

DIPLOMAMUNKA

KISS ÁKOS
2023

**MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM
SZŐLÉSZETI ÉS BORÁSZATI INTÉZET
BUDAPEST**

KÜLÖNFÉLE TÖLGYFA HORDÓK HOZZÁJÁRULÁSA A BOR AROMATIKUS JEGYEIHEZ

KISS ÁKOS

SZŐLÉSZ-BORÁSZ MÉRNÖKI MESTERKÉPZÉSI SZAK

Készült a Borászati Tanszéken

Közreműködő tanszék(ek):

Konzulens(ek): Nyitrai dr. Sárdy Diána Ágnes

Bírálok: _____

Budapest, 20_____

tanszékvezető/szakirányfelelős

konzulens

TARTALOMJEGYZÉK

TARTALOMJEGYZÉK.....	3
1. BEVEZETÉS	5
2. CÉLKITŰZÉS.....	6
3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	7
3.1. A tölgyfa elsődleges összetevői.....	7
3.2. Tannin összetétel.....	9
3.3. A tölgyfafajok hatása az extrahálható vegyületek összetételére	11
3.4. A tölgyfa jelenlegi felhasználási módjai a borászatban.....	12
3.4.1. A faanyag származása	12
3.4.2. A faanyag előkészítése, érlelése	12
3.4.3. Polifenol összetétel jellemzése a borokban.....	13
3.5. A tölgyfából származó vegyületek hozzájárulása a bor paramétereireihez	15
3.5.1. A tölgyfában érlelés előtt jelen lévő vegyületek	15
3.5.2. Faanyag szárításának és érlelésének hatása.....	17
3.5.3. A tölgyfa pörkölése során keletkező vegyületek	18
3.5.4. A pörkölés módjának hatása.....	19
3.5.5. A fa és a bor érintkezése során keletkező vegyületek	19
3.5.6. Tárolási idő hatása.....	20
4. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	22
4.1. Felhasznált anyagok.....	22
4.1.1. Borfajta.....	22
4.1.1.1. A szőlőfajta jellemzői.....	22
4.1.1.2. A termőhely talajvédelmi terv szerinti jellemzői	22
4.1.1.3. Az alapbor jellemzői.....	25
4.1.2. A kísérlet során alkalmazott borászati módszerek.....	27
4.1.3. Alkalmazott faanyag típusok.....	28
4.2. Vizsgálatok.....	30
4.2.1. Analitikai vizsgálatok.....	30
4.2.2. Érzékszervi vizsgálatok	31
4.2.2.1. Leíró analízis.....	31
4.2.2.2. OIV módszer.....	32
4.2.3. Statisztikai értékelés.....	33
5. EREDMÉNYEK.....	34

5.1. Érzékszervi vizsgálatok eredményei	34
5.2. Az eredmények statisztikai értékelése.....	41
6. KÖVETKEZTETÉSEK.....	43
7. ÖSSZEFOGLALÁS.....	45
8. IRODALOMJEGYZÉK.....	46

1. BEVEZETÉS

A szakdolgozat témájának kiválasztásakor elsődleges szempont volt a személyes érintettség, mely biztosítja majd nagyfokú motivációt a kutatással töltött időszak során.

Már a képzésre történő jelentkezés alapvető motivációja is a megszakadt családi hagyomány újraélesztése és az igen komoly energiabefektetéssel visszaszerzett Neszmélyen és a Balaton-felvidéken elhelyezkedő szőlőterületek családi gazdasággá alakítása. Az Erdőmérenői Karon szerzett korábbi képzések meghatározták a fához és annak sokszínűségéhez történő szoros kötődést, mely a két érintett borvidék zászlóshajójának is tekinthető hordóban érlelt mély, tartalmas ízű Olaszrizling vonatkozásában meg is határozta dolgozat alapvető kérdését, miszerint hogyan és milyen mértékben járulnak hozzá a különféle tölgyfából készült hordók a bor aromatikusan jegyeihez.

A kádárok által leggyakrabban alkalmazott európai és amerikai tölgyfafajok közötti – illetve azonos fajtát vizsgálva egyazon fajon és kontinensen belül a termőhely függvényében kialakuló - különbségek már azok megjelenésében is szembetűnőek.

Ennek a csodálatosan sokszínű élő anyagnak az összetettségét mindeki megtapasztalja, aki foglalkozni kezd vele, legyen szó használati tárgyról, művészeti alkotásról vagy az anizotróp szerkezetre jellemző feszültségtenzorokat leíró mérnöki szerkezetről.

A tölgyfa borászati alkalmazása is összetett és sokszínű, a borászok számára szinte művészeti eszközként is tekinthető, viszont anizotróp szilárdsági jellemzőinek mérnöki leírásához hasonlóan, kellően részletes kutatásokra alapozva a bor aromatikusan jegyekre gyakorolt hatása is szabályokkal leírható.

2. CÉLKITŰZÉS

A borászati technológiák során alkalmazott tölgyfa kiválasztásának és kezelésének szempontjait kevés irodalom foglalja össze objektív szempontok alapján. Kevés kutatási és mérési eredmény áll rendelkezésre, amely támpontot ad a borászati alkalmazásokhoz, így időnként előfordulnak nem kívánt aromajegyek a hordóban érlelt borokban. A kutatás célja az eltérő tölgyfa- és a tölgyfahordók borokra gyakorolt hatásainak jellemzése. Az összefüggések feltárása és rögzítése hozzájárulhat a bor aromatisztikus jegyeinek irányított javításához a tölgyfafaj és feldolgozási, alkalmazási módjának körültekintő megválasztásával.

A tölgyfából kivonható laktonok, eugenol és egyéb fenolos vegyületek aránya a faanyag előkészítésén, pörkölésén és a borászati folyamaton túl a fafajtól és annak származásától is jelentős mértékben függhetnek.

A vizsgálatok során az alábbi kérdésekre kerestem a választ:

- Van-e szignifikáns különbség a borászatban alkalmazott tölgyfafajok (magyar - *Quercus robur*, francia - *Quercus pyrenaica*, amerikai - *Quercus alba*) esetében extrahálódó anyagoknak a bor aromajegyeire gyakorolt hatásában fehérbor esetében (Olaszrizling) azonos pörkölési eljárás esetén?
- Milyen kontaktidő után válik érzékelhetővé az egyes fafajok okozta különbség?
- Az érzékszervi profilban elsősorban mely ízjegyekért felelősek a feltárt különbségek?

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Egyes borok készítéséhez több tölgyfafaj érlelt központi faanyagát használják fel, akár a hordók elemeiként, akár hozzáadott darabokként a bor aromanyagainak módosítására.

A tölgy és a bor kombinációja aromajegyek és íz szempontjából, olyannyira összefonódott, hogy egyes borstílusok esetében szinte nélkülözhetetlenné vált. A borok érzékszervi tulajdonságait meghatározó komponensek igen kis koncentrációban vannak jelen a borban, így a tölgyfa alkalmazásának kis mértékű módosítása is jelentős érzékszervi eltéréseket okoz (García-Guzmán et al. 2015). A tölgyfa faj, az előkészítés módja, az érlelésre kerülő bor, az érintkezésük jellege mind külön változót alkot a végeredményhez vezető egyenletben és a fogyasztók általi megítélése is számos eltérő szempontot tükröz.

3.1. A tölgyfa elsődleges összetevői

A tölgyfa elsődleges összetevői a cellulóz, a hemicellulóz, a lignin és a hidrolizálható tanninok (Maga, 1989.). A borok által kivonható anyagok azonban sokkal jelentősebb mértékben járulnak hozzá az aromajegyekhez.

A tölgyfának a borokra gyakorolt összetételbeli és érzékszervi hatásainak vizsgálatához elsődlegesen a bort és a faanyagból abba beoldódó összetevőket szükséges elemezni, nem pedig magát a fát. A fa anyagának vizsgálata az kioldódó vegyületek képződési mechanizmusának megértése szempontjából lehet hasznos, mely a segítheti az előkészítési eljárások fejlesztését.

Már több mint kétszáz illékony tölgyfavegyületet azonosítottak Maga, 1989.), de csak nagyon kevésnek tárták fel az íz- vagy illatjegyekre gyakorolt hatását.

A tölgyfában számos aromás vegyületet azonosítottak, de közülök csak néhány befolyásolja érdemben a bor érzékszervi jellemzőit. Leginkább a Quercus nemzetségre jellemző tölgyfa laktonnak vagy whisky-laktonnak is nevezett β -metil- γ -oktalakton és a tölgyfa lipidjeiből származó izomerjei (Mosedale et al., 1999) felelősek a hordóban érlelt

bor jellegzetes aromájáért (Chatonnet, 1998; Baumes et al.1995). Ennek a vegyületnek 4 izomerje van, amelyek a kezeletlen fában is megtalálhatók és különböző aromatikusságokhoz társíthatók (kókusz, fűszer, bőr). Koncentrációja jelentős mértékben változik a különböző tölgyfajokban, a Q. alba mutatja a legmagasabb koncentrációt (Ribereau-Gayon et al., 2010).

A fahordós érlelés nagymértékben hozzájárulhat az illékony és nem illékony fenolsavak és a tölgyfa aldehidek - benzaldehid és fahéjaldehid származékok - képződéséhez. A fa ligninek bomlástermékei a vaníliaillatot adó vanillin és a sziringaldehid.

A vanillin (4-hidroxibenzaldehid) egy ligninből származtatható aromás aldehid, amely hozzájárul a tölgyfában érlelt alkoholos italok, köztük a borok jellegzetes vanília aromájához. A többi ligninből származó aldehiddel összevetve magasabb koncentrációban van jelen, kivéve a sziringaldehidet, amely azonban kevésbé illatos (Marín et al., 2005). Az említett aldehidek a legfontosabbak az aromajegyek szempontjából, viszont tovább oxidálódhatnak fenolsavakká (vanillinsav és sziringinsav), ami ízvesztést eredményezhet (Del Alamo et al., 2003; Chatonnet, 1998).

A fából a borba átjutó egyéb illékony vegyületek (illékony fenolok) közé tartoznak az eugenol, a guaiacol, valamint az etil- és vinil-fenol különböző formái, amelyek a fajtától és a származási régiótól függően eltérő koncentrációban fordulnak elő pörkölt fában a pörkölési folyamat során azonban koncentrációjuk növekedhet (Cadahia et al., 2003).

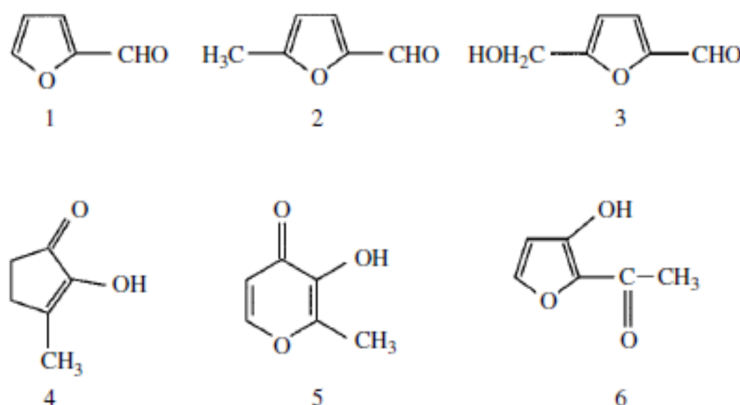
A lignin bomlása okozza a szénesezés során barrique hordók jellegzetes "barrique" ízét, amelynek eredményeként guaiacol, metil-guaiacol, propil-guaiacol, izoeugenol és sziringol, metil-sziringol képződik

Az eugenol -, amely Ribereau-Gayon (2010) szerint a fő illékony fenol - és a guaiacol felelős a borban megjelenő szegfűszeges és füstös aromáért. A fenol és a guaiacol 4-etil és 4-vinil nagy koncentrációban viszont különböző mellékízektől felelősek, mint a ló-, állat- és izzadságos "nyereg"-szerű jegyek. Ezek a kellemetlen ízjegyek többnyire a Brettanomyces-től és nem magától a fából származnak, ahogyan azt eredetileg gondolták (Doussot et al., 2002).

Brettanomyces baktériumok elszaporodásának kockázata a hordók többszöri használatával nő, mivel a hordók egyre jobban átítatódnak a borral, így a

Brettanomycesek számára egyre kedvezőbb életkörülménynek alakulnak ki, ezért egy hordó öt-hat év után már nem tekinthető használhatónak (Towey és Waterhouse, 1996).

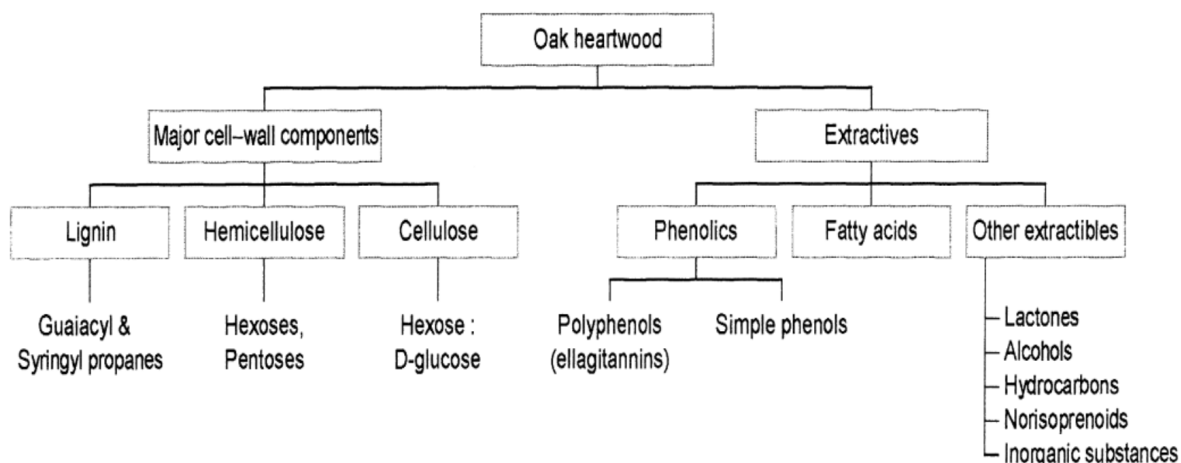
Az illékony fenolok másik fontosabb csoportja, amely érzékelhetően befolyásolhatja a bor aromatikus jellemzőit, a furánok és származékaik köre. Ezek a vegyületek az előzőekben említettektől eltérően csak a pörkölési folyamat után keletkeznek a tölgyfában a pentóz felmelegedése révén (Singleton, 1995) és jellegzetes pörkölt aromát kölcsönöznek a bornak (Guchu et al., 2005). A leggyakrabban előforduló származékaik, amelyek a bor aromája szempontjából érdekesek, a furánaldehidek, mint például az 5-(hidroxi-metil)furfurol, az 5-metil-furfurol és a furfurol. Ezek a vegyületek a glükóz 180 °C-on történő hevítésével keletkeznek egy összetett reakciósorozat során, az úgynevezett Maillard-reakciók eredményeként (Cutzach et al., 1997).



