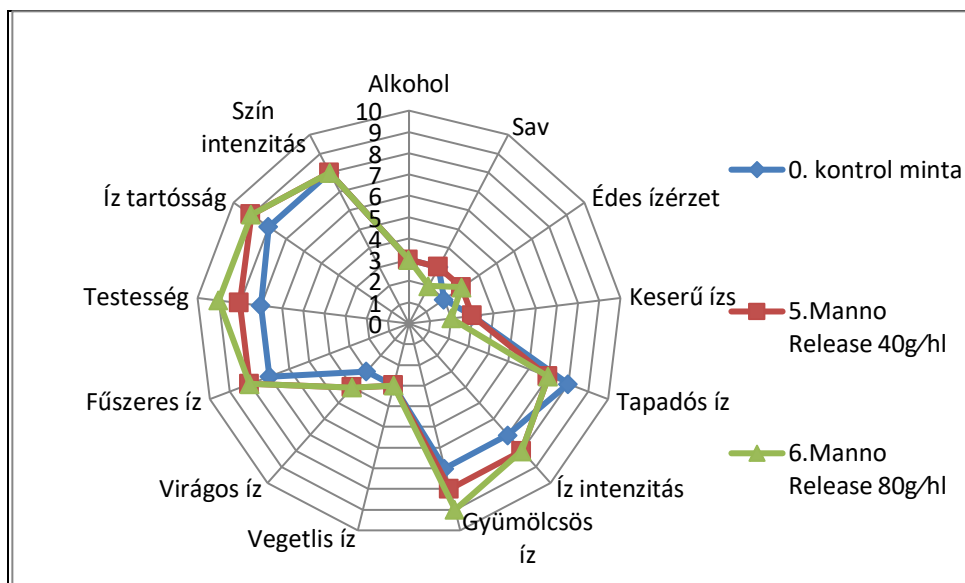
25. ábra A Manno Release hatása a Pinot Noir illatára 60 nap után

Az íz-és színre vonatkozó értékelések a 30. nap után az előző kéz enzimtípushoz hasonló eredményeket mutatnak. Az eredményekből kiolvasható „Alkohol”, a „Sav”, a „Keserű ízérzet”, az „Édes ízérzet”, a „Vegetális”, és a „Virágos íz” jellemzők alig voltak érzékelhetőek a mintákban, 1-4-ig terjedő pontszámokat kaptak. Az „Íz intenzitás”-t és a „Gyümölcsös íz” –t közepes intenzitásúra értékelték a bírálók 5-6 pontszámokkal. Míg a „Fűszeres íz”, a „Testesség”, az „Íz tartósság” és a „Színintenzitás” már magasabb 7-8-as pontokat kaptak. Az egyező enzimkoncentrációval rendelkező borminták felismerése 65%-os volt.



26. ábra A Manno Release hatása a Pinot Noir ízére- és színére 30 nap után

A Manno Release a kísérlet második hónapját követő értékelés során jelentősen jobb eredményeket ért ez az első hónaphoz képest. A bírálók valamennyi jellemzőt intenzívebbre értékelték. Az „Íz intenzitás” és a „Gyümölcsös ízérzet” 3-3, a „Vegetális íz” és a „Testesség” 2-2 nagyságrenddel kapott jobb értékelést. A Manno Release hatására történt „Testesség” növekedés a készítmény összetételének köszönhető, mivel a benne lévő sejtfal kivonatok elősegítik a fenolos anyagok megkötését. Az „Alkohol” és a „Sav” továbbra is tartja alacsony értékét. A bírálók felismerő képessége 62%-os volt.



27. ábra A Manno Release hatása a Pinot Noir ízére- és színére 60 nap után

6.2.2.4 Az enzimek egymással történő összehasonlítása

A három enzim eredményeit egymással összevetve az alábbi következtetéseket vonhatjuk le; az aroma tekintetében az első 30 napot követően az enzimek hatása között nagy különbség nem volt, a pontszámok többé-kevésbé követik egymást. A legmagasabb pontszámot rendre a „Gyümölcsös aroma” és az „Aromaintenzitás” kapták, azaz a jellemzők közül ez a kettő volt a legérezhetőbb, a legintenzívebb a bormintákban. Az enzimkoncentráció különbségeket nem érzékelték a bírálók, az esetek túlnyomó többségében egyező pontszámokat kaptak az eltérő enzimkoncentrációjú minták. A második 30 nap után az értékelések egy nagyságrenddel jobb pontszámot mutatnak minden jellemző esetén.

A színértékelésből kiolvashatjuk, hogy a Manno Release általában 1 ponttal lemarad a Trenolin Sur Lies-hez, és a Trenolin Bouquet Plus-hoz képest. Ezt azonban az antocianin tartalom értékei nem feltétlenül indokolnák, viszont a Manno Release mintáit utolsóként kóstolták a bírálók, így elképzelhető, hogy az értékelések eltérését a bírálók érzékelési képességének csökkenése okozta. Az aromához hasonlóan a szín eredmények is az első hónaphoz képest 1 nagyságrenddel jobb értékelést kaptak a második hónap végére.

