

# SZAKDOLGOZAT

Györfi Dávid Pál szakdolgozat

Györfi Dávid Pál



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Budai Campus**  
**Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet alapképzési**  
**szak**

**Magyarországon előállított kisüzemi sour sörök összehasonlító**  
**vizsgálata**

**Belső konzulens:**

**Dr. Kun-Farkas Gabriella**

**egyetemi docens**

**Belső konzulens**

**Biomérnök és Erjedésipari**

**intézete/tanszéke:**

**Technológiai Tanszék**

**Készítette**

**Györfi Dávid Pál**

**Budapest**

**2024**

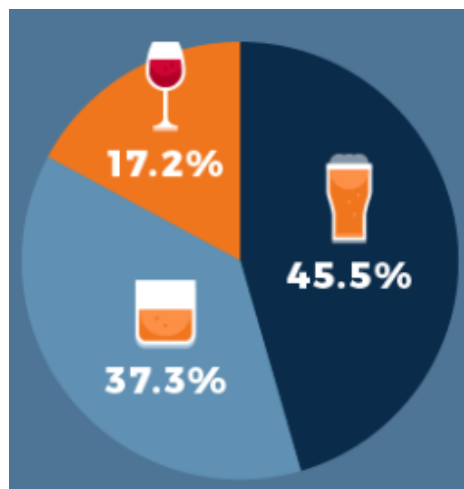
# TARTALOMJEGYZÉK

|       |                                            |    |
|-------|--------------------------------------------|----|
| 1.    | Bevezetés és célkitűzés.....               | 1  |
| 2.    | Szakirodalmi áttekintés .....              | 3  |
| 2.1   | Savanyú sörök eredete .....                | 3  |
| 2.2   | Savanyú sörtípusok bemutatása.....         | 4  |
| 2.2.1 | Berliner Weisse.....                       | 4  |
| 2.2.2 | Flanders Red Ale .....                     | 5  |
| 2.2.3 | Oud Bruin .....                            | 5  |
| 2.2.4 | Lambic .....                               | 5  |
| 2.2.5 | Gueuze.....                                | 5  |
| 2.2.6 | Fruit lambic.....                          | 6  |
| 2.2.7 | Gose.....                                  | 6  |
| 2.2.8 | Straight Sour Beer .....                   | 6  |
| 2.2.9 | Mixed-Fermentation Sour Beer.....          | 6  |
| 2.3   | Savanyú sörök előállítása.....             | 7  |
| 2.3.1 | Felhasznált alapanyagok.....               | 7  |
| 2.3.2 | Felhasznált mikroorganizmusok .....        | 8  |
| 2.3.3 | Savanyú sör gyártásának sajátosságai ..... | 12 |
| 3.    | Anyagok és módszerek .....                 | 17 |
| 3.1   | Sörminták bemutatása .....                 | 17 |
| 3.2   | Módszerek .....                            | 18 |
| 3.2.1 | Minták előkészítése .....                  | 18 |
| 3.2.2 | pH mérés .....                             | 19 |
| 3.2.3 | Keserűérték meghatározás .....             | 19 |
| 3.2.4 | Titrálnakó savtartalom meghatározás .....  | 20 |
| 3.2.5 | Színmérés EBC módszerrel .....             | 21 |

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| 3.2.6 Alkohol- és extrakttartalom meghatározás ..... | 22 |
| 3.2.7 Szervessav-tartalom meghatározás .....         | 23 |
| 4. Eredmények és értékelésük.....                    | 24 |
| 4.1 Extrakttartalom jellemzése.....                  | 24 |
| 4.2 Alkohol-tartalom jellemzése .....                | 26 |
| 4.3 Szín-mérés értékeinek jellemzése .....           | 27 |
| 4.4 Keserűérték jellemzése .....                     | 28 |
| 4.5 pH értékek jellemzése .....                      | 29 |
| 4.6 Titrálható sav (savfok) értékek jellemzése ..... | 31 |
| 4.7 Szervessav-tartalom jellemzése.....              | 32 |
| 5. Következtetések.....                              | 38 |
| 6. Összefoglalás .....                               | 40 |
| 7. Irodalomjegyzék .....                             | 42 |
| 8. Táblázatok jegyzéke .....                         | 45 |
| 9. Ábrák jegyzéke.....                               | 46 |