1. ábra: Pörkölés során keletkező furánok és származékaik (Ribereau-Gayon, 2010)

3.2. Tannin összetétel

A fából a borba kerülő fenolos vegyületek másik jelentős csoportja a tanninok. Ezek a vegyületek ismert tulajdonsága, hogy képesek megkötni a fehérjéket és a borban fanyar érzetet okozva nagy jelentőséggel bírnak (Puech et al., 1999). Megkülönböztethetünk hidrolizálható (maában a tölgyfában található) és nem hidrolizálható, más néven kondenzált tanninokat vagy proantocianidin tanninokat, amelyek szőlő eredetűek (Chinnici et al 2015; Ribereau-Gayon et al., 2010; Souquet et al. 1996).



2. ábra: Tölgyfa eredetű vegyületek összefoglalása (Mosedale and Puech, 1998)

A hidrolizálható tanninok az egyedüliek, amelyek a tölgyfában vannak jelen és ahogy elnevezésük is sugallja, könnyen beoldódnak a borba (Viriot et al., 1993). Az ellagitanninok a fa száraz tömegének akár 10%-át is kitehetik.

Az elagotanninok esetében a galluszsavegységek biaril C-C kötéssel kapcsolódnak. Az ellagsav és az ellagitanninok kimutathatók a tölgyfahordóban érlelt borokban, de megtalálhatók a gránátalmában, a dióban és a meggyben is (Abrankó 2018).

A fában jelen lévő főbb hidrolizálható tanninok a castalagin és a vescalagin (Puech et al., 1999). Ezek az ellagitanninok a borban oldódva lassan, de folyamatosan más vegyületekké, például etilszármazékokká és flavano-ellagitanninokká alakulnak át a szőlő eredetű flavan-3-olokkal való kombináció révén (González-Centeno et al., 2016). Az orvosi kutatásokban megállapították, hogy rendkívül hatékonyan gátolják egyes vírusok szaporodását (pl. HIV), de antioxidáns, tumorellenes, gyulladáscsökkentő, antibakteriális tulajdonságokkal is rendelkeznek (Sosic et al., 2015; Jourdes et al, 2011).

A tölgyfahordós érlelés során a bor a mikrooxidáció miatt oxigénnek van kitéve, de csak kis mértékben, így a fahordós érlelés során megfigyelhető pozitív folyamatok a keserűség és a fanyarság csökkenése (CEJUDO-BASTANTE et al. 2011a; GAMBUTI et al. 2012).

3.3. A tölgyfafajok hatása az extrahálható vegyületek összetételére

A tölgyfahordókban található potenciálisan extrahálható vegyületek mennyiségét számos tényező határozza meg, amelyek közül az egyik legfontosabb a fafaj, valamint a származási régió (Miller et al., 1992; Mosedale et al, 1996; Cadahia et al, 2001). Jelentős különbségek mutatkoznak az eltérő eredetű fából készült hordókban érlelt borok esetében mind a kémiai összetétel, mind az ízérzékelés tekintetében.

1. táblázat: Különböző tölgy fajokból extrahálható vegyületek koncentrációinak eltérései (Spillman 1997)

	<i>Quercuspaetrea</i>	<i>Quercusrobur</i>	<i>Quercus alba</i>
Methyl-octalactone (µg/g)	77	16	158
Eugenol (µg/g)	8	2	4
Vanillin (µg/g)	8	6	11
Total extractables (mg/g)	90	140	57
Ellagitannins (mg/g)	8	15	6

Borászati szempontból a polifenolok az egyik legfontosabb vegyületcsoport, amely a egyrészt a szőlőnövényből, valamint az érlelési folyamatnak köszönhetően a tölgyfahordókból kerülnek a borokba miközben megőrzik biológiai aktivitásukat.

Az amerikai tölgy (*Quercus alba*) alacsonyabb polifenol-szintet mutat, de aromásabbnak bizonyul, mivel magasabb a β -metil- γ -oktalakton jelenléte, ami néha túlzott mértékű és káros lehet a bor minőségére (Chatonnet et al., 1998; Mosedale és Puech, 1998). Az ellagitanninok szintje a tölgy eredetétől függően az amerikai tölgyben alacsonyabb, a francia tölgyben magasabb szintet mutat (Viriot et al., 1993; Jourdes et al, 2011). A *Quercus robur* magasabb hidrolizálható tannin koncentrációval jellemezhető, mint a *Quercus paetrea*, amelyben viszont az aromás vegyületek szinte magasabb, bár ezt a termőhely is jelentős mértékben befolyásolja (Reynolds, 2010).

Ezenkívül számos szerző az amerikai tölgyre jellemző magas szkopoletinszintet figyelt meg, még ha erősen változó koncentrációban is (Puech és Moutounet, 1988).

Jelentős különbségeket figyeltek meg a kellemes, gyümölcsös-florális jegyekért felelős a nor-izoprenoid szintjében, amely az amerikai fában megtalálható, de az európai tölgyben szinte egyáltalán nem (Prida és Puech, 2006). Prida és Puech (2006) szerint a faji tényező mindig jobban korrelál a whisky-laktonokkal és az ellagitanninokkal, míg az eredet szempontjából az eugenolszint és az aromás aldehidek (főként vanillin és sziringaldehid) jelentenek különbséget.

A tölgyfa változékonyságának elsősorban származási hely szerinti meghatározására számos kísérlet történt (pl. Onishi et al. 1977, Rous és Alderson 1983, Marco et al. 1994).

Mosedale és Savill (1996) állapította meg, hogy a *Q. petraea* fája mindkét tölgylakton-izomerből többet termelt, mint a *Q. robur* fája.

3.4. A tölgyfa jelenlegi felhasználási módjai a borászatban

3.4.1. A faanyag származása

A fafeldolgozó üzemek leginkább a *Quercus alba*, *Q. garryana*, *Q. macrocarpa* és *Q. stellata* tölgyfafajokat használják az Egyesült Államokban, míg Európában különösen a *Quercus petraea* és a *Q. robur* tölgyfákat, de más tölgyfajokat is alkalmaznak, mint például a *Quercus cerris*, *Q. suber*, *Q. lyrata*, *Q. bicolor* és *Q. lanuginosa*. Borászati alkalmazás szempontjából azonban a *Quercus alba*, a *Q. petraea* és a *Q. robur* a legfontosabb tölgyfafajok. Több tanulmány is vizsgálta más európai és Európán kívüli tölgyfafajok alkalmazását, amelyeknek figyelemre méltó a borászatban való felhasználása, mint például a *Quercus faginea*, *Q. pubescens*, *Q. pyrenaica*, valamint a kolumbiai *Q. humboldtii*.

3.4.2. A faanyag előkészítése, érlelése

A tölgyfákat a feldolgozás céljából kivágják, és körülbelül a 1,5 méteres rönkökre darabolják hordók hosszához igazodva. A rönköket vagy hasítják, vagy durva dongaformára fűrészelik, és a hordókészítés előtt szárítják (természetes vagy mesterséges szárítás, érlelés). A nem hordókészítésre használt tölgy (pl. tartály betét,

forgács, chips), amelyet a borkészítéshez használnak fel, ugyanabból a fából származik. Ezeknek a termékeknek nem szükséges ugyanazokkal a szerkezeti jellemzőkkel rendelkeznie, ezért érlelése eltérhet dongakészítéshez használt faanyagtól.

3.4.3. Polifenol összetétel jellemzése a borokban

A flavonoid-fenoloknak jelentős hatásuk van a vörösborok ízére, zamatára, mivel ezek alkotják e vegyületek nagyobb csoportját. Ezzel szemben a nem flavonoidok alkotják a fehérborokban a nagyobbik fenolos csoportot.

A fehérborokban nincsenek antocianinok, ez magyarázza a fehérborok kevésbé húzós ízét olyan fehérborok esetében is, amelyek hosszabb ideig érintkezésben voltak a szőlőhéjjal vagy éppenséggel a szőlőhéjjal együtt erjedtek.

A flavonoidok kissé kesernyések, de a vörösborok más fenoltípusú vegyületeikhez képest aránylag csekély a mennyiségük, valószínűleg ezért ez csak a fehérborban érezhető (pl. a naringin nevű keserű flavanon-glikozid a Rizlingben és Rizlingszilvában).

Fehérborok flavonoidtartalma általában flaván-3-ol-okból (katechinekből) és flaván-3,4-diol-okból (leukoantocianinokból) áll. Ezek a bor testességét növelve minőséget befolyásoló tényezők. A flavonoidoknak azonban szerepe van a barnulásban és a keserű ízérzet kialakulásában (kb. 40 mg/l), jelenlétük ezért csak korlátozott mértékben kívánatos.

A fahordókból kivont hidrolizálható tanninok jelentős szerepet játszhatnak a bor keserű és húzós ízének kialakulásában. Ez a csoport inkább összehúzó ízű, mint a kondenzált, nem hidrolizálható tanninoké. Jelentőségük általában fehérborokban nagyobb, amelyekben az ízanyagok koncentrációja alacsonyabb és általában nincs bennük jelentős mennyiségű flavonoid-fenol. A tölgysfa hordókból kivont fahéjaldehid és benzaldehid-származékok hozzájárulnak a fehérborok nem flavonoidoktól származó keserű ízéhez.

A szőlőlében található hidroxifahéjsav-származékok rendszerint észterképzéssel reagálnak a borkósavval. Gyakran olyan mennyiségben jelennek meg a fehérborokban, hogy hozzájárulnak a keserű íz kialakulásához.

A legtöbb fenolsav, mint pl. a kaftársav, a borban olyan csekély mennyiségben van jelen, hogy nem, vagy csak nyomokban mutatható ki. Ennek ellenére a fenolsavak vegyületei alacsonyabb érzékszervi küszöbvel rendelkeznek, mint az önálló fenolsavak. Ez a tulajdonság erősödik a bor alkoholtartalmának növekedésével.

A tirozol kb. 25 mg/l kritikus mennyiségben hozzájárul a fehérbor keserű ízérzetének kialakulásához. Még fontosabb ez a tény a pezsgők esetében, ahol koncentrációja a második erjedés során növekszik.

Néhány fenollal rokon vegyület hozzájárul bizonyos szőlőfajták esetében borsíz kialakulásához. A 2-fenil-etanol és a metil-antranilát lehet ilyen hatású. Más fenolszármazékok szúrós ízt adnak, illetőleg adnak hozzá néhány szőlőfajta fajtaaromájához. A közvetlen hatáson kívül, amely a keserűségre és a húzósságra vonatkozik, a fenoloknak komplex hatásuk is van az édesség és savasság érzetére. Befolyásolják a testesség és a kiegyenlítetttség, azaz a harmónia érzését.

Kevés az az illó fenol vagy fenolszármazék, amely a szőlőből származik. Egyik kivétel az aceto-vanillin, amelynek enyhe, vaníliára emlékeztető illata van. A legfontosabb azonban a metil-antranilát. Ez a fenolszármazék-észter fontos összetevője néhány *Vitis labrusca* szőlőfajta jellemző aromájának. A 2-fenil-etanolrózsára emlékeztető illata gyakran a *Vitis rotundifolia* fajtajellege. Ezen kívül néhány illó fenolszármazék, mint a 2-fenil-etanol, a vanillin és a cingeron fordulnak elő nem illó konjugált formában több *Vitis vinifera* szőlőfajtában. Enzimatisz uton vagy savas hidrolízissel való felszabadulás során számottevően nőhet az említett vegyületek érzékszervileg érezhető illata.

A szőlő hidroxifahéjsav-észterei az erjedés során illó fenolokká alakulnak át. Ebben a tekintetben különösen fontos a gyakorlatban a kumarinsav- és a ferulasav-észterek szerepe. A tölgyfa hordóban való erjesztés és tárolás további fenolsav-forrást jelent. A hidroxifahéjsavak átalakulása illó fenolokká olyan enzimek hatására jön létre, amelyek vagy az élesztőből, vagy tejsabaktériumokból származnak. A képződött származékok (mint a 4-etil-guajakol vagy a 4-vinil-guajakol) füstre, vaníliára és szegfűszegre emlékeztető illatkomponenseket adnak a bornak. Előfordulhat köztük az eugenol, egy másik szegfűszegillatú guajakol-származék is.

A szokásos mennyiségben az eugenol csak arra elegendő, hogy általános fűszeres jelleget adjon a bornak. Képződik ezen kívül guajakol is, de mennyisége nem

elég ahhoz, hogy közvetlenül befolyásolja a bor illatát. Nagyobb mennyiségben akkor fordul elő, ha valamilyen hibás, szennyezett dugóból származó, kellemetlen szag alkotórészét képezi. A guajakolnak édeskés, füstre emlékeztető illata van.

Bizonyos tejsavbaktériumok fenolokat képeznek nem fenolos vegyületekből. Ennek egyik példája a katechin szintézise sikiminsavból vagy kinasavból.

A 2-fenil-etanolon kívül a másik fontos fenolalkohol a borban a tirozol. Ennek az élesztő által tirozinból szintetizált fenolnak enyhe méhviaszra vagy mézre emlékeztető illata van. Elképzelhető, hogy ez játszik szerepet bizonyos borok méz-aromájában, mint ahogyan a botritiszes borok esetében az gyakran előfordul.

A fahordókat, mint bizonyos illó és nem illó fenolsavak fontos eredőjét. Ezen kívül a tölgyfaaldehideknek is fő forrása (pl. a benzaldehid- és fahéjaldehid-származékok). Legismertebb ezek közül a benzaldehid, amely mandulaillatú. A benzaldehid jelentős mennyiségben fordul elő pl. a sherrykben, így részt vesz annak aromakialakításában. Előfordulhat a „normál” borban is a benzil-alkohol oxidációjából, amely oxidáció főleg a botritiszes szőlőkből származó enzimek vagy némely élesztő hatására játszódik le.

További fontos fenol-aldehidek a vanillin és a sziringaldehid. Ezeknek vaníliaillatuk van. Ezek a vegyületek a fa ligninjeinek lebomlási termékei. Az illó fenolos aldehidek további forrása lehet a must vagy a bor hevítése. A fruktóz pl. gyorsan átalakul 5-hidroximetil-2-furánaldehiddé (furfurol) a melegítés során. Ez az átalakulás nagyon lassan is lejátszódhat az ászkolás vagy hosszabb idejű tárolás során. Az 5-hidroximetil-2-furánaldehid, amit oximetil-furfurolnak nevez általában az irodalom, a kamillára emlékeztető illatú. Furfurol képződik a lepárlás során, továbbá a tölgyfából készült dongákból is, amikor is melegítik azokat a hordók összeállítása során.