Az borminták íz értékelési eredményeinél sem mutatnak az enzimek egymáshoz képest szignifikáns eltérést. A jellemzők intenzitását leíró pontszámok nagyjából folyamatosan kiegyenlítettek, ami indokolt hiszen, a polifenolok összetételében sem volt jelentős különbség.

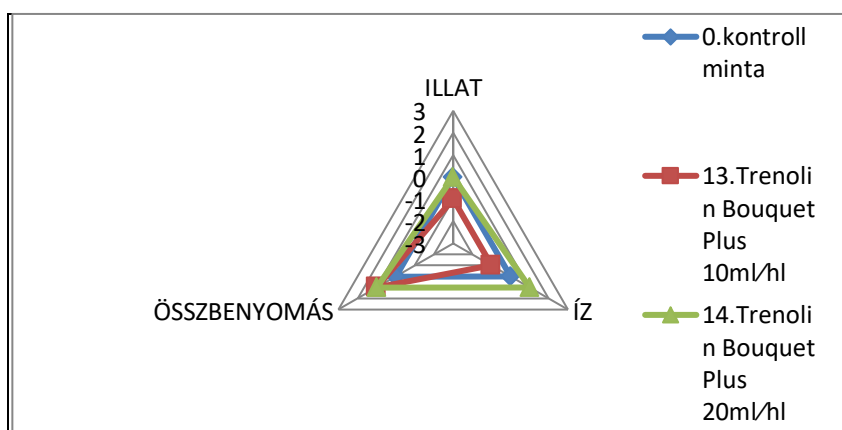
Az egész kísérlet alatt a Manno Release „Íz tartósság”-a kapta a legmagasabb, 9-es pontszámot, 10-es, azaz maximális pontszám nem született. A legnagyobb változást az első és a második hónap eredményei között rendszerint a Manno Release mintái produkálták, illetve a koncentráció különbséget is leginkább ennél az enzimnél érzékelték a bírálók. Továbbá az eredmények azt mutatták, hogy a „Fűszeres íz”, a „Testesség” és az „Íz tartósság” tekintetében a Trenolin Sur Lies és a Manno Release egy nagyságrenddel elhagyja a Trenolin Bouquet Plus-t.

6.2.3. Kékfrankos

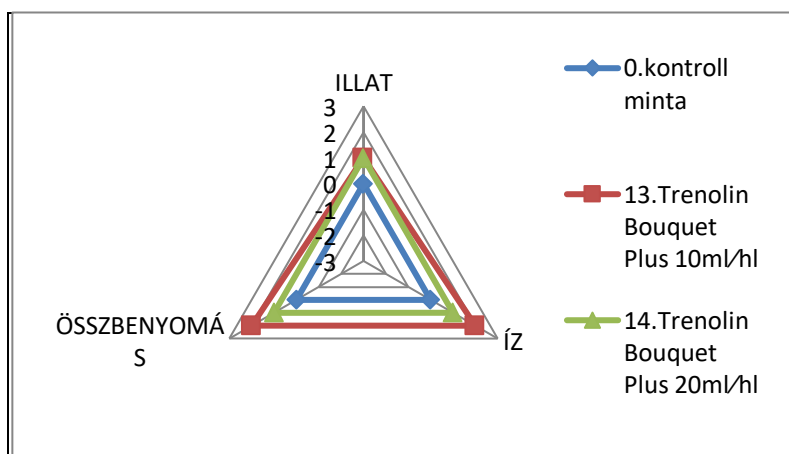
Ahogy már az Anyag-és módszertan részben tárgyaltam a Kékfrankos értékelése a bor ecetesedése miatt egy egészen mástípusú skálán zajlott. Összesen három jellemző mentén; az „Illat”, az „Íz” és az „Összbenyomás” értékeltük a borokat -3-tól 3-ig terjedő pontozási skálán. Az értékelés célja egy a legrosszabbtól a legjobbig terjedő rangsor felállítása volt.

6.2.3.1 Trenolin Bouquet Plus

Az első 30 nap eredményei a Trenolin Bouquet Plus enzimmel kezelt bormintákban azt mutatták, hogy az „Összbenyomás”-t tekintve kevésbé kellemetlen, mint az enzim nélküli bormintáknál. A 10ml/hl-es koncentrációban az „Illat” és az „Íz” esetében rosszabbul szerepeltek, mint a kontroll minta. Azonban a 20 ml/hl-es koncentrációnál viszont az „Íz”, megint csak kevésbé volt ecetes hatású. A 60. nap utáni eredmények határozott javulást mutatnak, itt a 10ml/hl-es koncentrációnál az „Íz” és az „Összbenyomás” 2-es pontszámmal határozottan jobb eredményt mutattak az enzimmel nem kezelt mintákhoz képest. A 20 ml/hl-es koncentráció eredményei szintén meghaladják a kontroll minták értékelését, de a 10ml/hl-es koncentráció mögött végeztek.



