

SZAKDOLGOZAT

Hevér László

2024



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Budai Campus**

**Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Pálinkamester szakirányú továbbképzési szak**

**ELTÉRŐ SÖRTÍPUSOKBÓL KÉSZÜLT SÖRPÁRLATOK
AROMAÖSSZETÉTELÉNEK ÉS ÉRZÉKSZERVI TULAJDONSÁGAINAK
VIZSGÁLATA**

Belső konzulens: Dr. Kun Szilárd
egyetemi docens

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Élelmiszertudományi és
Technológiai Intézet
Biomérnök és Erjedésipari
Technológia Tanszék

Készítette: Hevér László

Budapest

2024

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK.....	3
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	4
2.1. A SÖRPÁRLAT FOGALMA, TÖRTÉNETE ÉS JELENE.....	4
2.2. A SÖRGYÁRTÁS TECHNOLÓGIÁJA	6
2.2.1. A malátagyártás műveletei	6
2.2.2. A sörgyártás műveletei	7
2.2.3. A sörfajták csoportosítása a felhasznált alapanyag alapján	9
2.3. A LEPÁRLÁS TECHNOLÓGIÁJA	9
2.3.1. A lepárlás elmélete és céljai	9
2.3.2. A lepárlás berendezései	10
2.4. A SÖR AROMAKOMPONENSEI	11
2.4.1. Nyersanyagból származó aromák	12
2.4.1.1. A maláta aromaanyagai	12
2.4.1.2. A komló aromaanyagai	16
2.4.1.3. A malátázatlan gabonák aromaanyagai	18
2.4.1.4. Fűszerek és gyógynövények aromaanyagai.....	19
2.4.1.5. Gyümölcsök aromaanyagai	20
2.4.2. Az alkoholos erjedésből származó aromák.....	21
2.4.2.1. A spontán erjedés hatása	22
2.4.2.2. Az irányított erjesztés hatása	23
2.4.2.3. Nem konvencionális élesztőtörzsek az irányított erjesztésben.....	23
2.4.3. Posztfermentációs aromák	24
2.4.3.1. A kondicionálás hatása az aromavegyületekre	24
2.4.3.2. A pasztörözés hatása az aromavegyületekre	25
2.4.3.3. A palackos tárolás és a hordós érlelés hatása az aromavegyületekre	25
2.4.4. Aromahibák	26
3. ALKALMAZOTT MÓDSZEREK.....	28
3.1. A SÖRMINTÁK	28
3.1.1. A Pécsi Sörfőzde bemutatása	28
3.1.2. A felhasznált sörfajták bemutatása	29
3.2. A LEPÁRLÓKÉSZÜLÉK	29
3.3. A SÖRMINTÁK LEPÁRLÁSA	30
3.4. A SÖRÖK KÉMIAI VIZSGÁLATA.....	31
3.4.1. Mintaelőkészítés.....	31
3.4.2. Alkohol- és extrakttartalom meghatározása	32
3.4.3. pH-mérés	32
3.4.4. Színérték meghatározása.....	32
3.4.5. Keserűérték meghatározása	33
3.4.6. Savfok meghatározása	33

3.5. A PÁRLATOK KÉMIAI VIZSGÁLATA	34
3.5.1. Alkoholtartalom meghatározása	34
3.5.2. pH-mérés	34
3.5.3. Titrálható összes savtartalom meghatározása	34
3.5.4. Észtertartalom meghatározása	35
3.6. SÖRÖK ÉS PÁRLATOK NAGYMŰSZERES VIZSGÁLATA	35
3.7. ÉRZÉKSZERVI VIZSGÁLAT	36
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELESÜK	38
4.1. SÖRÖK LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATI EREDMÉNYEI	38
4.2. SÖRPÁRLATOK LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATI EREDMÉNYEI	39
4.2.1. A sörök alapadatai és kihozatali eredményei	39
4.2.2 A sörpárlatok analitikai eredményei	39
4.3. A GÁZKROMATOGRÁFIÁS VIZSGÁLAT EREDMÉNYEI	40
4.3.1. Sörök GC-MS eredményei	40
4.3.2. Sörpárlatok GC-MS eredményei	43
4.3.3. Sörök és sörpárlatok GC-MS eredményeinek összehasonlítása	47
4.4. SÖRPÁRLATOK ÉRZÉKSZERVI EREDMÉNYEI	51
4.4.1. Sörpárlatok aromaprofil-vizsgálata	51
4.4.2. Sörpárlat aromakorong	55
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	58
6. ÖSSZEFOGLALÁS	60
7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	61
8. IRODALOMJEGYZÉK	62
9. TÁBLÁZATOK ÉS ÁBRÁK JEGYZÉKE	66
10. MELLÉKLETEK	67

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A sörpárlatok egyre nagyobb népszerűségnek örvendenek a kézműves szeszes italok iránti érdeklődés növekedésével, ám az aromaösszetételük és érzékszervi tulajdonságaik alapos tudományos vizsgálata még nem kapott kellő figyelmet a szakirodalomban. Jelen szakdolgozat célja öt különböző sörtípusból készült sörpárlatok előállítását, a párlatok kémiai összetételének, aromaprofiljának és érzékszervi tulajdonságainak vizsgálata, különös tekintettel a sörtípusok eltérő alapanyagainak és gyártási technológiájának hatásaira. Ennek érdekében laboratóriumi kémiai mérések, gázkromatográfiás (GC-MS) elemzések és érzékszervi bírálat (profilanalízis) kerülnek alkalmazásra, azzal a szándékkal, hogy átfogó képet nyújtsanak a sörpárlatok komplex aromavilágáról.

A szakdolgozat kiemelt célja egy sörpárlat aromakorong összeállítása, amely a rendelkezésre álló ismert szakirodalomban egyedülálló módon, vizuálisan és strukturált módon mutatja be a sörpárlatokban található jellegzetes aromákat. Az aromakorong összeállítása hozzájárulhat a sörpárlatok minőségének és egyediségének jobb megértéséhez, és egy újabb eszközt biztosíthat a sörfőzők, a párlatmesterek, a bíráló szakemberek és a fogyasztók számára, amellyel könnyebben felismerhetők és értékelhetők lesznek a különböző aromajegyek.

A kutatás módszertani szempontból három fő területre koncentrálni fog: a sörpárlatok előállítására (egylépcsős lepárlóberendezés segítségével), a laboratóriumi mérésekre (rutinanalitika, gázkromatográfia) és az érzékszervi bírálatra. A laboratóriumi rutinanalitikai mérések során a párlatok összetételét alkotó egyes illékony vegyületek kerülnek meghatározásra, míg a gázkromatográfiás elemzések segítségével a különböző aromaanyagok részletes elválasztása és minőségi azonosítása válik lehetővé. Az érzékszervi bírálat a szakemberek és a fogyasztók szempontjából is releváns, hiszen ezzel az eszközzel elemezhető, hogy milyen érzetet váltanak ki a különböző típusú sörpárlatok. A kutatás eredményei hozzájárulhatnak a sörpárlatok gyártási folyamatának optimalizálásához és a fogyasztói igényekhez való jobb igazodáshoz.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A SÖRPÁRLAT FOGALMA, TÖRTÉNETE ÉS JELENE

Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2019/787 rendelete alapján sörpárlatnak¹ nevezzük az olyan szeszes italokat, amelyeket „kizárólag friss sör normál nyomáson történő közvetlen lepárlásával állítanak elő úgy, hogy a párlat alkoholtartalma 86 % (V/V)-nál kisebb legyen, és a keletkező párlat rendelkezzen a sör jellemző érzékszervi tulajdonságaival” (EU-rendelet, 2019).

A sörpárlat minimális alkoholtartalma 38 térfogatszázalék, hozzáadott alkoholt sem hígított, sem hígítás nélküli formában nem tartalmazhat. Ezen felül nem ízesíthető, de színezőanyagként karamell használata engedélyezett. A sörpárlat a végső íz lekerekítése érdekében édesíthető, de a végtermék legfeljebb 20 g/l invertcukorban kifejezett édesítőterméket tartalmazhat.

A sörpárlat – más nevén Bierbrand, Bierschnaps vagy Eau de vie de bière – tehát a sör desztillációjával nyert szeszes ital, mely az alapanyag (a sör) jellemző érzékszervi tulajdonságait hordozza. Hagyományos szeszes italnak számít Németországban (különösen Bajorországban) és más, szintén erős sörfőzési hagyományokkal rendelkező országban is, így Ausztriában, Svájcban, Franciaországban és Belgiumban, ahonnan egyesek a termék készítését eredeztetik (Yria, 2021). Jóllehet az alapanyag, a malátázás, a cefrézés, az erjesztés és a lepárlás tekintetében nagy hasonlóságot mutat a whiskyvel, a sörpárlatok megkülönböztető jegye a komlóaroma, mely a whiskykből teljesen hiányzik. Ezen felül a sörpárlatokat csak ritkán érlelik hordóban, habár az USA-ban készülő bierschnapsoknál erre is találunk példát.

A gabonából erjesztett és lepárlással készülő alkoholos italok története egyidős magával a desztilláció feltalálásával. Az idők során egy-egy gabonaalapú szeszes ital azonban egészen egyedi utat járt be. Elkülönült ezáltal a whisky, whiskey-k és bourbon-ök technológiája és karaktere a vodkákétól, shochukétól és például az ízesített ginekétől. A sörből készült párlatok azonban nem rendelkeznek ilyen múlttal. Egyik első írásos nyomait egy 1900-ból származó likörgyártással foglalkozó német nyelvű kézikönyvben találjuk. Ebben a Bier-Likör

¹ A rendelet I. melléklete (A szeszes italok kategóriái), 13. pont.

(sörlikőr) elkészítéséhez Bier-Likör-Essenz (sörlikőr esszencia, sörpárlat), semleges szesz, cukor és víz szükségeltetik (Spamer, 1900). De valószínűsíthető, hogy mindenütt, ahol sörfőzéssel foglalkoztak és ahol a sörből kifogásolható minőségű termék vagy felesleg keletkezett, ott a sörpárlatok készítése megjelent az idők során

A kiváló minőséget képviselő Bierbrandek és Bierschnapsok kora azonban jóval később, az 1990-es és 2000-es években kezdődik németföldön és az Egyesült Államokban. Ekkoriban a kézműves sörfőzés új hullámának hatására egyre több sörfőzde kezdett el kísérletezni a különböző sörstílusokkal. Ezek a kísérletek a sör jellegzetes ízvilágának megújítására törekedtek, középpontba helyezve a minőséget, a kreativitást és a sörfogyasztás új élményét. A kézműves sörfőzés egyik fő célja az volt, hogy szembe menjen az 1980-as és 1990-es évek nagyipari, homogén sörgyártásával, amelyet a nagy sörgyárak uraltak. A kis sörfőzdék arra törekedtek, hogy a minőséget, a kézművességet és az autentikus ízeket helyezték előtérbe. Visszanyúltak ezért a hagyományos európai sörstílusokhoz, például a belga, német és angol ale-ekhez, lagerekhez, stoutokhoz és pilsnerekhez. Emellett több hagyományos, akár évszázadokkal korábban kialakult sörfőzési technikát is újra elővettek, például a hordós érlelést.

A hagyományok felélesztése mellett ebben az időszakban számos új sörstílust hoztak létre vagy újraértelmeztek meglévőket. Például az IPA (India Pale Ale) stílus jelentős átalakuláson ment keresztül az Egyesült Államokban, erőteljes komlózással és nagyobb alkoholtartalommal, így kialakult a ma ismert modern IPA. A sörfőzők egyre több innovatív alapanyagot használtak fel a munkájuk során, beleértve a gyümölcsöket, fűszereket, gyógynövényeket, kávét, csokoládét, sőt akár a füstölt malátát is, de a sörkészítés legfontosabb ízesítője, a komló is újra felfedezésre került: a főzdék új komlófajtákkal kezdtek kísérletezni, a hidegkomlózás technikájával kombinálva pedig igen változatos és egyedi aromákkal gazdagodott a sörfogyasztás élménye.

Hasonló kreatív gondolkodásból fakadóan a söröket elkezdték bourbon, whisky, bor vagy más italok hordóiban érlelni, ami egyedi ízprofilt és komplexitást adott a söröknek.

Ezzel egyidejűleg a bierbrandek és az eau de vie de bière-ek egyre nagyobb népszerűsége tettek szert és kiharcolták megbecsülésüket Európában. A 2008-as szeszes italok földrajzi

árjelzőinek oltalmáról is határozó rendelet értelmében önálló árukategóriaként jelennek meg (EU-rendelet, 2008) az Európai Unióban.

A tengerentúlon a Bierschnaps bevezetése kalandosabb utat járt be. Amikor az 1990-es évek végén az R. David Classick és felesége, Andrea Mirena által alapított Essential Spirits in Mountain View lepárlóüzem elsőként folyamodott engedélyért az Amerikai Egyesült Államokban sörpárlat előállítására és forgalmazására, az illetékes amerikai szövetségi iroda, az ATF (vagy más néven BAFT, Bureau of Alcohol, Tobacco and Firearms, magyarul az Alkohol- és Dohánytermékek, illetve Lőfegyverek Forgalmával Foglalkozó Iroda) sem hallott a szeszfajta létezéséről. A tulajdonosoknak Németországból kellett beszerezniük mintákat az ital legitimitásának bizonyítására (Thompson, 2002).

Mára a sörpárlatoknak az egész világon – így hazánkban is – létezik rajongótábora és művelője. A sörfőzdék és a lepárlóüzemek kreatív együttműködésének köszönhetően pedig külön iskolája alakult ki a fajtatiszta és házasított sörökből készülő; a komló nélküli, alig komlózott vagy akár a ginek botanikai aromabélyegeit megszügyenítő; a friss sörökből előállított és új amerikai tölgyfahordóban érlelt vagy a palackkész alapanyagokból kétszer desztillált, majd öt évig francia tölgyfahordóban érlelt párlatoknak (Beaumont, 2022).

2.2. A SÖRGYÁRTÁS TECHNOLÓGIÁJA

A sörgyártás technológiai lépései mind hatással vannak a sör aromajellegére, így a belőle készülő sörpárlatok érzékszervi tulajdonságaira is. Az alábbiakban a sörgyártás általános műveleti lépései kerülnek bemutatásra Eßlinger (2009) nyomán.

2.2.1. A malátagyártás műveletei

A malátagyártást ma már ugyan nem tartják a sörgyártás szerves részének, mégis szükséges ismertetni, mert a maláta aromajellemzőinek döntő szerepe van a sörpárlatok érzékszervi tulajdonságában.

Előkészítő műveletek. Az alapanyag (a gabona, pl. árpa, búza stb.) átvétele, mennyiségi és minőségi ellenőrzése után a gabonát a malátagyártásra alkalmatlan gabonaszemektől,

idegen szennyeződésektől megtisztítják, osztályozzák. A megtisztított gabonát a jobb csírázás elősegítése végett felhasználásig szabályozott körülmények között tárolják.

A malátázás műveletei. A csírázás beindítására a gabonaszemek kezdeti 12-14%-os nedvességtartalmát áztatással 44-46%-ra növelik. Az áztatóvíz hőmérséklete 12-18 °C, az áztatóvízhez a fertőtlenítés érdekében nátrium-hidroxid-oldatot vagy meszet keverhetnek. A csírázás serkentésére a vízhez gibberelinsavat adagolnak. A gabona vízfelvevő képessége függ az áztatás időtartamától, az áztatóvíz hőmérsékletétől, a szemek nagyságától és a gabona fajtájától és évjáratától. A csírázás megindulásával a szemekben enzimmépződés figyelhető meg. A megnövekedett enzimaktivitás hatására a szemek keményítőtartalma az élesztőgombák számára felvehető egyszerűbb cukrokká (maltózzá és glükózzá) alakul át. Eközben egyéb lebontási folyamatok is lezajlanak. A csírázást, így a malátában zajló biokémiai folyamatokat, hőkezeléssel, aszalással állítják meg. A művelet során bekövetkezik a fehérjék koagulációja. Az aszalás 10% nedvességtartalomig kíméletes vízelvonással (40-50 °C) történik, majd további szárítással a maláta nedvességtartalmát 5% alá csökkentik. E szakaszban a szárítás kezdeti hőmérséklete 65-70 °C, végszárításnál pedig az elérni kívánt malátatípusnak megfelelően a világos (pilseni) malátáknál 80-85 °C, a sötét (bécsi) malátáknál 90-95 °C, a müncheni malátáknál 100-105 °C. (A kész maláta végső nedvességtartalma 2,5-4,5%.) Az aszalás és szárítás művelete során a malátában a szabad aminosavak és a redukáló cukrok között az ún. Maillard-reakció játszódik le. Ennek eredményeként komplex vegyületek, melanoidinek keletkeznek, melyek fontos szín- és aromaanyagok. Érzékszervileg ugyancsak fontos szín- és aromavegyületek keletkeznek a maláta karamellizációja és pirolízise alatt.

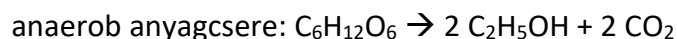
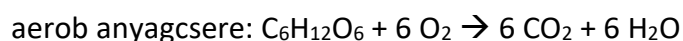
Ezt követően a csíráatlanítás és a tisztítás, polírozás lépései következnek, majd a malátát tárolják, amely során nedvességtartalma növekszik és kb. hathetes tárolás után söripari minősége megfelelő lesz. A frissen aszalt maláta ugyanis sörgyártásra még nem alkalmas, mert az enzimek az aszalás következtében elveszítik hidratációs nedvességtartalmukat.

2.2.2. A sörgyártás műveletei

A sörfőzés. A malátát első lépésben a benne található komponensek hatékony kinyerése érdekében megőrlik. Ez után következik a cefrézés – a maláta oldható anyagainak oldatba

vitele, a nem oldható komponensek enzimes lebontása és oldása. A keletkezett oldat a sörlé, a benne oldott alkotórészek pedig az extraktok. A cefrézés során felhasznált víz összetétele, fizikai, kémiai és mikrobiológiai tulajdonságai nem csupán a lejátszódó enzimes folyamatokat befolyásolja, de döntő hatással van az erjesztés anyagcsere-termékeire és a sör ízére is. A főbb enzimikus folyamatok hőmérsékleti lépcsőkön játszódnak le: a fehérjebontás 50 °C-on, a keményítőbontás első szakasza (az erjeszthető szénhidrátok képzése β -amiláz enzim segítségével) 60-65 °C-on, a keményítőbontás második szakasza (a nem erjeszthető szénhidrátok képzése α -amiláz enzim segítségével) 70-75 °C-on. A cefrézés végeztével az oldott komponenseket tartalmazó sörlét szűréssel elválasztják a szilárd részeket tartalmazó törkölytől. Ezt követően a sörléhez komlót adagolnak (komlóforralás). A komló fajtájától függően, jellegzetes íz- és aromaanyagokkal gazdagítja a sört, és biztosítja a sörök megfelelő mikrobiológiai és enzimes stabilitását.

A sörlé erjesztése. A forró sörlét a komlóforralás során kivált csapadékoktól elválasztják, majd lemezes hőcserélő segítségével erjesztési hőmérsékletre hűtik és oxigénnel telítik. Az alkoholos erjesztést a *Saccharomyces* nemzetségbe tartozó élesztőgombák (*S. cerevisiae*, *S. pastorianus*) végzik. Oxigénigényüket tekintve ezek a mikrobák fakultatív anaerobok; levegő jelenléte nélkül a hexózokat és az egyszerűbb diszacharidokat (mint például a maltózt) alkohollá és szén-dioxiddá alakítják át; oxigénes környezetben a glükóz bontása szén-dioxidra és vízre történik (a folyamatok közben hőenergia szabadul fel), az alábbi kémiai reakciók alapján:



Az erjedés során az élesztősejtek megfelelő szaporodása érdekében a sörlébe oxigént juttatnak. Az élesztőgombák az alkoholos erjesztés során másodlagos anyagcseretermékeket állítanak elő, melyek igen fontos illat- és ízanyagok. Az erjesztésre felhasznált élesztőtörzs és a fermentáció körülményei jelentősen befolyásolják a végtermék érzékszervi tulajdonságait. A sörgyártásban a sörélesztők két fő típusát különböztetjük meg: az ún. felsőerjesztésű élesztők a melibiózt nem képesek lebontani, az erjesztést 15-25 °C-on végzik és a fermentáció végén a sör felszínén gyűlnek össze; ezzel szemben az ún. alsóerjesztésű élesztők a melibiózt is bontják, 5-10 °C-on erjesztenek, a folyamat végén

pedig az erjesztőtartályok alján ülepednek ki. A fermentáció folyamata főerjesztésből és utóerjesztésből áll.

A sör kezelése. A sör kezelése az alábbi lépésekből áll: szűrés (célja a sörben lévő szennyeződések, pl. élesztősejtek, fehérjék stb. eltávolítása; ízstabilizálás (az oxigén mennyiségének csökkentésével), kolloid stabilizálás (fehérjék eltávolítása, polifenolok csökkentése) és mikrobiológiai stabilizálás (steril szűréssel vagy pasztörözéssel). Végül a kész sört ellennyomásos töltőberendezések segítségével palackokba, dobozokba töltik, vagy további érlelés céljából hordókba fejtik.

2.2.3. A sörfajták csoportosítása a felhasznált alapanyag alapján

A felhasznált alapanyag alapján a söröket az alábbi csoportokba szokás sorolni (1. táblázat).

1. táblázat: Sörfajták alapanyag szerinti csoportosítása
(Forrás: Kun-Farkas, 2017 nyomán)

SÖRFAJTÁK				
ÁRPASÖRÖK	BÚZASÖRÖK	KUKORICA-SÖRÖK	EGYÉB GABONASÖRÖK	GLUTÉNMENTES SÖRÖK
• világos • félbarna • barna	• hagyományos (élesztős és szűrt) búzasörök • alakor		• tritikálé • rozs	• hajdina • köles • cirok

2.3. A LEPÁRLÁS TECHNOLÓGIÁJA

2.3.1. A lepárlás elmélete és céljai

A lepárlás (desztilláció) olyan szétválasztó hőtechnikai folyamat, amely során a különválasztandó anyagokat előbb hőközléssel (melegítéssel) gőzállapotba visszük át, majd hőelvonással (hűtéssel) ismét cseppfolyósítjuk. A lepárlás alapja az, hogy a különböző anyagok (vegyületek) eltérő forrásponttal rendelkeznek, így különválaszthatók egymástól hő alkalmazásával.

A folyamat során a keveréket melegítjük, a hő hatására a komponensek illékonyságuk mértékétől és a keverék összetételétől függően gőzfázisba lépnek át, és egymástól időben

és térben szétválnak. A gőzöket hűtéssel kondenzáljuk, így azok ismét folyadékká alakulnak, a visszakondenzált folyadékot gyűjtőedényben fogjuk fel.

Etanol-víz elegy lepárlása során – a keverék azeotróp tulajdonságai miatt – az elegy gőz- és folyadékfázisának összetétele és forrpontja állandóan változik. Normál légköri nyomáson (101 325 Pa) az etanol forráspontja 78,37 °C, a vízé 100 °C. A lepárlásra szánt keverék (pl. sör, bor, gyümölcscefre stb.) leegyszerűsítve víz és etanol keverékének tekinthető, a keverék forráspontja tehát e két komponens arányától függ leginkább. Desztilláció során előbb az alacsonyabb forrpontú és nagyobb gőznyomású etanol kezd párologni. Ennek megfelelően a gőzfázis alkoholtartalma nagyobb lesz, a folyadékfázisé kisebb. Amikor az etanol koncentrációja 95,57 tömegszázalék lesz, a gőz- és a folyadékfázis összetétele azonos lesz, és sem további lepárlás, sem hőmérséklet-szabályozás nem képes tovább növelni az alkohol koncentrációját.

A szeszes italok előállítása során a lepárlás fő célja, hogy az erjesztett folyadékból nagyobb alkoholtartalmú desztillátumot nyerjünk, miközben megvalósul az illékony komponensek elválasztása a nem illó anyagoktól. További feladata a lepárlásnak a megfelelő párlatfrakciók szétválasztása előpárlati, fő- és utópárlati frakciókra, valamint az érzékszervileg előnyös tulajdonságokkal rendelkező vegyületek koncentrációja a középpárlati frakcióban.

2.3.2. A lepárlás berendezései

A lepárlás berendezéseit működésük és felépítésük alapján két csoportba sorolhatjuk.

Az első csoportba a hagyományos, kisüsti pálinkafőzők tartoznak, melyek működtetése során a kész párlatokat minimum két desztillációval érjük el. Első lépésben csupán az illékony komponenseket választjuk el a nem illékony anyagoktól, miközben a kapott párlat (az ún. alszesz) alkoholtartalma töményedik. Ebben a cefréből származó minden illókomponens megtalálható. Második lépésben az alszesz finomítására kerül sor: újabb lepárlással az illékony komponenseket ismét elgőzöltetjük majd lekondenzáljuk, de ekkor a vegyületek egymástól időben és térben való jobb elkülönülésének köszönhetően párlatfrakciókat (elő-, közép- és utópárlat) is el tudunk választani. Az így nyert középpárlati frakció tartalmazza a párlatra jellemző kellemes aromavegyületeket. (Az előpárlat az alkoholos jelleg mellett

oldószerre, sósborszeszre emlékeztető szagú, metanoltartalma magas. Az utópárlat a kozmaalkoholokra jellemző nehéz, bűdös szagú; íze savanyú.)