## 1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

A sört, a malátaalapú alkoholos italt az emberek szerte a világon élvezik. Bár a sörfogyasztásról szóló legkorábbi írásos feljegyzések Kr. e. 2800- ra nyúlnak vissza, a történészek úgy vélik, hogy a sör vagy hasonló italok valószínűleg már jóval korábban is léteztek az emberiség történelmében. Ahogyan az az 1. ábrán is látható, manapság az egyik legnépszerűbb ital a fogyasztók körében. 2018-as felmérés alapján az amerikai alkohol fogyasztók 45,5% részesítette előnyben a borokkal vagy likőrökkel szemben. A felmérés eredménye validálja a korábbi állítást, miszerint egy meglehetősen populáris ital a sör.



**1. ábra:** 2018 USA - Alkohol piac eloszlás

Forrás: <https://alcohol.org/guides/the-alcohol-industry-in-data/>

Az 1516-os Bajor sörtisztasági törvény szerint alapanyagként csak vizet, árpát és komlót lehetett felhasználni sör gyártására, majd később az élesztő is felkerült az összetevők listájára egy törvénymódosítással. A törvényt, ugyan több módosítással, de még mindig alkalmazzák többek között Németországban is. (Dysvik *et al.*, 2020)

Manapság egyre nagyobb érdeklődés övezi a sour, azaz a savanyú söröket. A sörgyártók fokozatosan növelik ezen típusú készítményekkel a portfóliójukat, köszönhetően a népszerűségének. Továbbá előállításuk több módon is történhet, így ez is kedvez a manufaktúráknak.

A hagyományos savanyú sörök mellett megjelentek a gyümölcsös savanyú sörök, amelyeket a savanykás és fanyar íz jellemez, melyet gyakran gyümölcsaromák hozzáadásával ellensúlyoznak. A stílus Belgiumból származik, ahol hagyományosan vadélesztők és baktériumok felhasználásával készítették, hogy savanyú ízprofilt hozzanak létre. (Tonsmeire, 2014)

A szakdolgozatban hét különböző, Magyarországon gyártott savanyú sört vizsgálom meg, illetve az összevetés érdekében egy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Budai Campusának Biomérnök és Erjedéssipari Technológia Tanszékének félüzemében készített Pils Ale sört. A minták között található hagyományos savanyú sör, mint például a Berliner Weisse, de található benne gyümölcsös savanyú sör is.

A szakirodalmi áttekintés során ismereteim bővítése érdekében utánajárok a savanyú sörök eredetének, illetve fajtáinak. Gyártása során felhasznált alapanyagokat, mikroorganizmusokat, módszereket, illetve a felmerülő kritikus paramétereket összegyűjtöm és kifejtem lényegüket.

A kiválasztott sörök alábbi paramétereit vizsgálom meg a laboratóriumi mérések során:

- alkoholtartalom
- extrakttartalom
- színintenzitás
- keserűérték
- pH érték
- titrálható savtartalom
- szervessav-tartalom

Célom összehasonlítani a kapott vizsgálati értékeket és átfogó képet kapni ezekről a Magyarországon gyártott sour sörökről. Továbbá kérdésként felmerült bennem, hogy a titrálható savtartalom milyen összefüggésben van a pH-val.

## 2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

### 2.1 Savanyú sörök eredete

A sörfőzés kezdeti időszakában a sörkészítéshez használt elsődleges összetevők a gabona és a víz volt. Ekkoriban még nem tudták, hogy az alkoholos erjesztés és a sörfőzés folyamata során nélkülözhetetlenek az olyan mikroorganizmusok, mint a manapság sörélesztőként ismert *Saccharomyces cerevisiae*.