3.5. A tölgyfából származó vegyületek hozzájárulása a bor paramétereihöz

3.5.1. A tölgyfában érlelés előtt jelen lévő vegyületek

Az úgynevezett tölgylakton (β -metil- γ -oktalakton) cisz- és transz-izomerjei a tölgyfa aromájának egyik legjelentősebb összetevői, melyek megjelennek a borban. Masuda és Nishimura (1971) megállapította, hogy az alkoholtartalmú italokban ez a két izomer "kizárólag a tölgyfából, közvetlenül a faanyagból származik". Feltehetően lipidek

oxidációja során jönnek létre (Maga 1989). Gázkromatográfiásan a transz izomer a cisz izomer előtt eluálódik. A cisz izomer az aromára gyakorolt hatása szempontjából fontosabb, mivel közel ötször magasabb koncentrációban fordul elő.

A következő fontos vegyület az illékony fenolok csoportjába tartozó eugenol, amely már a pörkölés előtt is jelen van (Sefton et al. 1993, Chatonnet et al. 1994) és feltehetően a lignin lebomlásából származhat.

A terpének a tölgyfa vegyületeinek egy másik csoportját képviselik, amelyek magából a nyers fából származnak. Monoterpének, szeszkviterpének és 9-, 11- és 13 szénatomos norizoprenoidokat azonosítottak a tölgyfa alkotóelemeiként (Nishimura et al. 1983, Nabeta et al. 1986, Sefton et al. 1990), de a tölgy eredetű ízkomponensekhez történő hozzájárulásukat nem igazolták.

Sefton és munkatársai (1990) 31 norizoprenoidot azonosítottak a tölgyfa kivonatokban, amelyek közül az egyiket, a β -ionont, korábban már azonosították tölgyfakomponensként (Nishimura et al. 1983). A norizoprenoidok érzékszervi jelentőséggel bírnak, mivel a dohány, a tea és egyes gyümölcsök ízében is fontos szerepet játszanak (Schreier 1984).

A hidrolizálható tanninok, bár közvetlenül nem járulnak hozzá az aromatisz jegyekhez, jelen vannak a tölgyfában és az oxidáció katalízise révén hatással lehetnek azokra (Chatonnet et al. 1991). A hidrolizálható tanninok a galluszsav észterekből (gallotanninok) és/vagy ellagsavból (ellagitanninok) és egy cukormagból, elsősorban glükózból állnak (Deschamps 1989).

A tölgyfa száraz tömegének mintegy 5-5 %-a hidrolizálható tanninokból áll, amelyek magasabb hőmérsékleten és a bor pH-értékén instabilak, így túlnyomórészt ellagsavvá bomlanak le. Ez utóbbi vegyület kevésbé oldódik vizes alkoholban, és az oldatból kicsapódik (Pocock et al. 1984).

Chatonnet és munkatársai (1991) arról számoltak be, hogy egy fehérbor tölgyfában való érlelése a polifenol-tartalom növekedését eredményezi és széles körben úgy vélik, hogy a tölgyfa hordóban történő érlelés következtében a polifenol-tartalom emelkedése a fanyar érzet növekedésével jár (Moutounet et al. 1989).

3.5.2. Faanyag szárításának és érlelésének hatása

A faanyag érlelési folyamatai rendkívül fontosak, melynek során az kiszárad (14-18% víztartalomig), csökkentve a vízben oldódó vegyületek, például az ellagitanninok szintjét, de elég lassan ahhoz, hogy a fa megőrizze integritását (Martínez et al. 2008). EZ megakadályozza, hogy a fa zsugorodjon a hordókészítést követően, így biztosítva a tömör tárolóedényt. Ez a szempont nyilvánvalóan nem fontos a nem hordókészítésre használt borászati tölgyfatermékek (pl. tartálybetét, forgács, csipsz) esetében.

A természetes érlelési fázis 2-3 évig is eltarthat, míg mesterséges érlelés esetén ez a folyamat lényegesen rövidebb, azonban az így kezelt fában magasabb a keserű kumarinok és a fanyar tanninok jelenléte (Martínez et al. 2008; Reynolds, 2010).

Puech (1987) megállapította, hogy a természetes szárítás fontos szerepet játszik a végtermék ízének befolyásolásában, a mesterséges szárítás viszont kedvezőtlen hatást fejthet ki. Állítása szerint a természetes szárítás pozitívan befolyásolja az ízre ható vegyületek sokféleségét és koncentrációját, a mesterséges szárítás viszont elsősorban csak a nedvességtartalmat. Ennek ellenére a tölgyfa mesterséges szárításának alkalmazása széles körben elterjedt. Az USA-ban minden bourbon-hordó ilyen fából készül, Franciaországban pedig a fahordó faanyag nagy részét legalább részben mesterségesen szárítják (Schahinger and Rankine 1992 pp. 23-34). Magyarországi kádároknál a természetes szárítás, érlelés az általános.

Marche és Joseph (1975) is arról számolt be, hogy biokémiai átalakulások történhetnek a tölgyfa érlelése során. Feltételezték, hogy a természetben jelenlévő vagy a fából felszabaduló enzimek aktív katalizátorok a hidrolitikus és oxidatív reakciókban. Ezek az enzimek megmaradnak a fában a természetes érlelés hatására és különösen fontosak a bor aromája szempontjából, mivel aktívak a lignin lebontásában és a vanillin képződésében (Chatonnet és munkatársai 1994).

Chatonnet és munkatársai csak nyomokban találtak tölgyfa laktonokat a zöld (frissen kivágott) tölgyben, majd az érlelési időszak alatt ezeknek a vegyületeknek a növekedését tapasztalták. Az eredmények összhangban vannak Maga (1989) vizsgálataival, aki e vegyületek folyamatos növekedését figyelte meg az amerikai tölgyben, amelyet öt éven át védett helyen érleltek.

A hőmérséklet, annak ingadozása, valamint a nedvességtartalom ingadozása valószínűleg jelentős szerepet játszik a tölgyfában található aromaanyagok kialakulásában.

3.5.3. A tölgyfa pörkölése során keletkező vegyületek

A pörkölés során keletkező anyagok közül a vanillin, a guaiacol és a 4-metilguaiacol a legfontosabbak.

Boidron és munkatársai (1988) szerint valószínűleg más illékony fenollokkal együttesen járulnak hozzá a bor ízjegyeihez.

A többségében lignin - egy komplex és dihidrokoniferil- és dihidroszinapil-alkoholok heterogén szerkezeti polimerje (Leisola és Fiechter 1985) - lebomlásából eredő illékony fenolok valószínűleg a legtöbbet vizsgált tölgy eredetű illékony vegyületcsoportnak tekinthetők (Sefton et al. 1990), szeszes italok organoleptikus jellemzőire gyakorolt hatásukat is régóta vizsgálják.

Az aromás aldehidek jóval nagyobb mennyiségben találhatók a tölgyfában érlelt szeszes italokban, mint a tölgyben érlelt borokban (vanillin, sziringaldehid, koniferaldehid és szinapaldehid) (Puech és Moutounet 1992).

A tölgyfa pörkölése során szénhidrát-bomlástermékek is keletkeznek. Cellulóz és hemicellulóz termikus bomláson megy keresztül és főként furán- és piránszármazékok képződnek (Sefton 1991). Viszonylag nagy mennyiségben furán aldehidek, furfurool és 5-metil-furfurool keletkeznek a tölgyfában a hevítés során, de ezek a legtöbb bor aromája szempontjából kevésbé fontosak, mert könnyen redukálódnak.

A maltol és a ciklotén vizsint vélhetően hozzájárul a pörkölt hordóban érlelt bor aromatikusan jegyeihez (Nishimura et al. 1983). Ezek a vegyületek a szacharóz pirolízisének termékei.

A fában lévő fehérje szolgálhat alapul a termikusan keletkező nitrogéntartalmú heterociklusos aromavegyületek, például pirazinok keletkezéséhez (Maga 1989), amelyeket gyakran pörkölt, diós, kávé, csokoládés ízekkel azonosítanak (Kempfer 1983).

3.5.4. A pörkölés módjának hatása

A pörkölés a faanyagok kívánt tulajdonságainak kialakítása érdekében különböző módon történhet. Az európai kádárok által alkalmazott hevítési módok eltérnek az amerikaiak által alkalmazott intenzívebb fokozatoktól, ami jelentős különbségeket eredményez a kivonható vegyületek hozzáférhetőségében és koncentrációjában (Mosedale és Punch, 1998). Megkülönböztethetünk könnyű (120-180 °C 5 percig), közepes (210 °C 10 percig) és erős (230 °C 15 percig) pörkölést (Ribereau-Gayon et al., 2010).

A folyamat során képződő különböző vegyületek közül a legjelentősebbek az aldehidek, amelyek közepes pörkölésnél érik el a maximális koncentrációt, az illékony fenolok, amelyek a hőfok növekedésével folyamatosan nőnek, a whiskey-laktonok, amelyek a hőmérséklet növekedésével csökkennek, az ellagitanninok, amelyek a hőmérséklet növekedésével növekvő intenzitással csökkennek (Bosso et al., 2008).

A tölgylaktonok esetében figyelembe kell venni, hogy bár a tölgylaktonok érzékenyek a hőmérsékletre, a fa magas hőmérsékletnek való kitettsége (200 °C 15 percnél rövidebb ideig) a lakton izomerek képződését okozza a lipidekből és a zsírsavakból, ami a tölgy laktonok magasabb szintjét eredményezi (Ribereau- Gayon et al., 2010).

Chatonnet és Boidron (1990) arról számoltak be, hogy a tölgyfa pörkölése a kivonható hidrolizálható tanninok mennyiségének folyamatos csökkenését eredményezi, ezért fontos érzékszervi hatása van a fanyarság csökkentése révén.

Annak ellenére, hogy számos szerző megpróbálta a pörkölés szintjét a hőmérséklet szerint kategorizálni, a tűz intenzitásának ingadozása és a levegő konvektív mozgása miatt nehéz ellenőrizni a hőmérséklet változását a pörkölés során (Campbell et al., 2005).

3.5.5. A fa és a bor érintkezése során keletkező vegyületek

A pörkölésből származó vegyületek közül több hajlamos a mikroorganizmusok tevékenysége által átalakulni. Az aldehidek (furfurol, 5-metil-furfurol és vanillin) biokémiai redukció révén (élesztő és/vagy baktériumok által a borban) alkoholokká alakulhatnak.

E vegyületek magas érzékszervi küszöbértékei aránylag magasak a borban, így nem valószínű, hogy szignifikáns hatással lennének a bor aromájára (Boidron et al. 1988, Chatonnet et al. 1992).

A mikrobiális eredetű vegyületek másik csoportja - az illékony fenolok, 4-vinilguaiacol, 4-vinilfenol, 4-etilguaiacol és 4-etil-fenol, melyek a ferulinsav és p-kumársav prekurzoraiból származnak. Dubois (1983) szerint ezek a legfontosabbak az alkoholtartalmú italok ízére gyakorolt hatásuk szempontjából.

A prekurzorokat a borok szőlő összetevője adja a legjelentősebb mértékben, de Miller és munkatársai (1992) kimutatták, hogy a tölgyfa további forrást jelent.

3.5.6. Tárolási idő hatása

Az illékony tölgyfavegyületek koncentrációjának növekedése a borban a tölgyfahordós érlelés során számos tényezőtől függ. Ezek közé tartozik az illékony anyagok és prekurzoraik mennyisége, fa mátrixában található vegyületek és előanyagaik mennyisége, a fából való felszabadulásuk sebessége, a későbbi átalakulások sebessége, valamint a hőmérséklet és az érlelés időtartama.

Chatonnet és munkatársai (1990) tíz hónapig új tölgyfahordókban tárolt borokat vizsgáltak és koncentrációnövekedést figyeltek meg illékony fenolok és a tölgyfa laktonok esetében, de a furánaldehidek vagy alkoholok esetében nem.

Towey és Waterhouse (1996) nyolc hónapig francia, amerikai és magyar tölgyfahordókban seprőn érlelt Chardonnay borokat vizsgált egymást követő évjáratokban. Vizsgálatuk a két tölgyfa lakton izomerre, a furánaldehidekre, valamint az illékony fenolok egy csoportjára összpontosított, de a vanillinre nem terjedt ki. A kivonódási folyamatot "diffúzióvezéreltnek" nevezték, mivel a görbék határértékhez való exponenciális közeledést mutatottak. A második évi extrakciós arányok alacsonyabbak voltak, mint az első évi arányok, különösen a pörkölés során legjelentősebb mértékben keletkező vegyületek esetében. Ezek a vegyületek feltehetően a gyorsan kimerülnek, mivel kezdetben koncentráálódtak a fa felületén. Érdekes módon a tölgy laktonok nagyobb mennyiségben kerültek kivonásra a második évben, mint az első vagy a harmadik évben. Ezt valószínűleg a kén-dioxid hatása okozhatta, amelyet a fertőtlenítéshez használtak.

A fenti vizsgálatok mindegyikében a borok mikrobiális tevékenységnek voltak kitéve, ami befolyásolhatja néhány, de nem az összes tölgyből származó illékony anyag koncentrációját.

Maga (1989) arról számolt be, hogy a tölgyfa laktonok extrakciója a tölgyfából közel lineáris volt egy 32 hónapos időszak alatt. A különbözőképpen pörkölt hordókban azonban különbségek lehetnek a sebességben. Chatonnet és munkatársai (1991) az "alacsony", "közepes", "magas" és "nagyon magas" értékek összehasonlításakor azt állapították meg, hogy a tölgyfa laktonok a "könnyű pörkölésű" hordókból gyorsabban extrahálódnak.

Conner és munkatársai (1993) azt találták, hogy a belső felület elszénesezése a bourbon-hordó belső felületének erőteljes pörkölése miatt a tölgyfa laktonok teljes elvesztését eredményezte.

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1. Felhasznált anyagok

4.1.1. Borfajta

4.1.1.1. A szőlőfajta jellemzői

A kísérlethez az Olaszrizlinget választottam, mivel ez a fajta szorosan kapcsolódik a termőterületeinkhez, fahordós érlelésre alkalmas, aromajegyei pedig lehetőséget adnak a különböző tölgyfa eredetű ízjegyek érzékelésére.

Magyarországon a legnépszerűbb a fajta, de a szomszédos országokban is telepítenek Olaszrizlinget. Eredete nem tisztázott, egyes források szerint Nyugat-Európai származású és Franciaországból került Közép-Európába, de nem zárja ki a közép-európai származást sem.