A lepárlóberendezések második csoportjába az ún. erősítőfeltétes (rektifikációs kolonnával ellátott) pálinkafőzők tartoznak. Ezek működésére jellemző, hogy a párlatfrakciók tökéletes elválasztását egyetlen lépésben, párhuzamosan zajló több lepárlással (ismételt desztillációval) valósítják meg. Legfontosabb elemük a desztillációs oszlop, mely a benne elhelyezett tányérok és deflegmátorok segítségével a rektifikálás elvén működik. Minden tányér (általában 2 vagy 3 db) egy üstnek feleltethető meg, amelyen a lecsapódó párák folyadékréteget alakítanak ki. E fölött gőzfázis alakul ki, amely egyensúlyban van a folyadékfázissal. Az ismételt desztilláció megvalósításához a felfelé haladó gőzárammal szemben egy lefelé haladó folyadékáramot (refluxot) kell fenntartani. A tányérok felett deflegmátorok találhatók, melyek a teljesítményüktől (hűtésüktől) függően a kevésbé illékony komponenseket visszakondenzálják. Az így keletkezett folyadék a tányérok beállított folyadékszint alapján részben az üst irányába visszafolyik, részben a tányérok marad. Az illékonyabb összetevőket a deflegmátor nem kondenzálja le, ezért ezek a következő, magasabb tányér irányába haladnak, és az ott kialakult folyadékrétegen áthaladva illókomponenseket ragadnak magukkal, így haladnak tovább a következő deflegmátor irányába. Itt újabb részleges kondenzáció valósul meg, a legillékonyabb vegyületek pedig a legfelső tányér és deflegmátor párosán átjutva a véghűtőbe kerülnek és lecsapódnak. A tányérok számától függően (az üstöt is számítva) gyakorlatilag egyetlen lépésben 3-4 desztilláció valósul meg, ami az illékony komponensek tökéletes elválasztását eredményezi.

2.4. A SÖR AROMAKOMPONENSEI

A sör aromavegyületei komplex módon határozzák meg a belőlük készülő párlatok ízét és illatát. E komponensek csoportosítása történhet kémiai szerkezetük és eredetük szerint.

Eredetük alapján a sörök aromaalkotóit az alábbi csoportokba sorolhatjuk.

Nyersanyagból származó aromák. Ide elsősorban az árpa- és búzamalátából, valamint a komlóból származó vegyületek tartoznak, de a sörgyártás során más, nem malátázott

gabonából (pl. kukorica-, rozs-, rizspehely stb.) és egyéb nyersanyagokból (pl. gyümölcsök, fűszer- és gyógynövények) származó komponensek is meghatározóak lehetnek.

Prefermentatív és erjedési aromák. A sörgyártás korai fázisában, az alapanyagok előkészítése és feldolgozása során keletkező, valamint a fermentáció alatt az élesztőgombák (és egyéb mikrobák) anyagcserefolyamatai miatt létrejövő metabolitok, erjedési melléktermékek és autolizátumok.

Posztfermentációs aromák. A sörök kondicionálása és érlelése, hidegkomlózása, pasztőrözése, palackozása vagy hordós érlelése során a sört gazdagító aromavegyületek.

Aromahibák. Elsősorban oxidációs és mikrobiológiai hatásokra kialakuló, nemkívánatos vegyületek.

2.4.1. Nyersanyagból származó aromák

2.4.1.1. A maláta aromaanyagai

Az árpát kiváló tulajdonságai, magas keményítőtartalma (60-65%), alacsony fehérjetartalma (10-12%) és jó csírázóképesége teszik a sörgyártás legfontosabb nyersanyagává. Mellette a búza a második legfontosabb maláta-alapanyag.

A maláta a gabonaszemek áztatásával, részleges csíráztatásával, majd aszalásával és pörkölésével létrehozott alapanyag. Az aromaanyagok kialakulása szempontjából a malátagyártás legfontosabb lépése a csírázás és a szemekben zajló enzimatisz folyamatok leállítására szolgáló aszalás. A művelet kialakítja a maláta jellegét, mely a sör későbbi színét, illat- és zamatanyagait is döntően meghatározza (Szabó, 2000). Az aszalás (és a pörkölés) hőközléssel járó műveletekor a szemekben fontos szín- és aromaképző folyamatok zajlanak le, melyek közül a Maillard-reakciót és a Strecker-degradációt, a karamellizációt és a pirolízist kell első helyen említenünk (Coghe et al., 2004; Dong et al., 2013).

A Maillard-reakció² egy nem enzimatisz barnulásért felelős komplex kémiai folyamat, amely a karbonilvegyületek (leginkább a redukáló cukrok) és az aminok (aminosavak, fehérjék) között zajlik le, és alapvető szerepet játszik az élelmiszerek színének, ízének és

² A reakciót 1912-ben Louis-Camille Maillard francia kémikus fedezte fel.

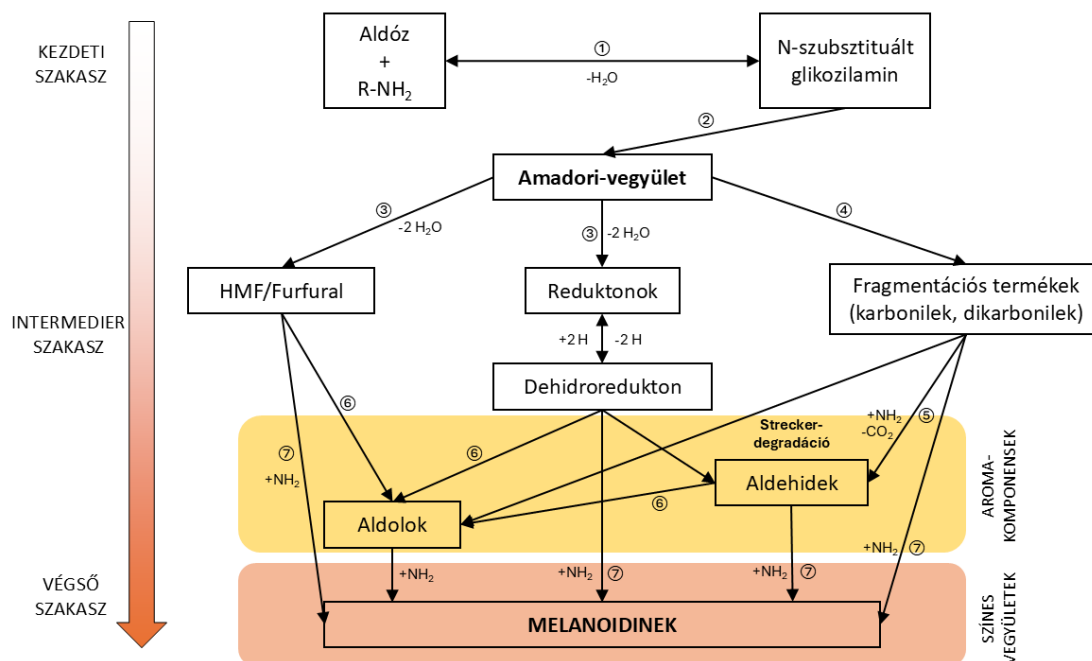
aromájának kialakulásában. Mivel pH 4-7 között már 50 °C feletti hőmérsékleten lejátszódik, a legtöbb malátára jellemző. A reakciósor lépései (1. ábra): kondenzáció, Schiff-bázis képzés, Amadori átrendeződés, dehidratáció és deaminálás. A reakciósorozat több száz köztes termék létrejöttével játszódik le (Dack et al., 2017), melyek közül számos, alacsony érzékszervi küszöbértéke miatt, fontos aromavegyület. A reakciósor végtermékei a színes (barna) melanoidinek és a további reakciókra képes hidroximetil-furfurol (Salgó, 2009).

A Maillard-reakció legtöbb termékének kémiai felépítése – beleértve a végtermék melanoidinek pontos szerkezetét is – máig megválaszolatlan (Guerrero, 2007). A maláta aromakomponensei tekintetében a Maillard-reakció legfontosabb nagy illataaktivitású intermedier reakciótermékei a különböző nitrogén-, oxigén, illetve kéntartalmú heterociklusos komponensek.

A cukrok magas hőmérsékleten (általában 120 °C felett) bekövetkező átalakulása a karamellizáció. A folyamat során számos kémiai reakció (intra- és intermolekuláris vízvesztés, inverzió, izomerizáció, dehidratáció és reduktonok képződése) játszódik le, melyeket mind a savas, mind a lúgos kémhatás katalizál.

1. ábra: A Maillard-reakció

(Forrás: Csóka és Amtmann, 2018 nyomán)



A reakciók előrehaladtával a cukrok fajtájától függően színes (többnyire barnás) vegyületek, valamint jellegzetes illat- és ízanyagok keletkeznek (Kroh, 1994): telítetlen polimerek,

furfurol (a pentózokból) és 5-hidroximetil-furfurol (a hexózokból), furánszármazékok, izomaltol, maltol és a kifejezetten karamell aromájú diacetil-formozin és ciklopentenol nevű vegyület keletkezik (Figler, 2015).

A hőmérséklet további emelkedésével (200 °C felett) a cukormolekulák pirolitikus bomlása valósul meg. A folyamat során szén, gázok, víz és további illó szerves anyagok keletkeznek (Paine et al., 2019).

A nyersanyag fajtája, a malátagyártás során alkalmazott technológiai paraméterek, valamint a fenti kémiai reakciósorozatok eredményeként eltérő malátatípusokat kapunk, melyeket legfontosabb képviselői a 2. táblázatban kerülnek bemutatásra. Ezeket felhasználásuk szerint alap malátákra, karamell- és festőmalátára, valamint speciális malátákra szokás bontani.

2. táblázat: Fő malátatípusok*(Forrás: Palmer, 2017; Mosher, 2015 nyomán)*

	MALÁTA TÍPUSA	SZÍN (EBC) ³	ÍZPROFIL	FELHASZNÁLÁS	JELLEMZŐ SÖRSTÍLUSOK
ALAPMALÁTÁK	Pilseni maláta	2-4	Tiszta, friss, enyhén édes	Világos, könnyű testű sörökhöz	Pilsner, Helles, Kölsch
	Búzamaláta	3-5	Krémes, sima, lágy gabonás íz	Habosabb sörtextúra, lágy íz, szín világosítása	Weizenbier, Witbier
	Pale maláta (alapmaláta)	3-6	Kekszes, kenyérszerű, édeskés	Alapmaláta a legtöbb sör készítéséhez	Pale Ale, Lager, IPA
	Bécsi maláta	8-12	Enyhén diós, karamellás	Közepesen világos sörökhöz, szín és íz növelése	Vienna Lager, Märzen
	Müncheni maláta	15-25	Kenyérhéj, édes karamell, diós	Közepes test, mélyebb szín és gazdagabb íz elérése	Bock, Dunkel, Märzen, Amber Ale
KARAMELL- ÉS FESTŐMALÁTA	Karamell/Crystal maláta	30-400	Édes, karamellás, toffee, mazsola	Testesség és édesség növelése, szín sötétítése	Amber Ale, Brown Ale, Porter
	Festőmaláta (Csokoládémaláta)	800-1000	Pörkölt, kávé, csokoládés	Sötét szín és pörkölt íz hozzáadása	Stout, Porter, Brown Ale
	Fekete maláta	1000-1400	Füstös, pörkölt, keserű	Nagyon sötét színek, erős pörkölt íz	Stout, Porter
SPECIÁLIS MALÁTÁK	Savanyú (Acidulated) maláta	3-6	Enyhén savas, frissítő	A pH szabályozására és enyhén savanyú íz elérésére	Berliner Weisse, Gose
	Enzim maláta	-	Alacsony extrakt-tartalom, száraz	A malátázatlan gabonafélék enzimes bontására	-
	Füstölt maláta	4-10	Erőteljes füstös aromák	Füstös illat- és ízkarakter kialakítására	Grodziskie
	Zab- és rozsmaláta	3-10	Fűszeres, enyhén édes, földes	Egyedi ízjegyek és extra test hozzáadása	Rye IPA, Roggenbier, különleges sörök
	Dextrin maláta	8-14	Édeskés, malátás, testes, enyhén karamellizált	A dekokciós főzés imitálására	-
	Pörkölt árpa	900-1200	Intenzíven pörkölt kávé, kakaóbab, keserű	Ízkiemelés	-

³ Az EBC (European Brewing Convention, Európai Sörfőzők Szövetsége) által meghatározott egység, amely a sör színének mértékegysége. Az alacsony EBC értékek világos színt, a magas EBC értékek pedig sötét színt jelentenek.

2.4.1.2. A komló aromaanyagai

A komló (*Humulus lupulus*) a kenderfélék családjába tartozó kétlaki, lágyszárú évelő kúszónövény. A söriparban a nőivarú (termős) növény virágait használjuk, ezek a komlótobozok.

Az első írásos feljegyzések a komló alkalmazásáról a sörfőzésben a 8-9. századból származnak (Szent Gallen-i kolostor), de általánosan a 13-16. században terjedt el Európa szerte. Ezt megelőzően a sörök ízesítésére és tartósítására az ún. gruit-ot használták. Ez különféle gyógy- és fűszernövényekből álló keverék volt. Tipikus összetevői közé tartozott a kálmosgyökér, a mocsári rozmarin, a cickafark és a boróka. Ezekből a sör fűszeres, virágos, földes és keserű aromákat kapott. Miután a 1516-os bajor tisztasági törvény (Reinheitsgebot) előírta, hogy a sör csak árpából, vízből és komlóból készülhet, a gruit használata visszaszorult. Ma több kézműves sörfőzde próbálja újraéleszteni ezt a hagyományos sörtípust, melynek 2013 óta nemzetközi világnapja (International Gruit Day) is van: február 1.

A komló szerepe a sörkészítésben többre tehető: kialakítja a sör jellegzetes kesernyés ízét és kellemes aromáját, hozzájárul a sör habjának stabilitásához, antioxidáns hatású vegyületei révén javítja a sör eltarthatóságát és természetes antimikrobiális anyagokat tartalmaz, amelyek gátolják a káros mikroorganizmusok (elsősorban a Gram-negatív baktériumok és számos Gram-pozitív) elszaporodását a sörben (Eßlinger, 2009).

A komló jellegzetes íz- és aromahordozó vegyületei az ún. keserűanyagok köréből (lágyszárú és kemény gyanták) kerülnek ki. A lágyszárú gyanták fő anyagai az α -savak (3-17%) és a β -savak (2-7%). Az α -savak öt homológból állnak: humulon, ko-, ad-, pre és poszthumulon. A β -savak (lupulon) úgyszintén. A lupulonok kémiaiilag a harmadik szénatomon elhelyezkedő dimetil-csoportban különböznek a humulonoktól, ott a harmadik szénatomon hidroxil-csoport található. A α - és β -savak vízben oldhatatlanok, de a komló forralásakor a humulonok izomerizálódnak, keserűségük megnő és vízben oldhatóvá válnak. A β -savak (lupulonok) érzékenyek az oxidációra, különösen a komló tárolása során és olyan sörök esetében, amelyeket hosszabb ideig tárolnak vagy érlelnek (pl. Imperial Stout). A lupulonok oxidációs termékei keserű ízűek és vízben oldékonyak, így hozzájárulnak a sörök ízprofiljának kialakításában.

A komlóban több mint 300 illékony komponenst azonosítottak (Eßlinger, 2009). E, gyűjtőnéven komlóolajoknak nevezett anyagoknak a többsége fontos aromavegyület. Érzékszervileg a terpének és származékaik, az észterek, a különféle oxivegyületek és a kéntartalmú aromaanyagok a legjelentősebbek. Mennyiségileg a mircén (17-37%), a linalool, a citronellol és a geraniol a legfontosabbak.

A sör komlójellegének kialakításában több tényező együttes hatása játszik szerepet: a felhasznált komló botanikai fajtája és kémiai összetétele, a komlótermékek típusa (nyers komló, pellet, extraktumok, izomerizált termékek, esszenciális olajok, aromakivonatok stb.), a sörfőzés során alkalmazott dózis és expozíciós idő, valamint a komlózás technológiai időzítése. Utóbbi szempont különleges jelentőséget nyert a modern sörtechnológiában, az ún. whirlpool- és hidegkomlózás térhódításával. Időzítés alapján megkülönböztetünk keserűkomlózást (a komlót a forralás elején adagolják, a kontaktidő 60-90 perc, az α -savak izomerizációja nagyobb mértékű, ezért a sör keserű ízei felerősödnek, ugyanakkor az illóolajok és aromaanyagok a hosszú forralásnak köszönhetően nagyrészt elpárolognak), ízkomlózást (a komló adagolása a forralás közepén történik, az expozíciós idő 15-30 perc, kevesebb α -sav alakul át, de az illóolajok és aromák nagyobb részben maradnak meg), aromakomlózást (a komlót a forralás utolsó perceiben adagolják, főzési idő 0-10 perc, α -savak izomerizációja minimális, a keserűség alig növekszik, de a sörben a citrusos, virágos, fűszeres jegyek dominálnak), whirlpool-komlózást (a sörlevet lehűtik, majd komlózzák, az aromaanyagok koncentrációja nagy) és hidegkomlózást (a komlót az erjesztés alatt vagy közvetlenül utána adagolják, ilyenkor a komló nem forralódik, ezért az illóolajok megmaradnak, de az α -savak nem izomerizálódnak, tehát a sör keserűsége nem növekszik).

A fontosabb komlófajtákról, azok főbb aromatulajdonságairól és a felhasználásukra jellemző sörtípusokról a 3. táblázat ad összefoglalást.

3. táblázat: A fő komlófajták

(Forrás: Hieronymus, 2012; brewerassociation.org; yakimachief.com; usahops.org; homebrewtalk.com; beeradvocate.com nyomán)

KOMLÓFAJTA	α -SAV (%)	AROMATULAJDONSÁGOK	JELLEMZŐ SÖRTÍPUSOK
Saaz	2,0-5,0	Földes, fűszeres, fás	Pilsner, Lager, Belgian Ale
Hellertau Mittelfrüh	3,0-5,0	Fűszeres, gyógynövényes, virágos	Pilsner, Lager, Bock, Helles
Fuggle	3,0-5,5	Földes, fás, gyantás, enyhén gyógynövényes	British Ale, Bitter, Stout
Tettnang	4,0-5,5	Földes, fűszeres, virágos	Belgian Ale, Lager, Kölsch
East Kent Goldings	4,0-6,0	Mézes, virágos, fűszeres, földes	British Ale, Bitter, ESB, Porter
Styrian Goldings	4,0-6,0	Virágos, fűszeres, enyhén gyümölcsös	Belgian Ale, Saison, Bitter
Cascade	4,5-7,0	Virágos, citrusos, enyhén fűszeres, grapefruit jegyekkel	American Pale Ale, IPA
Amarillo	8,0-11,0	Narancsos, citrusos, virágos	American Pale Ale, IPA
Centennial	9,5-11,5	Citrusos, virágos, citromos, fenyő	American IPA, Pale Ale
Perle	7,0-9,5	Mentás, fűszeres, enyhén gyümölcsös	Lager, Pilsner, Kölsch
Northern Brewer	7,0-10,0	Fenyő, menta, enyhén fűszeres	Bock, Porter, Steam Beer, Altbier
Chinook	12,0-14,0	Fenyő, fűszeres, grapefruitos, kissé füstös	American IPA, Stout, Porter
Simcoe	12,0-14,0	Fenyő, földes, trópusi gyümölcs, citrusos	IPA, Double IPA, Pale Ale
Mosaic	11,5-13,5	Trópusi gyümölcsök, áfonya, citrus, fenyő	IPA, Pale Ale, Double IPA
Citra	11,0-13,0	Trópusi gyümölcs, citrus, lime, mangó, maracuja	IPA, Double IPA, NEIPA
Magnum	10,0-14,0	Tiszta, enyhén gyümölcsös, kesernyés	IPA, Lager, Bock, Barleywine
Columbus	14,0-16,0	Gyantás, földes, fűszeres, kissé citrusos	IPA, Double IPA, American Stout
Nugget	13,0-16,0	Gyantás, fűszeres, gyógynövényes, földes	IPA, American Pale Ale, Stout
Galaxy	13,5-15,0	Trópusi gyümölcsök, citrus, barack, maracuja	IPA, Pale Ale, Double IPA

2.4.1.3. A malátázatlan gabonák aromaanyagai

A malátázatlan gabonákat a sörfőzdék a sör bizonyos aromajellemzőinek fokozására, egyedi íz- és illatjegyek kialakítására, a szín, a tisztaság és a habtartósság befolyásolására használják különböző gabonapelyhek formájában. Ezek általában búza, rozs, árpa, zab, rizs és kukoricaalapúak, de készülnek már malátázatlan gabonapelyhek tritikáléból (Glatthar et al.,

2002), cirokból (Ratnavathi et al., 2000) és quinoából (Kordialik-Bogacka et al., 2018) is. Gyártási módszerük gőzfőzéssel kezdődik, mely során a gabonaszemek keményítőtartalmát elcsirizesítik. Ez után a szemeket forró hengerek között laposra hengerlik és végül megszárazítják. Szokásos bekeverési arányuk 10-30%, esetenként ennél több. Mivel nincs enzimaktivitásuk, a bennük lévő keményítő lebontását a malátázott gabonából származó enzimek végzik. Felhasználásukat és főbb aromajegyeiket a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat: A sörfőzés során használatos főbb malátázatlan gabonapehelyek

(Forrás: Palmer, 2006; Strong, 2011; Mosher, 2017; brewerassociation.org; homebrewtalk.com; usahops.org nyomán)

GABONAPEHELY	ADAGOLÁS	AROMAPROFIL	JELLEMZŐ SÖRTÍPUSOK
Zabpehely	5-20%	Krémes, sima, selymes, enyhén diós, gabonás	Oatmeal Stout, NEIPA, Pale Ale
Búzapehely	5-20%	Puhább, édes, kenyérszerű íz, világosabb szín	Witbier, Hefeweizen, NEIPA
Kukoricapehely	5-20%	Könnyű, édes, ropogós, semleges íz	American Lager, Cream Ale, Kölsch
Rizspehely	5-20%	Könnyed, semleges, száraz, ropogós	American Lager, Pilsner, Kölsch
Rozspehely	5-15%	Fűszeres, enyhén borsos, száraz, földes íz	Rye IPA, Saison, Belgian Ale
Árpapehely	5-15%	Krémes, diós, malátás, sima	Stout, Porter, Brown Ale
Tönkölybúzapehely	5-20%	Kenyérszerű, diós, enyhén földes	Saison, Farmhouse Ale, Belgian Ale
Cirokpehely	5-10%	Száraz, enyhén édes, neutrális	Gluten-Free Beer, Light Lager
Tritikálépehely	5-10%	Gabonás, földes, enyhén malátás	Belgian Ale, Saison, Brown Ale
Quinoapehely	5-10%	Enyhén diós, földes, ropogós	Gluten-Free Beer, Specialty Ale

2.4.1.4. Fűszerek és gyógynövények aromaanyagai

A sörfőzéskor alkalmazott fűszer- és gyógynövények történelmi szerepe fontos volt a komló széleskörű elterjedése előtt, de napjainkban is számos sört készítenek növényi adjunktumok hozzáadásával, amelyek összetett íz- és illatvilágot kölcsönöznek a végterméknek.

A növények aromavegyületei elsősorban illóolajokból és más szerves vegyületekből állnak, amelyek a növények különböző részeiben koncentrálnak. A koriander illóolajai, mint a linalool és a geraniol, például a magvakban találhatók, és ezek adják a fűszer citrusos, virágos

jellegét. A narancshéj esetében a limonén a domináns vegyület, amely a héj külső rétegében koncentrálódik, felelős a citrusos illatért. A gyömbér aromáját főként a gingerol és a shogaol alkotják, amelyek a gyökérben találhatók, és csípős, fűszeres ízt adnak.

Ezek a vegyületek a növényi anyagcsere-folyamatok során keletkeznek, és hozzájárulnak a növények védelméhez, vonzóvá teszik őket az állatok vagy rovarok számára, vagy éppen elriasztásukról gondoskodnak (Burt, 2004). Számos esetben pedig a környezeti stresszhatások elleni védekezést és a növény-növény közötti kommunikációt szolgálják.

A sörkészítéskor használt fontosabb fűszer- és gyógynövényeket az 5. táblázat foglalja össze.