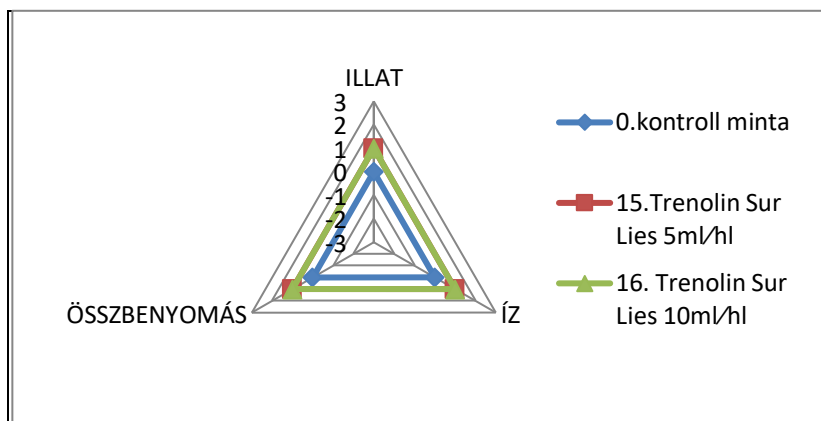
28. ábra A Trenolin Bouquet Plus enzim hatása a Kékfrankosra 30 nap után



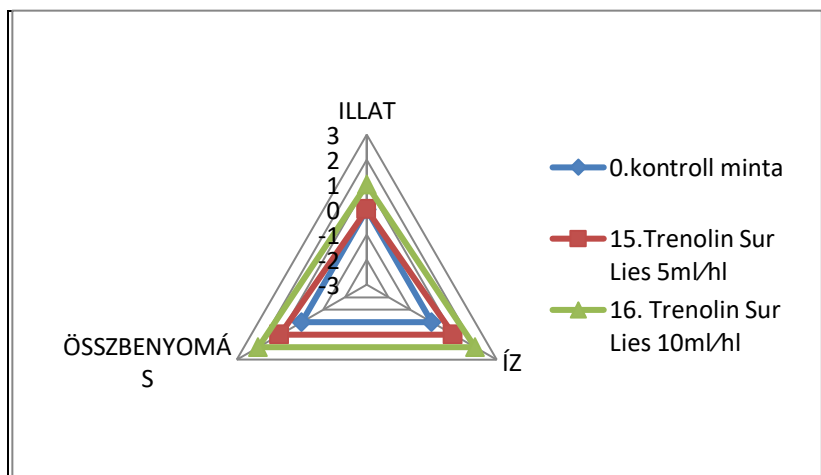
29. ábra A Trenolin Bouquet Plus enzim hatása a Kékfrankosra 60 nap után

6.2.3.2 Trenolin Sur Lies

A Trenolin Sur Lies enzim használatánál az első hónapban mindkét koncentráció esetében egy nagyságrenddel jobb értékelést kaptak az enzimes borminták a jellemzők mentén, mint a kontroll minta. A második hónap eredményiből pedig azt olvashatjuk ki, hogy az 5ml/hl-es enzimkoncentrációval rendelkező borminták értékelése megegyezik az első hónap eredményeivel. Azonban a 10ml/hl-es koncentrációban egy ponttal jobb eredményt értek el minták.



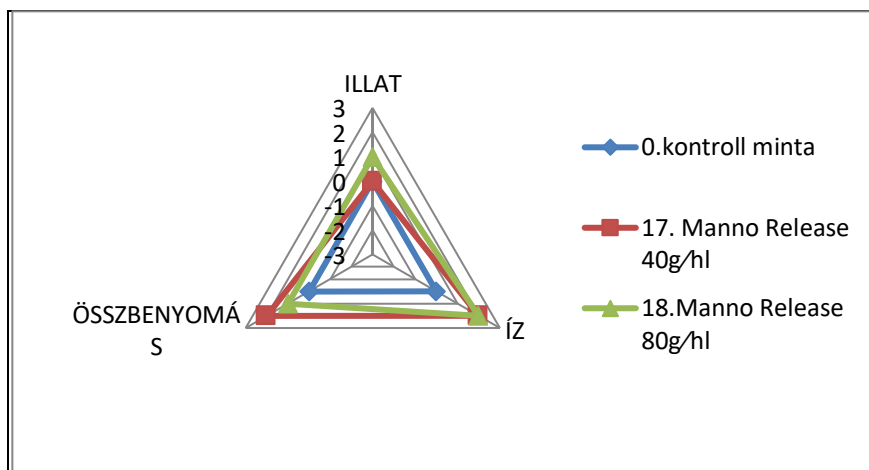
30. ábra A Trenolin Sur Lies enzim hatása a Kékfrankosra 30 nap után