Közepesen nagy, hegyes csúcsú levelei és közepes, tömör fürtjei vannak. Bogyója vékony héjú és lédús. Semleges karakterrel rendelkező fajta, így számos különböző jellegű bor alapja lehet.

A könnyű, citrusos, gyümölcsös, friss boroktól egészen a visszafogott savakkal rendelkező, testes fehérborokig sokféle termék megtalálható a piacon. Leggyakrabban keserűmandula, mandulavirág, dió és mogyoró, zöldalma jellegű illat és ízjegyeket társítanak hozzá.

Semleges jellege jól közvetíti a termőterület sajátosságait és egyedi jellemzőit, ezért a termőhely jellemzőinek ismerete – ez különösen igaz az alapkőzetre – fontos az adott területről származó Olaszrizling leírásához.

4.1.1.2. A termőhely talajvédelmi terv szerinti jellemzői

Mivel az Olaszrizling az egyik legnagyobb arányban telepített fehér borszőlőfajta Magyarországon - 214,3067 ha újonnan telepített, 3 020,4832 ha termő a Hegyközségek Nemzeti Tanácsának 2022. évi adatai szerint – rendkívül sokféle termőhelyen termesztik.

A szőlőfajtára jellemző, hogy visszafogott ízjegyeinek köszönhetően képes átadni a termőhely egyedi karakterét, így fontosnak tartom az alapbort adó termőhely jellemzőinek bemutatását. A termőhely talajtani viszonyait illetően pontos információk álltak rendelkezésemre, mivel ültetvénytelepítést megalapozó talajvédelmi tervet készítettünk a szőlőt adó területről (HL-LAB 16-26482).

A Neszmélyi Borvidék érintett része Dunaalmástól Esztergomig terjed. A Gerecse lejtői és Duna között csak helyenként pár kilométer széles völgszegélyen a Duna teraszai kulissza szerűen emelkednek egymás fölé.

Mérsékelt meleg és száraz éghajlatú a kistáj. Kevéssel 2000 óra alatti az évi napfénytartam. Ebből nyáron 780 óra körüli, télen pedig kevéssel 185 óra alatti napsütésre számíthatunk.

Az évi középhőmérséklet kevéssel 10,0 °C alatti, a vegetációs időszaké 16,6 °C. Április 14. és október 18. között (185 nap) várható a 10 °C -ot meghaladó napi középhőmérsékletek időtartama. A fagymentes időszak 185 nap körüli és ápr.16-18-tól okt.16-ig tart. Az évi abszolút hőmérsékleti maximumok és minimumok értéke 34,0 °C illetve 16,5 °C.

Mindössze 600 mm évi csapadékkal számolhatunk és ebből a nyári félévre mintegy 330 mm jut. Hótakaróval - a sokévi átlag alapján mintegy 35 napon át borított a talaj, 24 cm átlagos maximális hóvastagsággal. Leggyakoribb a Ny-i szélirány, a szélesebbség átlaga 3 m/s körüli.

A vizsgált területek Neszmély községtől délre, a Dunaszentmiklós felé vezető közút nyugati oldalán találhatóak.

A helyszíni bejárás és talajmintavétel során az alábbi talaj került megállapításra:

- Fő típus: Folyóvizek, tavak, üledékeinek és lejtők hordalékéinak talajai (IX.)
- Típus: Humuszos öntés talajok (390.)
- Altípus: Réti öntés talaj (395.)

Az e típusba tartozó szelvényekben a talajképződés első nyomai - elsősorban a humuszosodás - maradandó jellegűek. A humuszos réteg 20-40 cm vastag és szervesanyag-tartalma 1-2%. Vízgazdálkodásuk közepes.

2. táblázat: A talajok fizikai és kémiai jellemzői H-LAB 16-26482 vizsgálati jegyzőkönyv alapján

Származási hely:	Neszmély							
Feltárás száma	1a		1b		1c		1d	
Szint mélysége (cm)	0-30		30-60		60-110		110-150	
kémhatása pH-H ₂ O	7,91	gyengén lúgos	7,98	lúgos	8,09	lúgos	8,12	lúgos
kötöttsége K _A	40	vályog	35	homokos vályog	38	vályog	36	homokos vályog
sótartalma %	<0,02	sómentes	<0,02	sómentes	<0,02	sómentes	<0,02	sómentes
mésztartalma %	13,7	közepesen meszes	13,3	közepesen meszes	25,7	erősen meszes	24,1	erősen meszes
Humusz m/m %	1,9	gyenge	1,1	igen gyenge	0,6	igen gyenge	0,3	igen gyenge

A talajvizsgálatok alapján megállapítható, hogy a szőlőtelepítésre tervezett talaj kémhatása a felső 30 cm-es rétegben gyengén lúgos, mélyebben lúgos. A talaj mindegyik rétege sómentes. A talaj felső két rétege (0-60 cm) közepesen meszes. Mélyebben a mésztartalom megnő és 60 cm-től a talaj már erősen meszessé válik.

A talaj humusztartalma a felső rétegben (0-30 cm) gyenge, majd ez a mélységgel fokozatosan csökken és 30 cm-től mélyebben már igen gyenge kategóriájú.

A talaj felső művelési és alatta lévő rétegeinek mechanikai összetételét a helyszíni vizsgálat, valamint az Arany-féle kötöttségi szám alapján állapítottuk meg. A fizikai talajféleség ezek alapján a talajszelvény felső rétegében vályog (0-30 cm), mélyebben homokos vályog/vályog. A tápanyag-vizsgálati eredményekből megállapítható, hogy a területek nitrogénellátottsága közepes, foszfor- és kálium-ellátottsága ugyanakkor jó.

3. táblázat: A talajtani paraméterek szőlő ültetvénytelepítéshez H-LAB 16-26482 vizsgálati jegyzőkönyv alapján

Paraméter	Mért érték	Kizáró paraméterek	Alkalmasság
Termőréteg (cm)	>150	<100	A
Talajvíz mélység (cm)	>200	<150	A
Humusz tartalom (%)	0,3-2,7	<0,5	
pH (H ₂ O)	7,91-8,12	<5,5; >8,8	A
Vízoldható összes só (%)	<0,02	>0,15	A
Mésztartalom (%)	11,3-25,7	>30	A
Leiszapolható rész (%)	33,34-34,96	<8; >80	A

Az ismert és értékelt talajadottságok alapján megállapítható, hogy a talajszelvény legmélyebb rétegében (110 cm-től mélyebben) a humusztartalom valamivel alacsonyabb, mint a 90/2008 (VII.18.) FM rendelet 2.3. pont 1. táblázatában szereplő határérték.

A többi ismert és értékelt tényező közül azonban nincs olyan, amely az adott területeken kizáró ok lenne, ezért megállapítható, hogy a szőlőtelepítésnek nincs kockázata.

A vizsgált területeken a talajvíz 2,0 méter alatt található. A talajvíz ingadozása október és május között emelkedik, azonban nyáron mélyre húzódik vissza. Vízgazdálkodási tulajdonságok a jellemzők alapján a területeket a 3.2-es vízgazdálkodási kategóriába sorolták. Eszerint a területek a jó víznyelésű és vízvezető képességű, jó vízraktározó képességű, jó víztartó talajok kategóriájába tartoznak. Ennek megfelelően a szántóföldi vízkapacitás 250-350 mm/100 cm. a növények számára felvehető vízkészlet pedig 150-220 mm/100 cm.

4.1.1.3. Az alapbor jellemzői

A kísérlet során felhasznált Olaszrizling a Neszmélyi Borvidéken található Simecz Pincéből származik, melynek tulajdonosa és szakmai vezetője Simecz Róbert, aki a Hegyközségek Nemzeti Tanácsában a Neszmélyi Borvidék Hegyközség Neszmélyi körzetének Hegybíró feladatkörét is ellátja.

A pincészet 12 hektáron, a Neszmélyi Borvidék legértékesebb termőterületén, a Neszmélyi Meleg-hegyen található. Régóta foglalkoznak szőlővel és borral, de csak 2011-ben mutatták be boraikat a nagyközönségnek. Céljuk a borvidékre jellemző minőségi száraz fehérborok készítése, de kékszőlőt is feldolgoznak, a rozé és vörösborok kedvelőinek kiszolgálására.

A pince Füzihegyen, Dunaalmáson, a Szegfű utcában található, az egykor a Klosterburgi Apátság tulajdonában lévő területen, tágas kerttel, parkolóval és kivételes dunai panorámával.

A borvidéken korábban az olaszrizling és a rajnai rizling volt a legnagyobb arányban telepített szőlőfajta, de újabban a Chardonnay, Szürkebarát, Sauvignon Blanc,

Királyleányka vette át a vezető szerepet, de népszerű az Olaszrizling, Ezerjó, Irsai Olivér is.

A borvidék termőhelyi jellemzői – talaj és klíma - a könnyű, savakban gazdag, üde fehérborok készítéséhez ideálisak, de az itt termelt Olaszrizlingből készült borok hordós érlelésre alkalmasak. A legjobb adottságú dűlők a Gerecse Dunára néző lankáin terülnek el, így tájolásukból adódóan késői szüretelésű borok alapanyagául szolgáló szőlő termeléséhez is megfelelőek.

A kísérlethez a pincészet 2022-es Olaszrizling borát választottuk, mely a borvidékre jellemző aromatikusan jellegzetes, reduktív eljárással készült, gyümölcsös, élénk savszerkezetű könnyű fehérbor.

A bor alapanyagául szolgáló dűlő Neszmély Meleges-hegy Páskom dűlőből származik szeptemberi közepi szüreti időponttal. A cefre feldolgozás során pektinbontó enzimek alkalmazására nem került sor.

A zúzott bogyószemek levegőtől nem elzárt, de jól szabályozható vízszintes elrendezésű mechanikus présben kerültek feldolgozásra alacsony présnyomáson, majd a musttisztítás után az erjesztőtartályba. Pektinlebontás elősegítése érdekében enzimek alkalmazására az ülepítés során nem került sor.

Mivel a pincébe került szőlőt jó minőségben sikerült szüretelni, ezért a tisztított mustban mustösszetétel megváltoztatása érdekében mustjavítási lépések alkalmazására nem volt szükség.

Az alapbor irányított erjesztéssel készült 20-25 g/hl fajlesztő (Oenoferm - *Saccharomyces cerevisiae* var. *bayanus*) használatával és komplex rehidratációs élesztőtápanyag biztosításával (Uvaferm - vitaminok, mikroelemek, élesztő autolizátum, inaktív élesztősejtfal, ammóniumsók). Az erjesztés 600 literes palásthűtővel ellátott, AISI 304-es korrózióálló, rozsdamentes acélötvözetből készült tartályban történt az erjedési hőmérséklet szabályozása mellett.

Aroma felszabadítás érdekében enzimek alkalmazására újbor állapotban nem került sor.

A borok kíméletes derítés és szűrés után kerülnek palackozásra (esetünkben a kísérleti tartályokba). Derítés NaCalit PORE-TEC (granulált Ca-Na bentonit) készítménnyel történt.

A palackozásra kész bor az alábbi értékekkel jellemezhető: tényleges alkohol 12,1 %, összes cukor 0,1 g/l, titrálható sav 5,4 g/l, szabad kén-dioxid: 35 mg/l.

4.1.2. A kísérlet során alkalmazott borászati módszerek

Mivel a vizsgálat egyik alapkérdése, hogy van-e szignifikáns különbség a borászatban alkalmazott tölgyfafajok (magyar - *Quercus robur*, francia - *Quercus pyrenaica*, amerikai - *Quercus alba*) esetében extrahálódó anyagoknak a bor aromajegyeire gyakorolt hatásában fehérbor esetében (Olaszrizling) azonos pörkölési eljárás esetén, ezért minden más változót a kísérlet során igyekeztem kizárni. Ennek érdekében azonos feltételeket teremtettem a különböző tölgyfa termékek alkalmazásához, mind a kezelés módszertanát, mind pedig a környezeti feltételeket illetően.

A kísérlet elvégzéséhez négy darab kisméretű, 60 liter űrtartalmú, rozsdamentes acélból készült úszófedeles tartályt készítettem elő. A vizsgálat helyszínéül egyik 10-12 °C átlaghőmérséklettel jellemezhető borospincénket választottam, melynek léghőmérséklete csak kis ingadozást mutatott a teljes vizsgálati időszak alatt.

Az azonos kialakítású tartályokba 15-15 liter került a választott Olaszrizling alapborból, ügyelve arra, hogy a kezelésükben ne legyen lényeges eltérés. Mindegyik tartályba azonos időpontban került a bor annak érdekében, hogy a szállítótartályban se érje eltérő oxidációs hatás az egyes tételeket.

A tartályok külön hűtéssel és fűtéssel nem rendelkeztek, hőmérsékletük a pince hőmérsékletéhez igazodott.

A tartályokba azonos gyártó által készített, de eltérő származású és eltérő tölgyfafajból készült tölgyfacsipzs termék került. Kiemelt szempontnak tekintettem, hogy a tölgyfatermékek gyártója azonos legyen, ezzel is garantálva azonos feldolgozási módszereket mind a tölgy alapanyag érlelése (természetes szárítása), mind pedig azonos módszerrel és intenzitással történő pörkölése tekintetében.

A borhoz adás előtt a tölgyfacsipzs víz és törzsoldat keverékében 20 percig áztattam az esetleges felületi fertőzések megelőzése érdekében, majd fertőtlenített eszközön szűrve adtam a borhoz.

A különböző tölgyfacsipszeket egységesen 4 g/l mennyiségben adtam hozzá a tartályokban lévő borokhoz, a hozzáadott mennyiségek fertőtlenítő áztatás előtt, száraz állapotban kerültek bemérésre.

A tartályokba került borok szabadkénessav tartalma a tölgyfacsipszek hozzáadása után ellenőrzésre és 35 mg/l értékre pótlásra került.

4.1.3. Alkalmazott faanyag típusok

A kísérlet során borászatban leggyakrabban alkalmazott tölgyfafajokból készített tölgyfacsipsz termékeket alkalmaztam. A fafajta volt az egyetlen lényegi változó a kísérletben, mivel a faanyag előkészítésének technológiai lépései (érlelés, pörkölés, termék fizikai karakterisztikáját befolyásoló aprítás) is azonosak voltak. A termékek ugyanattól a gyártótól származtak, ezzel is kizárva a technológiai eltéréseket, amely a pörkölési és előkészítési technológiát (érlelés, szárítás, aprítás) érintő szabványosítási hiányból következően esetlegesen felmerülhetnek.