5. táblázat: A sörfőzés során használatos főbb fűszerek és gyógynövények
(Forrás: *byo.com* nyomán)

FŰSZER/GYÓGYNÖVÉNY	AROMAPROFIL	JELLEMZŐ SÖRTÍPUSOK
Koriander	Citrusos, borsos, enyhén virágos	Witbier, Belgian Ale, Saison
Narancshéj	Citrusos, friss, édes-kesernyés	Witbier, Belgian Ale, American Wheat
Gyömbér	Fűszeres, csípős, pikáns	Ginger Beer, Saison, Winter Ale
Fahéj	Meleg, fűszeres, édes	Winter Ale, Pumpkin Ale, Christmas Ale
Szegfűszeg	Intenzív, borsos, fűszeres	Belgian Dubbel, Christmas Ale, Saison
Kardamom	Citrusos, fűszeres, enyhén mentolos	Belgian Tripel, Winter Ale, Spice Beer
Vanília	Édes, krémes, vaníliás	Vanilla Stout, Porter, Dessert Ale
Ánizs és csillagánizs	Édesgyökérszerű, fűszeres, enyhén kesernyés	Winter Ale, Christmas Ale, Spice Beer
Boróka	Fenyő, gyantás, frissítően fűszeres	Sahti, Farmhouse Ale, Saison
Citrushéjak (lime, grapefruit, citrom)	Friss, citrusos, élénk	IPA, Witbier, Gose
Levendula	Virágos, aromás, kissé fás	Saison, Belgian Ale, Farmhouse Ale
Kapor	Fűszeres, enyhén savanykás, gyógynövényes	Gose, Berliner Weisse, Specialty Beers
Bors (fekete, fehér, rózsabors)	Fűszeres, borsos, csípős	Saison, Belgian Ale, Spice Beer
Kakukkfű	Földes, fűszeres, gyógynövényes	Saison, Belgian Ale, Farmhouse Ale
Kamilla	Virágos, enyhén édes	Belgian Ale, Saison, Witbier

2.4.1.5. Gyümölcsök aromaanyagai

A gyümölcsös sörök különleges és egyre népszerűbb kategóriát képviselnek a sörvilágban, mivel a hagyományos alapanyagok mellett e sörök a gyümölcsök természetes savasságát és

friss ízvilágát ötvözik a hagyományos malátás-komlós jegyekkel az aromakomplexitás növelése érdekében. A felhasznált gyümölcsök hozzájárulnak a sör színéhez is, ezért az így készült sörök a megjelenésükben is változatosságot nyújtanak.

A modern sörfőzők nem csak friss gyümölcsöket, hanem gyümölcspürét, koncentrátumokat, héjakat és gyümölcsleveket is alkalmaznak, hogy szélesebb ízkálát teremtsenek, kielégítve a sörkedvelők egyre növekvő érdeklődését az új és érdekes ízprofilok iránt (Egushova és Rezichenko, 2024).

A 6. táblázat összefoglalja a sörfőzéskor leggyakrabban használt gyümölcsöket, azok fő tulajdonságait, valamint azokat a sörtípusokat, ahol alkalmazzák őket.

6. táblázat: Főbb gyümölcsök és tulajdonságaik a sörfőzésben
(Forrás: Bamforth, 2009; byo.com nyomán)

GYÜMÖLCS	AROMAPROFIL	JELLEGZETES SÖRTÍPUSOK
Meggy	Édes, savanykás, friss, enyhén fanyar	Kriek, Lambic, Fruit Beer
Szilva	Érett, fanyar, enyhén földes	Belgian Dubbel, Dark Strong Ale, Porter
Málna	Édes, savanykás, frissítő, intenzív	Framboise, Berliner Weisse, Sour Ale
Feketeribizli	Savanykás, fanyar, bogys	Sour Ale, Lambic, Gose
Sárgabarack	Édes, gyümölcsös, virágos	Lambic, Saison, Sour Ale
Mangó	Édes, trópusi, lédús	IPA, Pale Ale, Gose, Fruited Sour
Ananász	Édes, trópusi, savanykás, fanyar	Ipa, Gose, Berliner Weisse
Eper	Édes, lédús, enyhén savanykás	Fruit Beer, Sour Ale, Saison
Áfonya	Fanyar, enyhén édes, bogys	Sour Ale, Gose, Fruit Beer
Szőlő (must)	Édes, savanykás, boros karakter, tanninos	Grape Ale, Saison, Lambic
Gránátalma	Savanykás, gyümölcsös, kissé fanyar	Sour Ale, Berliner Weisse, Gose
Füge	Édes, mézes, földes, enyhén karamellás	Belgian Dubbel, Strong Ale, Berlywine
Alma	Édes, savanykás, enyhén fanyar, frissítő	Apple Ale, Gose
Bodza	Virágos, gyümölcsös, enyhén édes	Belgian Ale, Lambic, Sour Ale

2.4.2. Az alkoholos erjedésből származó aromák

A sör minősége az alkoholos erjedésért felelős élesztőgombák aktivitásán múlik, nem csupán a cukrok alkohollá történő átalakítása miatt, hanem a sör aromáira gyakorolt hatásuk miatt is, hiszen az aromavegyületek jelentős többsége az élesztő-anyagcsere közbeni termék (Vecseri-Hegyes et al., 2005). Az erjedésből származó aromaanyagok közül a legfontosabbak az észterek, az illékony karbonsavak, aldehidek és ketonok, a magasabb rendű alkoholok (kozmaalkoholok) és ezek származékai, valamint a kénvegyületek.

Az élesztőkön kívül számos más tényező is hatással van a sör aromakarakterére az erjedés közben. Ezek a tényezők befolyásolják az élesztő működését, az aromaanyagok termelését, és az erjedési folyamat végtermékeinek összetételét. A legfontosabb tényezők az erjesztési hőmérséklet, az oxigénszint, az erjesztési nyomásérték, a tápanyagok és túlélési faktorok elérhetősége, valamint a pH, az erjedés időtartama és a használt élesztőtörzs újrahasznosítása.

2.4.2.1. A spontán erjedés hatása

A konvencionális sörgyártás mikrobái a *Saccharomyces* nemzetségből kerülnek ki. Ugyanakkor a sörök készülhetnek spontán erjedéssel is. Ilyen esetben a fermentációs folyamatokat azok az autochton mikrobák (vadélesztők és baktériumok) végzik, amelyek a levegőből, a sörfőző berendezésekről és a környezetből jutnak a kihűlt sörlébe. Az ilyen erjedési folyamatok általában három fázisból állnak: kezdeti fázis, főerjedés és érlelés. A fermentáció első fázisát széles mikrobiális diverzitás jellemzi, elsősorban *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Citrobacter*, *Serratia* és *Pectobacterium* fajokkal, valamint nem-*Saccharomyces* élesztőfajokkal (főként *Kluyveromyces* és *Rhodotorula spp.*) (Capece et al., 2018). Az 1-2 hónapig tartó előerjedési szakaszban érzékszervileg fontos aromavegyületek keletkeznek: 2,3-butándiol, etil-acetát, magasabb rendű alkoholok, ecetsav, tejsav, borostyánkősav. Eközben a közeg etanoltartalma folyamatosan növekszik (a pH pedig csökken), ami a következő szakaszban a *Saccharomyces* fajoknak kedvez. A főerjedést (3-4 hónap) ezek a mikrobák végzik, átalakítva az erjeszthető cukrokat alkohollá, közben számos értékes aromavegyületet (főként észtereket) termelve. A főerjedésben a *Saccharomyces spp.* élesztők mellett a tejsavbaktériumok és bizonyos esetekben az ecetbaktériumok szerepe is jelentős lehet. Miután a *Saccharomyces* élesztőgombák által erjeszthető cukrok (a glükóz, a fruktóz, a szacharóz, a maltóz és a maltotrióz) elfogytak, a főerjedést végző élesztők elpusztulnak, helyüket pedig az érlelési szakaszban (néhány hónap) olyan alkoholtűrő vadélesztők veszik át, mint a *Brettanomyces bruxellensis*, mely képes a maltotetraóz és a maltopentóz metabolizálására is. A *Brettanomyces* működésének eredménye a spontán sörökre jellemző földes, bőrszerű, animális aromajegyek (pl. kaprilsav, 4-etil-gvajakol, 4-etil-fenol).

A spontán erjedésű sörök legjobbjaira, a belga lambic sörökre, a geuze-okra (a lambic sörök különböző évjáratból házasított változatai), a farora (édesített lambic típusú sörök) és az amerikai vad sörökre egyedi íz- és aromakarakter a jellemző, mely a sörfőző helyszínek speciális (és egymástól merőben eltérő) mikrobiomját tükrözi. Ugyanakkor hozzá kell tennünk, hogy a spontán erjedési folyamatokban számos kockázat rejlik: a fermentáció kevésbé kontrollálható, a végtermék minősége ingadozó, a produktum pedig nehezen megismételhető.

2.4.2.2. Az irányított erjesztés hatása

Az irányított erjesztés élesztői többnyire a *Saccharomyces* nemzetség tagjai, melyeket hagyományos módon ale és lager, felső- és alsóerjesztésű élesztőkre szokás osztani. E felosztás az élesztők flokkulációs képességei alapján történik, ti. a felsőerjesztésű (ale) élesztők az erjedés végén a sörlé felszínére emelkednek, az alsóerjesztésű (lager) élesztők pedig az erjesztőtartályok alján ülepednek ki. Ezen túlmenően a sörélesztők e két típusát az erjesztési hőmérséklet és fermentációs képességeik alapján is osztályozhatjuk: az alsóerjesztésű, lager élesztők (*Saccharomyces pastorianus*) 5-10 °C között erjesztenek, és képesek a melibióz fermentálására (Capece et al., 2018); a felsőerjesztésű, ale élesztők (*Saccharomyces cerevisiae*) pedig 15-25 °C között erjesztenek, és a maltotriózt a lager élesztőkhöz képest jobban képesek asszimilálni (Gallone et al., 2016). Az ale élesztők magasabb erjesztési hőmérsékletének köszönhetően a felsőerjesztésű sörökre intenzívebb észter- és kozmaalkohol-tartalom a jellemző.

2.4.2.3. Nem konvencionális élesztőtörzsek az irányított erjesztésben

Az innovatív termékek, az egyedi ízek és az alacsony alkoholtartalmú sörök iránti kereslet utat nyitott a nem-*Saccharomyces* élesztőtörzsek üzemi használatának a sörgyártásban. Ezek az élesztőtörzsek egyedi aromavegyületeik mellett alacsony alkoholtűrésükről ismertek, ezért önálló starterként ritkán használhatók. A megfelelő *Saccharomyces* fajokkal kombinálva koinokulációban (együtterjesztésben) vagy szekvenált beoltással (egymás után

alkalmazva őket) biztonságos erjedéslefutást és különleges aromakomponenseket eredményeznek.

A nem hagyományos élesztőtörzsek szerepét a sörgyártásban a 7. táblázat mutatja be.

7. táblázat: A nem konvencionális élesztőtörzsek szerepe az üzemi sörgyártásban
(Forrás: Capece et al., 2018 nyomán)

AROMATERMELÉS	ALKOHOLCSÖKKENTÉS	KALÓRIACSÖKKENTÉS
<i>Dekkera/Brettanomyces</i> : észtertermelés (gyümölcsös és virágos karakter); β -glükozidáz aktivitás	<i>Saccharomyces ludwigii</i> : alacsony maltóz és maltotrióz fermentációs aktivitás	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> var. <i>diastaticus</i> : glükóamiláz-aktivitás (a dextrinek hasznosítása)
<i>Wickerhamomyces anomalus</i> : etil-acetát, etil-propanoát, fenil-etanol és 2-fenil-etil-acetát (gyümölcsaroma) előállítása	<i>Torulaspora delbrueckii</i> : képtelen a maltóz és a maltotrióz erjesztésére	<i>Dekkera/Brettanomyces</i> : β -glükozidáz aktivitás
<i>Torulaspora delbrueckii</i> : 2-fenil-etanol és amil-alkoholok előállítása (gyümölcsös és virágos aromák)	<i>Pichia kluyveri</i> : korlátozott glükóz-fermentációs képesség	
<i>Lachancea thermotolerans</i> : tejsavtermelés (íz és mouthfeel ⁴)	<i>Zigosaccharomyces rouxii</i> : a maltóz erjesztési képességének teljes vagy részleges hiánya	

2.4.3. Posztfermentációs aromák

A sörgyártás során a posztfermentációs aromák a fermentáció utáni fázisokban alakulnak ki, és tovább változtatják a sör végső illatát, ízét és karakterét. A legfontosabb technológiai fázisok, amelyek során ezek a változások bekövetkeznek a kondicionálás és az érlelés, a hidegkomlózás (lásd a 2.4.1.2.-es fejezetben), a pasztőrözés, valamint a palackos tárolás és fahordós érlelés.

2.4.3.1. A kondicionálás hatása az aromavegyületekre

A sör kondicionálása az a folyamat, amely során a sör a fermentáció befejezését követően további időt tölt a tartályban vagy palackban, hogy a végső ízprofilját, aromáit és textúráját

⁴ Mouthfeel: szájat kitöltő érzés, teltség, kerektség.

finomabbá és harmonikusabbá tegye. Ez a fázis kulcsszerepet játszik a sör minőségének javításában, és több szempontból is fontos. A kondicionálás során a sörben lévő aromák és ízek tovább fejlődnek, és összeérnek. Ez különösen fontos a komplexebb ízprofilú söröknél, mint például a belga ale-k, stout-ok vagy más érlelt sörstílusok. A hosszabb érlelési idő lehetővé teszi az élesztők és más vegyületek (például észterek és fenolok) közötti reakciókat, amelyek új, kellemesebb íz- és aromaélményeket eredményeznek. A kondicionálás alkalmas a kisebb aromahibák csökkentésére is, ugyanis a folyamat során az élesztők által termelt nemkívánatos vegyületek, mint például a diacetil (vajás íz) vagy az acetaldehid (zöldalma íz) átalakulnak. A kondicionálás hozzájárul a sör stabilitásának növeléséhez és a szén-dioxid megfelelő elnyeléséhez is.

2.4.3.2. A pasztőrözés hatása az aromavegyületekre

A pasztőrözés célja a sörben található mikroorganizmusok (baktériumok és élesztők) elpusztítása, valamint a sör tartósítása hőkezeléssel. Habár a pasztőrözés számos előnnyel jár, jelentős hatással van a sör aromaanyagaina is. A hőkezelés során számos illóolaj, észter és fenolos vegyület átalakulhat vagy lebomlik, oxidációs hatások történhetnek és nem kívánatos vegyületek jelenhetnek meg.

Gagula és mtsai (2024) kutatásai kimutatták, hogy hat hónappal a pasztőrözés után a 2,3-pentándiol koncentrációja 50%-kal, a diacetilé 33%-kal és a dimetil-szulfidé 6%-kal megnövekedett a sörökben. Ugyanakkor az acetaldehid, etil-acetát, propanol, izobutanol, izoamil-acetát, izoamil-alkohol koncentrációjában, valamint a magasabb rendű alkoholok és észterek mennyiségében nem történt szignifikáns változás a kezelés hatására még hat hónappal a pasztőrözés után sem (Gagula et al., 2024).

2.4.3.3. A palackos tárolás és a hordós érlelés hatása az aromavegyületekre

A sör jellemzői, úgy mint az íz, a szín, az aromák, a kolloid stabilitás stb., a sör elkészítésének pillanatától folyamatosan változnak. E változások intenzitása a sör típusától, a tárolás fajtájától (pl. palackos tárolás, hordós érlelés), hosszúságától és körülményeitől (különösképpen a tárolási hőmérséklettől) függ. Míg bizonyos fokú érlelés pozitív hatással

lehet a sör érzékszervi jellemzőire, több íz- és aromavegyület (észterek, terpének, izo- α -savak) kedvezőtlen minőségi és mennyiségi változáson mennek keresztül a tárolás során. Ennek eredményeként a sörök frissessége, gyümölcsössége, virágos jegyei csökkenek, helyüket a karton-, kenyér-, méz- és sherry-szerű aromák veszik át.

Baert és mtsai (2012) a sör tárolása során bekövetkező változásokat a Maillard-reakció, a Strecker-degradáció és a lipidoxidáció során keletkező aldehidekkel hozzák összefüggésbe (Baert et al., 2012). Más kutatások a tárolás alatt a dimetil-szulfid-szint növekedéséről, a terpének oxidációjáról és/vagy adszorpciójáról a koronazár belső felületén vagy az élesztőkön, a tioltartalom változásairól, az észterek hidrolíziséről, majd etil-észterek képződéséről, valamint az izo- α -savak lebomlásáról és fotooxidációjáról számolnak be (Klimczak et al., 2024). E változások intenzitása az oxigénexpozíció, a szabad amino-tartalom növekedésével és a fémionok jelenlétének hatására emelkedik, a tárolási hőmérséklet csökkenésével pedig lassul.

Hordós érlelésnél mind az alkalmazott fafajok (pl. tölgy, akác stb.), mind a hordó pörkölési intenzitása és az érlelési idő jelentős hatással van az aromaösszetevőkre. Bossaert és mtsai (2021) megfigyelték, hogy a tölgyfahordóban érlelt sörök nagyobb koncentrációban tartalmaztak eugenolt, cisz- és transz-laktonokat, vanillint és etil-acetátot, míg az akácban érlelt sörökre a magasabb polifenol- és β -glükán-, valamint gvajakol-, 4-vinil-gvajakol- és sziringol-tartalom volt jellemző (Bossaert et al., 2022).

2.4.4. Aromahibák

A sörben mutatkozó aromahibák jellemzően a nem megfelelő gyártási és tárolási folyamat, oxidációs hatások (melegoldali és hidegoldali) és nem kívánatos mikrobiális folyamatok miatt alakulnak ki. A tipikus sörhibákat a 8. táblázat foglalja össze.

8. táblázat: Jellemző sörhibák és leírásuk
(Forrás: Viero et al., 2021 nyomán)

AROMAHIBA	KÉMIAI ELNEVEZÉS	AROMA	EREDET
Diacetil	2,3-butándiol	Vajas, avas	Mikrobiális
TCA	2,4,6-triklór-anizol	Ázott papír, penészre emlékeztető	Szennyezett összetevők, csomagolóanyag, öregedés
Ecet	Ecetsav	Savanyú, ecetes	Baktériumok, vadélesztők
Tejsav	Tejsav	Savanyú, tejes	Baktériumok
Kénhidrogén	Hidrogén-szulfid	Záptojás szag	Élesztő tápanyaghiány
DMS	Dimetil-szulfid	Főtt kukorica, rohadt hagyma, káposzta	Mikrobiális
Papír-szerű	Transz-2-noneal	Kartonpapír, oxidált	Oxidáció, tárolás
Izovaleriánsav	Izovaleriánsav	Sajt, avas, izzadság	Öreg, oxidált komló, technológiai hibák
Földes	2-etilfenol	Földszag, komposzt, penész	Mikrobiális
Acetaldehid	Acetaldehid	Zöldalma, kenyér, fű	Mikrobiális, oxidáció, tárolás
Vaj	Vajsav	Vaj, avas	Mikrobiális, öregedés
Kapril	Kaprilsav	Animális, szappan, izzadság	Mikrobiális
Merkaptán	Etántiol	Csatorna, égett gumi	Mikrobiális
Fűszeres	Eugenol	Szegfűszeg	Mikrobiális, oxidáció
Fémes	Vas-szulfát	Fémes karakter	Vízforrás, fémeszközök
Szemcsés	Izo-butir-aldehid	Gabonahéj, zöld maláta, nyers gabona	Alapanyag, főzési hiba
Indol	Indol	Animális	Mikrobiális
Light-struck	2-metil-2-butén-1-tiol	Ürülék, kén	Fotooxidáció
Brómfenol	Brómfenol	Tinta, bakelit	Technológiai hibák, nyersanyag
Macskahúgy	p-metán-8-tiol-3-on	Oxidált, macskahúgy	Komló, szennyezett nyersanyag
Műanyag	Sztirol	Égett műanyag	Technológiai hibák, csomagolóanyag, szennyeződések

3. ALKALMAZOTT MÓDSZEREK

3.1. A SÖRMINTÁK

3.1.1. A Pécsi Sörfőzde bemutatása

A szakdolgozathoz felhasznált sörök a Pécsi Sörfőzde termékei.

A Pécsi Sörfőzde Magyarország legrégebbi, ma is működő sörfőzdéje. Alapítása 1848-ig nyúlik vissza, de ismeretes, hogy a Mecsek kristálytiszta forrásvizéből már az ókorban is készítettek sört. A pécsi sörfőzés első írásos nyomai a 14. század elejéről származik. Ekkoriban az ispotályos rendek főztek itt sört (Pécsi Sörfőzde).

A pécsi sörfőzés újkori kezdete a 18. századba nyúlik vissza, amikor a felszabadított királyi városba német családok telepednek le. Ekkortól kezdve a városnak – lévén a kocsmáltatás jogai az 1780-ban elnyert szabad királyi városi cím birtokában a közösséget illették meg – komoly érdeke fűződött a sörfőzés és a sörfogyasztás fellendítéséhez. 1848-ban Hirschfeld Lipót, bonyhádi gabonakereskedő megalapította sörfőzdéjét, mely a dinamikus fejlődésnek hála rövid időn belül a régió meghatározó sörgyára lett. A pécsi sörök sikerében komoly szerepe volt az üzem vegyésztechnikusának, Emmanuel Kristian Scharbahnak, aki először alkalmazott olyan innovatív technikákat, mint a műjég használata.

1911-ben az üzem jelentősen bővült és felvette a Pannónia Sörfőző Rt. nevet. A céget a második világháború után, 1948-ban, Pannónia Sörgyár néven államosították, majd a rendszerváltás után, 1993-tól a bécsi Ottakringer-Wencheim csoport érdekeltségi körébe került (Pécsi Sörfőzde Zrt. néven). Ekkortájt az éves termelés meghaladta az egymillió hektolitert. A 2000-es évek óta az üzem számos fejlesztést ért meg, melyek leginkább a termékbővülésben és a minőségfejlesztésben nyilvánultak meg. 2017-ben új időszakítás kezdődött: a sörfőzde ismét magyar magánkézbe került, a termelést drasztikusan csökkentették (évi 200 ezer hektoliterre), a kukorica, mint alapanyag pedig kikerült a termelésből. Napjainkban a Pécsi Sörfőzde hazánk legnagyobb kisüzemi sörfőzdéjeként működik.

3.1.2. A felhasznált sörfajták bemutatása

A szakdolgozathoz az alábbiakban részletezett, kereskedelmi forgalomban elérhető sörfajták kerültek felhasználásra. A sörök leírásai és fő paraméterei (9. táblázat) a következők:

Tiszai sör. Pilseni típusú, könnyed, világos sör.

Szalón. Anno 1848. Könnyed, aranyárga színű, áttetsző lager típusú sör. Visszafozott malátásság, kiegyensúlyozott keserűség és kellemes komlóaroma jellemzi.

Pécsi Prémium Búza. Óarany színű, felsőerjesztésű, szűretlen bajor búzasör, karakteres banános, szegfűszeges aromajegyekkel. Az árpamalátán kívül több mint 50%-ban kiváló minőségű búzamalátából készül.

Pécsi Prémium Barna. Barna lager, mely a főzőházi folyamatok során felhasznált festő- és karamellmalátáknak köszönhetően sötétbarna színű. Krémes, világosbarna habkoronával, kávé, kakaós aromákkal, közepes testtel és mérsékelt keserűséggel rendelkezik.

Pécsi Prémium Meggy. Szűrt, mélyvörös színű gyümölcsös sör. A sör és a meggy harmonikus kombinációja karakteres édes-savanyú gyümölcsízzel.

9. táblázat: A felhasznált sörfajták fő paraméterei
(Forrás: Pécsi Sörfőzde nyomán)

NÉV	ALKOHOLTARTALOM (% V/V)	EREDETI EXTRAKT (°B)	KESERŰSÉG ÉRTÉK (IBU)	SZÍNÉRTÉK (EBC)
Tiszai	4,0	n. a.	n. a.	n. a.
Szalón Anno 1848	4,6	10,4	18	10
Pécsi Prémium Búza	5,0	12,0	15	15
Pécsi Prémium Barna	5,8	13,8	18	85
Pécsi Prémium Meggy	4,0	-	-	-

3.2. A LEPÁRLÓKÉSZÜLÉK

A sörminták lepárlása a MATE laboratóriumában telepített Hagyó-Spirit lepárlókészüléken történt meg (2. ábra). A berendezés egyedi gyártmányú, szakaszos üzemű, egylépcsős készülék, melynek gőzfázissal érintkező elemei vörösrézből, folyadékfázissal érintkező részei pedig (így például a 40 literes főzőüst) rozsdamentes acélból készültek.

2. ábra: Hagyó-Spirit lepárlóberendezés, MATE
(Forrás: saját munka)



Az üst gőzfűtésű, tetején egyedi lencse alakú sisak található. Mellette három tányérból álló buboréksapkás finomítóoszlop került kialakításra, a gyártó saját fejlesztésű deflegmátorával.

A lepárlókészülék számítógépes vezérléssel rendelkezik, mely lehetővé teszi előre beállított főzési menetrendek használatát, a deflegmátorok és a reflux pontos szabályozását, a párlatfrakciókra vonatkozó lepárlási paraméterek (fűtési intenzitás, tányérmagasság, deflegmátor belépő és kilépő hőmérséklet, kért alkoholtartalom, véghűtő hőmérséklete stb.) beállítását, valamint a teljes folyamat nyomon követését.

A berendezés tisztítása CIP-rendszerrel valósítható meg.

3.3. A SÖRMINTÁK LEPÁRLÁSA

A sörminták előkészítése az oldott széndioxid-tartalom kiűzéséből állt. Ehhez a 30 liter sörhöz 1 kg jódozatlan konyhasót kevertünk. A művelet célja a szén-dioxid eltávolítása és ezáltal a habzás csökkentése volt.