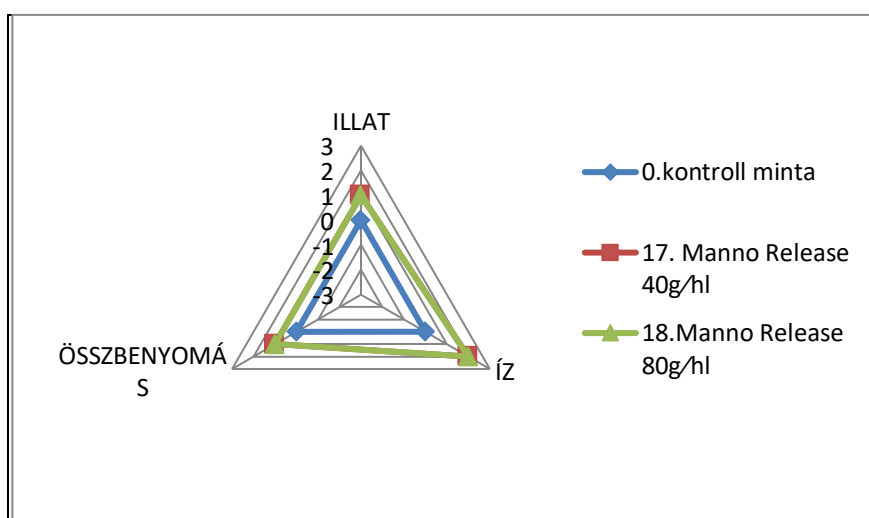
31. ábra A Trenolin Sur Lies enzim hatása a Kékfrankosra 60 nap után

6.2.3.3 Manno Release

A Manno Release eredményei a 30. kísérleti napot követően azt mutatják, hogy az „Íz” és az „Összbenyomás” szempontjából határozottan jól szerepeltek, két ponttal is meghaladták a kontroll minta eredményét, ami azt jelenti, hogy az ecet-íz tompult. Az „Illat” aspektusából az eredmény szintén meghaladja az enzim nélküli minta eredményét, de csak 1 ponttal. A 60. nap után ezekben az értékekben változás már nem történt.



32. ábra A Manno Release hatása a Kékfrankosra 30 nap után



33. ábra A Manno Release hatása a Kékfrankosra 60 nap után

6.2.3.4 Az enzimek egymással történő összehasonlítása

A Kékfrankos értékelésénél, ahol tulajdonképpen az volt a cél, hogy megvizsgáljuk, melyik enzimek készítmény és mennyire tud javítani a bor ecetesedésén egyértelműen felállítható a rangsor. A Trenolin Bouquet Plus a legkevésbé, 60 nap alatt képes, olyan eredményt produkálni, amelyet a másik két enzim már 30 nap alatt is. A második a Trenolin Sur Lies, ahol határozottan javulást észleltük az „Íz” és az „Összbenyomás” szempontjából. A legjobb eredményt elért enzimek készítmény pedig a Manno Release, mivel ott az „Íz” és az „Összbenyomás” mellett, az „Illat”-ot is határozottan javítani tudta. A bírálók felismerő képességének a vizsgálatára az ecetesedés miatt, a Kékfrankos értékelésénél nem indokolt. A Manno Release kiemelkedően jó szereplése elképzelhető, hogy az enzimben lévő élesztősejteknek köszönhető, melyek tompíthatják a bor ecetes ízét.

7. Összefoglalás

A 60 napos összehasonlító enzim kísérlet, amely a Pinot Noir és a Kékfrankos vörösborok gyümölcsös aromájának növelésének céljából végeztem, az enzimműködés számos egyén jótékony tulajdonságaira is

rámutatott. Az érzékszervi értékelés során a Kékfrankos ecetes jellege nehezítette a kiértékelést, amelyet csak a kísérlet felénél észleltem. Módosított értékelési módszerekkel és újrafogalmazott célkitűzésekkel kellett kezdenem a kísérlet második felét ennél a bortípusnál. A Kékfrankos tekintetében az ízre-és az illatra vonatkozó részletes jellemzéstől és aromaprofil készítéstől ellépve egy igencsak minimalizált jellemzők mentén felépülő rendszerben értékeltem a bormintákat. A kísérlet végére mégiscsak, az alátámasztani vagy megcáfolni tervezett kérdések mellett, olyan újfajta aspektusok és összefüggések jelentek meg, melyek az enzimek és hatásaik sokkal szélesebb perspektívában történő értelmezését tették lehetővé.

A Pinot Noir tekintetében, aminél a kísérlet a terv szerint zajlott le, a várt eredmények minőségileg egyeznek, illetve a várt változások intenzitása szempontjából is közelítenek a hipotézisben megfogalmazottakkal. A gyümölcsös aroma és a gyümölcsös íz növelése az értékelések alapján eredményes volt, mivel az enzim nélküli mintákhoz képest rendszerint 1-2 nagyságrenddel sikerült jobb eredményt elérni. A szín vonatkozásában is szignifikáns eredmények születtek. Az antocianin tartalom és a színintenzitás emelkedésével, a bor színestabilitásának és intenzitásának növekedése érzékszervileg is azonosítható volt.