Mivel mind az észak-amerikai mind nyugat-európai borászok kísérleteznek új fafajok borászati alkalmazásával és különböző Quercus fajok kombinációjával (pl. Quercus sessiliflora / Quercus petrea és Quercus robur kombinációi), az aromajegyek jobb elkülöníthetősége érdekében egyetlen fafajból készült tölgyfacsipszeket, illetve a francia tölgy esetében a Quercus sessiliflora fajból készült terméket választottam az ott is népszerű, de termőhelyi adottságok miatt a magyar tölgytől eltérő Quercus robur helyett.

A pörkölési fokozat megválasztásánál figyelembe vettem, hogy több vegyület képződése, illetve bomlása a pörkölés hatására ellenkező irányú folyamat. Az aldehidek közepes pörkölésnél érik el a maximális koncentrációt, az illékony fenolok a hőfok növekedésével folyamatosan nőnek, a whiskey-laktonok a hőmérséklet növekedésével csökkennek, az ellagitanninok a hőmérséklet növekedésével növekvő intenzitással csökkennek. A tölgyfacsipszek gyártói szerint az enyhe pörkölés több nyers tölgyfajleletet ad vissza, magasabb tannin tartalom mellett intenzívebb kókusz és gyümölcsös jegyeket. A közepes pörkölési fokozatnál már csökken a fa eredetű tannintartalom és intenzívebb illatjegyek jelennek meg a borban, az édes karamellás jellege erősödik, erős vaníliás felhangokkal. Az erős pörkölés már hamar megjelenő karamellás, füstös jegyeket mutat.

Fentiek figyelembevételével mindegyik tölgyfatermék természetesen érlelt (nem mesterségesen szárított), a pörkölés fokozata pedig mindegyik esetében közepes fokozatú volt.

A magyar tölgyfacsipsz alapanyaga zempléni termőhelyről származó *Quercus robur*, közepesen pörkölt és közepes méretű darabokból állt, a gyártó üzem hordókat is gyártó kádárüzem. A faanyag megfelel a kádár minőségi előírásoknak, és nem tartalmaz sem kéreg, sem hancs részeket. Feldolgozás előtt a fát legalább 18 hónapig természetes módon érlelték a szabadban.

A tölgyfaforgácsot pörkölték, de azon kívül semmilyen kémiai, enzimatikus vagy fizikai kezelésnek nem vetették alá. A gyártói leírás alapján a közepesen pörkölt tölgyfaforgács technológiai és érzékszervi hatása a borban abban nyilvánul meg, hogy karamellás, pörkölt és természetes tölgy íz aromakombinációját adja.

A csipsz darabok 10 - 12 mm hosszúak, 5 - 8 mm szélesek és 2 - 5 mm vastagok voltak. Gyártó által javasolt alkalmazási tartomány 1 – 5 g / l a kívánt érzékszervi és technológiai hatások függvényében.

A választott francia tölgyfacsipsz alapanyaga *Quercus pyrenaica*, közepesen pörkölt és közepes méretű darabokból állt, ami új, kádár minőségű tölgyfából készült. A faanyag megfelel a kádár minőségi előírásoknak, és nem tartalmaz sem kéreg, sem hancs részeket. Feldolgozás módja megegyezik a magyar tölgyfából készült tölgyfacsipsz termékével, azt 18 hónapig természetes módon érlelték a szabadban.

A tölgyfaforgácsot pörkölték, de azon kívül semmilyen kémiai, enzimatikus vagy fizikai kezelésnek nem vetették alá. A gyártói leírás alapján a közepesen pörkölt francia tölgyfaforgács technológiai és érzékszervi hatása a borban abban nyilvánul meg, hogy karamellás, pörkölt és természetes tölgy íz aromakombinációját adja, de a magyar tölgyfából készítettéhez képest fűszeresebb, a vanília, karamell, tea, csokoládé ízkomponensei is megjelennek az alkalmazása eredményeképpen. A francia tölgynek magasabb a tannintartalma, mint az amerikai tölgynek, ami a bor komplexitására nagyobb hatást gyakorol.

A csipsz darabok 10 - 12 mm hosszúak, 5 - 8 mm szélesek és 2 - 5 mm vastagok voltak. Gyártó által javasolt alkalmazási tartomány 1 – 5 g / l a kívánt érzékszervi és technológiai hatások függvényében.

Az amerikai tölgyfacsipsz alapanyaga Quercus alba, közepesen pörkölt és közepes méretű darabokból állt, kádár minőségű tölgyfából készült, nem tartalmaz sem kéreg, sem hancs részeket. Feldolgozás módja megegyezik a magyar tölgyfából készült tölgyfacsipsz termékével, azt 18 hónapig természetes módon érlelték a szabadban.

A tölgyfaforgácsot pörkölték, de azon kívül semmilyen kémiai, enzimatis vagy fizikai kezelésnek nem vetették alá. A gyártói leírás alapján a közepesen amerikai pörkölt tölgyfaforgács alkalmazása nyomán a vanília, pirított kókusz, karamell, méz és kávé aromatis jegyei intenzívebben jelennek meg a francia tölgyfából készült termékekhez képest. Az amerikai tölgy kevesebb tannint tartalmaz, mint a francia tölgy, így kevésbé befolyásolja a bor testességét.

A csipsz darabok 10 - 12 mm hosszúak, 5 - 8 mm szélesek és 2 - 5 mm vastagok voltak. Gyártó által javasolt alkalmazási tartomány 1 – 5 g / l a kívánt érzékszervi és technológiai hatások függvényében.

A tölgyfacsipszeket a gyártó két fő technológiai fázisban történő felhasználásra is ajánlja. Az erjedés során az erjedés teljes időtartamára, illetve a bor érlelése során. Az érlelés során a javasolt kontaktidő 1 - 4 hét, az extrakciós folyamatot befolyásoló összes tényező kombinációjától függően.

4.2. Vizsgálatok

4.2.1. Analitikai vizsgálatok

A kísérlet során rutin-analitikai a vizsgálatok elvégzésére volt lehetőség, amely a kiindulási alapként alkalmazott bor azonossága és az azonos módszertani paraméterek alkalmazása miatt csak hibahatáron belüli eltéréseket mutatott. A rutin-analitikai vizsgálatok elvégzése azonban mindenképpen hasznos és indokolt volt, hogy az esetleges hibákat vagy káros folyamatokból adódó torzulásokat kizárjam. A vizsgálatok alkohol, összes cukor, titrálható sav és legfőképpen szabad kén-dioxid tartalom meghatározására terjedtek ki.

4.2.2. Érzékszervi vizsgálatok

Kiemelt jelentőséget kaptak a borok vizsgálata során az érzékszervi bírálatok, mivel a korszerű analitikai vizsgálatok sem tudnak teljes képet adni az adott tétel fogyasztói megítéléséről. Habár számos - tölgyfa eredetű aromatikus jegyekre meghatározó hatást gyakorló - vegyületet sikerült azonosítani az elmúlt évtizedekben (laktonok, eugenol, furán- és piránszarmazékok, guajakol, stb.) a borok összbenyomásának megítélése során az érzékszervi bírálatok az elsődlegesek.

4.2.2.1. Leíró analízis

Mivel a kísérlet tölgyfa eredetű sajátos aromatikus jegyek megjelenésének és intenzitásának meghatározását célozza az érzékszervi bírálatokat 24 szempontot figyelembevéve profilanalízis alkalmazásával végeztük el. Értékeltek a megjelenésre, illatra, fajtajellegre, ízre vonatkozó leíró kifejezéseket, de részleges érzékszervi profilnak tekinthető, mivel a tölgyfa eredetű jegyeket a vizsgálat céljához igazodva részletesebben fejtettem ki a szempontok kiválasztásánál.

A választott szempontokat – leíró kifejezéseket - korábbi kutatások során azonosított tölgyfa eredetű vegyületekhez társított aromatikus jegyek és a tölgyfatermékek gyártóinak ajánlásai alapján határoztam meg. A bírálatokat követően azonban feljegyeztük azokat a leíró kifejezéseket is, amelyeket a képzett bírálók társítottak valamely tételhez.

A bírálatok előkészítése során az MSZ ISO 11035:2001 Érzékszervi vizsgálat. A leíró kifejezések azonosítása és kiválasztása érzékszervi profilhoz többdimenziós eljárással, ISO 13299:2016 Érzékszervi vizsgálat. Módszertan. Általános útmutató az érzékszervi profil kialakításához (ISO 13299:2016) MSZ ISO 6564:2001 Érzékszervi vizsgálat. Módszertan. Aromaprofil-módszerek, MSZ ISO 6658:2018 Érzékszervi vizsgálat. Módszertan. Általános útmutató szabványok alapelveit és módszertanát igyekeztem alkalmazni. Az ISO 13299:2016 szabvány F mellékletének F.4.2 pontjában legalább nyolc képzett bírálót javasol, ezért a termőhelyet és az ott termelt Olaszrizling jellemzőit jól ismerő helyi termelők közül kértem fel nyolc főt a bírálatra. A bírálócsoportban szerepelt az alapbor termelője is, aki borversenyeken is végez bírálatot,

illetve a Hegyközségek Nemzeti Tanácsában a Neszmélyi Borvidék Hegyközség Neszmélyi körzetének Hegybíró feladatkörét is ellátja.

Az érzékszervi bírálócsoporthoz előzetesen ismertetésre került a vizsgálat célja és korábbi kutatások, valamint tölgyfatermékek gyártói ajánlásai alapján választott leíró kifejezések háttere is.

Az elvégzett érzékszervi bírálat az ISO 13299:2016 5.5 pont szerinti mennyiségi leíró profil kategóriába tartozik, mivel a bírálócsoporthoz minden tagja a közös listán szereplő tulajdonságok intenzitását pontozták.

Az egyes tételeket az azonos kontaktidővel jellemezhető, de eltérő tölgyfaeredetű csipszekkel kezelt minták sorrendjében vertikálisan kiterjesztve kóstoltuk. Ennek megfelelően az elvben nagyságrendileg azonos intenzitású, de eltérő aromatikusan megjelenését vártuk az eredményeknél. A mintasorokat a 7 napos kontaktidejű mintákkal kezdtük, majd haladtunk a 14, 21, 28 napos kontaktidővel jellemezhető mintasorok felé.

4.2.2.2. OIV módszer

A vizsgált mintákat 100 pontos OIV módszerrel is értékeltük. Mivel a kísérlet egyik fő célja az eltérő tölgyfafajokból készített tölgyfatermékek által a bor aromatikusan megjelenő jegyeire gyakorolt hatások közti különbségek kimutatása, az alkalmazott borászati módszerek nem a legharmonikusabb bor létrehozásához illeszkedtek. A kísérleti eredmények könnyebb értékelhetősége és reprodukálhatósága érdekében a borászati módszerek egyszerűsítésével számos változót kizártam. Többek között nem érte lassú mikrooxidáció az érlelt borokat, miközben az egy hordós érlelés során a folyamat sajátossága. Ennek eredményeként a kísérleti minták illatharmónia, összbenyomás tekintetében épp abban a tartományban maradtak el az alapborban rejlő potenciáltól, ahol az egyes fajok között különbségek már jól kimutathatók.

Fentiek miatt az OIV módszerrel történt értékelés eredményeit nem elemeztem ki részletesen. A bormintákról a bírálóknál kialakult összbenyomást a profilanalízisek részletes elemzésénél mutatom be.

4.2.3. Statisztikai értékelés

A legtöbb szakirodalom és az Az ISO 13299:2016 szabvány F mellékletének F.6.1 pontja a profilanalízis eredményeinek statisztikai értékelésére az egytényezős vagy kéttényezős varianciaanalízist (ANOVA) javasolja annak megállapítására, hogy az egyes minták ugyanahhoz a statisztikai csoporthoz tartoznak-e.

A varianciaanalízis eredményeit az 5.2 fejezetpontban mutatom be.

5. EREDMÉNYEK

5.1. Érzékszervi vizsgálatok eredményei

A bíráló bizottság által az egyes leíró kifejezésekre adott intenzitás értékek összegét az MSZ ISO 11035:2001 B melléklet B3 szerinti táblázatban foglaltam össze.

4. táblázat: Az összes bíráló által adott intenzitások összege

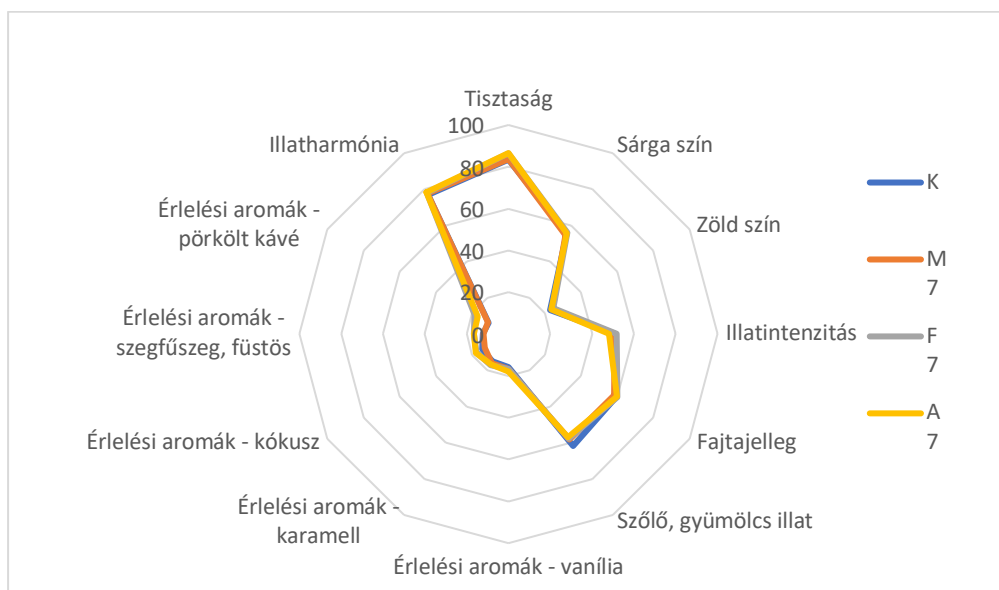
Jellemző		Összes bíráló által adott intenzitások összege													
		Minta száma													
		K	M7	M14	M21	M28	F7	F14	F21	F28	A7	A14	A21	A28	
Megjelenés	Tisztaság	668	670	675	663	684	692	687	676	675	693	674	681	679	
	Sárga szín	445	438	439	484	480	449	446	478	484	445	439	482	465	
	Zöld szín	185	196	210	136	140	198	210	139	151	190	185	138	137	
Illat	Illatintenzitás	410	407	395	473	562	416	424	457	563	384	388	503	558	
	Fajtajelleg	479	468	482	455	425	482	500	437	414	480	483	450	384	
	Szőlő, gyümölcs illat	495	466	454	392	367	462	442	415	364	456	443	399	354	
	Érlelési aromák - vanília	127	134	295	375	486	133	295	395	533	144	277	412	687	
	Érlelési aromák - karamell	123	130	278	373	502	139	280	410	520	135	287	435	726	
	Érlelési aromák - kókusz	118	106	269	352	478	142	275	406	517	144	288	397	604	
	Érlelési aromák - szegfűszeg, füstös	98	95	279	380	489	133	264	408	535	133	269	473	671	
	Érlelési aromák - pörkölt kávé	87	91	282	362	485	150	289	450	539	137	272	456	665	
	Illatharmónia	615	620	626	437	417	625	629	424	403	628	630	464	414	
Íz	Intenzitás	420	419	474	510	537	422	474	502	534	419	483	513	536	
	Teltség	421	417	489	528	541	431	491	510	545	417	485	513	533	
	Savérzet	514	514	505	466	465	507	524	472	464	513	500	477	465	
	Keserű íz	242	238	225	291	298	244	230	268	291	232	254	277	262	
	Testesség	269	238	228	282	403	249	228	260	436	247	246	281	428	
	Fajtajelleg	469	462	465	449	419	465	465	436	396	457	477	441	397	
	Érlelési aromák - vanília	132	133	299	364	480	146	281	424	420	141	277	397	674	
	Érlelési aromák - karamell	105	132	282	363	484	141	272	413	549	138	284	395	666	
	Érlelési aromák - kókusz	117	123	270	366	477	135	281	395	518	140	277	402	592	
	Érlelési aromák - szegfűszeg, füstös	89	101	269	357	501	139	264	415	551	137	272	397	672	
	Érlelési aromák - pörkölt kávé	91	90	260	353	470	146	287	426	544	141	283	421	667	
	Ízharmónia	623	630	616	452	412	630	624	430	398	618	611	435	380	
Összbemérés		660	658	695	652	624	665	658	613	611	657	660	603	590	

A bíráló bizottság által az egyes leíró kifejezésekre adott intenzitás értékek mértani átlagát az MSZ ISO 11035:2001 B melléklet B4 szerinti táblázatban foglaltam össze.