Az üstbe mindegyik sörből 30 litert töltöttünk, habzsgátlót adtunk hozzá, és a számítógépes vezérlés segítségével a sörpárlatokra beprogramozott lepárlási menetrendet kiválasztva megkezdtuk a desztillációt. A 3. ábra egy ilyen tipikus lepárlási menetrendet mutat be.

3. ábra: Sörpárlatok készítéséhez használatos tipikus lepárlási menetrend
(Forrás: saját munka)



Jelmagyarázat: (—) alkoholgörbe (%tf), (—) deflegmátor belépő hőmérséklete (°C), (—) deflegmátor kilépő hőmérséklete (°C), (—)(—)(—) tányérok magassága (%), (—) fűtési teljesítmény (%).

A párlatfrakciókat érzékszervi vizsgálat segítségével választottuk el egymástól. Az elő-, közép- és utópárlatokból a kémiai vizsgálatokhoz mintát tettünk félre, a középpárlatokat pedig a későbbi érzékszervi vizsgálatához desztilláltvíz segítségével egységesen 42% V/V alkoholtartalomra hígítottuk és üvegpalackba töltöttük.

3.4. A SÖRÖK KÉMIAI VIZSGÁLATA

3.4.1. Mintaelőkészítés

A műszeres mérések és analitikai vizsgálatok miatt a sörmintákból (100-100 cm³) az oldott széndioxid-tartalmat ultrahangos rázatás segítségével eltávolítottuk. Ezt követően a mintákat, a lebegő részecskék eltávolítására, kovafölddel töltött szűrőpapíron keresztül megszürtük. A továbbiakban a szűrlettel dolgoztunk.

3.4.2. Alkohol- és extrakttartalom meghatározása

A sörminták alkohol- és extrakttartalmát Anto Paar Alcolyzer Plus söranalizátorral határoztuk meg. A készülék U-csöves denzitométer segítségével állapítja meg a minta sűrűségét, közeli infravörös spektroszkóp (NIR) segítségével pedig a vizsgált anyag abszorpciós értékét. Az abszorpció értéke a vizsgált folyadék koncentrációjával arányosítható, amit a berendezés alkoholtartalomra vonatkoztatva ad meg.

A mért sűrűség és alkoholtartalom értékekből a készülék az ún. Tabarié-képletek segítségével több paraméter kiszámítására képes, úgymint: eredeti extrakttartalom (Plato%), valódi extrakttartalom (Er), látszólagos extrakttartalom (Ea) és erjedési fok (RDF% és ADF%).

3.4.3. pH-mérés

A sörminták kémhatását Mettler Toledo típusú, üvegelektrodát tartalmazó, digitális pH-mérő készülékkel határoztuk meg. A mérések megkezdése előtt a műszert 4,0 és 7,0 pH-jú pufferoldatokkal kalibráltuk.

3.4.4. Színérték meghatározása

A sörminták színértékét az abszorbancia mérésével határoztuk meg, HACH LANGE DR 6000 típusú spektrofotométerrel, 430 nm-es hullámhosszon. A mérőműszer nullázása desztillált vízzel történt. Ezt követően a küvettákba a membránszűrőn átszűrt sörminta került. A minta színértéke és a mért abszorbancia közötti összefüggés 0,8-as értékig lineáris. E felett a mintákat desztillált vízzel szükséges az elfogadható tartományba hígítani.

A sörök színértékét (EBC-értékben) az alábbi képlettel számítjuk ki:

$$EBC = 25 * f * A_{430}$$

ahol:

f – a hígítás mértéke,

A_{430} – a minta abszorbanciája 430 nm-en,

25 – átszámítási faktor.

3.4.5. Keserűérték meghatározása

A keserűanyagokat (az izo- α -savakat) sósavval megsavanyított sörből izooktánnal kivonjuk, és mennyiségüket spektrofotométerrel (275 nm) mérjük tiszta izooktán ellenében.

A sörmintákból pontosan 10-10 cm³-t centrifugacsövekbe mértünk, majd 0,5 cm³ sósavval (6 M) megsavanyítottuk, és a keverékhez 20 cm³ izooktánt és 2-3 db üveggolyót adtunk. A centrifugacsöveket lezártuk, 15 percen át szobahőmérsékleten ráztuk, majd 5 percen át centrifugáljuk (3000 ford/perc). A centrifugálást követően a keverék két élesen elkülönülő fázisa közül a felülúszó fázis tartalmazta az extrahálódott keserűanyagokat. Ezt 1 cm³-es kvarcküvettába vittük át, és tiszta izooktán ellenében 275 nm-en meghatároztuk az abszorbanciáját. A mérés eredményeit IBU egységekben kapjuk meg.

$$IBU = A_{275} * 50$$

ahol:

A_{275} – a minta abszorbanciája 275 nm-en,
50 – átszámítási faktor.

3.4.6. Savfok meghatározása

A sör savfokát a minta titrálható savtartalmának nátrium-hidroxiddal történő semlegesítésével határozzuk meg. Ehhez 50 cm³ sört 0,1 M NaOH oldattal – pH-mérő és a mágneses keverő használatával – 9,00 pH-ig titrálunk.

A sör savfokát a következő képlettel számítjuk ki:

$$s = a * f * 0,2$$

ahol:

a – a 0,1 M mérőoldat fogyása cm³-ben,
 f – a mérőoldat faktora, $f = 1,0143$,
0,2 – átszámítási faktor.

3.5. A PÁRLATOK KÉMIAI VIZSGÁLATA

3.5.1. Alkoholtartalom meghatározása

A párlatok alkoholtartalmát Anton Paar DMA 35 kézi, hordozható, digitális alkoholmérő segítségével határoztuk meg.

3.5.2. pH-mérés

A párlatok kémhatását (a sörmintákéhoz hasonlóan) Mettler Toledo típusú, üvegelektrodát tartalmazó, digitális pH-mérő készülékkel határoztuk meg. A mérések megkezdése előtt a műszert 4,0 és 7,0 pH-jú pufferoldatokkal kalibráltuk.

3.5.3. Titrálható összes savtartalom meghatározása

A párlatok titrálható összes savtartalma alatt mindazon alkotórészek összeségét értjük, amelyek lúggal indikátor jelenlétében közömbösíthetők, közvetlenül titrálhatók. A vizsgálandó párlatból 20 cm³-t titrálólombikba pipettázunk, a lombik tartalmát óvatosan kezdődő forrásig melegítjük, majd néhány csepp fenolftalein indikátor hozzáadása után, még melegen, 0,02 M nátrium-hidroxid-oldattal halvány rózsaszínig titráljuk.

A minta savtartalmát (s_d) mg/100 cm³ abszolút alkoholban kifejezve az alábbi képlet segítségével kapjuk meg:

$$s_d = \frac{v * f * c * 5}{d} * 100$$

ahol:

v – a fogyott 0,02 M nátrium-hidroxid-oldat mennyisége cm³-ben,

f – a nátrium-hidroxid-oldat faktora, f = 1,0256,

c – az 1 cm³ mérőoldatnak megfelelő ecetsav mennyisége mg-ban, c = 1,2,

a – az oldat alkoholtartalma tf%-ban,

5; 100 – átszámítási faktorok.

3.5.4. Észtertartalom meghatározása

A szeszes italok észtertartalma alatt a nátrium-hidroxiddal elszappanosítható anyagok etilacetátban kifejezett mennyiségét értjük, abszolút alkoholra vonatkoztatva.

A vizsgálandó párlatmintákat semlegesítés után ismert mennyiségű nátrium-hidroxiddal hidrolizáljuk, és a nátrium-hidroxid feleslegét sósavval visszatitráljuk. Ehhez a párlatokból 50 cm³-t pipettával 250 cm³-es lepárlólombikba mértünk, 3-5 csepp fenolftalein indikátort adtunk hozzá, és 0,1 M nátrium-hidroxiddal pontosan közömbösítettük. Ez után hozzáadtunk pipettával további 25 cm³ 0,1 M nátrium-hidroxidot, és visszacsepegő hűtő alatt egy órán át forrásban tartottuk. A reakcióidő eltelte után a lombikot vízcsap alatt lehűtöttük, majd a 0,1 M nátrium-hidroxid feleslegét a fenolftalein vörös színének eltűnéséig 0,1 M sósavval visszatitráltuk.

A vizsgált minták észtertartalmát etil-acetát-mg/100 cm³ abszolút alkoholban kifejezve (e) a következő képlettel számítjuk ki:

$$e = \frac{(25f_1 - S * f_2) * 8,8 * 2 * 100}{C} = \frac{1760}{C} * (25f_1 - S * f_2)$$

ahol:

f_1 – a 0,1 M nátrium-hidroxid-oldat faktora,

S – a lúgfelesleg visszatitrálásához fogyott 0,1 M sósav-mérőoldat, cm³-ben,

f_2 – a 0,1 M sósav-mérőoldat faktora,

8,8 – az 1 cm³ nátrium-hidroxid-oldatnak megfelelő etil-acetát mennyisége mg-ban,

C – a vizsgált párlatminta alkoholtartalma tf%-ban.

3.6. SÖRÖK ÉS PÁRLATOK NAGYMŰSZERES VIZSGÁLATA

A sörök és az elkészült párlatok nagyműszeres, gázkromatográfiás (GC-MS) vizsgálatára a pécsi Cellarius Kft. laboratóriumában került sor 2024. nyarán.

A minták analíziséhez Shimadzu GCMS QP2010 készüléket használtak. Oszlop: Phenomenex ZB-5MS. SPME fiber: DVB/CAR/PDMS 30/50 µm. A minta sör esetén: 1,5 g NaCl + 4 ml desztillált víz + 2 ml sör + 10 µl belső sztenderd (Xylenol <3,4>), párlat esetén: 1,5 g NaCl + 5,8 ml desztillált víz + 200 µl párlat + 10 µl belső sztenderd (Xylenol <3,4>). Szoftver:

GCMSolution. A csúcsok integrálása a szoftverben 150000 minimális terület/magasság érték megadásával történt. A kapott csúcsok MS spektrumait Wiley FFNSC 2 és NIST 2.0 spektrumkönyvtár segítségével kerültek azonosításra. FFNSC 2 könyvtár esetén 70%, NIST könyvtár esetén 80% minimális egyezés lett elfogadva.

A mérés egyéb paramétereit az 1. melléklet tartalmazza.

3.7. ÉRZÉKSZERVI VIZSGÁLAT

A sörpárlatok érzékszervi vizsgálatára 2024. októberében került sor a MATE Biomérnök és Erjedéssipari Technológia Tanszékén. Az értékelésre felkért bírálók magas szakértelemmel rendelkeznek a párlatok készítése és minősítése terén. Ennek megfelelően az érzékszervi vizsgálat előtt rövid tájékoztatást kaptak a szakdolgozatról és a bírálat szempontjairól.

Mivel a szakdolgozat célja az eltérő sörtípusokból készült sörpárlatok aromaösszetételének és érzékszervi tulajdonságainak vizsgálata, a bírálati lap (2. melléklet) a sörpárlatokban potenciálisan előforduló aromákat sorolja fel, származásuk alapján csoportosítva azokat. A bírálók feladata az volt, hogy meghatározzák az egyes párlatra jellemző aromákat és ezek intenzitását. A résztvevőknek alkalmuk nyílt egyedi jellemzőkkel bővíteni a felsorolást.

A párlatok háromjegyű véletlen számokkal voltak kódolva, kóstolásuk tulipánformájú üvegpoharakból történt. A bírálati lapon felsorolt kategorizált aromákat a 10. táblázat összesíti. A malátából származó aromák száma 14 db, a komlóból származóké 12 db, az erjedésből származóké 10 db. Ezen felül a bírálati lap tartalmaz 6 db általános, leíró tulajdonságot is.

10. táblázat: Sörpárlat bírálati lapon szereplő aromák és csoportosításuk
(Forrás: saját munka)

MALÁTA		
Gabonás	Kenyér(héj)	Keksz
Pírtós kenyér	Szalma, széna	Mogyoró, mandula
Karamell (toffee)	Pörkölt kávé, kakaó	Vanília
Étcsokoládé	Méz, mézeskalács	Édesgyökér
Égett keserűség	Füstös	
KOMLÓ		
Komlókeserűség	Virágos	Rózsa, akác
Gyógynövényes	Frissen vágott fű	Tea
Gyantás	Földes	Feketeribizli
Kókusz	Citrusfélék	Pirosbogyós
ERJEDÉS		
Kovász	Élesztős	Tropikus gyümölcs
Banán	Körte	Zöldalma
Feketebors	Szegfűszegszerű	Nedves gyapjú, pokróc
Savas		
EGYÉB LEÍRÓ, ÖSSZEGZŐ		
Keserű	Édes	Vajas, sajtos
Fűszeres	Húzós	Hosszú

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

4.1. SÖRÖK LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATI EREDMÉNYEI

A szakdolgozati munkába vont sörök analitikai eredményeit a 11. és 12. táblázat mutatja be.

11. táblázat: A sörminták alkohol-, sűrűség-, extrakt- és fermentációs értékei Anton Paar készülék segítségével meghatározva

(Forrás: saját munka)

MINTA	ALKOHOL-TARTALOM (%V/V)	SÚRÚSÉG (g/cm ³)	EXTRAKTARTALOM			FERMENTÁCIÓS SZINT	
			Eredeti (%Plato)	Valódi (Er)	Látszólagos (Ea)	Valódi (%RDF)	Látszólagos (%ADF)
Tiszai	3,57	1,012245	10,34	4,91	3,60	53,96	65,23
Szalon	4,69	1,004035	10,42	3,22	1,51	70,29	85,59
Búza	5,40	1,005045	11,94	3,72	1,76	70,22	85,25
Barna	5,87	1,012265	14,44	5,69	3,60	62,46	75,06
Meggy	3,73	1,019515	12,35	6,77	5,43	46,83	56,09

12. táblázat: A sörminták pH-ja, színértéke, keserűség értéke és savfok értékei

(Forrás: saját munka)

MINTA	pH	SZÍNÉRTÉK (EBC)	KESERŰÉRTÉK (EBC)	SAVFOK
Tiszai	4,50	7,0	12	1,32
Szalon	4,65	12	13	2,31
Búza	4,50	18	17	2,15
Barna	4,51	76	20	2,80
Meggy	3,52	⁻⁵	7,5	5,80

Az eredményekből megállapítható, hogy a szakdolgozatban vizsgált kereskedelmi sörtetelek fő összetételükben (alkohol- és extrakttartalmukban, sűrűség értékeikben és fermentációs szintjükben) megfelelnek a velük szemben támasztott gyártói, jogszabályi⁶ és fogyasztói elvárásoknak. Szín- és keserűértékeik alapján e sörök a típusukra jellemző tulajdonságokkal rendelkeznek.

⁵ A Magyar Élelmiszerkönyv sörre vonatkozó leírása alapján a gyümölcsös, ízesített sörök színét nem szokás megmérni.

⁶ A Magyar Élelmiszerkönyv 2-702 számú irányelve a sörről

4.2. SÖRPÁRLATOK LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATI EREDMÉNYEI

4.2.1. A sörök alapadatai és kihozatali eredményei

A lepárlási frakciók kihozatali eredményei alapján (13. táblázat) a frakciók elválasztása megfelelő, a középpárlatban az alapanyagra jellemző aromakomponensek koncentráálódtak.

13. táblázat: A sörpárlat-frakciók kihozatali eredményei
(Forrás: saját munka)

TISZAI SÖR					
		MENNYISÉG (l)	ALKOHOLTART. (%V/V)	HLF	KIHOZATAL (%)
SÖR		30	4,0	1,20	-
PÁRLAT	Előpárlat	0,0115	85,6	0,0098	0,82
	Középpárlat	0,540	85,2	0,4601	38,34
	Utópárlat	0,575	61,9	0,3559	29,66
PÉCSI SZALON ANNO 1848					
		MENNYISÉG (l)	ALKOHOLTART. (%V/V)	HLF	KIHOZATAL (%)
SÖR		30	4,6	1,38	-
PÁRLAT	Előpárlat	0,0665	83,1	0,0552	4,00
	Középpárlat	0,370	81,1	0,3001	21,75
	Utópárlat	0,595	74,5	0,4433	32,12
PÉCSI PRÉMIUM BÚZA					
		MENNYISÉG (l)	ALKOHOLTART. (%V/V)	HLF	KIHOZATAL (%)
SÖR		40	5,0	2,00	-
PÁRLAT	Előpárlat	0,062	89,3	0,0554	2,77
	Középpárlat	0,920	84,2	0,7746	38,73
	Utópárlat	0,790	74,5	0,5886	29,43
PÉCSI PRÉMIUM BARNA					
		MENNYISÉG (l)	ALKOHOLTART. (%V/V)	HLF	KIHOZATAL (%)
SÖR		30	5,8	1,74	-
PÁRLAT	Előpárlat	0,049	85,9	0,0421	2,42
	Középpárlat	0,680	83,1	0,5651	32,48
	Utópárlat	0,700	76,0	0,5320	30,57
PÉCSI PRÉMIUM MEGGY					
		MENNYISÉG (l)	ALKOHOLTART. (%V/V)	HLF	KIHOZATAL (%)
SÖR		30	4,0	1,20	-
PÁRLAT	Előpárlat	0,017	80,8	0,0137	1,14
	Középpárlat	0,420	80,7	0,3389	28,24
	Utópárlat	0,720	68,1	0,4903	40,86

4.2.2 A sörpárlatok analitikai eredményei

A sörpárlatok analitikai eredményeit a 14. táblázat tartalmazza. A sörpárlatok alapanalitikai eredményei (alkohol-, pH, titrálható összes savtartalom és észtertartalom értékei) a

kereskedelmi forgalomban kapható sörpárlatok mérési eredményeivel összeegyeztethetők (Nagy, 2015; Iváncsik, 2023).

14. táblázat: Sörpárlatok alkohol-, pH, titrálható összes sav- és észtertartalom értékei
(Forrás: saját munka)

MINTA	ALKOHOL-TARTALOM (%V/V)	pH	TITRÁLHATÓ ÖSSZES SAVTART. (mg/100 cm ³ a.a. (ecetsavban))	ÉSZTERTARTALOM (mg/100 cm ³ a.a. (etil-acetátban))
Tiszai	85,2	6,82	1,08	110,43
Szalón	81,1	6,98	0,76	105,17
Búza	84,2	6,85	1,46	124,53
Barna	83,1	6,66	1,48	134,74
Meggy	80,7	7,20	2,29	116,71

a.a.: abszolút alkohol

Észtertartalom tekintetében a Barna és a Búza sörpárlat nagyobb értékeivel elkülönül a szakdolgozatban vizsgált másik három mintától. E tulajdonságuk a felhasznált alap-, karamell- és festőmaláták, az intenzívebb komlóhasználat és a nagyobb észtertermelő képességgel rendelkező élesztők alkalmazására vezethető vissza a sörgyártás során.

Észtertartalom tekintetében a harmadik helyen a Meggy sörpárlat szerepelt. Ezt követik a Tiszai és a Szalón sörből készült párlatok.

4.3. A GÁZKROMATOGRÁFIÁS VIZSGÁLAT EREDMÉNYEI

4.3.1. Sörök GC-MS eredményei

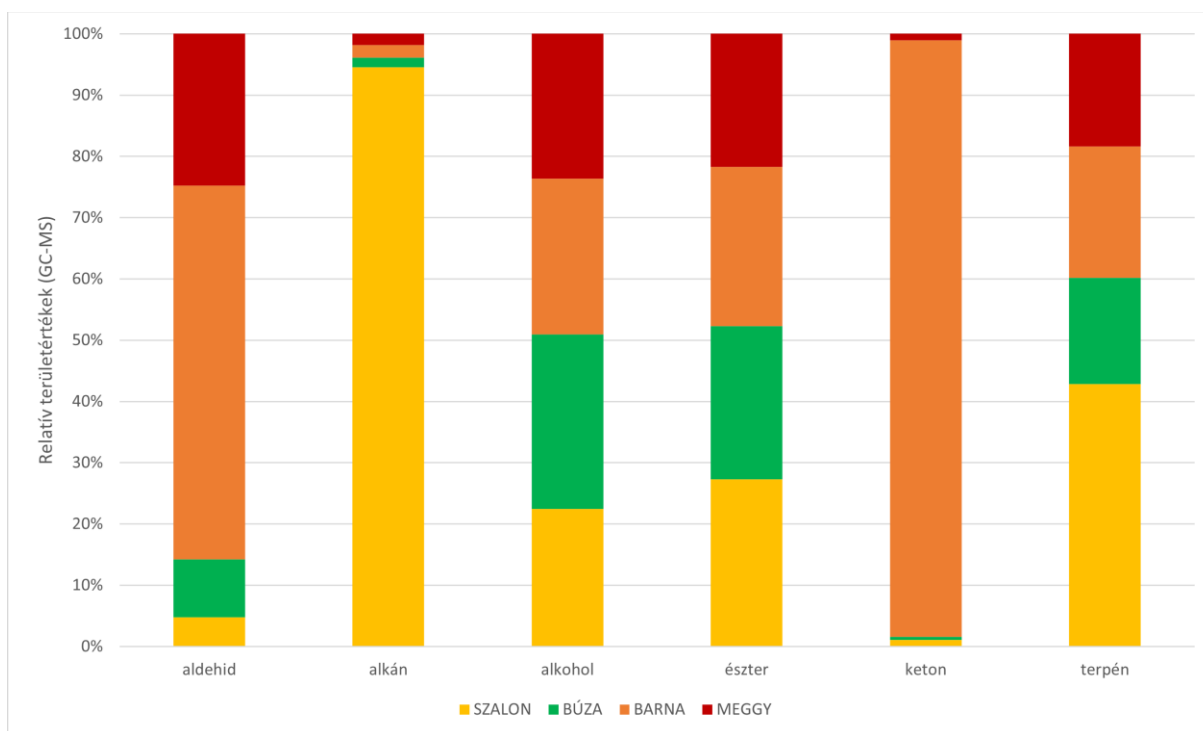
A sörök gázkromatográfiás vizsgálati eredményeit az 3. melléklet tartalmazza. A feltüntetett eredmények 10 µl (xylénol <3,4>) belső sztenderddel szemben mért kromatogram-csúcsok integrálásából származó területértékek. A jobb átláthatóság érdekében a kapott területértékeket minden sör minta esetében a belső sztenderd területéhez arányosítottuk. A közölt eredmények az így kapott relatív területérék alapján kerülnek bemutatásra.

A 4. ábra 100%-ig halmozott oszlopdiagramként mutatja be a főbb aromaaktív komponensek (aldehidek, alkánok, magasabb rendű alkoholok, észterek, ketonok és terpének) alakulását a kísérletbe vont sör minták összehasonlításában. A színek az egyes sörfajtákat jelölik. Az ábra elkészítéséhez az azonosított kémiai csoportokba tartozó vegyületek területei kerültek

összeadásra. A területek százalékos értékeinek összehasonlítása csak adott vegyületen belül értelmezhető!

A Tiszai sörből a lepárlás és a rutinvizsgálatok után nem maradt minta további analitikára (a GC-MS eredmények hiányoznak). Ezt az érintett helyen n. a. (nincs adat) rövidítéssel jelöljük.

4. ábra: Sörminták GC-MS eredményeinek összehasonlítása
(Forrás: saját munka)



Az aldehidek és ketonok vonatkozásában elmondható, hogy a Barna sör tartalmazta a legtöbb ilyen típusú vegyületet. Az alkánok és a terpének mennyisége pedig a Szalon sörben volt a legmagasabb. Ami a magasabb rendű alkoholokat és különösen is az egyik legjelentősebb aromahordozó vegyületcsoportot, az észtereket illeti, döntő különbség nem mutatható ki a vizsgált sörmintákban.

A sörmintákban nagyobb mennyiségben előforduló fontosabb aromavegyületeket és ezek fő illatkarakterét a 15. táblázat mutatja be.