A Kékfrankosnál a finomanalitikai eredmények csekélyebb változása azt mutatja, hogy a bor alkotórészei ellenállóbban viselkednek az enzimes kezelés hatására. Az érzékszervi értékelésből pedig az olvasható ki, hogy a roppant kellemetlen ecetes íz-és illat határozottan mérséklődött a 60.kísérleti nap után. Ez arra világíthat rá, hogy különösen a Trenolin Sur Lies és a Manno Release készítmények használat nem kizárólag a minőség javítás szempontjából használhatóak, hanem egy esetleges borhiba, borbetegség megjelenésénél a minőségromlás csökkentésére is alkalmasak lehetnek. Ezt természetesen egy kísérlet eredményei alapján kijelenteni nem lehet, de okot adhat további vizsgálatokra.

8. Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni a Magyar Agrár- És Élettudományi Egyetemnek és a Borászati Intézet munkatársainak szakmai segítségét;

A konzulensemnek Szövényi Áron Pál-nak, aki a kísérlet során végig segítségemre volt mind a szakdolgozat megírásánál, mind a kísérlet technikai lebonyolításában.

Hálás vagyok Hegyiné-Kiss Zsuzsannának, az analitikai vizsgálatok elvégzésében, illetve a kóstolók lebonyolításában nyújtott segítségér.

Köszönetet mondanék az Erbslöh cégnek a kísérlethez felhasznált enzimek biztosításáért, valamint a cég munkatársainak a profilanalízis értékelésének elvégzésében nyújtott segítségükért.

Továbbá meg szeretném köszönni az Anonym Pincének és a Bujdósó Pincének a kísérlethez felajánlott borokat, valamint az Anonym Pince munkatársának, Huszár Istvánnak a kísérlet technikai lebonyolításában nyújtott segítségét.

9. Bibliográfia

9.1 Felhasznált szakirodalom

- ARCARI, Stefany Grützmann, et al. Volatile composition of Merlot red wine and its contribution to the aroma: Optimization and validation of analytical method. *Talanta*, 2017, 174: 752-766.
- BALGA, Irina. Technológiai műveletek hatásai az egri bikavér élettanilag aktív vegyületeinek összetételére és érzékszervi tulajdonságaira= A review of the effect of wine technology procedures on the polyphenolic compounds and sensory analysis in red wines. 2015.
- BARÓCSI, Zoltán. A borászati technológia kulcskérdései a gyakorlatban
- BENE, Zsuzsanna. Polifenol tartalom szabályozás ízharmonizációs borkezelési anyagokkal tokaji boroknál. *SZŐLŐ-LEVÉL*, 2020, 10.3: 77-91.
- CSUTORÁS, Csaba; RÁCZ, László; ZÁRAY, Gyula. Comparison of trace element and aroma compound contents of red wines. Az Eszterházy Károly Főiskola tudományos közleményei (Új sorozat 35. köt.). Tanulmányok a környezettudomány területéről= *Acta Academiae Paedagogicae Agriensis. Sectio Pericemonologica* (Tomus 3.), 53-59.
- érdései a gyakorlatban. 2018.
- FRANCIS, I. L.; NEWTON, J. L. Determining wine aroma from compositional data. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 2005, 11.2: 114-126.
- KÁLLAY, Miklós. Borászati kémia. *Mezőgazda Kiadó, Budapest*, 2010, 206: 8.
- KAMPITS L. A borfogyasztás élettani hatásai, elemzései
- KÓKAI Z., SIPOS L., Érzékszervi vizsgálatok ,2020
- KRISHNAKUMAR, T. & CHAITANYA, KRISHNA & Akbar, SAJID. (2021). Uses of Enzymes to Improve Wine Aroma. forrás: https://www.researchgate.net/publication/350379006_Uses_of_Enzymes_to_Improve_Wine_Aroma
- Magyar Borkönyv, Borok vizsgálata fejezet: 44. Az etil-karbamát meghatározása borban: gázkromatográfiás/tömegspektrometriás módszert alkalmazó szelektív meghatározás, 2002, 292-296.
- MOJSOV, Kiro. Use of enzymes in wine making: A review. *International Journals of Marketing and Technology*, 2013, 3.9: 112-127.
- MURÁNYI Z., Borászati Analitika 2012
- PERI, C.; POMPEI, C. Estimation of different phenolic groups in vegetable extracts. *Phytochemistry*, 1971, 10.9: 2187-2189.
- RIBERAU-GAYON, P. și colab. Handbook of Enology: The Chemistry of Wine, Stabilization and Treatments, Vol. 2. British Library Catalogue, 2006.
- SCUTARAȘU, Elena Cristina, et al. Enzymes and Biochemical Catalysis in Enology: Classification, Properties, and Use in Wine Production. In: Recent Advances in Grapes and Wine Production-New Perspectives for Quality Improvement. IntechOpen, 2022.
- UGLIANO, Maurizio. Enzymes in winemaking. *Wine chemistry and biochemistry*, 2009, 103-126.