A sörök feltehetően ekkor savanyú ízűek voltak, köszönhetően a természetes úton jelenlévő tejsavbaktériumoknak, amelyek tejsavtermelésük okán savanyú ízt okoznak. A tejsavbaktériumok közül több, sörgyártásban is használt törzs, mint például a *Lactobacillus*, *Micrococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus* nemzetségbe sorolhatók is okozhatnak kellemetlen aromákat, illetve jelenlétük romláshoz is vezethet. A sörfőzők a negatív tulajdonságuk ellen komlóval védekezhetnek. Az adagolt komló ugyanis segíthet a savanyodás megelőzésében, valamint a tartósításban is közrejátszik. Komponensei az  $\alpha$ -savak és a  $\beta$ -savak – antimikrobiális hatással rendelkeznek, amelyek gátolják a keserűsavakra érzékeny mikroorganizmusok tápanyagfelvételét, ezáltal sejthalált okozva. Használata egy tisztább, konzisztensebb, hosszabb ideig eltartható sört eredményez. (Karabín, *et al.*, 2016)

Miután a sörfőzők felismerték, hogy hogyan tudják tovább tartósítani a söroket, egy mennyiségi léptékugrás történt a gyártása terén. Ezzel párhuzamosan nagyobb figyelmet fordítottak a folyamat kontrollálására is, így minőségi söroket tudtak előállítani. Eddig a pontig a hagyományos sörök savanyúak voltak. Azonban, az I. Világháborút követően a gabonaárak visszaesése következtében a söripar jelentősen olcsóbban tudott előállítani lager söroket. Az így előállított sörökre fokozatosan áttértek a fogyasztók, így rengeteg kis sörfőzde megszűnt és a savanyú sörök elkezdtek eltűnni a piacról. (Bossaert, *et al.*, 2019)

A 20. század végén azonban megváltozott a fogyasztói magatartás és megnőtt az igény minőségibb sörökre. A vásárlók többletköltségek ellenére is favorizálják a hagyományosan előállított, karakteresebb söroket. Ezáltal a savanyú sörök piaca is megnövekedett érdeklődést élvez manapság.

Savanyú, sour sör kifejezés azokat a söroket jelöli, amelyeket tudatosan úgy főztek vagy keverték, hogy a tipikustól magasabb savtartalommal rendelkezzenek és savanykás, fanyar íz jellemezzen. Ezt tipikusan azzal érik el, hogy specifikus tejsavtermelő baktérium kerül adagolásra a sörgyártás valamely lépésénél. (Hornsey, 2003)

## 2.2 Savanyú sör típusok bemutatása

A Beer Judge Certification Program (BJCP) a sörbírák egy nemzetközi tanúsítószervezete. Működésük során létrehoztak egy stílus irányzati útmutatót, amelyben összegyűjtötték, rendszerezték és leírásokkal látták el a sör típusokat. A gyűjteményük alapján két fő kategóriája van a sour söröknek, ezek az európai savanyított felsőerjesztésű sörök, valamint az amerikai vaderjesztésű sörök. A két fő kategóriában található sör típusokat és azok általános jellemzőit az 1. táblázat tartalmazza.

### 1. táblázat: Sour sör típusok jellemző paraméterei

(Forrás: Saját szerkesztés BJCP Style Guidelines (2021) nyomán)

| Gyűjtőcsoport     | Típus                        | Alkohol tartalom (%V/V) | Szín (EBC)       | Keserű (IBU)     | Eredeti extrakt (%m/m) |
|-------------------|------------------------------|-------------------------|------------------|------------------|------------------------|
| European Sour Ale | Berliner Weisse              | 2,8-3,8                 | 4-6              | 3-8              | 7,1-8,1                |
|                   | Flanders Red Ale             | 4,6-6,5                 | 20-34            | 10-25            | 11,9-14,0              |
|                   | Oud Bruin                    | 4,0-8,0                 | 34-43            | 20-25            | 10,0-18,0              |
|                   | Lambic                       | 5-6,5                   | 6-12             | 0-10             | 10,0-13,3              |
|                   | Gueuze                       | 5,0-8,0                 | 10-12            | 0-10             | 10,0-13,3              |
|                   | Fruit Lambic                 | 5,0-7,0                 | 6-14             | 0-10             | 10,0-14,7              |
|                   | Gose                         | 4,2-4,8                 | 6-8              | 5-12             | 9,0-13,8               |
| American Wild Ale | Straight Sour Beer           | 4,5-7                   | 4-6              | 3-8              | 11,9-15,9              |
|                   | Mixed-Fermentation Sour Beer | Készítéstől függ        | Készítéstől függ | Készítéstől függ | Készítéstől függ       |