15. táblázat: A sörminták fő aromavegyületei és tulajdonságaik
(Forrás: saját munka)

VEGYÜLET		TULAJDONSÁG	ELŐFORDULÁSA ⁷			
			Szalon	Búza	Barna	Meggy
Aldehyd	Benzaldehyde	Mandula, malátás	•	••	••	••
	Butanal, 3-methyl-	Banán, alma, cseresznye	••	-	-	•••
	Nonanal <n->	Húzos, keserű, zöld	••	••	•••	••
Alkán	Cyclaprop	Virágos	-	•	-	-
	Pentadecane <n->	Viaszos	••	••	•	-
	Dodecane	Alkán-szerű	••••	-	••	••
	Tetradecane <n->	-	-	-	••	•
Alkohol	1-Butanol, 2-methyl-	Banán, zöld, oldószer	••••	•••	••••	••••
	1-Decanol, 2-ethyl-	Kókuszdió, ánizsmag	-	•	-	-
	1-Dodecanol	Kókuszdió, banán	•	••	••	-
	1-Heptanol	Kókuszdió, kellemetlen	••	••	•••	-
	1-Nonanol	Kókuszdió, dióolaj	-	•	-	••
	1-Octanol	Kókuszdió, dióolaj	•••	••	•••	•••
	1-Octen-3-ol	Zöld levél, parfümös, édeskés	••	•	••	-
	2,3-Butanediol	Gumi, édeskés, vajas	•	•	••	-
	Benzyl alcohol	Mandula, vaj	••	•••	••	••••
	Butyl alcohol	Banán, gyógyszer, oldószer	-	-	•	-
	Heptan-2-ol	Kókuszdió	-	-	•••	-
	Hexanol <2-ethyl->	Kókuszdió	••	••	••	••
	Hexanol <n->	Kókuszdió, zöld, kellemetlen	••	••	••	••
	Isobutyl alcohol	Banán	•••	•••	•••	•••
	Isopentyl alcohol (Isoamyl alcohol)	Banán, édeskés	••••	••••	••••	••••
	Pentyl alcohol	Balzsam	•	-	-	-
	Phenethyl alcohol	Rózsa, édeskés, parfümös	••••	••••	••••	••
Ésster	Acetate <2-methylbutyl->	Banán, alma, körte	••••	•••	••••	•••
	Acetate <ethyl->	Oldószer, ragasztó	••••	••••	••••	••••
	Acetate <isobutyl->	Oldószer, gyümölcsös, brandy	••	••	••	••
	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	Rózsa, méz, alma, édeskés	•••	•••	•••	••
	Butyrate <ethyl->	Papaja, vaj, édeskés, alma, parfümös	•••	•••	-	•••
	Butyrate <isopentyl->	Gyümölcsös	••	••	••	••
	Decanoate <ethyl->	Brandy, szőlő, körte	•••	••	•••	•••
	Dodecanoate <ethyl->	Virágos, gyümölcsös	••	••	••	•
	Ethyl 9-decenoate	-	••	•••	•••	•••
	Heptanoate <ethyl->	Gyümölcsös, parfümös, brandy	••	••	-	••
	Hexanoate <ethyl->	Gyümölcsös	•••	••••	••••	••••
	Hexyl acetate	Édeskés, parfümös	••	••	••	••
	Isoamyl acetate	Banán, alma, oldószer	••••	••••	-	••••
	Isobutyrate <ethyl->	Alma, édeskés	•	-	•	••

⁷ A jelölés nagyságrendet mutat.

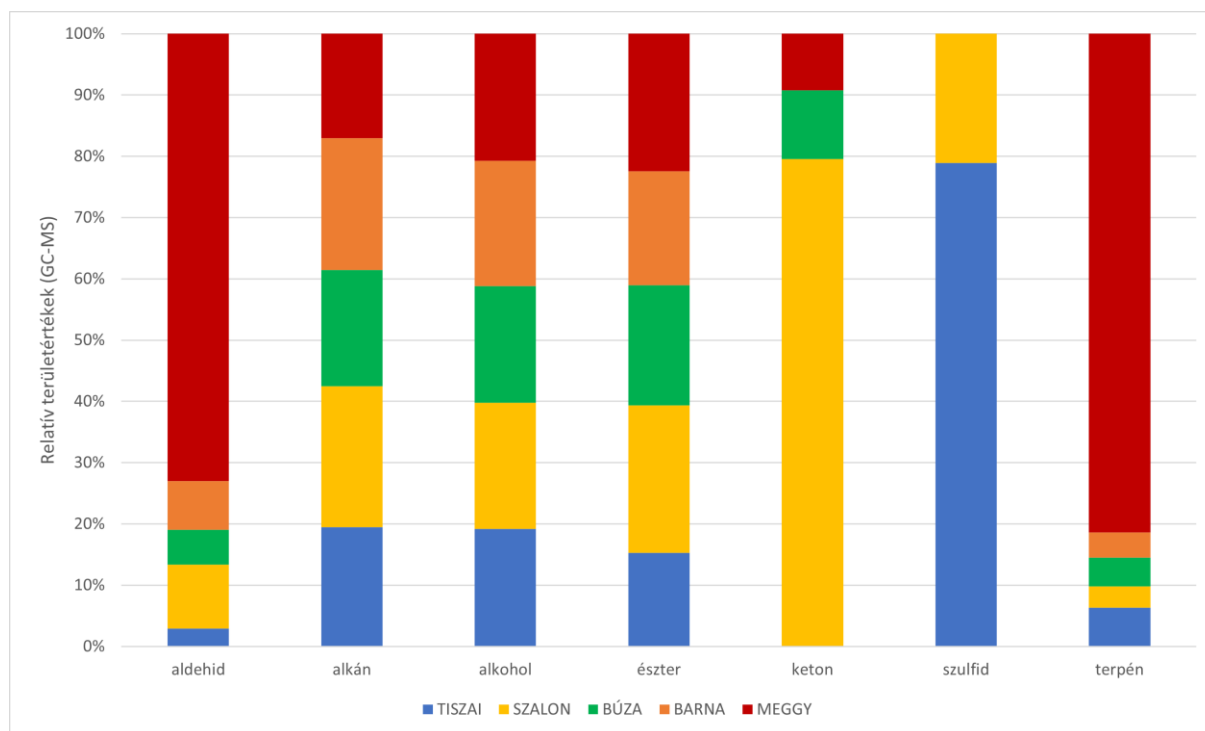
	Isovalerate <ethyl->	Gyümölcsös, alma, édeskés, ananász	••	-	•	••••
	n-Propyl acetate	Oldószer, édeskés, parfümös	-	••	••	-
	Octanoate <ethyl->	Őszibarack, brandy, virágos	•••••	•••••	•••••	•••••
	Phenylacetate <ethyl->	Rózsa, méz, alma, édeskés	•		•	••
	Propanoate <ethyl->	Alma, ananász, rum	••	••	••	••
	Valerate <ethyl->	Papaja, gyümölcsös, alma, édeskés	•	•	-	-
Keton	2-Octanone	Lakk, dió	•	-	••	-
	2-Pentanone	Jázmin, geránium, lakk	•	-	••	-
	4-Heptanone	Keton-szerű, lakk, menta	-	-	•	-
	8-Nonen-2-one	Égett	-	-	•••••	-
	Damascenone <beta->	Virágos	••	•	•	••
	Heptan-2-one	Lakk, keton-szerű, dió, komló	-	-	•••••	••
	Heptyl methyl ketone	Illatps, gyümölcsös, zöld	••	-	•••••	••
	Jasmacyclene	Gyümölcsös, zöld, fás, ánizs, virág	••	••	••	••
Terpén	Carene <delta-3->	Citrom	•	••	•	-
	Citronellol	Citrusfélék, zöld, rózsza	••••	••	••	-
	Citronellyl nitrile	Citrusfélék, üde, zöld	••	•	•	••
	Eucalyptol	Eukaliptusz, kámfor, menta	•	-	•	••••
	Geraniol	Geránium, citromlevél, maracuja, körte, rózsza	••	-	•	•
	Linalool	Ánizsmag, virágos, levendula, citrom, rózsza	••••	••••	••••	-
	Pinene <alpha->	Cédrusfa, gyantás	•	•	•	•

4.3.2. Sörpárlatok GC-MS eredményei

A sörpárlatok gázkromatográfiás vizsgálati eredményeit az 4. melléklet tartalmazza. A sör-eredményekhez hasonlóan itt is elvégeztük a belső sztenderddel szemben történő átalakítást, majd az értékeket 42% alkoholtartalomra számítottuk át. Erre azért volt szükség, hogy a bemutatott analitikai eredmények az érzékszervi bírálat során vizsgált aromákkal nagyságrendileg összeegyeztethetők legyenek. A közölt eredmények relatív területértékeket jelölnek.

A 5. ábra a sörpárlatok fő aromavegyületeit mutatja be, 100%-ig halmozott oszlopdiagram formájában. Ahogyan a sörminták esetében, a területek százalékos értékeinek egymáshoz hasonlítása az adott vegyületen belül értelmezhető!

5. ábra: Sörpárlatok GC-MS eredményeinek összehasonlítása
(Forrás: saját munka)



A párlatok esetében a legtöbb aldehidet és terpént a Meggy sörpárlat tartalmazta. A gyümölcs kiegészítés hatása egyértelműen megmutatkozott a benzaldehidnek és a meggy elsődleges aromaanyagainak (terpének) köszönhetően. Az alkánok, alkoholok és észterek mennyisége közel azonos volt a sörpárlatokban. A legtöbb ketont viszont a Szalon sörpárlatban azonosítottuk. Az ábrára felkerült a szulfidok kémiai csoportja is, amely legnagyobb mennyiségben a Tiszai sörből készült párlatban, ezt követően pedig a Szalon sörpárlatban volt jelen. (Ennek jelentőségét az érzékszervi bírálat elemzése során fejtjük ki.) A 4. és az 5. ábra összehasonlítása alapján megállapítható, hogy a lepárlásnak köszönhetően egyes vegyület csoportok mennyiségi aránya (aldehid, keton, terpén) teljesen megváltozott a vizsgált sör típusokban, amelynek hátterében egyrészt a vegyületek eltérő illékonysága, másrészt a lepárlás során lezajló töményítés (koncentráció változás) áll. E hatásoknak tulajdonítható, hogy egyes vegyületek eltűntek, mások pedig, amelyek a sörben kimutatási határ alatt voltak, megjelentek a párlatokban.

A sörpárlatokban nagyobb mennyiségben előforduló fontosabb aromavegyületeket és ezek fő aromatulajdonságait a 16. táblázat mutatja be.

16. táblázat: A sörpárlatok fő aromavegyületei és tulajdonságaik
(Forrás: saját munka)

VEGYÜLET		TULAJDONSÁG	ELŐFORDULÁSA ⁸				
			Tiszai	Szalon	Búza	Barna	Meggy
Aldehyd	Benzaldehyde	Mandula, malátás	●●●	●●	●●	●●	●●●●●
	Butanal, 3-methyl-	Banán, alma, cseresznye	●●	●●●	●●	●●●	●●●
	Decanal <n->	Vaj, narancshéj	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
	Hexanal <n->	Vaj, borszerű	●●	●●●●	●●	●●●	●●●
	Nonanal <n->	Húzó, keserű, zöld	-	-	●●●	●●●	-
	Octanal <n->	Narancshéj, vaj	-	●●●	●●●	●●●	-
Alkán	Pentadecane <n->	Viaszos	●●	-	-	-	●●
	Pentane, 2,2,4-trimethyl-	Petrolos	-	●●●●	●●●	●●●	-
	Dodecane	Alkán-szerű	●●●●	●●●●	●●●	●●●●	●●●●
	Tetradecane <n->	-	●●●●	-	●●●	●●●	●●●●
Alkohol	1-Butanol, 2-methyl-	Banán, zöld, oldószer	-	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
	1-Dodecanol	Kókuszdió, banán	●●●	-	●●	●●	●●
	1-Heptanol	Kókuszdió, kellemetlen	-	-	●●●	●●●	-
	1-Nonanol	Kókuszdió, dióolaj	●●●	●●	●●	●●●	-
	1-Octanol	Kókuszdió, dióolaj		●●●	●●●	●●●	●●●●
	Benzyl alcohol	Mandula, vaj	●●●	●●●	●●●	●●●	-
	Heptyl alcohol <4->	-	●●	●●	-	●●	●●
	Hexanol <2-ethyl->	Kókuszdió	●●●	●●●	●●●	-	-
	Hexanol <n->	Kókuszdió, zöld, kellemetlen	●●●	●●●	-	-	●●●
	Isobutyl alcohol	Banán	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
	Isopentyl alcohol (Isoamyl alcohol)	Banán, édeskés	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
Ésster	Acetate <2-methylbutyl->	Banán, alma, körte	●●●●●	-	-	-	-
	Acetate <ethyl->	Oldószer, banán, ragasztó	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●●	●●●●
	Acetate <isobutyl->	Oldószer, gyümölcsös, brandy	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
	Acetate <pentyl->	-	-	-	●●	●●●	-
	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	Rózsa, méz, alma, édeskés	●●●	●●●	●●●	●●●	-
	Acetic acid, heptyl ester	Körte, gyümölcs, édeskés	●●●	●●●	●●●	●●●	-
	Acetic acid, octyl ester	Kókuszdió, zöldségfélék	●●●	●●●	●●	●●	●●●
	Butanoic acid, 2-methyl-, hexyl ester	Földieper	●●●	●●	●●●	●●●	●●

⁸ A jelölés nagyságrendet mutat.

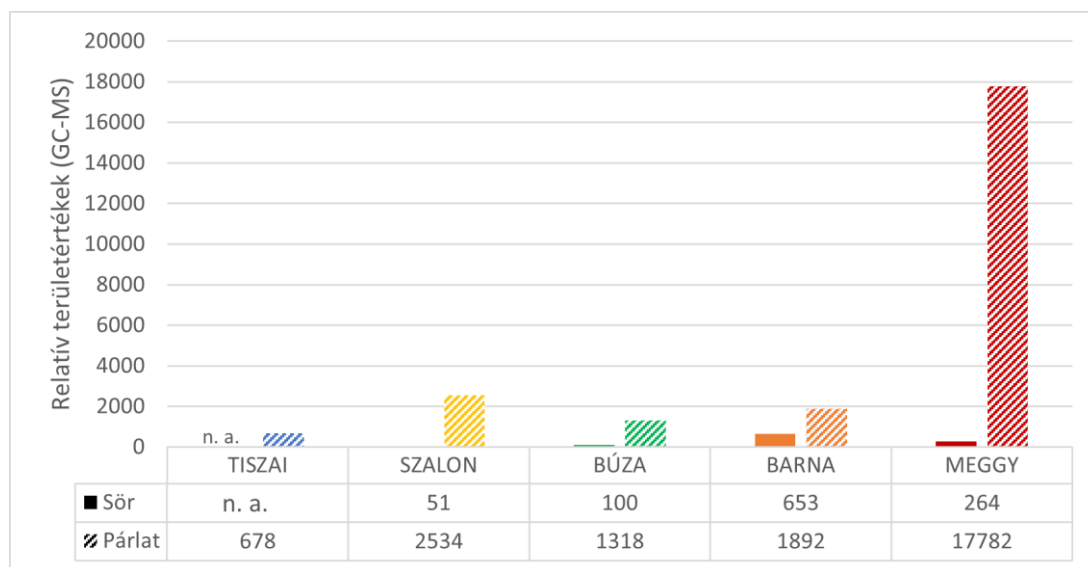
	Butyrate <2-methyl-, ethyl->	Alma, zöld, kiwi, földieper	••	••	••	••	••
	Butyrate <ethyl->	Papaja, vaj, édeskés, alma, parfümös	••••	••	••••	••••	••••
	Crotonate <ethyl->	Tropikus gyümölcs	•••	-	••	•••	-
	Decanoate <ethyl->	Brandy, szőlő, körte	••••	••••	••••	••••	••••
	Dodecanoate <ethyl->	Virágos, gyümölcsös	••••	•••	••••	•••	•••
	Ethyl 5-methylhexanoate	-	••	•••	••	•••	•••
	Ethyl 9-decenoate	-	•••	••••	••••	••••	•••
	Geranic acid <methyl-> ester	-	•••	-	-	•••	•••
	Heptanoate <ethyl->	Gyümölcsös, parfümös, brandy	•••	••••	•••	•••	•••
	Hexanoate <ethyl->	Gyümölcsös	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••
	Hexyl acetate	Édeskés, parfümös	••••	••••	•••	••••	
	Isoamyl acetate	Banán, alma, oldószer	-	•••••	-	-	•••••
	Isobutyrate <ethyl->	Alma, édeskés	••	••	-	••	••
	Isobutyrate <isobutyl->	Gyümölcsös	-	•••	-	-	•••
	Isovalerate <ethyl->	Gyümölcsös, alma, édeskés, ananász	••	••	-	-	•••
	Nonanoate <ethyl->		••	••••	•••	•••	•••
	n-Propyl acetate	Oldószer, édeskés, parfümös	••	••	•••	-	-
	Octanoate <ethyl->	Őszibarack, brandy, virágos	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••
	Octanoate <isopentyl->	Gyümölcsös	•••	••	•••	••	•••
	Octanoate <methyl->	Gyümölcsös, narancs, viasz, bor	••	••	-	••	••
	Phenylacetate <ethyl->	Rózsa, méz, alma, édeskés	••	••	••	•••	•••
	Propanoate <ethyl->	Alma, ananász, rum	•••	•••	•••	•••	•••
	Tetradecanoate <ethyl->	Viasz	•••	•••	•••	••	••
	Tiglate <ethyl->	Gyümölcsös	••	••	-	••	••
	Valerate <ethyl->	Papaja, gyümölcsös, alma, édeskés	•••	•••	-	-	•••
K	Damascenone <beta->	Virágos	-	•••	-	-	•••
Terpén	Citronellol	Citrusfélék, zöld, rózsa	•••	•••	-	-	••
	Cymene <ortho->	-	-	-	-	-	••••
	Eucalyptol	Eukaliptusz, kámfor, menta	•	-	-	-	••••

	Farnesene <(E,E)-, alpha->	Főtt zöldségfélék, virágos, fás	•••	••	•••	•••	•••
	Linalool	Ánizsmag, virágos, levendula, citrom, rózsa	•••	•••	•••	•••	••••
	Ocimene <beta->	Virágos	••	••	-	••	•••
	Pinene <alpha->	Cédrusfa, fenyő, gyantás	••	••	••	-	
	Terpinolene	Fenyő, gyantás	-	••	-	-	••••

4.3.3. Sörök és sörpárlatok GC-MS eredményeinek összehasonlítása

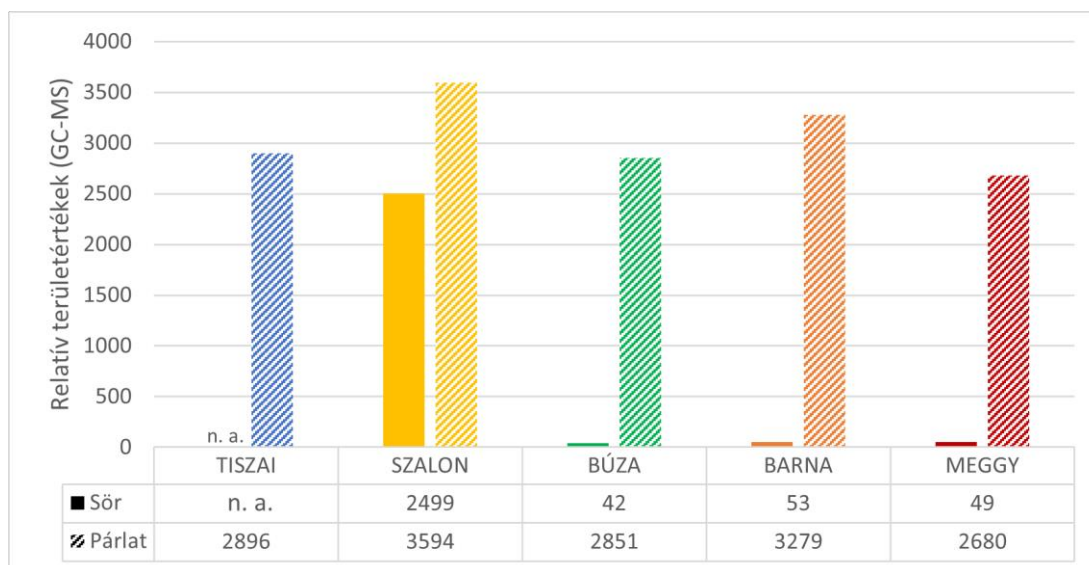
Elvégeztük a sörök és a sörpárlatok aromajellegéért felelős főbb vegyületcsoportok mennyiségének összehasonlítását. Az eredményeket 6-11. ábra mutatja be.

6. ábra: Sörök és sörpárlatok aldehidtartalmának összehasonlítása
(Forrás: saját munka)



Az aldehidtartalom-változásban egyértelmű növekedés figyelhető meg, ami annak köszönhető, hogy ezek a vegyületek nagy illékonysággal rendelkeznek és jól elválaszthatóak a középpárlati frakcióban. Míg a sörökben összesen 3 aldehid vegyületet azonosítottunk, addig a sörpárlatokban 6 aldehid vegyület volt kimutatható. A változás különösen látványos a Meggy sörpárlat esetében, amelyben a benzaldehidtartalom az alapanyaghoz képest cca. 210-szeres növekedést mutat.

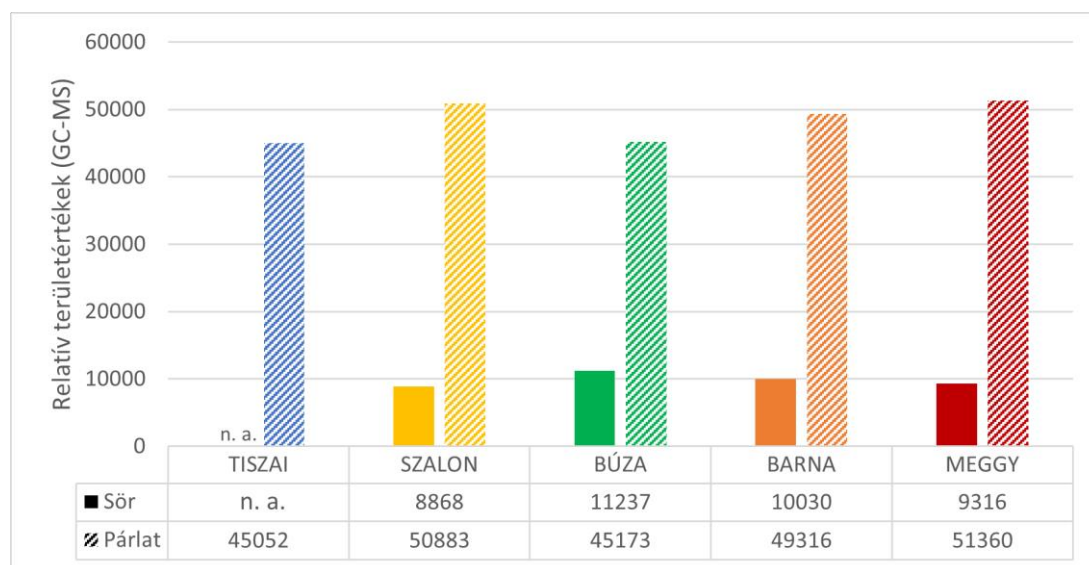
7. ábra: Sörök és sörpárlatok alkántartalmának összehasonlítása
(Forrás: saját munka)



Az alkántartalom-változással kapcsolatban a Szalon sör és párlata mutat a többitől eltérő arányt. Ebben a sörben a dodekán-tartalom ötvenkétszerese volt a többi mintáénak.

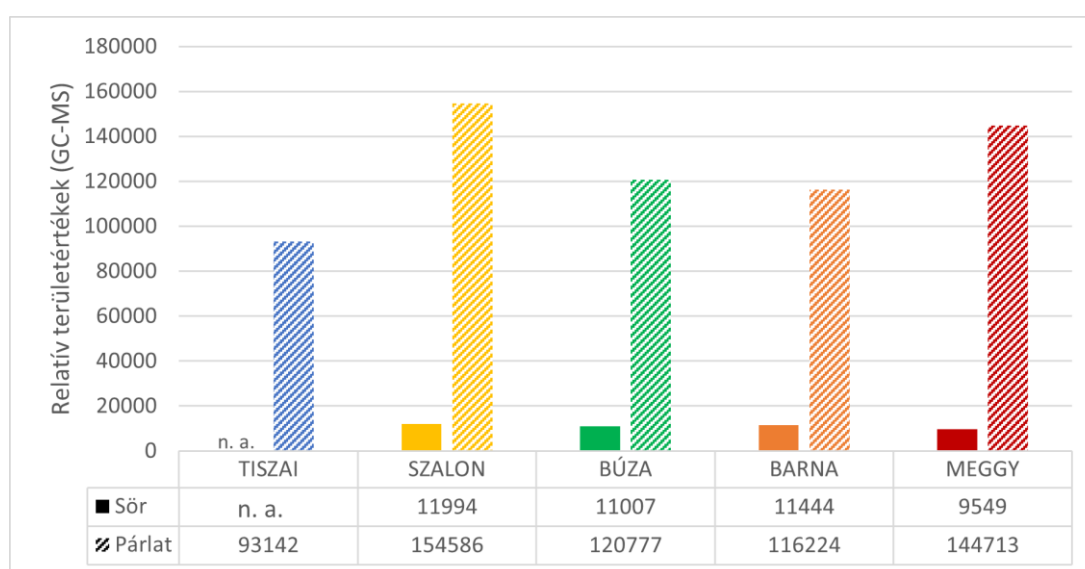
A desztillációt követően a párlatok összes alkántartalma közel azonos volt. Mind a sörökben, mind a sörpárlatokban 4-4 alkán vegyületet azonosítottunk (15., 16. táblázat), viszont az érdekes, hogy Cyclaprop nevű, virágos jegyeket adó alkán vegyület, amely a sörben benne volt, eltűnt a sörpárlatokból és 2,2,4-trimethyl-Pentane elnevezésű alkán jelent meg egyes párlatokban, amelyhez kedvezőtlen érzékszervi tulajdonság (petrolós) társítható.