9.2 Forrásjegyzék

Anonym Pince elérhetőség: <http://www.anonympince.hu/>

Bujdosó Pince elérhetőség: <https://bujdoso.com/>

Balatonboglári borvidék, forrás: <https://bor.hu/borregiok/balatonboglari-borvidek>

Erbsloeh elérhetőség: <https://erbsloeh.com/en/products/wine>

Trenolin® Bouquet Plus hivatalos termékismertető forrás: <https://erbsloeh.com/en/products/wine/enzymes>

Trenolin® Sur-Lies hivatalos termékismertető forrás: <https://erbsloeh.com/en/products/wine/enzymes>

Manno Release® hivatalos termékismertető forrás: <https://erbsloeh.com/en/products/wine/stability>

Miért számít a bor pH-értéke? forrás: <https://vinoport.hu/tema/miert-szamit-a-bor-ph-erteke/3314>

A Foss boranalizáló műszer hivatalos termékleírása, forrás: <http://agromilk.eu/boranalizalomuszerek>

10. Mellékletek

1. Melléklet: A Pinot Noir és a Kékfrankos minták az enzimek beadagolása előtt mért analitikai eredményei

	Alk.	Cukor	L.sav	pH	illó	SO ₂	I	T
Kékfrankos	14,01	2,5	5,1	3,68	0,67	46/72	6,1	0,70
Pinot Noir	12,69	1,6	4,8	3,6	0,27	56/102	4,3	0,79

2. Melléklet: A Pinot Noir és a Kékfrankos minták az enzimek beadagolása előtt mért polifenol eredményei

	Ö.polif	Leuko.	Kat.	Anto.
Kékfrankos	2909	2968	2202	508
Pinot Noir	3025	3828	3430	496

3.. Melléklet: A Pinot Noir minták finomanalitikai eredményei 30 nap után

Minta	Alkohol	Cukor	Ph	T. Sav	SO ₂	Illósav	Szín intenzitás	Szín tónus
0. kontroll	12,63	1,8	3,59	4,7	42/90	0,29	5,4	0,74
0/2 kontroll	12,65	1,7	3,59	4,8	50/100	0,29	5,3	0,75
Trenolin Bouquet Plus 10ml/hl	12,66	1,8	3,59	4,8	36/74	0,30	5,5	0,74
Trenolin Bouquet Plus 20ml/hl	12,67	1,7	3,59	4,8	50/90	0,30	6,0	0,72
Trenolin Sur Lies 5ml/hl	12,67	1,7	3,59	4,8	40/78	0,29	6,7	0,66
Trenolin Sur Lies 10ml/hl	12,67	1,8	3,59	4,8	42/82	0,29	7,3	0,64
Manno Release 40g/ml	12,62	1,8	3,59	4,8	42/84	0,28	5,9	0,74
Manno Release 80g/ml	12,65	1,9	3,59	4,8	46/92	0,29	5,6	0,77
Trenolin Bouquet Plus 10ml/hl	12,65	1,7	3,59	4,8	46/84	0,29	5,2	0,76
Trenolin Bouquet Plus 20ml/hl	12,67	1,8	3,59	4,8	44/76	0,30	6,0	0,69
Trenolin Sur Lies 5ml/hl	12,67	1,8	3,59	4,8	38/74	0,29	6,6	0,66

Trenolin Sur Lies 10ml/hl	12,68	1,7	3,6	4,8	36/88	0,29	6,6	0,65
Manno Release 40g/ml	12,62	1,8	3,59	4,8	46/92	0,28	6,6	0,65
Manno Release 80g/ml	12,56	2,0	3,59	4,8	42/86	0,29	5,9	0,76

4.. Melléklet: A Pinot Noir polifenol eredményei 30 nap után

Minta	Szín tónus	Ö. Polifenol	Leukoantocianin	Katechin	Antocianin
0. kontroll	0,74	2 975	3 742	3 216	455
0/2 kontroll	0,75	2 963	3 716	3 210	460
Trenolin Bouquet Plus 10ml/hl	0,74	2 917	3 708	3 208	435
Trenolin Bouquet Plus 20ml/hl	0,72	2 931	3 722	3 214	416
Trenolin Sur Lies 5ml/hl	0,66	3 017	3 737	2 984	444
Trenolin Sur Lies 10ml/hl	0,64	2 986	3 746	2 972	455
Manno Release 40g/ml	0,74	2 912	3 704	3 124	471
Manno Release 80g/ml	0,77	2 937	3 712	3 112	457
Trenolin Bouquet Plus 10ml/hl	0,76	2 926	3 739	3 184	438
Trenolin Bouquet Plus 20ml/hl	0,69	2 932	3 726	3 216	456
Trenolin Sur Lies 5ml/hl	0,66	2 987	3 718	3 084	466
Trenolin Sur Lies 10ml/hl	0,65	3 012	3 724	3 119	458
Manno Release 40g/ml	0,65	2 963	3 746	3 096	464
Manno Release 80g/ml	0,76	2 975	3 740	2 989	463