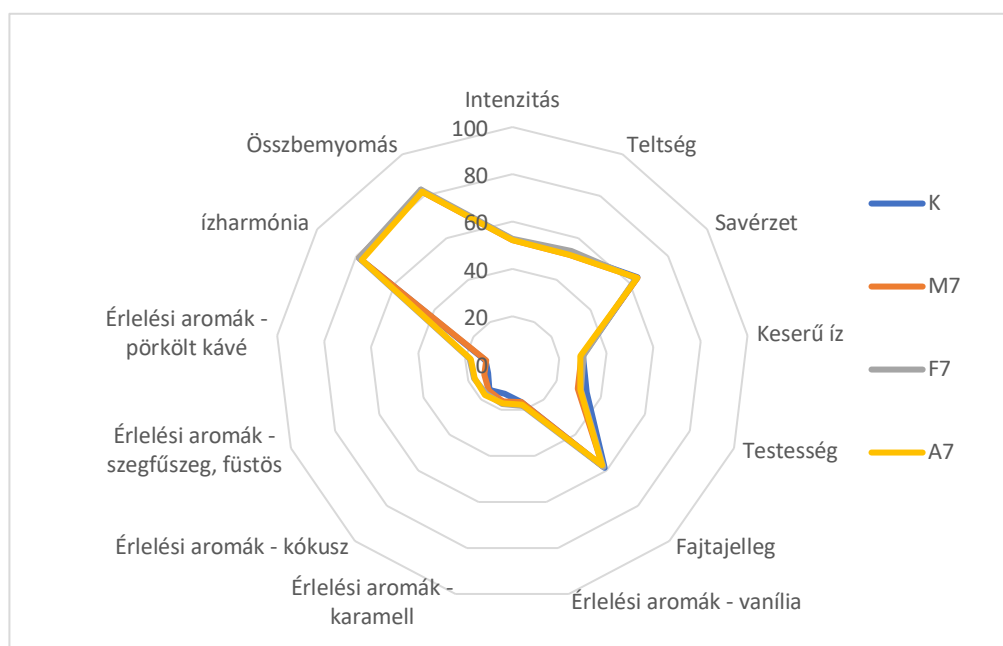
5. táblázat: Mértani átlag az összes bírálóra

Jellemző		Mértani átlag az összes bírálóra												
		Minta száma												
		K	M7	M14	M21	M28	F7	F14	F21	F28	A7	A14	A21	A28
Megjelenés	Tisztaság	83	84	84	83	85	86	86	84	84	87	84	85	85
	Sárga szín	56	55	55	60	60	56	56	60	60	56	55	60	58
	Zöld szín	23	24	26	17	17	25	26	17	19	24	23	17	17
Illat	Illatintenzitás	51	51	49	59	70	52	53	57	70	48	48	63	70
	Fajtajelleg	60	58	60	57	53	60	62	54	51	60	60	56	48
	Szőlő, gyümölcs illat	62	58	57	49	46	58	55	52	45	57	55	50	44
	Érlelési aromák - vanília	16	17	37	47	61	17	37	49	66	18	34	51	85
	Érlelési aromák - karamell	15	16	35	47	63	17	35	51	65	17	36	54	90
	Érlelési aromák - kókusz	15	13	33	44	60	18	34	50	65	18	36	49	75
	Érlelési aromák - szegfűszeg, füstös	12	12	35	47	61	17	33	51	67	17	33	59	83
	Érlelési aromák - pörkölt kávé	11	11	35	45	61	19	36	56	67	17	34	56	83
Illatharmónia	77	77	78	55	52	78	79	53	50	78	79	58	52	
Íz	Intenzitás	52	52	59	64	67	53	59	63	67	52	60	64	67
	Teltség	53	52	61	66	68	54	61	64	68	52	60	64	67
	Savérzet	64	64	63	58	58	63	65	59	58	64	62	60	58
	Keserű íz	30	30	28	36	37	30	29	33	36	29	32	35	33
	Testesség	34	30	28	35	50	31	28	32	54	31	31	35	53
	Fajtajelleg	59	58	58	56	52	58	58	54	49	57	60	55	50
	Érlelési aromák - vanília	16	17	37	45	60	18	35	53	52	18	35	49	84
	Érlelési aromák - karamell	13	16	35	45	60	18	34	51	68	17	35	49	83
	Érlelési aromák - kókusz	14	15	34	46	60	17	35	49	65	17	34	49	74
	Érlelési aromák - szegfűszeg, füstös	11	13	33	45	63	17	33	51	69	17	34	49	83
	Érlelési aromák - pörkölt kávé	11	11	32	44	59	18	36	53	68	18	35	52	83
	Ízharmónia	78	79	77	56	51	79	78	54	50	77	76	54	47
Összbemérés		82	82	87	81	78	83	82	77	76	82	82	75	74

Az azonos mintavételi idővel jellemezhető tételek és a kontrolltartályból származó minta profilanalízissel történő érzékszervi bírálatának eredményeit pókháló diagramon ábrázoltam, hogy az egyes jellemzők intenzitása közötti különbségek vizuálisan is érzékelhetőek legyenek.

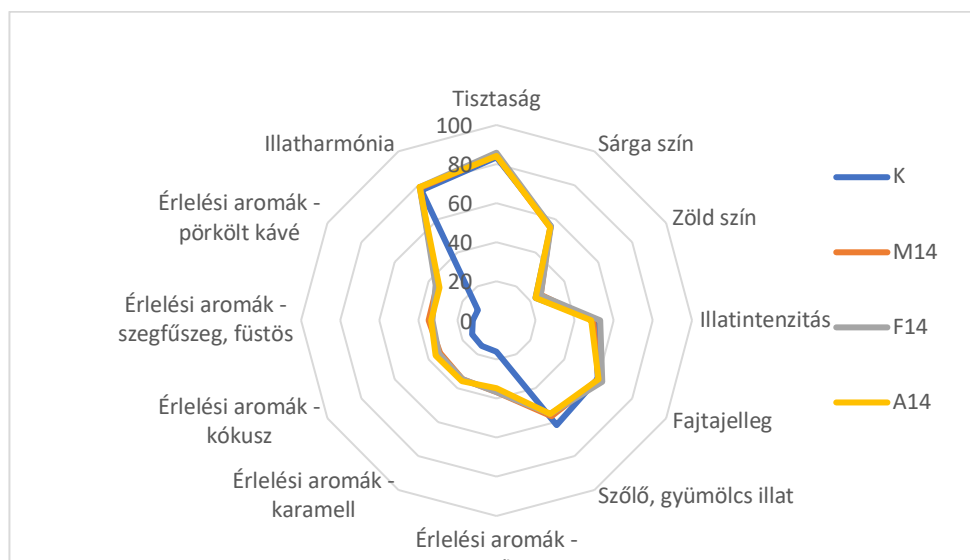


3. ábra: Profilanalízis eredményei 7 nap kontaktidő esetén (megjelenés-illat)



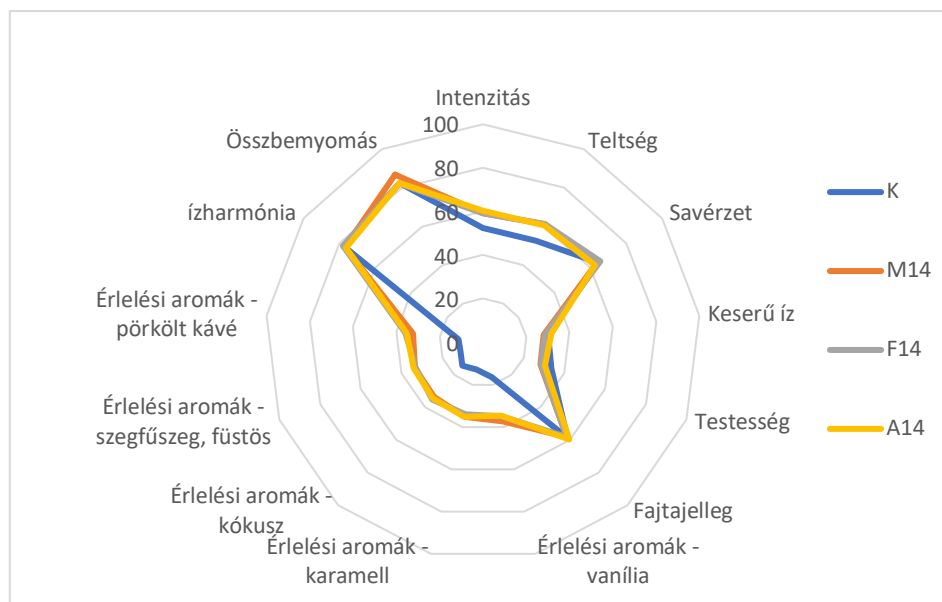
4. ábra: Profilanalízis eredményei 7 nap kontaktidő esetén (íz-összebenyomás)

Az ábrákról is leolvasható látszik, hogy a 7 nap kontaktidő után a bírálók nem állapítottak a szignifikáns érzékszervi különbségeket sem az alapbor (kontrolltartályból vett minta), sem pedig a különböző tölgyfából készült termékekkel kezelt minták esetében.



5. ábra: Profilanálízis eredményei 14 nap kontaktidő esetén (megjelenés-illat)

Az profilanálízis eredményei alapján 14 nap kontaktidő után már egyértelműen érzékelhetővé válnak a tölgyfaeredetű aromikus jegyek, azonban a legtöbb bíráló nem tett lényegi különbséget az különféle tölgyfacsipszek érzékszervi hatása között az előre definiált aromikus jegyek alapján.

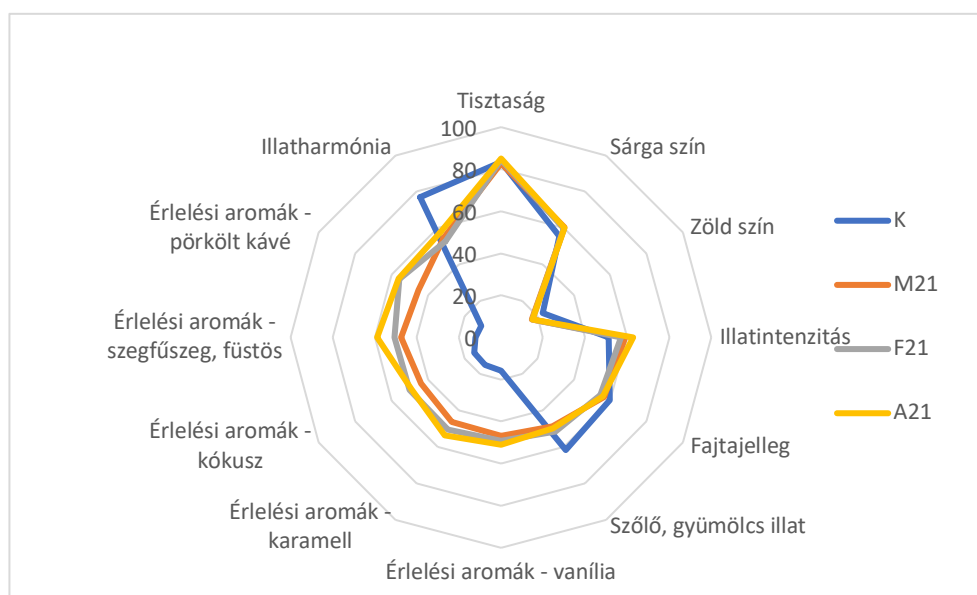


6. ábra: Profilanálízis eredményei 14 nap kontaktidő esetén (íz-összebenyomás)

A profilanalízishez megjegyzésként a magyar tölgyből készült tölgyfacsipsszel kezelt tételhez kiegyensúlyozott fűszerességet, narancshéjra emlékeztető jegyeket jegyeztek fel a bírálók, ami illatban intenzívebben jelentkezett.

A francia tölgyből készült tölgyfacsipsszel kezelt tételnél az érlelési aromák összhatását inkább kötötték fás jelleghez, mint a magyar tölgy esetében, illetve vegetális (csalán) jegyeket is feljegyeztek.

Az amerikai tölgyből készült tölgyfacsipsszel kezelt tétel esetében a megjegyzések között kiemelték a vanília érzékszervi megjelenését, de a pontozásos értékelésnél ez nem különbözött szignifikánsan a másik tölgyfafaj esetében adott értékelésektől. Ennél a tételnél is feljegyeztek a megjegyzések között vegetális jegyet is. Egnél több bíráló jegyezte fel a petrezselyemre emlékeztető ízjegyet.