### 2.2.1 Berliner Weisse

Berlin regionális specialitása, amelyet Napóleon csapatai „az észak pezsgőjeként” emlegettek élénk és elegáns jellege miatt. A Berliner Weisse egy védett, felső erjesztésű sörkülönlegesség, amelyet savanykás, de lágy íz, valamint magas szénsav-tartalom jellemez. A savanyú jellege

abból adódik, hogy az erjedése során nem csak ipari élesztőket, hanem tejsavbaktériumot is használnak, így elérve a 3,2-3,4-es pH értéket. Gyakran gyümölcsökből készült szirupokkal is keverik, mivel egyesek számára enélkül túl savanyú lehet. (Burberg & Zarnkow, 2009)

### 2.2.2 Flanders Red Ale

Nyugat-Flandria tradicionális söre, amelyet fahordóban érlelnek és az angol hagyományoknak megfelelően fiatal és idősebb sörök összekeverésével állítanak elő. Annak ellenére, hogy a belgák egy stíluscsaládba sorolják az Oud Bruinnal, az ízprofiljuk mégis határozottan különbözik a másiktól.

A Beer Judge Certification Program (BJCP) szerint a maláta mérsékelt íze mellett, intenzív gyümölcsös íz jellemzi. Komplex savanyú jellege nem csak a tejsavnak tulajdonítható. Az ecetsav alacsony vagy közepes mértékben megjelenik. A savanyúságát észterek hangsúlyozzák, amelyek gyümölcsös-savanyúságot eredményeznek az ízében. (BJCP Style Guidelines, 2021)

### 2.2.3 Oud Bruin

Több jellemzője is megkülönbözteti a Flanders Red Aletől. Legmarkánsabb különbsége a sötétebb színében és malátásabb, csokoládésabb ízében jelentkezik. Manapság a sörfőzők magasabb alkoholtartalommal készítik, mint a Flanders Red Ale.

A Beer Judge Certification Program (BJCP) szerint malátás, gyümölcsös íz jellemzi, égetett cukros, karamellás jelleggel. (BJCP Style Guidelines, 2021)

### 2.2.4 Lambic

A Lambic sör csak Brüsszel 15 km-es körzetében készülhet, ez annak is köszönhető, hogy csak itt található meg az a speciális mikroorganizmus és élesztő, amely az előállításához szükséges. Készítése komplex, többlépcsős spontánerjesztés, amely fahordókban történik és a fermentációs idő akár 3 évig is eltarthat. (Burberg & Zarnkow, 2009)

A Beer Judge Certification Program (BJCP) szerint a fiatalabb sörök gyümölcsös ízűek, tejsavas jelleggel, míg az idősebb sörök jóval kiegyensúlyozottabbak és komplexebbek. (BJCP Style Guidelines, 2021)

### 2.2.5 Gueuze

A Gueuzet, különböző tárolási idejű Lambic sörök összekeverésével, majd újra fermentálásával állítják elő. Ezek a sörök lehetnek nagyon szárazak és enyhén édesek is. A spontán erjesztésnek köszönhetően savanyú és savas tulajdonsággal rendelkeznek az intenzív gyümölcsös, észteres jelleg mellett.

A Beer Judge Certification Program (BJCP) szerint arany színű, frissítő hatású, szénsavas sör, amely kellően savanykás jellegű. Íze komplexitását a blendingelés adja, amelynek köszönhetően a gyümölcsös íz is megjelenik. (BJCP Style Guidelines, 2021)

### 2.2.6 Fruit lambic

A Gueuzehoz hasonlóan fiatalabb és idősebb sörök összekeverésével, majd újra fermentálásával állítják elő, azzal a különbséggel, hogy gyümölcsöket is adagolnak hozzájuk. Ezzel elérve, hogy az élesztők és mikroorganizmusok fermentálják a gyümölcsökből származó cukrokat.

Megjelenése és íze is a Gueuzehoz hasonló, azonban az adagolt gyümölcs érzékszervi tulajdonságai mindkettőben megjelennek. Ennek okán íze gyümölcsösebb, színe pedig az adagolt gyümölcsét tükrözi. (Brewers Association, 2023)

### 2.2.7 Gose

Manapság gyakran használják gyümölcsös savanyú sörök és egyéb sörkülönlegességek alapjául. Története egészen a középkori Goslar városig nyúlik vissza, amely a Gose folyó partján feküdt.