8. ábra: Sörök és sörpárlatok alkoholtartalmának összehasonlítása
(Forrás: saját munka)



A magasabb rendű alkoholtartalom változása minden tétel esetében jelentős. E csoportot összesen 32 különböző vegyület alkotta, mennyiségi arányuk a párlatban illékonyaságuk és az előpárlat-középpárlat, középpárlat-utópárlat elválasztás alapján alakult ki. Végző koncentrációjuk nagyjából egyforma a különböző párlatokban. Viszont átalakult a magasabb rendű alkoholok diverzitása a sört és a sörpárlatot összehasonlítva (15., 16. táblázat). A főbb vegyületek közül a sörökben összesen 17 vegyületet, míg a sörpárlatokban 11 vegyületet emelhetünk ki.

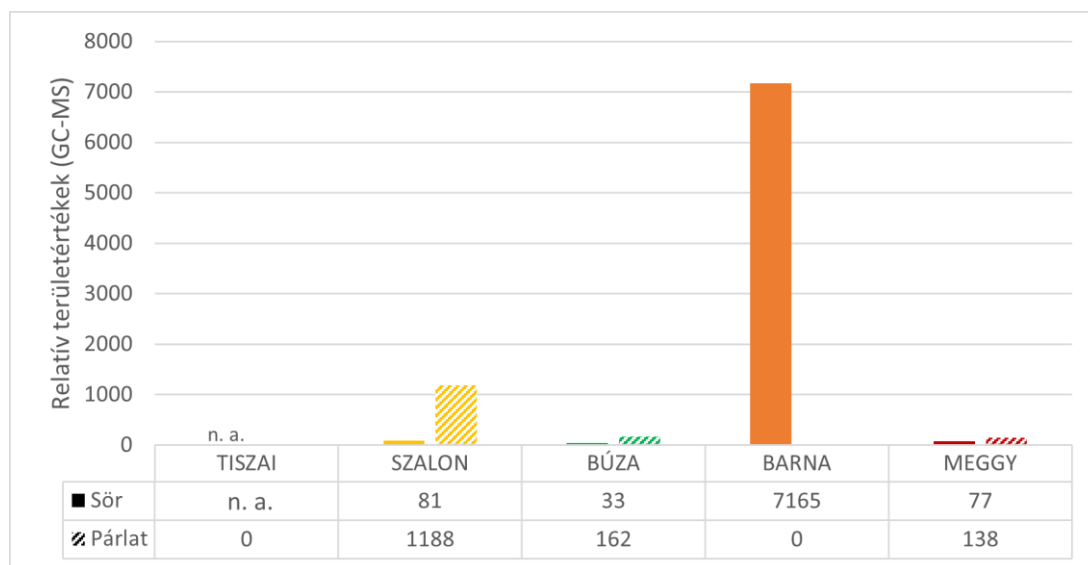
9. ábra: Sörök és sörpárlatok észtertartalmának összehasonlítása
(Forrás: saját munka)



Az észtertartalom-változásban minden esetben növekedésről beszélhetünk. Ez a vártnak teljes mértékben megfelel, mivel nagy illékonyasággal rendelkező, érzékszervi szempontból igen fontos középpárlati komponensekről van szó. Legnagyobb növekedésről a Szalon és a Meggy párlatok esetében beszélhetünk.

Említésre méltó, hogy a sörök összes észtertartalmát az összesen kimutatott 58 vegyületből csupán 27-29 vegyület, a párlatokét 27-37 különböző vegyület alkotta. Ez azt jelenti, hogy kb. a vegyületek fele mennyiségileg olyan minor alkotórész, amely vagy a desztilláció előtt volt, vagy azt követően került kimutatási határ alá. Ez visszavezethető a párlatfrakciók elválasztására (elő-középpárlat és közép-utópárlat), valamint a vegyületek hőre való érzékenységre is. A sörök és a párlatok összes közös észtertartalmát valójában 12 vegyület befolyásolja döntően, ezek közül is a 2-metilbutil-acetát, az etil-acetát, az etil-dodekanoát, az etil-hexanoát, az izoamil-acetát és az etil-oktanoát mutat kimagaslóan nagy értékeket.

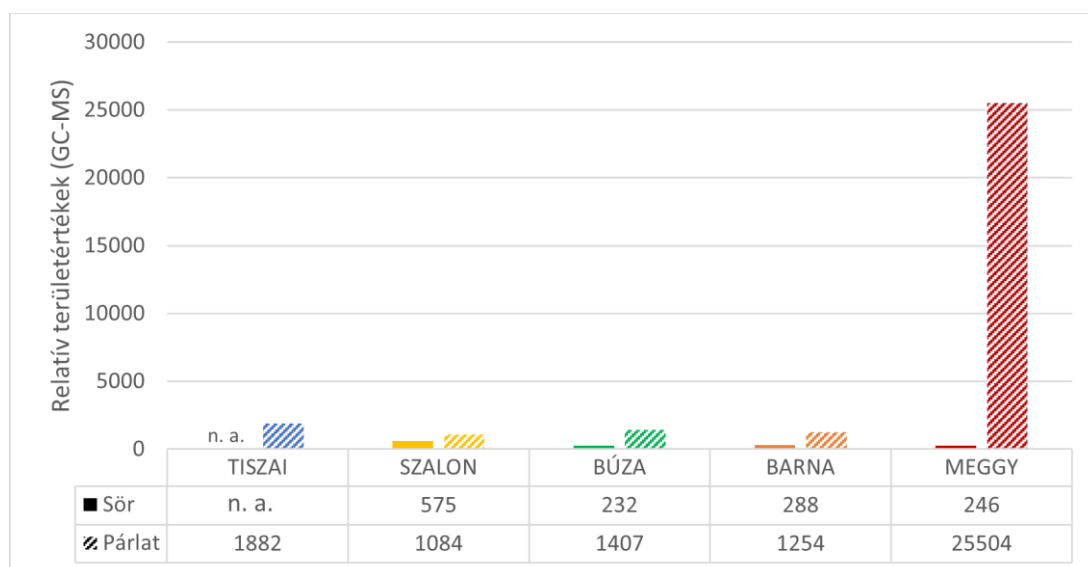
10. ábra: Sörök és sörpárlatok ketontartalmának összehasonlítása
(Forrás: saját munka)



A ketontartalmat illetően a Barna sör esetében határozott változásról beszélhetünk. A sör ketontartalmának gerincét adó 8-nonén-2-on, heptán-2-on és heptilmetil-keton egyike sem kimutatható a középpárlatban.

Szalón sörpárlat esetében az alapanyag kiinduló béta-damaszcenon-tartalma nagyobb növekedésen esett át.

11. ábra: Sörök és sörpárlatok terpéntartalmának összehasonlítása
(Forrás: saját munka)



A teljes terpéntartalom mindegyik párlatban növekedett a kiinduló sörmintákhoz képest. Ugyanakkor a Búza és a Barna sörnél a citronellol mennyisége kimutatási határ alá csökkent.

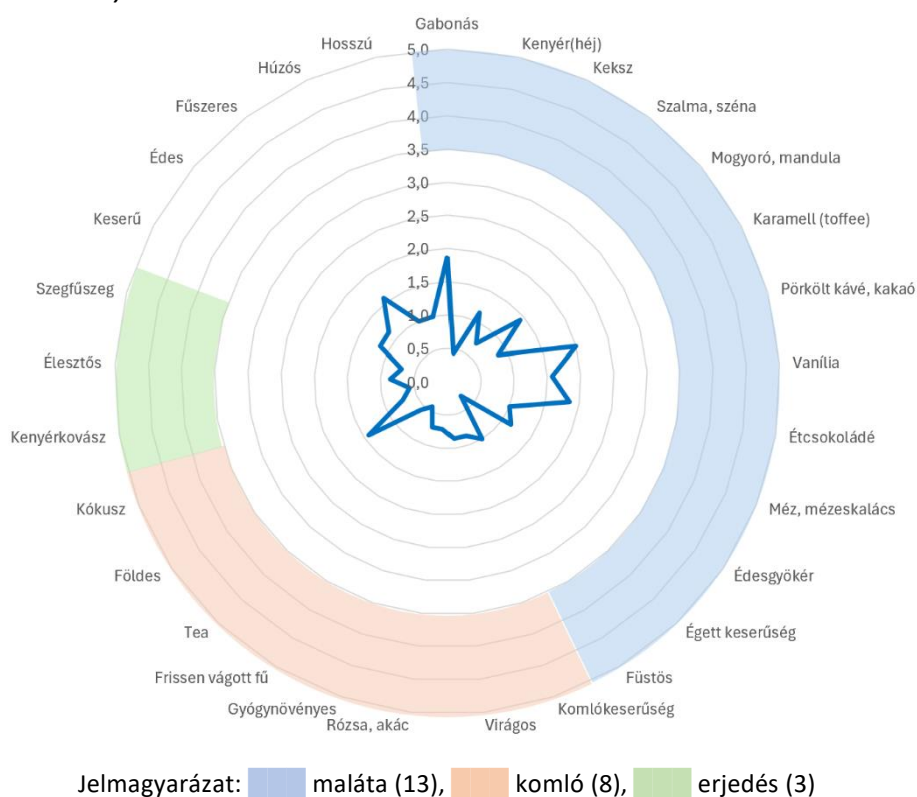
Az α -farnezén mennyisége minden párlatban jelentősen nőtt. A legnagyobb változáson azonban a Meggy párlat esett át. Ennél több terpénvegyület koncentrációjának erőteljes növekedéséről számolhatunk be, köztük jelentősen gyarapodott a citronellol, az orto-cimén, az eukaliptol, az α -farnezén, a linalool, a β -ocimén és a terpinolén mennyisége is.

4.4. SÖRPÁRLATOK ÉRZÉKSZERV EREDMÉNYEI

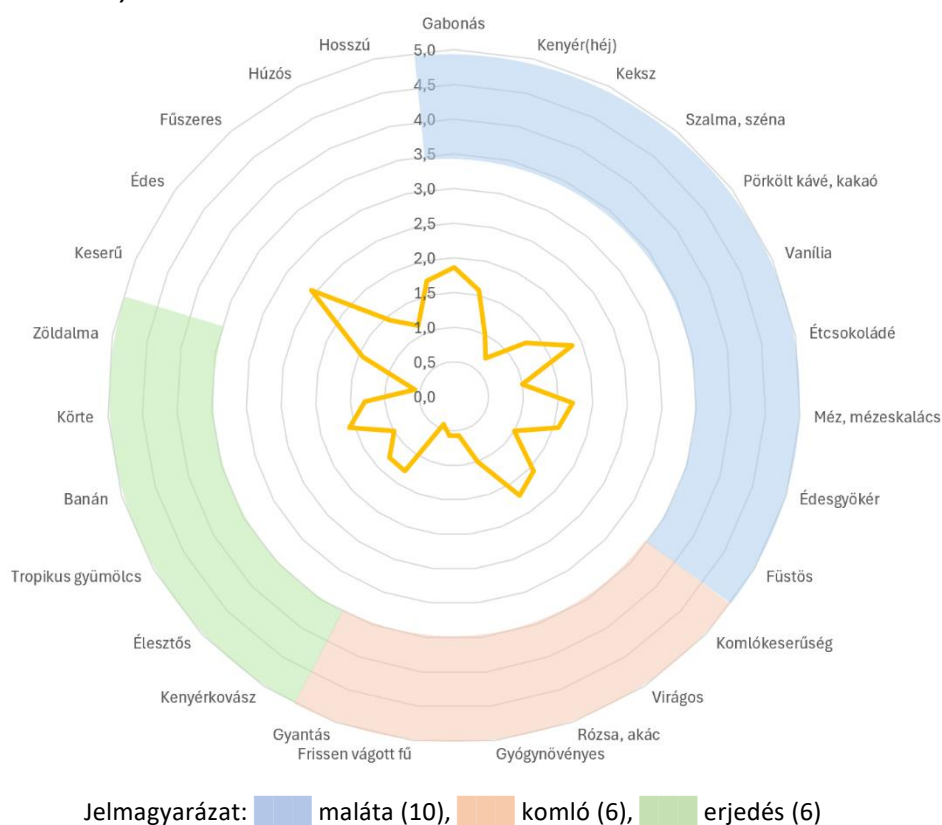
4.4.1. Sörpárlatok aromaprofil-vizsgálata

A sörpárlatok érzékszervi vizsgálati eredményeit a 12-16. ábrák szemléltetik. Az adott párlat aromadiagramján csupán azok az aromakomponensek jelennek meg, amelyeket a bírálók legalább 25%-a felismerni vélt a párlatban. Az egyes aromacsoportokat (maláta, komló, erjedés) színkódok jelölik. A diagram többi részét az egyéb leíró, összegző jellemzők alkotják.

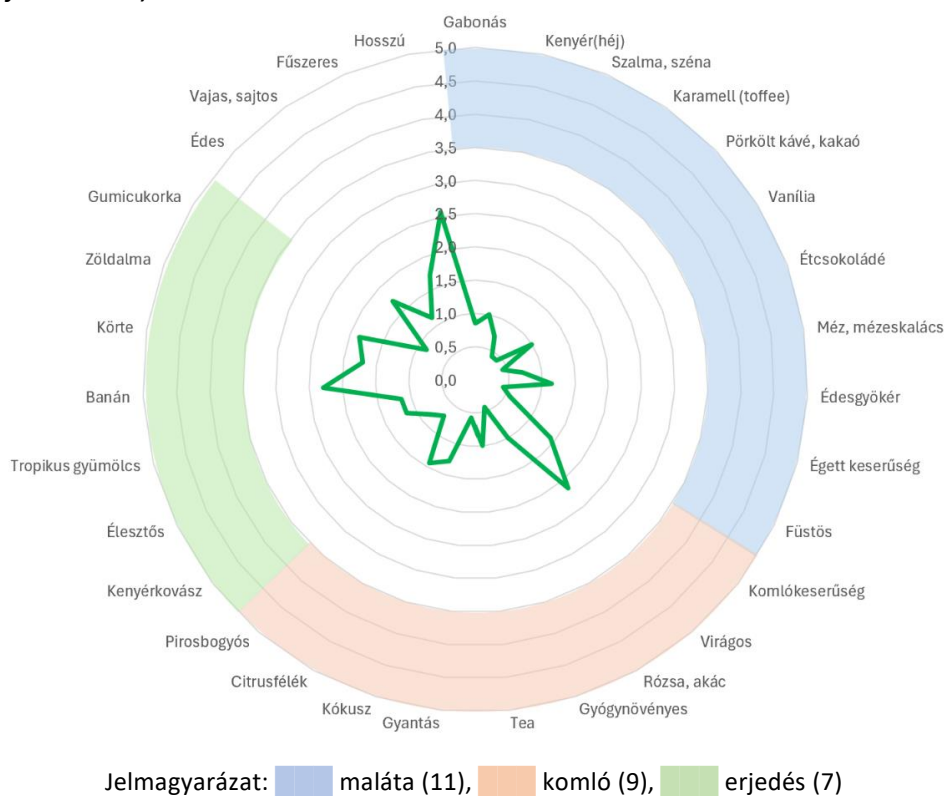
12. ábra: Tiszai sörpárlat aromaprofilja
(Forrás: saját munka)



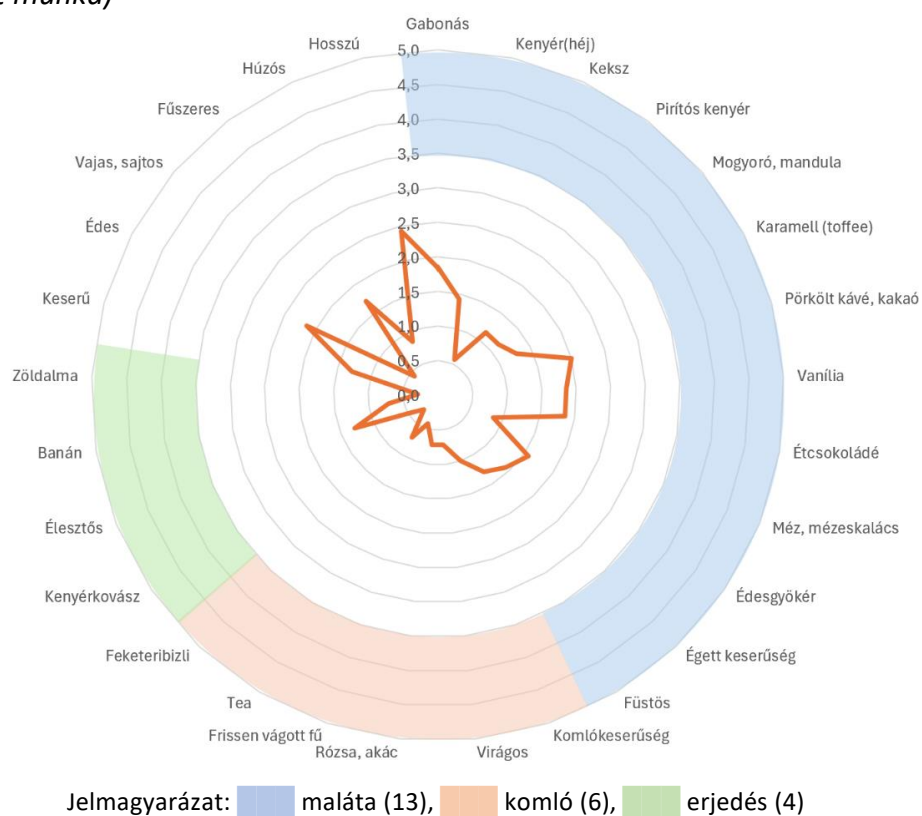
13. ábra: Pécsi Szalon Anno 1848 sörpárlat aromaprofilja
(Forrás: saját munka)



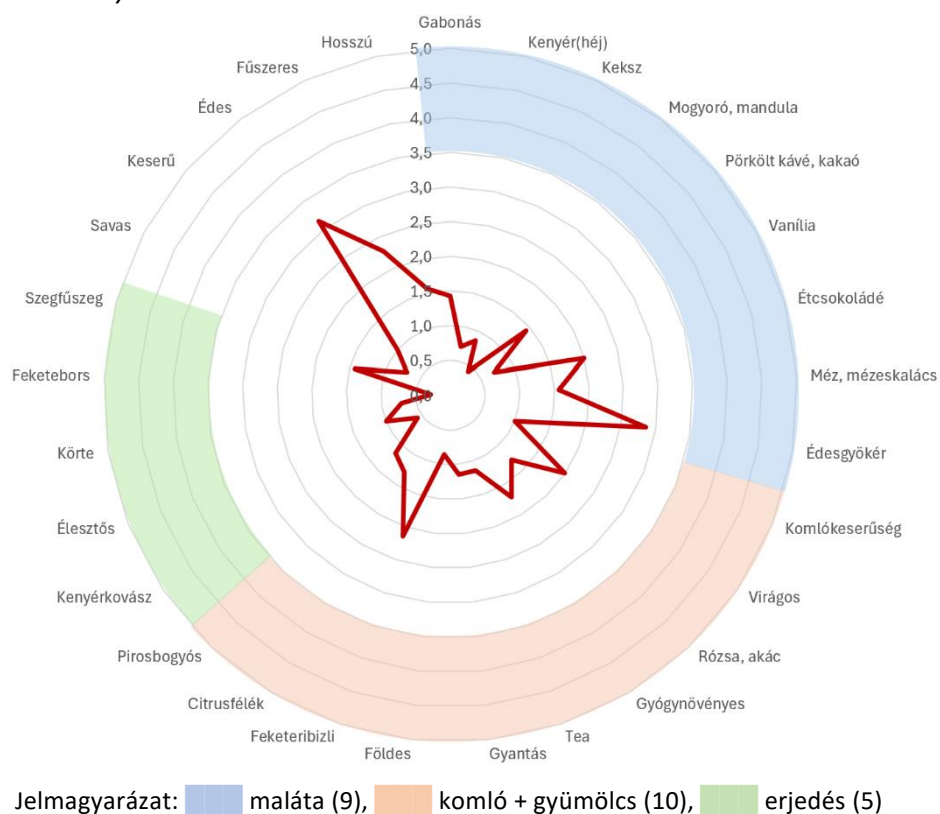
14. ábra: Pécsi Prémium Búza sörpárlat aromaprofilja
(Forrás: saját munka)



15. ábra: Pécsi Prémium Barna sörpárlat aromaprofilja
(Forrás: saját munka)



16. ábra: Pécsi Prémium Meggy sörpárlat aromaprofilja
(Forrás: saját munka)



A 12-16. ábrák alapján megállapítható, hogy a különböző sörök az aromakomponensek tekintetében is igen változatos sörpárlatokat eredményeztek. E különbségek a jelölt aromakomponensek intenzitásában és számában is megfigyelhetők.

A 17. táblázat az aromadiagramok kiértékeléséből származó darab-értékeket és ezeknek az összes előre megadott aromához (36 db) viszonyított százalékos arányát tartalmazza.

17. táblázat: Sörpárlatok aromaprofil-eredményeinek összehasonlítása
(Forrás: saját munka)

SÖRPÁRLAT	AROMA				LEÍRÓ (db)
	ÖSSZES AROMA (db)	MALÁTA (db)	KOMLÓ (db)	ERJEDÉS (db)	
Tiszai	24 (67,7%)	13 (54,2%)	8 (33,3%)	3 (12,5%)	5 (83,3%)
Szalón	22 (61,1%)	10 (45,4%)	6 (27,3%)	6 (27,3%)	5 (83,3%)
Búza	26+1 (72,9%)	11 (40,7%)	9 (33,3%)	7 (26,0%)	4 (66,7%)
Barna	23 (63,9%)	13 (56,5%)	6 (26,1%)	4 (17,4%)	6 (100%)
Meggy	24 (67,7%)	9 (37,5%)	10 (41,7%)	5 (20,8%)	5 (83,3%)

Míg a Tiszai, a Szalón, a Barna és a Meggy sörpárlatokban nagyjából azonos, 22-24 db különböző aromát azonosítottak a bírálók (61,1-67,7%-os egyezés), addig az aromák száma a búzasörből készült párlatban volt a legmagasabb (27 db). Ez volt továbbá az egyetlen párlat, amelynél a bírálók 25%-a bővítette az előre felsorolt aromalistát, még hozzá a „gumicukor” kifejezéssel. Mivel az aromák száma a párlatok sokszínűségét jelöli, megállapítható, hogy a búzasörből készült párlat aromakomplexitása volt a legnagyobb.

Ezt követi a Meggy és a Tiszai sörpárlat, majd a Barna és a Szalón sörpárlatok.

Általánosságban elmondható, hogy a párlatokban azonosított aromákat a malátából származó komponensek uralták (40,7-56,5%), a komlóhoz köthető jegyek 26,1-33,3%-ban, az erjedésből származó aromák pedig 12,5-27,3%-ban jelennek meg. Mindezek alól kivételt képez a Meggy sörpárlat, amelynek aromavilágát döntően befolyásolta a sörgyártás során felhasznált meggyűrítmény. A Meggy sörpárlat eredményeit (37,5% maláta-, 41,7% komló- és 20,8% erjedési aroma) ennek fényében szükséges értelmezni. Megjegyzendő ugyanakkor, hogy a látszólag tipikusan gyümölcshasználata visszavezethető aromák (feketeribizli, citrusfélék, pirosbogyós gyümölcsök) sem kizárólagosan a Meggy sörpárlatban fordultak elő (12-16. ábra).

A leíró, összegző tulajdonságok több mint kétharmadát mindegyik párlatban felismerték a bírálók. Ebben a tekintetben a Barna sörpárlat vezet (100%), melyben a keserű, édes, vajas, sajtos, fűszeres, húzós és hosszú lecsengésű jellemzők mindegyike azonosításra került. Az eredmény a gyártástechnológia ismeretében magyarázható, lévén ez a sör típus többféle, intenzíven pörkölt, különleges malátát és komlót is tartalmaz. Aromakomplexitás, azaz az azonosított aromák számának tekintetében ugyanakkor, a Barna sörpárlat nem emelkedik ki a mezőnyből. Az aromaprofil diagram alapján (15. ábra) megállapítható, hogy ez a speciális malátahasználat miatt a pörkölési vezéaromák dominanciájával áll összefüggésben.

Érzékszervileg a Szalon sörpárlatban volt elkülöníthető a legkevesebb aromakomponens, de ezek többsége nagy intenzitással szerepelt, így elmondható, hogy a Szalon sörből visszafogott, mégis harmonikus összetételű párlatot kaptunk.

A Tiszai sörpárlat az aromák számát tekintve a középmezőnybe került, viszonylag alacsony intenzitásértékekkel. A párlat az eredmények alapján egyszerűnek, egysíkúnak mondható. A Tiszai sörpárlatnál a bírálók megjegyezték, hogy illatban szúrós, nehéz, merkaptános aromakarakterrel találkoztak. E jellemző a gázkromatográfiás eredmények ismeretében a párlatban dúsuló kéntartalmú szerves illókomponensek (dimetil-triszulfid) magas koncentrációjával magyarázható.