5.Melléklet: A Kékfrankos minták finomanalitikai eredményei 30 nap után

Minták	Alkohol	Cukor	Ph	T. Sav	SO2	Illósav	Szín intenzitás	Szín tónus
kontroll	14,00	2,5	3,66	5,1	50/72	0,68	7,7	0,70
0/2 kontroll	14,02	2,5	3,64	5,2	48/74	0,69	7,2	0,69
Trenolin Bouquet Plus 10ml/hl	14,02	2,7	3,65	5,2	46/68	0,7	8,4	0,66
Trenolin Bouquet Plus 20ml/hl	14,04	2,6	3,65	5,2	28/70	0,7	7,6	0,69
Trenolin Sur Lies 5ml/hl	14,02	2,6	3,65	5,2	40/76	0,69	8,2	0,66
Trenolin Sur Lies 10ml/hl	14,02	2,6	3,65	5,2	40/74	0,7	8,1	0,67
Manno Release 40g/hl	13,98	2,7	3,65	5,2	48/72	0,68	8,3	0,67
Manno Release 80g/hl	13,92	2,9	3,65	5,1	40/76	0,69	7,7	0,68
Trenolin Bouquet Plus 10ml/hl	14,04	2,5	3,65	5,2	40/72	0,69	7,7	0,68
Trenolin Bouquet Plus 20ml/hl	14,01	2,5	3,65	5,2	30/70	0,7	7,6	0,69
Trenolin Sur Lies 5ml/hl	14,02	2,6	3,65	5,2	44/74	0,69	8,6	0,64
Trenolin Sur Lies 10ml/hl	14,02	2,6	3,65	5,2	38/72	0,69	8,2	0,66
Manno Release 40g/hl	13,98	2,6	3,65	5,2	44/74	0,68	8,0	0,68
Manno Release 80g/hl	13,92	2,9	3,65	5,2	42/76	0,69	8,3	0,69

6.Melléklet: A Kékfrankos polifenol eredményei 30 nap után

Minták	Ö. Polifenol	Leukoantocianin	Katechin	Antocianin
0. kontroll	2 841	2 742	2 186	493
0/2 kontroll	2 837	2 738	2 172	482
Trenolin Bouquet Plus 10ml/hl	2 852	2 731	2 132	438
Trenolin Bouquet Plus 20ml/hl	2 842	2 729	2 147	412
Trenolin Sur Lies 5ml/hl	2 874	2 746	2 197	467
Trenolin Sur Lies 10ml/hl	2 868	2 738	2 216	471
Manno Release 40g/hl	2 806	2 728	2 187	468
Manno Release 80g/hl	2 824	2 731	2 152	481
Trenolin Bouquet Plus 10ml/hl	2 816	2 721	2 149	443
Trenolin Bouquet Plus 20ml/hl	2 820	2 716	2 156	408
Trenolin Sur Lies 5ml/hl	2 832	2 748	2 182	473
Trenolin Sur Lies 10ml/hl	2 839	2 736	2 194	464
Manno Release 40g/hl	2 844	2 719	2 180	485
Manno Release 80g/hl	2 836	2 734	2 172	472

7. Melléklet: : A Pinot Noir minták finomanalitikai eredményei 60 nap után

Minták	Alkohol	Cukor	Ph	T. Sav	SO ₂	Illósav	Szín intenzitás	Szín tónus
0. kontroll	12,72	1,8	3,57	4,7	20/58	0,30	7,03	0,68
0/2 kontroll	12,73	1,7	3,57	4,7	30/70	0,30	6,28	0,74
Trenolin Bouquet Plus 10ml/hl	12,75	1,7	3,57	4,7	22/66	0,31	7,08	0,72
Trenolin Bouquet Plus 20ml/hl	12,77	1,5	3,57	4,7	18/64	0,32	7,1	0,74
Trenolin Sur Lies 5ml/hl	12,77	1,6	3,58	4,7	20/68	0,30	7,7	0,69
Trenolin Sur Lies 10ml/hl	12,76	1,5	3,58	4,7	12/60	0,30	8,1	0,68
Manno Release 40g/hl	12,72	1,8	3,57	4,7	26/64	0,30	6,9	0,71
Manno Release 80g/hl	12,65	2,0	3,57	4,6	24/60	0,30	6,9	0,71
Trenolin Bouquet Plus 10ml/hl	12,74	1,7	3,57	4,7	28/58	0,30	6,69	0,73
Trenolin Bouquet Plus 20ml/hl	12,77	1,3	3,57	4,7	10/68	0,31	7,2	0,73
Trenolin Sur Lies 5ml/hl	12,76	1,5	3,58	4,7	24/72	0,30	7,7	0,68
Trenolin Sur Lies 10ml/hl	12,77	1,5	3,58	4,7	18/72	0,30	7,7	0,68
Manno Release 40g/hl	12,69	2,0	3,59	4,6	32/68	0,30	7,1	0,70
Manno Release 80g/hl	12,65	1,9	2,58	4,6	18/78	0,29	7,6	0,68