7. ábra: Profilanalízis eredményei 21 nap kontaktidő esetén (megjelenés-illat)

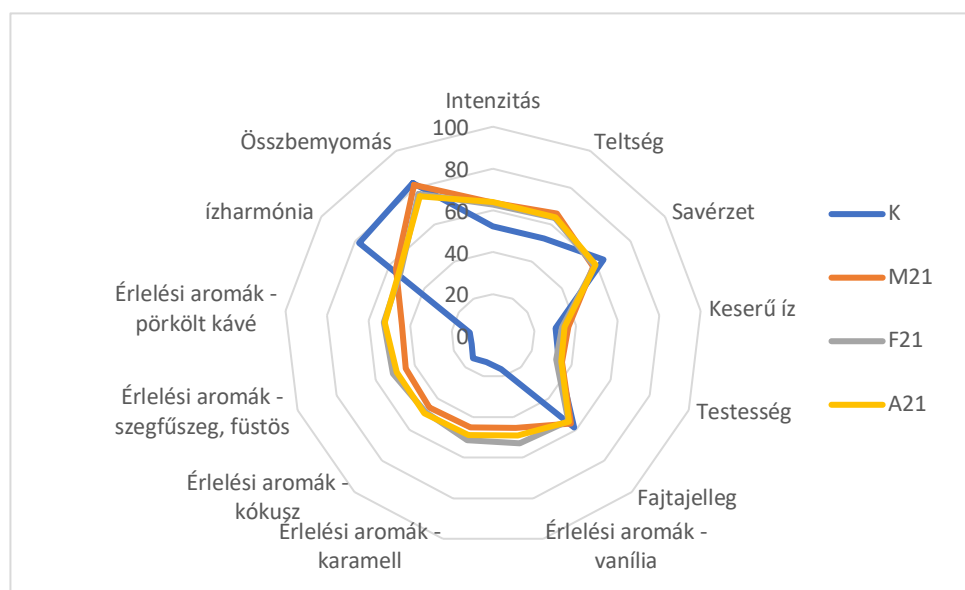
Az profilanalízis eredményei alapján 21 nap kontaktidő után már a bírálók többsége kimutatható különbséget érzékelt a különféle tölgyfacsipszek érzékszervi hatása között az előre definiált aromatikusan jegyek vonatkozásában.

A magyar tölgyből készült tölgyfacsipsszel kezelt tétel esetében alacsonyabb értékekkel jellemezték mindegyik érlelési aromatikusan jegyet. Általános megjegyzésként

fűzték az értékeléshez, hogy nem mutat túlzott whisky-s jelleget és többi fafajhoz képest simább, kiegyensúlyozottabb összbenyomást kelt vegetális jegyek nélkül.

A francia tölgyből készült tölgyfacsipsszel kezelt tételnél mind illatban, mind ízjegyekben erősen fűszeres összbenyomást jegyeztek fel megjegyzésként. Vegetális jegyeket már nem jegyeztek fel.

Az amerikai tölgyből készült tölgyfacsipsszel kezelt tétel esetében intenzív fás jelleget és whisky-s aromajegyeket is rögzítettek megjegyzésként, illetve petrezselyemre emlékeztető jegy is említésre került.

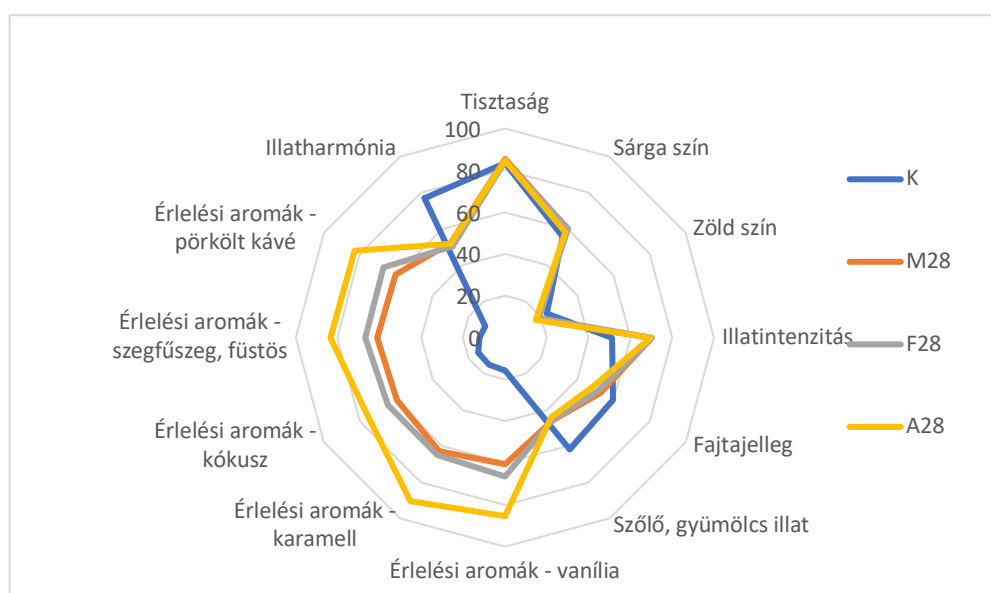


8. ábra: Profilanálízis eredményei 21 nap kontaktidő esetén (íz-összebenyomás)

Az profilanálízis eredményei alapján 28 nap kontaktidő után már minden bíráló lényeges különbséget érzékelt a különféle tölgyfacsipszek érzékszervi hatása között az előre definiált aromatikusan jegyekben.

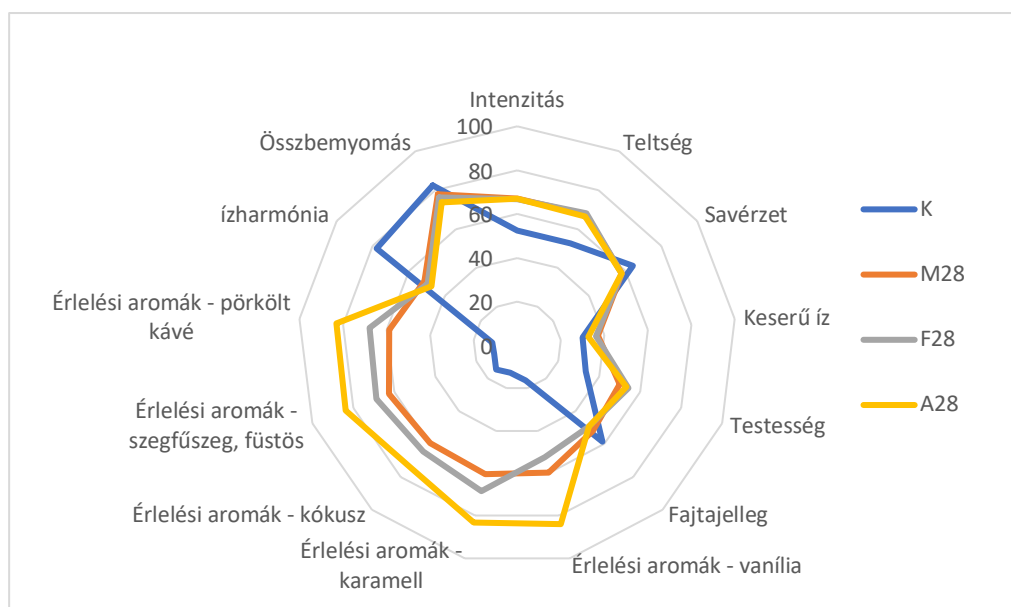
A legkevésbé intenzív érlelési aromajegyeket egyértelműen a magyar tölgyből készült tölgyfacsipsszel kezelt minta esetén rögzítették. Általános megjegyzések között már közelebbről nem meghatározott mellékízeket, esetenként nem harmonizáló keserű érzetet is említettek.

A francia tölgyből készült tölgyfacsipsszel kezelt tétel esetében az ízjegyekkel harmonizáló fűszeres illatot, fűszeres összbenyomást, illetve túlérlett almára emlékeztető ízjegyet jegyeztek fel megjegyzésként.



9. ábra: Profilanálízis eredményei 28 nap kontaktidő esetén (megjelenés-illat)

Az amerikai tölgyből készült tölgyfacsipsszel kezelt tétel esetében intenzív, de még nem zavaró füstös, karamell jegyeket mutató illatot, de ízjegyekben már zavaró mértékű fűszerességet és karamell jegyeket rögzítettek, ami az utóízben is megmarad.



10. ábra: Profilanálízis eredményei 28 nap kontaktidő esetén (íz-összebenyomás)

5.2. Az eredmények statisztikai értékelése

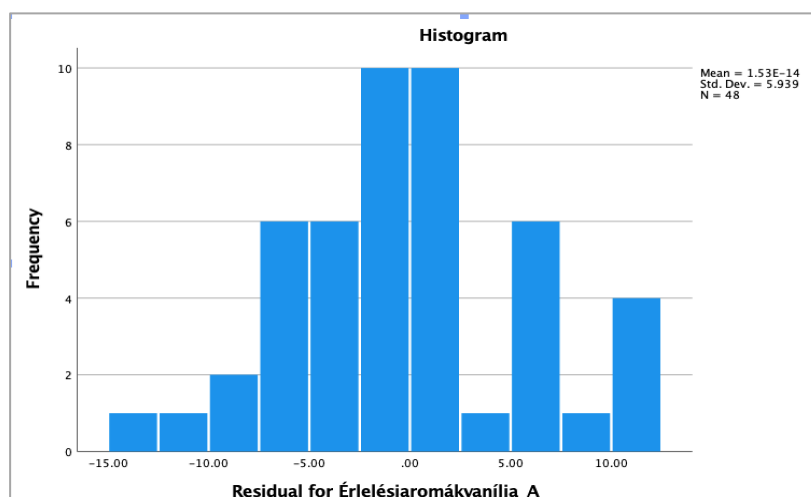
Az egyes bírálók által rögzített érlelésből származó aromatis jegek intenzitás értékei - mint célváltozó vagy függő változó - és a különböző tölgyfafajokból származó csipszek, valamint a kezelés időtartama közötti összefüggéseket több tényezős varianciaanalízissel vizsgáltam.

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Érlelési aromák - vanília					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	8609.113 ^a	6	1434.852	35.491	<.001
Intercept	66896.520	1	66896.520	1654.702	<.001
fajta_A	1833.396	3	611.132	15.117	<.001
kontaktidő	5445.034	1	5445.034	134.684	<.001
fajta_A * kontaktidő	1002.067	2	501.034	12.393	<.001
Error	1657.554	41	40.428		
Total	184028.000	48			
Corrected Total	10266.667	47			

a. R Squared = .839 (Adjusted R Squared = .815)

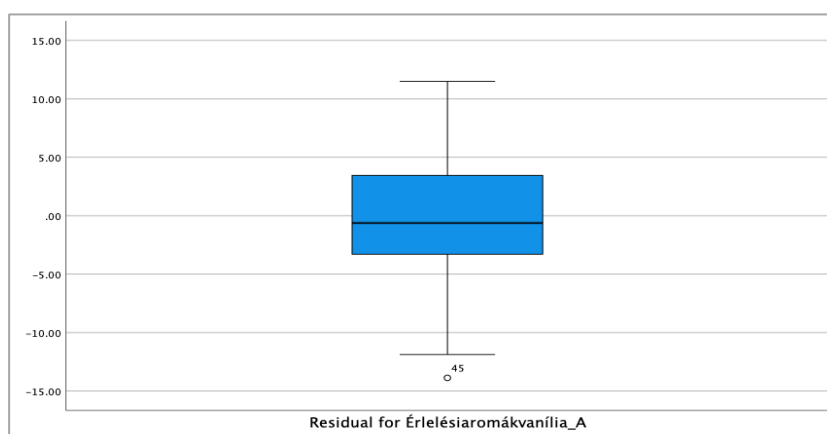
11. ábra: Az érlelésből származó vanília aromajegy és a tölgyfafaj, illetve a kontaktidő közötti szignifikancia vizsgálata

A vizsgálat részét képezte a leíró statisztikák (átlag, sztandard eltérések) ellenőrzése és Levene-teszt elvégzése is minden függő változó esetében. A tölgyfafajta és a kezelés időtartama, valamint az előzetesen rögzített érlelésből származó aromatis jegek közötti szignifikancia ellenőrzése után a reziduumokra normalitásvizsgálatokat is végeztem Shapiro-Wilk próba alkalmazásával.



12. ábra: Az intenzitás értékek eloszlásának ábrázolása érlelésből származó vanília aromajegy esetében

A részletes statisztikai vizsgálatokat a profilanalízis előkészítése során előzetesen rögzített érlelési aromatikus jellemzők esetében végeztem el (Érlelési aromák – vanília, Érlelési aromák – karamell, Érlelési aromák – kókusz, Érlelési aromák - szegfűszeg, füstös, Érlelési aromák - pörkölt kávé). A statisztikai vizsgálatok eredménye alapján minden vizsgált aromatikus jegy intenzitása szignifikáns összefüggést mutat mind az adott tölgyfafajjal, mind pedig az alkalmazott kontaktidővel.



13. ábra: Kiugró értékek vizsgálata érlelésből származó vanília aromajegy esetében

A statisztikai vizsgálatokat az IBM SPSS STATISTICS version 27 szoftver segítségével végeztem el.

6. KÖVETKEZTETÉSEK

A borászati technológiák során alkalmazott különböző tölgyfafajok alkalmazásának érzékszervi hatásait vizsgáltam Olaszrizling esetében, olyan kísérleti környezetben, amelynek során igyekeztem kizárni minden más változót a tölgyfajok különbözősége mellett. A kísérlet során ugyanazon alapbort és borászati technológiákat alkalmaztam, hogy az egyes tölgyfa termékek közötti különbség objektívebben kimutathatóbb legyen.

Mivel a tölgyfából kivonható laktonok, eugenol és egyéb fenolos vegyületek aránya a fafajon és annak származásán túl a faanyag előkészítésétől, pörkölésétől is jelentős mértékben függnék, ezért azonos módon előkészített (természetes módon száradt, érlelt) és azonos mértékben és módszerrel kezelt (pörkölt) tölgyfacsipst alkalmaztam.

Az érzékszervi értékelések során a profilanalízis módszerére helyeztem a hangsúlyt, ahol a mennyiségi leíró elemzés során 25 érzékszervi tulajdonság változásait vizsgáltam az alkalmazott kontaktidő függvényében az egyes fafajok esetében.

Az alkalmazott szakirodalmak segítségével feltárt korábbi kutatási eredmények alapján a vizsgált érzékszervi tulajdonságok közül 10 aromatikusan jegy (5 - 5 illatban és ízben) közvetlenül tölgyfaeredetűnek tekinthető.