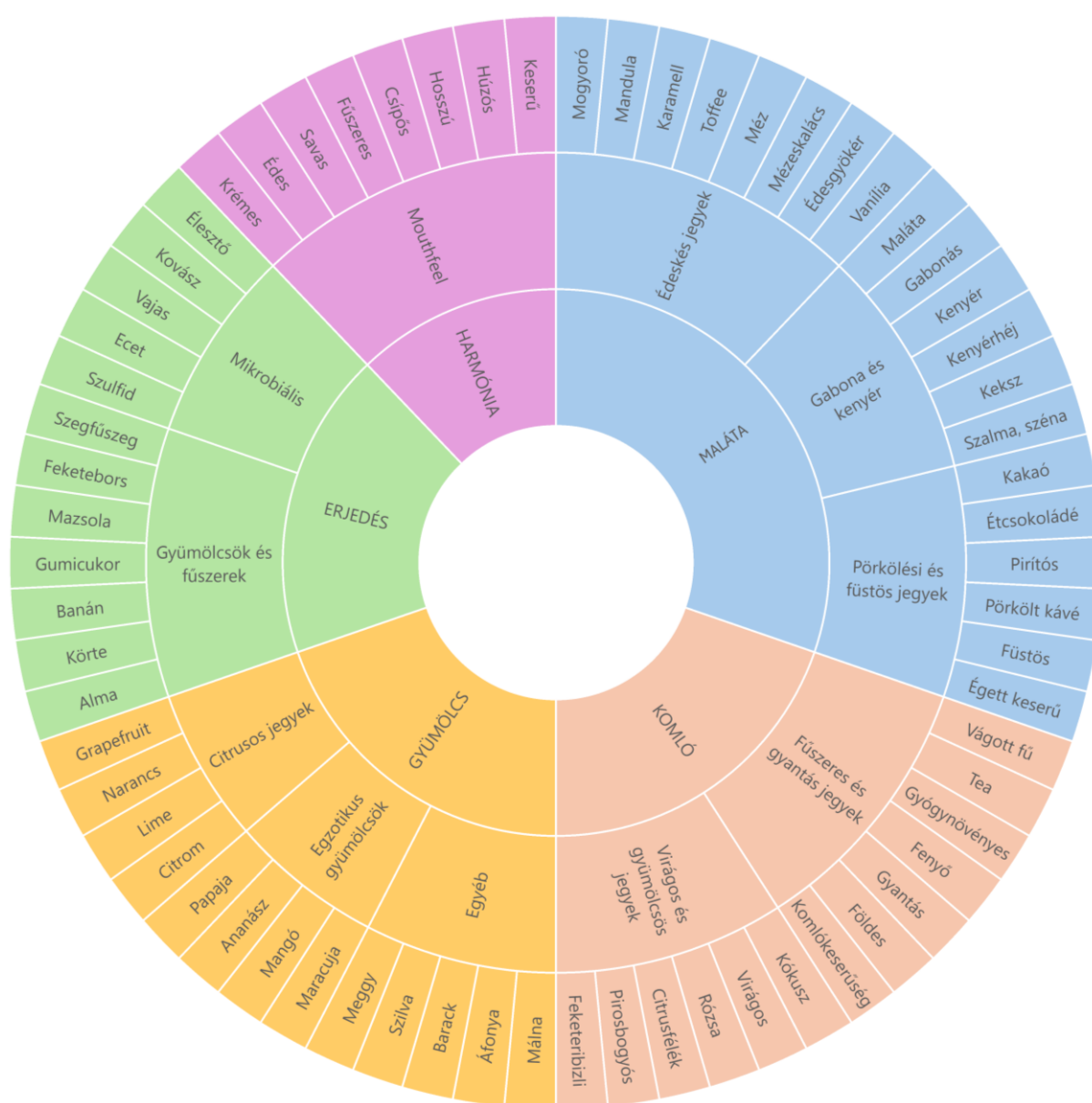
4.4.2. Sörpárlat aromakorong

A sörpárlat aromakorong elkészítése során (17. ábra) első lépésként a párlatok különböző aromaösszetevőinek azonosítására és csoportosítására került sor, figyelembe véve a szakirodalmi és mind az analitikai, mind az érzékszervi értékelés során kapott adatokat. Az ábra struktúrájának kialakításakor az elemzett sörpárlatok legjellemzőbb illat- és ízjegyei egy átfogó kategóriarendszerbe kerültek, amely lehetővé teszi az aromajegyek világos és rendszerezett megjelenítését. Ezzel a módszerrel a különböző típusú aromák, például gyümölcsös, fűszeres, malátás vagy fás jegyek, könnyen azonosíthatóvá váltak, amely az ábra közérthetőségét szolgálja.

Az aromakorong kidolgozásában az analitikai (GC-MS) és érzékszervi eredmények integrációja alapvető szerepet játszott. A gázkromatográfiás elemzés pontos képet adott a

sörpárlatokban jelen lévő illékony vegyületekről, míg az érzékszervi vizsgálatokkal a szakértők tapasztalati úton értékelték az aromaelemeket. Az így nyert adatok összevetése lehetővé tette, hogy a korongon megjelenített aromaprofil valósághűen tükrözze a sörpárlatok komplexitását. Végül az eredetileg felsorolt 36 aroma- és 6 leíró komponenst 58 aromára és 8 szájérzést leíró elemre bontottuk. Az analitikai mérések alapján meghatározott főbb vegyületeket és azok érzékszervileg is domináns jegyeit az ábrán úgy helyeztük el, hogy az illat- és ízérzékelési jellemzők könnyen azonosíthatók legyenek.

17. ábra: Sörpárlat aromakorong
(Forrás: Saját munka)



Az ábra felépítése öt főcsoportra épül. Ezek közül négy az aromajegyek forrásait, egy pedig a harmóniát (összképet) képviseli. Ezek a főcsoportok magukban foglalják az alapanyagból, a malátából, a komlóból és a gyümölcsökből származó aromajegyeket, valamint az élesztők tevékenysége, vagyis az alkoholos erjedés során keletkező esszenciákat. A korongot a szájérzetet (mouthfeel) leíró főbb fogalmak egészítik ki. A főcsoportok további alcsoportokra vannak bontva, amelyek az aromaaktív anyagok kémiai összetétele, a sörkészítési technológia, valamint a gyártás biokémiai folyamatai szerint lettek elrendezve. A korong külső ívén a gyakorlati érzékszervi vizsgálatok során alkalmazott aromaleíró kifejezések találhatók, amelyek segítik a sörpárlatok objektív értékelését és jellemzését.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A szakdolgozat eredményeiből kiderült, hogy a kereskedelmi sörtételek alkalmasak minőségi, összetett aromakarakterrel bíró sörpárlatok készítésére, de nem egyforma mértékben.

Az analitikai és érzékszervi vizsgálatok alapján levonható az a következtetés, hogy a legnagyobb észtertartalommal és aromakomplexitással azok a párlatok rendelkeztek, amelyek söreit különböző, sajátos alapanyagok felhasználásával gyártották. Vizsgálatunkban ilyen téren a Búza, a Barna és a Meggy sörök párlatai emelkedtek ki. Előbbi többféle gabonamaláta (árpa és búza) keverékéből, speciális komlózással és intenzív aromatermelő-képességgel rendelkező élesztőtörzsek használatával készült. A barna sörnél a különféle alap- és sötét maláták, valamint a harmonikus komlóhasználat érvényesült. A meggy-sör esetében pedig a gyümölcsből származó aromák egyedi, egzotikus jegyekkel egészítették ki a sörpárlat malátás-komlós alaptónusát.

Ezzel szemben a Tiszai és Szalon sör nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket. Az elkészült párlatokban az alapanyagok és a sörök egyszerűsége tükröződött vissza.

A nagyműszeres analitikai mérések, kiválóan kiegészítették a klasszikus analitikai módszereket, mivel nagyobb érzékenységet és részletességet biztosítottak a mintákban jelenlévő vegyületek azonosításához és mennyiségi meghatározásához. Ezek a technikák lehetővé tették a komplex aroma- és ízprofil kialakításában szerepet játszó komponensek precíz feltérképezését, ezzel segítve a részletes és objektív aromatérkép kialakítását.

Belátható azonban, hogy még a gyakorlott szakemberek számára is nehézséget okozhat többszáz kémiai aromavegyület értelmezése. Erre a problémára kínál megoldást az aromakorong, amelynek gyakorlati előnye, hogy egyszerű, vizuális formában rendszerezi a komplex aromajegyeket. Ez nemcsak a kommunikációt könnyíti meg a szakemberek (és a laikusok) között, hanem a termékek összehasonlítását is közvetlenül szolgálja.

A szakdolgozat során megvalósított kutató- és fejlesztőmunka eredményei alapján javasoljuk a különböző gyártóktól származó búza-, barna és gyümölcsös sörök további technológiai, analitikai és érzékszervi kutatását párlatok előállítására céljából.

Az aromakorong bővítése céljából javasoljuk a sörpárlatok hosszabb távú fahordós érlelésének hatásvizsgálatát az érzékszervi tulajdonságokra. A hordóból származó aromavegyületek és az érlelés hatásai ugyanis összetett módon befolyásolhatják a termék íz- és aromaprofilját.

A dolgozat eredményei rámutatnak arra, hogy a sörpárlatok nemcsak a sörök alapanyagának és gyártási technológiájának sokféleségét képesek átöröközni, hanem új lehetőségeket is kínálnak a kézműves italok világában. A sör- és párlatipar folyamatosan változó és egyre innovatívabb piacán ez a kutatás alapot adhat a sörpárlatok gyártásának továbbfejlesztésére, új termékkategóriák megjelenítésére, és támogatja a fogyasztók edukációját az új ízprofilok megértésében és élvezetében. A dolgozat által elért eredmények így nemcsak tudományos szempontból érdekesek, hanem gyakorlati hatásukkal a sörpárlatok hosszú távú sikerét és minőségi fejlődését is elősegíthetik.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A szakdolgozat a sörpárlatok iránti egyre növekvő érdeklődést kihasználva vizsgálja különböző sör típusok lepárlásával nyert párlatok aromaösszetételét és érzékszervi tulajdonságait. A kutatás célja öt sör típusból készült sörpárlat előállítás, majd ezek kémiai és érzékszervi elemzése annak feltárására, hogy az alapanyagok és a gyártási technológia miként befolyásolják a párlatok aromaprofilját és ízvilágát. A dolgozat három fő vizsgálati módszert alkalmaz: laboratóriumi rutinanalitikai méréseket, gázkromatográfiás (GC-MS) elemzést és érzékszervi profilanalízist.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a kereskedelmi forgalomban kapható sörök mind alkalmasak sörpárlatok előállítására, ugyanakkor az alapanyag és a gyártási technológia jelentős hatást gyakorol a párlatok aromakomplexitására, karakterére és minőségére. Egyedi tulajdonságokkal rendelkező sörpárlatok előállítására különösen alkalmasnak bizonyultak azok a sörök, amelyek speciális alapanyagokból és különleges sörfőzési technikákkal készültek.

A szakdolgozat eredményeként létrejött aromakorong gyakorlati segítséget nyújthat a sörpárlatokra jellemző aromajegyek felismerésében és objektív értékelésében, elősegítve ezzel a sörpárlatok minőségi fejlődését és a bírálati folyamatot.

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetemet szeretném kifejezni témavezetőmnek, Dr. Kun Szilárd tanár úrnak, aki a szakdolgozat elkészítésének teljes folyamatát szakértelmével és támogatásával segítette. Értékes útmutatásai és tanácsai elengedhetetlenek voltak a munka sikeres megvalósításához, és hálás vagyok türelméért, bátorításáért, valamint a dolgozatom iránt tanúsított folyamatos érdeklődéséért.

Szeretnék köszönetet mondani a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Pálinkamester szakmérnök / szaktanácsadó szakirányú továbbképzési szak oktatóinak, akik mindvégig támogattak a képzés során, és biztosították számomra azokat az elméleti és gyakorlati alapokat, amelyekre e dolgozat elkészítéséhez szükségem volt. Köszönöm a laboratóriumi eszközök és berendezések hozzáférhetőségét, valamint a segítséget Hajdú Tibornak a mérési eljárások pontos és gondos elvégzésében.

Hálás vagyok az alapanyagot biztosító Pécsi Sörfőzdeinek, Hegyesné Dr. Vecseri Beáta kutatási és fejlesztési igazgató asszonynak és Dr. Szemerey Zoltán igazgatósági elnök úrnak, akik nélkül nem valósulhatott volna meg ez a kutatás. Az általuk biztosított kiváló minőségű pécsi sörök és szakmai együttműködésük lehetővé tették, hogy a sörpárlatok aromaösszetételét alaposan tanulmányozhassam.

Külön köszönet illeti Ruppert Ignác ügyvezető urat és Öss Mónika laboratóriumi vezetőt, valamint a pécsi Cellarius laboratórium munkatársait, akik odaadó és magas színvonalú munkájukkal támogatták a gázkromatográfiás mérések precíz végrehajtását. Szakértelmük és rugalmasságuk nagyban hozzájárult a kutatás eredményességéhez, és hálás vagyok a segítségükért és a rendelkezésemre bocsátott erőforrásokért.

Szívből szeretnék köszönetet mondani szaktársaimnak és csoporttársaimnak is, akikkel a képzés alatt igazi barátság alakult ki. A közös tanulás, kutatás és az együtt töltött idő mind hozzájárult ahhoz, hogy e szakdolgozat elkészítése és a pálinkamester képzés igazán emlékezetes élmény legyen számomra.

Végezetül köszönöm feleségemnek és gyermekeimnek a bátorítást és az önzetlen támogatást tanulmányaim során.

8. IRODALOMJEGYZÉK

- Baert, J. J., De Clippeleer, J., Hughes, P. S., & De Cooman, L. (2012). On the Origin of Free and Bound Staling Aldehydes in Beer. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(46).
- Bamforth, C. W. (2009). *Beer: Tap into the Art and Science of Brewing*. Oxford University Press.
- Beaumont, S. (2022. február 1.). *Whiskeys Distilled From Beer Are Brewing*. Forrás: Whisky Advocate: <https://whiskyadvocate.com/whiskeys-distilled-from-beer-are-brewing>
- beeradvocate.com. (dátum nélk.). *Hop Profiles and Discussion*. Forrás: BeerAdvocate: <https://www.beeradvocate.com/>
- Bossaert, S., Winne, V., Van Opstaele, F., Buyse, J., Verreth, C., Herrera-Malver, B., Lievens, B. (2022). Impact of wood species on microbial community composition, beer chemistry and sensory characteristics during barrel-ageing of beer. *International Journal of Food Science and Technology*, 57, 1122-1136.
- brewerassociation.org. (dátum nélk.). *Adjunct Grains in Brewing*. Forrás: Brewer Association: <https://www.brewersassociation.org/>
- brewerassociation.org. (dátum nélk.). *Hop Profiles*. Forrás: Brewers Association: <https://www.brewersassociation.org/>
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods--a review. *Int J Food Microbiol.*, 94(3), 223-253.
- byo.com. (dátum nélk.). *Fruit Additions in Brewing*. Forrás: Brew Your Own: <https://byo.com/article/fruit-additions-in-brewing/>
- byo.com. (dátum nélk.). *Spices and Herbs in Brewing*. Forrás: Brew Your Own: <https://byo.com/article/spices-and-herbs-in-brewing/>
- Capece, A., Romaniello, R., Siesto, G., & Romano, P. (2018). Conventional and Non-Conventional Yeasts in Beer Production. *Fermentation*, 4, 38.
- Coghe, S., Adriaenssens, B., Leonard, B., & Delvaux, F. R. (2004). Fractionation of colored Maillard reaction products from dark specialty malts. *J. Am. Soc. Brew. Chem*, 62, 79-86.
- Csóka, M., & Amtmann, M. (2018). Illatos kémia. Élvezeti cikkek aroma-összetételének vizsgálata. *Magyar Kémikusok Lapja*, 229.
- Dack, R. E., Black, G. W., & Koutsidis, G. (2017). The effect of Maillard reaction products and yeast strain on the synthesis of key higher alcohols and esters in beer fermentation. *Food Chem.*, 232, 595-601.
- Dong, L., Piao, Y., Zhang, X., Zhao, C., Hou, Y., & Shi, Z. (2013). Analysis of volatile compounds from a malting process using headspace solid-phase micro-extraction and GC-MS. *Food Res. Int.*, 51, 783-789.
- Egushova, E., & Rezichenko, I. (2024). Formation of qualitative characteristics of beer drinks with fruit and berry raw materials. *Billetin of KSAU*.

Eßlinger, H. M. (2009). *Handbook of Brewing: Processes, Technology, Markets*. Germany: WILEY_VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

EU-rendelet. (2008). Az Európai Parlament és a Tanács 110/2008/EK rendelete. *Az Európai Unió Hivatalos Lapja*, L 39/16-54.

EU-rendelet. (2019). Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2019/787 rendelete. *Az Európai Unió Hivatalos Lapja*, L 130/1-54.

Figler, M. (2015). Monoszacharidok. In *Élelmiszer-tudományi ismeretek* (old.: 62-63.). Budapest: Medicina Könyvkiadó Zrt., Budapest.

Gagula, G., Đurđević-Milošević, D., Ncube, T., & Magdić, D. (2024). The effect of pasteurisation and storage on aroma compounds in lager. *J Inst Brew.*, 130, 83-92.

Gallone, B., Steensels, J., Prahl, T., Soriaga, L., Saels, V., Herrera-Malaver, B., Miraglia, L. (2016). Domestication and divergence of *Saccharomyces cerevisiae* beer yeasts. *Cell*, 166, 1397-1410.

Glatthar, J., Heinisch, J., & Senn, T. (2002). A study on the suitability of unmalted triticale as a brewing adjunct. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 60(4), 181-187.

Guerrero, B. G. (2007). Maillard Reaction. Chemistry and Consequences in Food Properties. *FOOD 7240 Topics in Food Science*.

Hieronymus, S. (2012). *For the Love of Hops: The Practical Guide to Aroma, Bitterness, and the Culture of Hops*. Brewers Publications, a division of the Brewers Association.

homebrewtalk.com. (dátum nélk.). *Hop Variety Discussion*. Forrás: Homebrew Talk: <https://www.homebrewtalk.com/>

homebrewtalk.com. (dátum nélk.). *Using Unmalted Grains in Brewing*. Forrás: Homebrewtalk: <https://www.homebrewtalk.com/>

Iváncsik, R. (2023). *Különböző sörtípusok sörpárlat készítésre való alkalmasságának vizsgálata, laboratóriumi lepárló berendezéssel történő modellezés által*. Szakdolgozat, Budapest: MATE.

Klimczak, K., Cioch-Skoneczny, M., & Poreda, A. (2024). Factors affecting beer quality during storage - A review. *Acta Universitatis Cibiniensis Series E: FOOD TECHNOLOGY*, Vol. XXVIII.

Kordialik-Bogacka, E., Bogdan, P., Pielech-Przybylska, K., & Michałowska, D. (2018). Suitability of unmalted quinoa for beer production. *J Sci Food Agric.*, 98(13), 5027-5036.

Kroh, L. W. (1994). Caramelisation in food and beverages. *Food Chemistry*, 51, 373-379.

Kun-Farkas, G. (2017. április 18.). *A maláta- és sörgyártás technológiája*. Forrás: BME Oktatás-könyvek:

http://oktatas.ch.bme.hu/oktatas/konyvek/mezgaz/BMEVEMKA610_Mezogazdasagi_iparok_technologia/Sor_%C3%A9s_malatagyartas_technologia_Kun_Farkas_Gabriella.pdf

Mosher, R. (2015). *Mastering Homebrew: The Complete Guide to Brewing Delicious Beer*. Chronicle Books.

Mosher, R. (2017). *Tasting Beer, 2nd Edition: An Insider's Guide to the World's Greatest Drink*. Storey Publishing, LLC.

Nagy, Zs. (2015). *Sörpárlatok vizsgálata és gyártástechnológiájának kidolgozása*. Szakdolgozat, Budapest: MATE.

Paine, J. B., Pithawalla, Y. B., & Naworal, J. D. (2019). Carbohydrate pyrolysis mechanisms from isotopic labeling. Part 5. The pyrolysis of D-glucose: The origin of the light gases from the D-glucose molecule. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 138, 70-93.

Palmer, J. J. (2006). *How to Brew: Everything You Need to Know to Brew Beer Right the First Time*. Brewers Publications.

Palmer, J. J. (2017). *How to Brew: Everything You Need to Know to Brew Great Beer Every Time*. Brewers Publications.

Pécsi Sörfőzde. (dátum nélkül.). pecsisor.hu/sorkinalatunk/. Forrás: Termékeink: <https://pecsisor.hu/sorkinalatunk/>

Pécsi Sörfőzde. (dátum nélkül.). [web.archive.org - www.pecsisor.hu](http://web.archive.org/web/20071202144529/http://www.pecsisor.hu/content.php?main=0&sub=1). Forrás: A Pécsi Sörfőzde zrt. története avagy „Tradíció és megújulás”: <https://web.archive.org/web/20071202144529/http://www.pecsisor.hu/content.php?main=0&sub=1>

Ratnavathi, C. V., Bala Ravi, S., Subramanian, V., & Rao, N. S. (2000). A Study on the Suitability of Unmalted Sorghum as a Brewing Adjunct. *Journal of the Institute of Brewing*, 106(6).

Salgó, A. (2009). A szénhidrátok változásai a tárolás és feldolgozás során. In *Élelmiszer-kémia* (old.: 181-182.). Budapest: FVM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Intézet.

Spamer, O. (1900). Bier-Likör. In *Handbuch der praktischen Likör-Fabrikation. Praktische Anleitung zur Darstellung aller Sorten von Likören, Branntweinen, Aquaviten, Arac, Cognac, Rum, Grog, Punsch-Extracten, verschiedenen Weinen und anderen Getränken (900 Recepte) auf kaltem Wege* (old.: 37.). Leipzig: 2. Aufl.

Strong, G. (2011). *Brewing Better Beer: Master Lessons for Advanced Home Brewers*. Brewers Publications.

Szabó, S. (2000). *Erjedézipari technológia II : az erjedés- és üdítőitalipari technikus szakképesítés tankönyve*. Budapest: Agrárszakoktatási Intézet.

Thompson, A. (2002. május 10.). *Family distillery brews passion for bierschnaps / Beer turns into premium sipping drink / Beer turns into premium sipping drink*. Forrás: SFGATE: <https://www.sfgate.com/bayarea/article/family-distillery-brews-passion-for-bierschnaps-2837899.php>

sahops.org. (dátum nélkül.). *Hop Variety Data Book*. Forrás: Hop Growers of America: <https://www.usahops.org/>

usahops.org. (dátum nélkül.). *Malting and Brewing Adjuncts*. Forrás: Hop Growers of America: <https://www.usahops.org/>

Vecseri-Hegyes, B., Farkas, G., Utassy, R., & Panyik, I. (2005). Elaboration of the Technology for the Production of Bierbrand in a Pilot Plant. *J. Inst. Brew., VOL. 111(1)*, 11-19.