8.Melléklet: A Pinot Noir polifenol eredményei 60 nap után

Minták	Alkohol	Cukor	Ph	T. Sav	SO ₂	Illósav	Szín intenzitás	Szín tónus
0. kontroll	14,07	2,6	3,63	5,0	12/36	0,69	8,8	0,69
0/2 kontroll	14,10	2,5	3,62	5,0	20/42	0,69	8,6	0,69
Trenolin Bouquet Plus 10ml/hl	14,10	2,6	3,62	5,1	10/30	0,71	8,9	0,71

Trenolin Bouquet Plus 20ml/hl	14,11	2,6	3,62	5,1	16/30	0,70	8,5	0,74
Trenolin Sur Lies 5ml/hl	14,11	2,6	3,63	5,1	14/28	0,70	9,1	0,69
Trenolin Sur Lies 10ml/hl	14,10	2,7	3,63	5,1	14/22	0,70	9,1	0,69
Manno Release 40g/hl	14,07	2,7	3,63	5,0	18/30	0,70	9,1	0,69
Manno Release 80g/hl	13,99	2,9	3,63	4,9	24/38	0,69	8,6	0,69
Trenolin Bouquet Plus 10ml/hl	14,12	2,5	3,62	5,0	20/30	0,71	8,7	0,72
Trenolin Bouquet Plus 20ml/hl	14,08	2,6	3,62	5,0	10/24	0,71	8,4	0,75
Trenolin Sur Lies 5ml/hl	14,11	2,6	3,63	5,1	8/32	0,69	9,4	0,68
Trenolin Sur Lies 10ml/hl	14,11	2,6	3,63	5,0	18/26	0,70	9,3	0,69
Manno Release 40g/hl	14,08	2,6	3,63	5,0	20/30	0,69	9,1	0,69
Manno Release 80g/hl	14,01	2,8	3,62	5,0	18/36	0,71	9,1	0,69

9. Melléklet: A Kékfrankos minták finomanalitikai eredményei 60 nap után

Minták	Ö. Polifenol	Leukoantocianin	Katechin	Antocianin
0. kontroll	2 894	3 672	3 018	506
0/2 kontroll	2 917	3 586	2 994	483
Trenolin Bouquet Plus 10ml/hl	2 872	3 681	3 117	465
Trenolin Bouquet Plus 20ml/hl	2 864	3 674	3 084	437
Trenolin Sur Lies 5ml/hl	2 871	3 726	2 991	459
Trenolin Sur Lies 10ml/hl	2 834	3 712	2 963	476
Manno Release 40g/hl	2 876	3 687	2 987	494
Manno Release 80g/hl	2 824	3 871	3 141	468
Trenolin Bouquet Plus 10ml/hl	2 872	3 694	3 137	449
Trenolin Bouquet Plus 20ml/hl	2 901	3 712	3 183	465
Trenolin Sur Lies 5ml/hl	2 817	3 728	3 108	473
Trenolin Sur Lies 10ml/hl	2 826	3 732	3 107	469
Manno Release 40g/hl	2 842	3 684	2 989	476
Manno Release 80g/hl	2 847	3 697	2 976	471

10.Melléklet: A Kékfrankos polifenol eredményei 60 nap után

Minták	Ö. Polifenol	Leukoantocianin	Katechin	Antocianin
0. kontroll	2 838	2 714	2 174	506
0/2 kontroll	2 842	2 729	2 163	496
Trenolin Bouquet Plus 10ml/hl	2 857	2 736	2 147	452
Trenolin Bouquet Plus 20ml/hl	2 850	2 728	2 156	428
Trenolin Sur Lies 5ml/hl	2 847	2 754	2 214	474
Trenolin Sur Lies 10ml/hl	2 842	2 747	2 208	483
Manno Release 40g/hl	2 838	2 718	2 126	476
Manno Release 80g/hl	2 841	2 728	2 179	492
Trenolin Bouquet Plus 10ml/hl	2 863	2 786	2 163	416
Trenolin Bouquet Plus 20ml/hl	2 858	2 794	2 141	483
Trenolin Sur Lies 5ml/hl	2 837	2 826	2 217	476
Trenolin Sur Lies 10ml/hl	2 832	2 831	2 226	474
Manno Release 40g/hl	2 840	2 814	2 247	482
Manno Release 80g/hl	2 834	2 796	2 231	478

NYILATKOZAT

szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: **Udvarhelyi Eszter Klára**
A Hallgató Neptun kódja: **FTC6Z7**
A dolgozat címe: **Aromafeltáró enzimek hatása vörösborok finomanalitikai és érzékszervi tulajdonságaira**
A megjelenés éve: **2023**
A konzulens tanszék 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, 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 mindenkor szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

Kelt: Budapest, 2023. május 8.



Hallgató aláírása

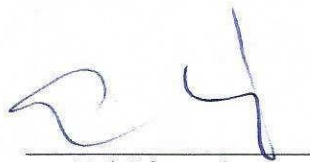
KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Udvarhelyi Eszter Klára (név) (hallgató Neptun azonosítója: FTC6Z7) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: 2023 év május hó 08 nap


Belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.