Ízében fellelhető egy visszafogott sós, korianderes jelleg. A múltban sós jellegét annak köszönhette, hogy Goslar városának környezetében több kősóbánya is fellelhető volt és az esőzéseknek köszönhetően a talajból a só beoldódott a víztározókba, ahonnan a főzéshez biztosították a vizet. Azonban, manapság a sós ízvilág a készítése során hozzáadott só következtében érezhető. (Tonsmeire, 2014)

### 2.2.8 Straight Sour Beer

Otto Francke, német sörfőző tudós fejlesztette ki a készítési eljárást, amelyet úgy ismerünk, hogy Francke savanyítási eljárás, azaz az üstben történő savanyítás. Alapjául a Berliner Weiss készítési elve szolgál, de felgyorsított, konzisztensebb módon kerül elvégzésre. A sörfőzés gyors lefolyása a hőmérséklet szabályozással rendelkező rozsdamentes acél tartálynak és az erjedést megelőzően hozzáadott tejsav termelő baktériumoknak köszönhető. Több modern, elterjedt savanyú sör készül ezzel a technológiával, mivel költséghatékonyabb és jelentősen gyorsabb, mint a hagyományos módszer. (Severson, 2021)

### 2.2.9 Mixed-Fermentation Sour Beer

Nincs egzakt készítési metódusa. Az amerikai kézműves sörkészítők tapasztalataikat átültetve alakították ki a Belga Sour Ale típusú sörök alapján. Íze, aromája és megjelenése változó

általában savanyú és/vagy funky. Készítésük történhet tejsavbaktériummal vagy anélkül. Azonban, a savas jelleg nem feltétlenül jelenik meg abban az esetben, ha nem kerül felhasználásra tejsavbaktérium a fermentálás során. (BJCP Style Guidelines, 2021 [www.bjcp.org/bjcp-style-guidelines](http://www.bjcp.org/bjcp-style-guidelines))

## 2.3 Savanyú sörök előállítása

### 2.3.1 Felhasznált alapanyagok

A savanyú sörök alapanyagai nem térnek el az általános sörökétől, így ezekhez is komló, víz, maláta és élesztő szükséges.

#### 2.3.1.1 Maláta

A maláta többféle gabonaféléből is készülhet, azonban a legalkalmasabb a sörárpa. A megfelelő árpa fajta kiválasztásánál figyelembe veszik többek között a betegségekkel szembeni rezisztenciáját, fehérjetartalmát és extrakttartalmát. Az árpa bevételezését követően csírányugalmi állapotban van, így még nem áll készen a további felhasználásra. Annak érdekében, hogy kinyerjék a benne található tartaléktápanyagokat, malátázást végeznek el a gabonán. A folyamat során az árpaszemeket többek között vízben áztatják, csíráztatják és aszalják is. Ezáltal létrejön a maláta, amely többek között tartalmaz keményítőt, fehérjét, hemicellulózokat és aktivált enzimeket. (Tonsmeire, 2014)

#### 2.3.1.2 Komló

A komló a sör speciális fűszere és egyben az egyik legfontosabb, valamint legdrágább alapanyaga. A közönséges komló latin nevén *Humulus lupulus*, a növényi osztályozási rendszer alapján az *Urticalesek*, azaz a csalánfélék közé tartozik. Egy 2005-ös dokumentáció alapján, akkor több mint 50 országban termesztették, mintegy 505000 hektárnyi területen. A komló termelése során nemesítés figyelhető meg, amely ellenállóbbá tette a betegségekkel szemben, megnövelte a hatóanyag tartalmát és betakarítási szempontból kezelhetőbbé tette. A nemesítéssel parhuzamosan megindult a termesztési területek csökkentése, amely két tényezőnek köszönhető. Egyrészt megnőtt az igény a magas  $\alpha$ -savtartalmú komlófajták termesztésére. Másrészt csökkent az átlagos  $\alpha$ -sav adagolás sör hektoliterenként. Jelenlegi adatok alapján átlagosan 5g  $\alpha$ -sav/liter kerül hozzáadásra. (Krottenthaler, 2009)