Viero, C. G., Fuentes, S., & Hernandez-Brenes, C. (2021). Smart Detection of Faults in Beers Using Near-Infrared Spectroscopy, a Low-Cost Electronic Nose and Artificial Intelligence. *Fermentation*, 7,117.

yakimachief.com. (dátum nélk.). *Hop Varieties*. Forrás: Yakima Chief Hops:
<https://www.yakimachief.com/hop-varieties>

Yria, C. (2021. február 26.). *Bierbrand, the beer distillate that will surprise you*. Forrás: Yria Craft Beer:
<https://www.cervezasyria.com/en/bierbrand-the-beer-distillate-that-will-surprise-you/>

9. TÁBLÁZATOK ÉS ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. táblázat: Sörfajták alapanyag szerinti csoportosítása, 9. oldal
2. táblázat: Fő malátatípusok, 15. oldal
3. táblázat: A fő komlófajták, 18. oldal
4. táblázat: A sörfőzés során használatos főbb malátázatlan gabonapelyhek, 19. oldal
5. táblázat: A sörfőzés során használatos főbb fűszerek és gyógynövények, 20. oldal
6. táblázat: Főbb gyümölcsök és tulajdonságaik a sörfőzésben, 21. oldal
7. táblázat: A nem konvencionális élesztőtörzsek szerepe az üzemi sörgyártásban, 24. oldal
8. táblázat: Jellemző sörhibák és leírásuk, 27. oldal
9. táblázat: A felhasznált sörfajták fő paraméterei, 29. oldal
10. táblázat: Sörpárlat bírálati lapon szereplő aromák és csoportosításuk, 37. oldal
11. táblázat: A sörminták alkohol-, sűrűség-, extrakt- és fermentációs értékei Anton Paar készülék segítségével meghatározva, 38. oldal
12. táblázat: A sörminták pH-ja, színértéke, keserűség értéke és savfok értékei, 38. oldal
13. táblázat: A sörpárlat-frakciók kihozatali eredményei, 39. oldal
14. táblázat: Sörpárlatok alkohol-, pH, titrálható összes savtartalom és észtertartalom értékei, 40. oldal
15. táblázat: A sörminták fő aromavegyületei és tulajdonságaik, 42. oldal
16. táblázat: A sörpárlatok fő aromavegyületei és tulajdonságaik, 45. oldal
17. táblázat: Sörpárlatok aromaprofil-eredményeinek összehasonlítása, 54. oldal

1. ábra: A Maillard-reakció, 13. oldal
2. ábra: Hagyó-Spirit lepárlóberendezés, MATE, 30. oldal
3. ábra: Sörpárlatok készítéséhez használatos tipikus lepárlási menetrend, 31. oldal
4. ábra: Sörminták GC-MS eredményeinek összehasonlítása, 41. oldal
5. ábra: Sörpárlatok GC-MS eredményeinek összehasonlítása, 44. oldal
6. ábra: Sörök és sörpárlatok aldehidtartalmának összehasonlítása, 47. oldal
7. ábra: Sörök és sörpárlatok alkántartalmának összehasonlítása, 48. oldal
8. ábra: Sörök és sörpárlatok alkoholtartalmának összehasonlítása, 48. oldal
9. ábra: Sörök és sörpárlatok észtertartalmának összehasonlítása, 49. oldal
10. ábra: Sörök és sörpárlatok ketontartalmának összehasonlítása, 50. oldal
11. ábra: Sörök és sörpárlatok terpéntartalmának összehasonlítása, 50. oldal
12. ábra: Pécsi Tiszai sörpárlat aromaprofilja, 51. oldal
13. ábra: Pécsi Szalon Anno 1848 sörpárlat aromaprofilja, 52. oldal
14. ábra: Pécsi Prémium Búza sörpárlat aromaprofilja, 52. oldal
15. ábra: Pécsi Prémium Barna sörpárlat aromaprofilja, 53. oldal
16. ábra: Pécsi Prémium Meggy sörpárlat aromaprofilja, 53. oldal
17. ábra: Sörpárlat aromakorong, 57. oldal

10. MELLÉKLETEK

1. melléklet: A GC-MS mérés paramétereit

SPME

Parameter	Value
Pre Incubation Time (s)	600
Incubation Temp. (°C)	50
Pre Inc Agitator Speed (rpm)	300
Agitator On Time (s)	5
Agitator Off Time (s)	2
Needle Penetration (mm)	13
Fiber Penetration in mm	10
Extraction Time (s)	900
Desorb to	GC Inj1
Injection Penetration (mm)	30
Desorption Time (s)	60
Post FibCondTime (s)	300
GC Runtime (s)	3720

GC

Column Oven Temp.: °C
 Injection Temp.: °C
 Injection Mode:
 Sampling Time: min

Carrier Gas: He Prim. Press.: 500-900
 Flow Control Mode:
 Pressure: kPa
 Total Flow: mL/min
 Column Flow: mL/min
 Linear Velocity: cm/sec
 Purge Flow: mL/min
 Split Ratio:

Program:

	Rate	Final Temperature	Hold Time
0	-	30.0	5.00
1	6.00	240.0	0.00
2	20.00	300.0	1.00
3	0.00	0.0	0.00

Total Program Time: 44.00 min

Column
 Name: ZB-5MS Thickness: 0.25 um
 Length: 30.0 m Diameter: 0.25 mm

MS

GCMS-QP Series

Ion Source Temp.: °C
 Interface Temp.: °C
 Solvent Cut Time: min
 Micro Scan Width: u

Detector Voltage: ☒ Relative to the Tuning Result
 kV

☐ Use MS Program: Threshold:

Group#1 - Event#1

GC Program Time: 44.00 min

	Start Time (min)	End Time (min)	Acq. Mode	Event Time(sec)	Scan Speed	Start m/z	End m/z
1	1.00	42.00	Scan	0.10	5000	40.00	400.00
2	0.00	0.00	Scan	0.00	0	0.00	0.00

2. melléklet: Bírálati lap (sörpárlatok érzékszervi vizsgálata)

Mintaszám:			Intenzitás					Megjegyzés
	Aroma	Igen/Nem	1	2	3	4	5	
Malátából származó	Gabonás		1	2	3	4	5	
	Kenyér(héj)		1	2	3	4	5	
	Keksz		1	2	3	4	5	
	Pírtós kenyér		1	2	3	4	5	
	Szalma, széna		1	2	3	4	5	
	Mogyoró, mandula		1	2	3	4	5	
	Karamell (toffee)		1	2	3	4	5	
	Pörkölt (kávé, kakós)		1	2	3	4	5	
	Vanília		1	2	3	4	5	
	Étcsokoládé		1	2	3	4	5	
	Méz, mézeskalács		1	2	3	4	5	
	Édes aroma (édesgyökér)		1	2	3	4	5	
	Égett keserűség		1	2	3	4	5	
	Füstös		1	2	3	4	5	
Komlóból származó	Komlókeserűség		1	2	3	4	5	
	Virágos		1	2	3	4	5	
	Rózsa (geraniol), akác		1	2	3	4	5	
	Gyógynövényes		1	2	3	4	5	
	Frissen vágott fű		1	2	3	4	5	
	Tea		1	2	3	4	5	
	Friss fás, gyantás (fenyő)		1	2	3	4	5	
	Földes		1	2	3	4	5	
	Feketeribizli		1	2	3	4	5	
	Kókusz		1	2	3	4	5	
	Citrus (gyümölcs/héj)		1	2	3	4	5	
	Pirosbogyós (málna, szeder)		1	2	3	4	5	
	Kenyérkovász		1	2	3	4	5	
	Élesztős		1	2	3	4	5	
Élesztőhöz kapcsolódó	Tropikus gyümölcs (ananász, mangó)		1	2	3	4	5	
	Banán		1	2	3	4	5	
	Körte		1	2	3	4	5	
	Zöldalma		1	2	3	4	5	
	Feketebors		1	2	3	4	5	
	Szegfűszeg, fenolos		1	2	3	4	5	
	Nedves gyapjú, pokróc		1	2	3	4	5	
	Savas		1	2	3	4	5	
	Keserű		1	2	3	4	5	
	Édes		1	2	3	4	5	
Egyéb	Vajas, sajtos (tejsav, vajsav)		1	2	3	4	5	
	Fűszeres		1	2	3	4	5	
	Húzos		1	2	3	4	5	
	Hosszú lecsengésű		1	2	3	4	5	
			1	2	3	4	5	
			1	2	3	4	5	
			1	2	3	4	5	

Megjegyzés:

3. melléklet: Sörök GC-MS mérési eredményei (Cellarius Kft.)

CSOPORT	VEGYÜLET	TERÜLET			
		SZALON	BÚZA	BARNA	MEGGY
aldehid	Benzaldehyde	139449	3351506	3784757	2893243
aldehid	Butanal, 3-methyl-	1316606			5995010
aldehid	Decanal <n->				
aldehid	Hexanal <n->		235666		
aldehid	Nonanal <n->	572734	1180573	21754683	691871
aldehid	Octanal <n->				
aldehid	Tetradec-(11Z)-enal			361536	
alkán	Cyclaprop		412481		
alkán	Pentadecane <n->	492379	1606098	235872	
alkán	Pentane, 2,2,4-trimethyl-				
alkán	Dodecane	98226948		765209	1479347
alkán	Tetradecane <n->			1122127	288293
alkén	4-Undecene, 6-methyl-			67298	
alkén	Dodec-1-ene				
alkohol	1,3-Butanediol			218956	
alkohol	1,7-Octanediol, 3,7-dimethyl-		3737284	2706909	
alkohol	1-Butanol, 2-methyl-	44884202	41037522	44368534	52014733
alkohol	1-Decanol, 2-ethyl-		315708		
alkohol	1-Dodecanol	244009	521259	489745	
alkohol	1-Dodecanol, 2-methyl-, (S)-	166416	463699		144197
alkohol	1-Heptanol	1453743	3205930	5486094	
alkohol	1-Heptanol, 2-propyl-	440457	924833	689929	874997
alkohol	1-Hexanol, 3-methyl-		195088	480150	
alkohol	1-Nonanol		296919		1775959
alkohol	1-Octanol	10369183	4036835	6189142	13071978
alkohol	1-Octanol, 2-butyl-	291039	232595		210138
alkohol	1-Octen-3-ol	958569	273867	448836	
alkohol	1-Propanol, 3-ethoxy-		590245		
alkohol	2,3-Butanediol	334933	251804	658621	
alkohol	2-Hexyl-1-octanol				
alkohol	2-Undecanol				
alkohol	4-Ethylcyclohexanol				
alkohol	Benzyl alcohol	868540	11372824	1063615	45389573
alkohol	Butyl alcohol			252561	
alkohol	Dec-3-en-5-ol <4-methyl->	403497	563845	390811	192352
alkohol	Heptan-2-ol			28939919	
alkohol	Heptyl alcohol <4->				
alkohol	Hexanol <2-ethyl->	1206345	1841027	1150411	1925311
alkohol	Hexanol <n->	1738549	1258497	1488632	1510022
alkohol	Isobutyl alcohol	7986154	9412231	5402026	9991903
alkohol	Isopentyl alcohol (Isoamyl alcohol)	2,1E+08	3,26E+08	2,4E+08	2,09E+08
alkohol	Non-3-en-1-ol <cis->			155066	848569
alkohol	Pentanol <4-methyl->		100052	335597	
alkohol	Pentyl alcohol	132720			
alkohol	Phenethyl alcohol	64268053	1,28E+08	57381190	450408
alkohol	Undecanol-3	4640538			
ar. sz.hidr.	Benzene <ethyl->	305729	211428	302965	
ar. sz.hidr.	Mesitylene				2267012
ar. sz.hidr.	o-Xylene	632470	1312853		539474
ar. sz.hidr.	p-Xylene	1001184	1031568		
ar. sz.hidr.	Styrene	18263095			
észter	Acetate <2-ethylbutyl->				
észter	Acetate <2-methylbutyl->	1,33E+08	17160920	1,92E+08	6171803
észter	Acetate <butyl->	88561	133852		
észter	Acetate <ethyl->	50904551	64125240	48425430	51811222
észter	Acetate <isobutyl->	1400825	2079852	1640730	576547
észter	Acetate <pentyl->			332491	
észter	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	9409068	24544274	14279032	3377097
észter	Acetic acid, heptyl ester				
észter	Acetic acid, octyl ester				
észter	Ammonium acetate		1556992		1942755
észter	Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, acetate, (1S-endo)-		510932		

észter	Butanoic acid, 2-methyl-, hexyl ester				
észter	Butyrate <2-methyl-, ethyl->	162107	157540		218705
észter	Butyrate <ethyl->	5668692	10969509		6623439
észter	Butyrate <isopentyl->	783955	773337	569643	982096
észter	Crotonate <(E)-, ethyl->		167364		
észter	Cyclohexanol acetate<cis-2-tert-butyl->	524348	686485		
észter	Cyclopentanecarboxylic acid, ethenyl ester	474248			
észter	Decanoate <ethyl->	8326561	4541511	8534807	3930519
észter	Decenoate <trans-4-, ethyl->				
észter	Dodecanoate <ethyl->	869731	838045	931506	308206
észter	Dodecanoate <methyl->				
észter	Ethyl 5-methylhexanoate				282468
észter	Ethyl 9-decenoate	3251123	8180416	4551153	11517443
észter	Ethyl 9-hexadecenoate	182532			
észter	Furfuryl acetate			3574067	
észter	Geranic acid <methyl-> ester			195189	
észter	Geranyl acetate			452604	
észter	Heptanoate <ethyl->	791385	1171098		1031363
észter	Hexanoate <ethyl->	30862239	75897800	64612519	90693070
észter	Hexyl acetate	1492061	1766586	3362223	1678616
észter	Isoamyl acetate	1,23E+08	1,72E+08		46952304
észter	Isobornyl acetate	406734		378545	334766
észter	Isobutyrate <ethyl->	243262		148323	493510
észter	Isobutyrate <hexyl->				
észter	Isobutyrate <isobutyl->	805949			
észter	Isovalerate <ethyl->	472991		171275	6469945
észter	Isovalerate <isobutyl->				
észter	Nonalactone <gamma->	323414			
észter	Nonanoate <ethyl->	907047	378468	379778	255855
észter	n-Propyl acetate		621982	421021	
észter	Octanoate <ethyl->	98238571	1,27E+08	1,03E+08	1,07E+08
észter	Octanoate <isopentyl->			212014	
észter	Octanoate <methyl->				
észter	Phenylacetate <ethyl->	247368		287607	462389
észter	Phenylacetate <methyl-, para-tert-butyl->			1468993	
észter	Prenyl isobutyrate				
észter	Propanoate <decyl->		655206		
észter	Propanoate <ethyl->	796492	2300628	1731778	760827
észter	Propanoate <isopentyl->				
észter	Propanoic acid, 2-methyl-, 1-(1,1-dimethylethyl)-2-methyl-1,3-propanediyl ester	205828	320812	326079	403637
észter	Propanoic acid, 2-methyl-, 2,2-dimethyl-1-(2-hydroxy-1-methylethyl)propyl ester		2104920		1227826
észter	Propanoic acid, 2-methyl-, 3-hydroxy-2,4,4-trimethylpentyl ester		1667097		675266
észter	Terpinyl acetate <alpha->			1378789	
észter	Tetradecanoate <ethyl->				
észter	Tiglate <ethyl->			135077	284013
észter	Valerate <ethyl->	365951	465465		
észter	Vinyl caprylate				
éter	Ethane, 1,1-diethoxy-	1278028		1431051	
éter (dioxalán)	1,3-Dioxolane, 2,4,5-trimethyl-		2236468	1237589	678315
fenol	Guaiacol <4-vinyl->		1065264	1099116	1797701
fenol	Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)-	811416	1430382		
fenol	Verdox			551854	431393
fenol	Xylenol <3,4>	395068	475539	396882	362407
furán és szárm.	2-Furanmethanol	644093	345582		
furán és szárm.	Furan <2-acetyl->			565584	
furán és szárm.	Furan <2-butyl->	1059533		522208	3035593
karbonsav	Butanoic acid, 2-methyl-			203366	
karbonsav	Dec-9-enoic acid		881868		118019
karbonsav	Hexanoic acid <2-ethyl->				
karbonsav	n-Decanoic acid	5034011	655056	910171	
karbonsav	Nonanoic acid	581879	495803		2482395
karbonsav	Octanoic Acid	3987145	1744995	5865157	5813908
keton	2-Octanone	241473		1887923	
keton	2-Pentanone	210523		2935772	
keton	4-Heptanone			107370	

keton	4-Heptanone, 2-methyl-	122896			
keton	4-Propoxy-2-butanone		423292		
keton	8-Nonen-2-one			40648175	
keton	Damascenone <(E)-, beta->	638367	431946	353811	450503
keton	Heptan-2-one			1,7E+08	658003
keton	Heptyl methyl ketone	871520		67752304	817467
keton	Jasmacyclene	1022040	723598	699113	882377
keton	Nerylacetone	97227			
szénhidrogén	Ethane, <1,1-Di-2-methylbutoxy-> (isomer II)	1437642	1842421		
szulfid	Trisulfide <dimethyl->				
terpén	Carene <delta-3->	290385	2465853	178134	
terpén	Citronellol	4156672	928600	1606616	
terpén	Citronellyl nitrile	505720	375628	375603	382588
terpén	Cymene <ortho->			562094	
terpén	Epicubenol				
terpén	Eucalyptol	352348		333112	8021569
terpén	Farnesene <(E)-, beta->				
terpén	Farnesene <(E,E)-, alpha->				
terpén	Geraniol	400115		385038	291425
terpén	Linalool	16699834	6780569	7765804	
terpén	Ocimene <(E)-, beta->				
terpén	Pinene <alpha->	307037	460507	239147	217713
terpén	Pinene <beta->				
terpén	Terpinolene				

4. melléklet: Sörpárlatok GC-MS mérési eredményei (Cellarius Kft.)

CSOPORT	VEGYÜLET	TERÜLET				
		TISZAI	SZALON	BÚZA	BARNA	MEGGY
aldehid	Benzaldehyde	2351957	160798	292521	163136	96090112
aldehid	Butanal, 3-methyl-	485643	794585	383220	1401200	1989200
aldehid	Decanal <n->	1361365	1461946	1200083	2569450	1882062
aldehid	Hexanal <n->	607372	9988474	557689	698417	1254187
aldehid	Nonanal <n->			2958461	4207818	
aldehid	Octanal <n->		1588478	1851102	2100023	
aldehid	Tetradec-(11Z)-enal					
alkán	Cyclaprop					
alkán	Pentadecane <n->	647420				407652
alkán	Pentane, 2,2,4-trimethyl-		9529640	3067416	4229750	
alkán	Dodecane	9834338	10321594	6918631	8636621	7594199
alkán	Tetradecane <n->	10057466		5685497	6440789	7253390
alkén	4-Undecene, 6-methyl-					
alkén	Dodec-1-ene		572495			
alkohol	1,3-Butanediol					
alkohol	1,7-Octanediol, 3,7-dimethyl-					
alkohol	1-Butanol, 2-methyl-		44307524	44818447	45797075	49833402
alkohol	1-Decanol, 2-ethyl-					
alkohol	1-Dodecanol	920385		486949	457435	394826
alkohol	1-Dodecanol, 2-methyl-, (S)-					
alkohol	1-Heptanol			915461	1060325	
alkohol	1-Heptanol, 2-propyl-					
alkohol	1-Hexanol, 3-methyl-					
alkohol	1-Nonanol	1277230	301105	571776	1129189	
alkohol	1-Octanol		1303619	3305474	3822599	11604076
alkohol	1-Octanol, 2-butyl-		798111			
alkohol	1-Octen-3-ol					
alkohol	1-Propanol, 3-ethoxy-					
alkohol	2,3-Butanediol					
alkohol	2-Hexyl-1-octanol		183724			
alkohol	2-Undecanol		4957200			
alkohol	4-Ethylcyclohexanol		1268190			
alkohol	Benzyl alcohol	1930294	722002	1570959	1188474	
alkohol	Butyl alcohol			133985		
alkohol	Dec-3-en-5-ol <4-methyl->					
alkohol	Dodecanol					
alkohol	Heptan-2-ol					
alkohol	Heptyl alcohol <4->	257945	250432		157028	257543
alkohol	Hexanol <2-ethyl->	2375611	701153	1212839		
alkohol	Hexanol <n->	1672488	1300565			1421114
alkohol	Isobutyl alcohol	8840755	10896810	11737161	12524274	10281780
alkohol	Isopentyl alcohol (Isoamyl alcohol)	3,02E+08	2,14E+08	1,84E+08	2,24E+08	2,16E+08
alkohol	Non-3-en-1-ol <cis->					
alkohol	Pentanol <4-methyl->				124006	
alkohol	Pentyl alcohol					
alkohol	Phenethyl alcohol					2891082
alkohol	Undecanol-3					
ar. sz.hidr.	Benzene <ethyl->					
ar. sz.hidr.	Mesitylene		809092			
ar. sz.hidr.	o-Xylene	413142	217853	195159		394975
ar. sz.hidr.	p-Xylene	283698				750073
ar. sz.hidr.	Styrene			31891924		
észter	Acetate <2-ethylbutyl->		641822			
észter	Acetate <2-methylbutyl->	2,76E+08				
észter	Acetate <butyl->			203997	157906	
észter	Acetate <ethyl->	47828261	64926012	68351822	96461085	66839481
észter	Acetate <isobutyl->	2544120	2634885	5403139	5152845	2565181
észter	Acetate <pentyl->			443307	1037554	
észter	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	4866303	3093492	4545959	3293135	
észter	Acetic acid, heptyl ester	862494	2549164	2108523	3952807	
észter	Acetic acid, octyl ester	1512007	1297332	586681	392812	1672000
észter	Ammonium acetate					
észter	Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, acetate, (1S-endo)-					

észter	Butanoic acid, 2-methyl-, hexyl ester	1098062	461341	5516724	2619831	420614
észter	Butyrate <2-methyl-, ethyl->	168906	124498	181973	148258	475142
észter	Butyrate <ethyl->	13738651	343201	22805400	22659364	13677358
észter	Butyrate <isopentyl->					
észter	Crotonate <(E)-, ethyl->	5298347		238006	2454478	
észter	Cyclohexanol acetate<cis-2-tert-butyl->					
észter	Cyclopentanecarboxylic acid, ethenyl ester					
észter	Decanoate <ethyl->	55572403	8194442	65800956	55281598	44228290
észter	Decenoate <trans-4-, ethyl->		916259		601250	
észter	Dodecanoate <ethyl->	12712911	2922813	13947158	6566545	3748319
észter	Dodecanoate <methyl->		175275			
észter	Ethyl 5-methylhexanoate	574154	1218824	560974	1272066	1013856
észter	Ethyl 9-decenoate	3875063	60467088	22234425	17432791	2763515
észter	Ethyl 9-hexadecenoate	247439				
észter	Furfuryl acetate					
észter	Geranic acid <methyl-> ester	1410706			1395745	2385901
észter	Geranyl acetate					
észter	Heptanoate <ethyl->	1017934	13690547	1926022	4383527	3348301
észter	Hexanoate <ethyl->	94177080	1,12E+08	2,12E+08	1,81E+08	1,62E+08
észter	Hexyl acetate	8140935	11157204	5532693	13743649	
észter	Isoamyl acetate		2,58E+08			2,25E+08
észter	Isobornyl acetate				188245	
észter	Isobutyrate <ethyl->	205652	140833		137593	518437
észter	Isobutyrate <hexyl->		281727		176978	
észter	Isobutyrate <isobutyl->		3503418			2323402
észter	Isovalerate <ethyl->	164842	195668			952552
észter	Isovalerate <isobutyl->		1593978			
észter	Nonalactone <gamma->					
észter	Nonanoate <ethyl->	626808	59262557	863744	961628	1548774
észter	n-Propyl acetate	621886	544638	1891857		
észter	Octanoate <ethyl->	1,17E+08	2,35E+08	2,19E+08	2,55E+08	2,77E+08
észter	Octanoate <isopentyl->	2033752	170868	2404701	310196	915382
észter	Octanoate <methyl->	122264	182071		262467	96913
észter	Phenylacetate <ethyl->	231577	325160	273060	891592	770413
észter	Phenylacetate <methyl-, para-tert-butyl->					
észter	Prenyl isobutyrate		814686			
észter	Propanoate <decyl->					
észter	Propanoate <ethyl->	2703309	1987315	3661239	3463119	1202843
észter	Propanoate <isopentyl->		1754848			1027882
észter	Propanoic acid, 2-methyl-, 1-(1,1-dimethylethyl)-2-methyl-1,3-propanediyl ester					
észter	Propanoic acid, 2-methyl-, 2,2-dimethyl-1-(2-hydroxy-1-methylethyl)propyl ester	1477854		1324137		1180133
észter	Propanoic acid, 2-methyl-, 3-hydroxy-2,4,4-trimethylpentyl ester			1356636	1759118	1947425
észter	Terpinyl acetate <alpha->					
észter	Tetradecanoate <ethyl->	1266377	699451	761025	374434	260286
észter	Tiglate <ethyl->	569433	619887		446974	670698
észter	Valerate <ethyl->	1776144	1649137			1949505
észter	Vinyl caprylate		422218			1010998
éter	Ethane, 1,1-diethoxy-					4954869
éter (dioxalán)	1,3-Dioxolane, 2,4,5-trimethyl-					
fenol	Guaiacol <4-vinyl->					
fenol	Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)-					
fenol	Verdox					
fenol	Xylenol <3,4>	349604	286032	274211	297594	296242
furán és szárm.	2-Furanmethanol					
furán és szárm.	Furan <2-acetyl->					
furán és szárm.	Furan <2-butyl->		615080	294145		6073282
karbonsav	Butanoic acid, 2-methyl-					
karbonsav	Dec-9-enoic acid					
karbonsav	Hexanoic acid <2-ethyl->		1884307			4460434
karbonsav	n-Decanoic acid					
karbonsav	Nonanoic acid					

karbonsav	Octanoic Acid					
keton	2-Octanone					
keton	2-Pentanone					
keton	4-Heptanone					
keton	4-Heptanone, 2-methyl-					
keton	4-Propoxy-2-butanone					
keton	8-Nonen-2-one					
keton	Damascenone <(E)-, beta->		6560243			787200
keton	Heptan-2-one					
keton	Heptyl methyl ketone			889749		
keton	Jasmacyclene					
keton	Nerylacetone					
szénhidrogén	Ethane, <1,1-Di-2-methylbutoxy-> (isomer II)					
szulfid	Trisulfide <dimethyl->	126999	27794			
terpén	Carene <delta-3->					
terpén	Citronellol	1140439	1394645			608916
terpén	Citronellyl nitrile					
terpén	Cymene <ortho->					62622673
terpén	Epicubenol		437611			
terpén	Eucalyptol	23310				26370148
terpén	Farnesene <(E)-, beta->	247196	70221			
terpén	Farnesene <(E,E)-, alpha->	6266862	99208	5565797	2896416	2809950
terpén	Geraniol					
terpén	Linalool	5335448	2120269	1847353	4234621	19916816
terpén	Ocimene <(E)-, beta->	74288	617952		253695	2469249
terpén	Pinene <alpha->	259466	633427	320100		
terpén	Pinene <beta->		186532			
terpén	Terpinolene		426575			30370574

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Hevér László
A Hallgató Neptun kódja: TU5PGW
A dolgozat címe: Eltérő sör típusokból készült sörpárlatok
aromaösszetételének és érzékszervi tulajdonságainak
vizsgálata
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Biomérnök és Erjedésipari Technológia Tanszék

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

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

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

- nem titkosított dolgozat a védelmet követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: Budapest, 2024. november 10.



Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Hevér László (hallgató Neptun azonosítója: TU5PGW) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

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

Kelt: Budapest, 2024 év november hó 11. nap



Dr. Kun Szilárd
belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.