A minták előkészítése során a kereskedelmi forgalomban kapható tölgyfatermékek gyártói ajánlásait alkalmaztam a faanyagok mennyiségének - borral érintkező felületének – és a kontaktidő tartományának (a kísérlet hosszának) meghatározásánál.

A bírálók által adott értékelések elemzése útján a kísérlet kezdetén feltett mindegyik kérdés megválaszolásához sikerült információt nyerni.

A profilanalízis eredményei egyértelmű eltérést mutatnak az alkalmazott tölgyfajok okozta aromatikusan jegyek között, amelyek részben egyeznek a gyártói ajánlásokkal.

A magyar tölgyből készült tölgyfacsipsszel kezelt minták alacsonyabb értékeket kaptak az érlelési aromatikusan jegyek esetében és hosszabb kontaktidő esetén sem mutatott túlzott whisky-s jelleget, simább, kiegyensúlyozott összbenyomást keltett.

A francia tölgyből készült tölgyfacsipsszel kezelt tételek mind illatban, mind ízjegyekben fűszeresebb összbenyomást keltettek.

Az amerikai tölgyből készült tölgyfacsipsszel kezelt minták intenzívebb fás jelleget és erőteljesebb whisky-s aromajegyeket mutattak. Az összes érlelési aroma tekintetében (vanília, karamell, kókusz, szegfűszeg/füstös, pörkölt kávé) magasabb értékeket kapott.

Az előre definiált leíró jegyek mellett a profilanalízis során több vegetális jegyet is feljegyeztek a bírálók 21 napos kontaktidő után. Amerikai tölgy esetén többször került rögzítésre petrezselyemre emlékeztető ízjegy, míg francia tölgy esetében csalánt is feljegyezték. A vegetális jegyek 28 napos kontaktidő után már nem kerültek rögzítésre.

A fajok okozta különbségek érzékszervi bírálatát segítette az Olaszrizling semleges karaktere. A bírálók többsége 7 és 14 napos kontaktidő után az előre definiált leíró jegyek vonatkozásában nem tett lényegi különbséget az egyes fajok okozta hatások között, 21 napos kontaktidő után azonban már egyértelműen elkülönültek a különböző fajok függvényében az értékelések. A bírálók egy része előre nem meghatározott jegyek tekintetében már 14 napos kontaktidő esetében is egyértelmű különbségeket jegyzett fel, elsősorban a vegetális jegyek tekintetében.

A leíró jegyek elkülönítésétől függetlenül a borminták illatharmóniáját, ízharmóniáját és összbenyomását a legtöbb bíráló 14 napos kontaktidő után értékelte a legpozitívabban. A borminták általános megítélése 21 és 28 nap kontaktidő után fokozatosan csökkent, Olaszrizling esetében a fás jelleget már tolakodónak ítélték, különösen amerikai tölgy esetében.

Fentiek tükrében megállapítható, hogy a gyártók által ajánlott koncentrációban Olaszrizling esetében zavaró ízjegyek jelenhetnek meg 21 napot elérő kontaktidő alkalmazásával. Különösen amerikai tölgy esetében kockázatos hosszabb kontaktidő biztosítása, aminek következtében nem várható harmonikus eredmény.

A következtetés reduktív technológiával előállított alapborra és acéltartályban történő tölgyfacsipsz alkalmazására korlátozódik. Mivel a piacon számos más tölgyfatermék is kapható (kocka, belső donga, folyékony tölgykivonat, stb.), melyeknek érlelési hatása és az alkalmazás módszertana jelentős mértékben eltérhet.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

A minőségi bor fogyasztása fontos az igényes borfogyasztók és gasztronómiát kedvelők számára. A reduktív borok friss, elsődleges gyümölcsös jelleget megőrizve váltak közkedvelté a piacon, miközben a fahordóban érlelt fehérborok egyre inkább egy jól körül írható rétegigényt elégítenek ki. Az innovatív borászati technológiák lehetővé teszik a két technológia kombinálását, azonban borászati tölgyfatermékek gyártói nem, vagy csak erősen általánosítva adnak ajánlásokat azok alkalmazásához. A borászra bízzák a két élő „anyag” a bor és a tölgy kölcsönhatásainak kikísérletezését.

A kísérlet során megállapítottam, hogy acéltartályos technológia és reduktív alapbor esetén is lehetőség van komplex, kiegyensúlyozott fehérbor készítésére. Mivel a kiindulási pontként választott Olaszrizling fajtajellegéből adódóan transzparens módon adja vissza kezelés során szerzett tölgyfa eredetű jegyeket, várható volt, hogy a tölgyfacsipsz alkalmazását kellő óvatossággal kell kezelni.

A tölgyfa termékek gyártói által megfogalmazott általános használati módok markánsan befolyásolták a borok minőségét, ami javasolt kontaktidő felső tartományához közeledve már zavaró, a minőségérzetet rontó hatást gyakoroltak a vizsgált tételekre. A hosszabb kontaktidő alkalmazása azonban így is hasznosnak bizonyult az egyes fajok közötti különbségek feltárásához.

Bár az érzékszervi bírálat mindig hordoz szubjektív eltéréseket és a mintaszám sem volt túl magas, a képzett bírálók általi - homogenitás vizsgálattal is ellenőrzött - értékelés feltárta számomra azokat az összefüggéseket, amelyek mentén családi pincészetünkben további kísérleteket tudok majd végezni minőségi borok készítésére törekedve.

8. IRODALOMJEGYZÉK

BOTHA, A.; TOIT, W.; BRAND, J.; KIDD, M.; GROENEWALD, N. (2020): The Effect of Different Oak Products Used during Fermentation and Ageing on the Sensory Properties of a White Wine over Time, MDPI Journals Foods, Basel

CADAHÍA, E.; FERNÁNDEZ DE SIMÓN, B.; JALOCHA, J. (2003): Volatile compounds in Spanish, French, and American oak woods after natural seasoning and toasting. Journal of agricultural and food chemistry, 51(20), 5923-5932.

CALDEIRA, I.; ANJOS, O.; BELCHIOR, A.P.; CANAS, S. (2017): Sensory impact of alternative ageing technology for the production of wine brandies. Cienc. Tec. Vitivinic. 2017, 32, 12–22.

CHATONNET, P. (1995): Le séchage et la maturation des bois en tonnellerie. Rev. Fr. OEnol., No. 151, p. 33–38.

CHATONNET, P.; BOIDRON, J.N. (1990): Thermal treatment of wood cooperage: effect on the extractable components of oak and on the sensory characters of wines. Proceedings 7th Australian wine industry technical conference, Adelaide, South Australia. Winetitles, Adelaide, p. 272.

DEL ALAMO, S. M.; DOMINGUEZ, I. N.; CÁRCEL, L. C.; GRACIA, L. N. (2004): Analysis for low molecular weight phenolic compounds in a red wine aged in oak chips. Analytica Chimica Acta, 513(1), 229-237.

DOUSSOT, F.; DE JÉSO, B.; QUIDEAU, S.; PARDON, P. (2002): Extractives content in cooperage oak wood during natural seasoning and toasting; influence of tree species, geographic location, and single-tree effects. Journal of Agricultural and food chemistry, 50(21), 5955-5961.

GARCÍA-GUZMÁN, JJ.; HERNÁNDEZ-ARTIGA, MP.; PALACIOS-PONCE, L.; BELLIDO- MILLA, D. (2015): Selective methods for polyphenols and sulphur-dioxide determination in wines. Food Chemistry. 2015;182:47–54.

GUCHU, E.; DÍAZ-MAROTO, M. C.; PÉREZ-COELLO, M. S.; GONZÁLEZ-VIÑAS, M. A.; IBÁÑEZ, M. C. (2006): Volatile composition and sensory characteristics of Chardonnay wines treated with American and Hungarian oak chips. Food Chemistry, 99(2), 350-359.

HERNÁNDEZ-ORTE, P.; FRANCO, E. (2014): Criteria to differentiate between wines aged in oak barrels and those macerated with oak fragments; Food Research International. Pages 234-241.

HERRERO, P.; SÁENZ-NAVAJAS, M.P.; AVIZCURI, J.M.; CULLERÉ, L.; BALDA, P.; ANTÓN, E.C.; FERREIRA, V.; ESCUDERO, A. (2016): Study of Chardonnay and Sauvignon blanc wines from D.O.Ca Rioja (Spain) aged in different French oak wood barrels: Chemical and aroma quality aspects. Food Res. Int. 2016, 89, 227–236.

JORDÃO, A. M.; COSME, F. (2022): The Application of Wood Species in Enology: Chemical Wood Composition and Effect on Wine Quality, ResearchGate, March 2022

KÁLLAY, M. (2010): Borászati kémia, Budapesti Corvinus Egyetem

MAGA, J. A. (1989): The contribution of wood to the flavour of alcoholic beverages. Food Reviews International, 5: 39-99.

MANZATTI, N.; RIBEIRO, T. G.; BARONE, B. (2019): Sensory profile and check-all-that-apply (cata) as tools for evaluating and characterizing syrah wines aged with oak chips, Food Research International, October 2019, Pages 156-164

MARÍN, J.; ZALACAIN, A.; DE MIGUEL, C.; ALONSO, G. L.; SALINAS, M. R.; (2005): Stir bar sorptive extraction for the determination of volatile compounds in oak-aged wines. Journal of Chromatography A, 1098(1-2), 1-6.

MARTÍNEZ-GIL, A.M.; DEL ALAMO-SANZA, M.; DEL BARRIO-GALÁN, R.; NEVARES, I. (2022): Alternative Woods in Oenology: Volatile Compounds Characterisation of Woods with Respect to Traditional Oak and Effect on Aroma in Wine, a Review. Appl. Sci.2022,12,2101.

MARTÍNEZ-GIL, A.; DEL ALAMO-SANZA, M.; SÁNCHEZ-GÓMEZ, R.; NEVARES, I. (2020): Alternative woods in enology: Characterization of tannin and low molecular weight phenol compounds with respect to traditional oak woods. A review. Molecules 2020, 25, 1474.

MARTÍNEZ-GIL, A.M.; DEL ALAMO-SANZA, M.; NEVARES, I.; SÁNCHEZ-GÓMEZ, R.; GALLEGU, L. (2020): Effect of size, seasoning and toasting level of Quercus pyrenaica Willd. wood on wine phenolic composition during maturation process with micro-oxygenation. Food Res. Int. 2020, 128, 108703.

MARTÍNEZ-GIL, A.; DEL ALAMO-SANZA, M.; SÁNCHEZ-GÓMEZ, R.; NEVARES, I. (2017): Different Woods in Cooperage for Oenology: A Review. *Beverages* 2018, 4, 94.

MOSEDALE, J.R.; SAVILL, P. S. (1996): Variation of heartwood phenolics and oak lactones between the species and phenological types of *Quercus petraea* and *Q. Robur*. *Forestry*, 69: 47-55.

PALACIOS, A.; BEAUCOURT, N. (2001): Studies conducted on the effect on wine wood aromas and microbiology in regenerated barrels using the Barena® method. *Clean Biotech*, Rioja, Spain

RODRIGUEZ, R.; GOMEZ-PLAZA, E (2011): Differences in the extraction of volatile compounds from oak chips in wine and model solutions. *Am. J. Enol. Vitic.* 2011, 62, 127–132.

SOSIC, A.; CAPPELLINI, M.; SINIGAGLIA, L.; JACQUET, R.; DEFFIEUX, D.; FABRIS, D.; QUIDEAU, S.; GATTO, B. (2015): Polyphenolic C-glucosidic ellagitannins present in oak-aged wine inhibit HIV-1 nucleocapsid protein. *Tetrahedron*, 71(20), 3020-3026.

SPELLMAN, J. (1997): Oak wood contribution to wine aroma. University of Adelaide, Adelaide, Australia

SPELLMAN, J.; ILAND, P.G.; SEFTON, M.A. (1998): Accumulation of volatile oak compounds in a model wine stored in American and Limousin oak barrels. *Aust. J. Grape Wine Res.* 1998, 4, 67–74.

SWANN J.S; REID K.J.G; HOWIE D .; HOWELET S.P. (1993): A study on the effect of air and kiln drying on cooperage oakwood. In "Elaboration et connaissance des spiritueux" Cantagrel R. (ed.), Lavoisier Tec. Doc (Pub.), Paris, pag. 557–561.

Alkalmazott szabványok:

MSZ ISO 11035:2001 Érzékszervi vizsgálat. A leíró kifejezések azonosítása és kiválasztása érzékszervi profilhoz többdimenziós eljárással

ISO 13299:2016 Érzékszervi vizsgálat. Módszertan. Általános útmutató az érzékszervi profil kialakításához (ISO 13299:2016)

MSZ ISO 6564:2001 Érzékszervi vizsgálat. Módszertan. Aromaprofil-módszerek

MSZ ISO 6658:2018 Érzékszervi vizsgálat. Módszertan. Általános útmutató

NYILATKOZAT

a szakdolgozat, diplomamunka eredetiségéről és nyilvános vagy korlátozott hozzáféréséről

A szerző neve: KISS ÁKOS

A dolgozat címe: KÜLÖNFÉLE TÖLGYFA HORDÓK HOZZÁJÁRULÁSA A BOR AROMATIKUS JEGYEIHEZ

A megjelenés éve: 2023

A tanszék neve: SZŐLÉSZETI ÉS BORÁSZATI INTÉZET

Kijelentem, benyújtott diplomamunkám egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi termékem. Tudomásul veszem, hogy a Budai Campus Tanulmányi Osztályon határidőben történő bemutatás nem jelenti dolgozatom szakmai és tartalmi elfogadását.

Kérem, válasszon az alábbi lehetőségek közül:

☒ Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a MATE Entz Ferenc Könyvtár és Levéltár szakdolgozat archívumába. A teljes szöveg kizárólag a Budai Campus számítógépeiről tekinthető meg.
A vízjellel ellátott pdf dokumentum szerkesztését nem, megtekintését engedélyezem. Tudomásul veszem, hogy a vízjel nélkül leadott dokumentum szerzői jogai sérülhetnek.

☐ **Dolgozatom titkosított. A titkosítás lejáratának dátuma: évhónap.**
Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a MATE Entz Ferenc Könyvtár és Levéltár szakdolgozat archívumába. A vízjellel ellátott pdf dokumentum szerkesztését nem, **megtekintését a titkosítás határidejének lejártát követően engedélyezem.** A teljes szöveg kizárólag a Budai Campus számítógépeiről tekinthető meg.

Tudomásul veszem, hogy a vízjel nélkül leadott dokumentum szerzői jogai sérülhetnek

Budapest, 2023.05.02.

.....
szerző aláírása

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A KISS ÁKOS (hallgató Neptun azonosítója: GHE3GT) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védelemre javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen **nem**

Kelt: Budapest 2023 év 05 hó 08 nap



Belső konzulens