A nőivarú komló meg nem termékenyített toboz virágzata a fontos alapanyag, mivel az tartalmazza a sörgyártás szempontjából értékes komponenseket. A komlótohoz három részből épül fel. Ezek a lupulinszemcsék, a murvalevelek és az orsó. A lupulinszemcsék sárga-zöld, friss

állapotban ragadós, pohár alakú szemcsék., amelyek a komlótohoz belső és külső lepelmezein találhatók. Ezek tartalmazzák a technológiailag fontos keserű gyantákat és illatanyagokat. A murvalevelek a védelmi funkciójuk mellett tartalmazzák komlóolajat, tannint, gyantát és polifenolokat. Mint már említésre került sörgyártás technológiai szempontból, növeli a komló értékét keserűanyag és az illatkomponens tartalma. A sör keserű ízéért felelős keserűanyagok az alfa- és béta-savak és gyanták. Az illatkomponensek, azaz a komlóolaj, az aroma befolyásoló hatása miatt nélkülözhetetlen. Továbbá, a komlóban található cseranyagok szerepet játszanak a fehérjekicsapásban is. (Briggs *et al.*, 2004)

#### 2.3.1.3 Sörfőző víz

A sörlé készítéséhez használt víz ionösszetétele befolyásolja a lejátszódó folyamatokat, ezáltal befolyásolja a keletkező termék minőségét. A múltban a megfelelő minőségű vízkészlettel rendelkező városok a sörfőzés kiemelkedő központjai lettek. Ilyen például Pilsen, Dublin és München is. Továbbá, egyes söröknek a helyi vízkészlete határozta meg különleges ízét. Már említésre került, hogy a Gose sörök sós jellegét az adta, hogy a helyi talajnak magas volt a só tartalma, amely az esőzések következtében beoldódott, majd bekerült a víztározókba. Manapság, a modern üzemekben ásványi anyag mentes vizet használnak alapanyagként. Ez azért kedvező, mert így a gyártó sók beoldásával a gyártandó sörítípushoz megfelelő ionösszetételű főzővizet tud készíteni. (Tonsmeire, 2014)

### 2.3.2 Felhasznált mikroorganizmusok

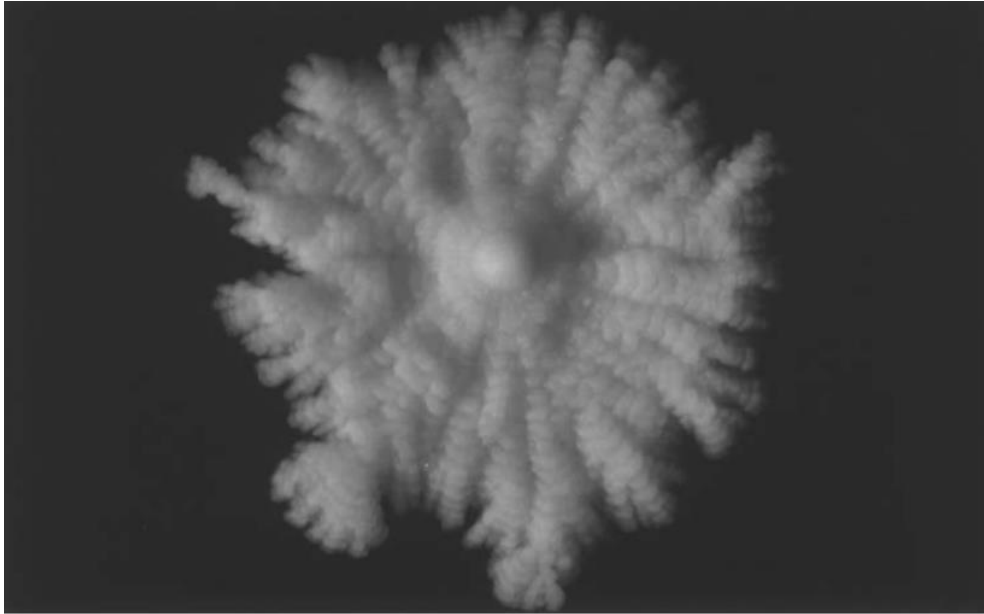
#### 2.3.2.1 Sörgyártásban használt élesztők

A sörgyártás egyik nélkülözhetetlen összetevője az élesztő. Mivel a sörélesztő típusai eltérő tulajdonságokkal rendelkeznek, ezért fontos, hogy a gyártók a folyamataiknak és a készítendő sör típusának megfelelő élesztőt válasszák ki. Ennek oka, hogy az élesztő befolyásolja a sör ízét, stabilitását és fogyaszthatóságát.

Mind a lager, mind az ale sörélesztő a *Saccharomyces* élesztőgombafélék családjába tartozik. A *Saccharomyces* családon belül több nemzetség és azon belül több faj található.

Ale, vagy felsőerjesztésű sörélesztő fajok:

1. *Saccharomyces cerevisiae* (ale típus)
2. *Saccharomyces cerevisiae* (ale és szeszelesztő)

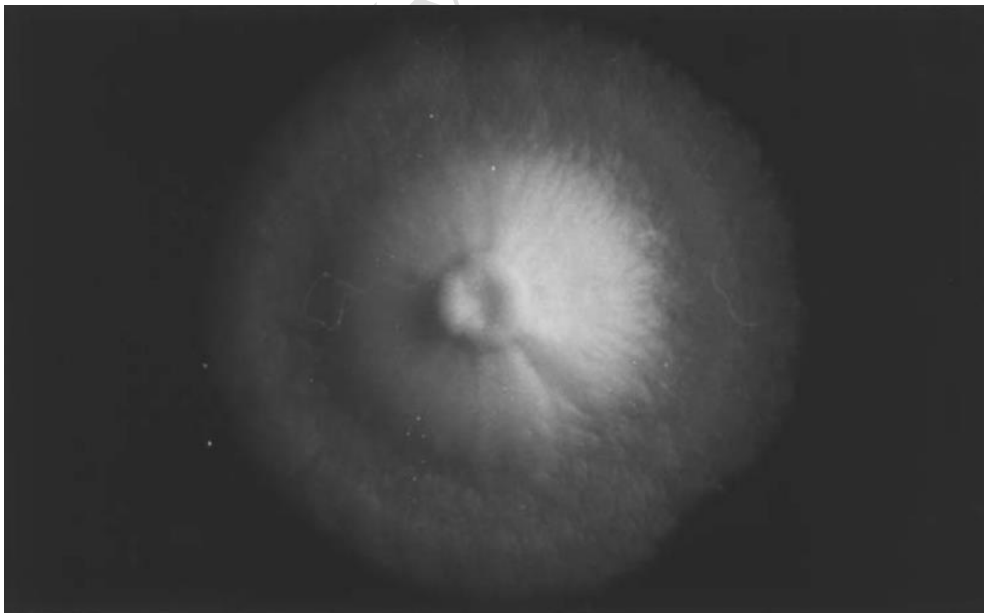


**2. ábra:** Felsőerjesztésű sörélesztő kolónia

(Forrás: Hill, 2015)

Lager, vagy más néven alsóerjesztésű sörélesztő fajok:

1. *Saccharomyces carlsbergensis*
2. *Saccharomyces uvarum* (*carlsbergensis*)
3. *Saccharomyces cerevisiae* (lager típus)
4. *Saccharomyces pastorianus*



**3. ábra:** Alsóerjesztésű sörélesztő kolónia

(Forrás: Hill, 2015)

A két sörlesztő típus közötti különbség megjelenik a szénhidrátok hasznosításában, az optimális fermentációs hőmérsékletben és a fermentációs teljesítményben is. A főkülönbségek összefoglalását a 2. táblázat tartalmazza.

**2. táblázat:** Ale és lager sörlesztő törzsek közötti különbség

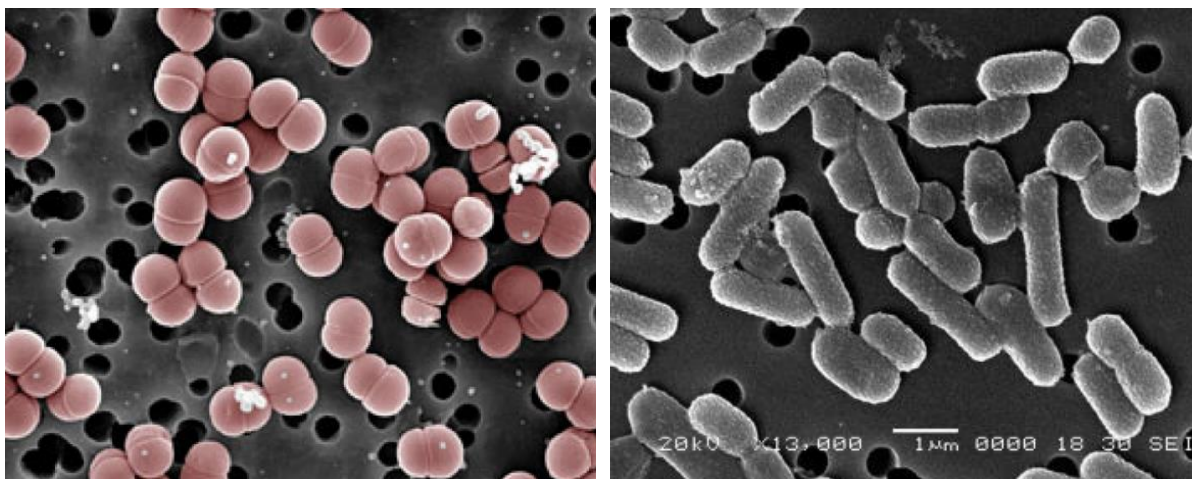
(Forrás: Saját szerkesztés Stewart, 2017 nyomán)

|                                | Ale sörlesztő törzsek          | Lager sörlesztő törzsek |
|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Fermentációs hőmérséklet       | 18-25°C                        | 8-15°C                  |
| Fermentáció módja              | Felső                          | Alsó                    |
| Maximum növekedési hőmérséklet | 37°C vagy magasabb hőmérséklet | 34°C alatti hőmérséklet |
| Melibióz hasznosítás           | Képes                          | Nem képes               |

A sour sörök sokszínű mivolta következtében mindkét sörlesztő típusnak megvan a létjogosultsága a savanyú sörök gyártása során. A gyártók a készítendő termékkel szemben támasztott elvárásaiknak megfelelően választanak a két törzs közül. Hiszen, a két sörlesztő különböző aromájú, szénsavtartalmú terméket hoz létre. (Boulton & Quain, 2001; Hill, 2015; Stewart, 2017)

**2.3.2.2 Sörgyártásban használt tejsavbaktériumok**

A tejsavbaktériumok a *Lactobacillales* rendbe tartozó Gram-pozitív kókuszos vagy bacillusok. Közös tulajdonságuk, hogy nem spóráképzők, fermentatívak és fakultatív anaerobok. A savanyú sörök ízét döntően befolyásolják, ugyanis tejsav termelésüknek köszönhetően alakul ki a citromos-kesernyés íz. Elérhető még trópusi gyümölcsös, funky vagy akár sajtjellegű karakteres íz, azonban ehhez a megfelelő *Lactobacillus* törzs kiválasztása szükséges. A sörgyártásban használt tejsavbaktériumok általában a *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* és *Pediococcus* nemzetségbe tartoznak, amelyek közül az első, illetve az utolsó a legelterjedtebb. Ennek oka a nagyobb izomerizált alfa-sav rezisztenciájuk. (Vriesekoop *et al.*, 2013)



**4. ábra:** *Pediococcus* (balra) és *Lactobacillus* (jobbra) morfológiája

(brewersjournal.info, 2016; Arasu *et. al*, 2015)

Mint a bekezdés elején említésre került a tejsavbaktériumok Gram-pozitívak, ez alól a *Lactobacillus brevis* és a *Pediococcus damnosus* sem kivétel. Ez a tulajdonsága azonban sörgyártásnál nem pozitív tulajdonság, hiszen a komló forralása során keletkező izo- $\alpha$ -sav antibakteriális hatású a Gram-pozitív baktériumokkal szemben. Azonban a két említett baktérium rezisztanciát mutat eme antibakteriális hatással szemben. Ezen tulajdonság a *horA* és *horC* génjeinek köszönhető. Míg a *horA* a komló keserűanyagait extrudálja a sejtéből, a *horC* gén terméke komlórezisztenciát biztosít. Hozzá kell tenni, hogy a savanyú sörök gyártása során általánosságban kevesebb komlót használnak, ezáltal izomerizált alfa-sav is kevesebb van a rendszerben.

(Suzuki, 2012)

Mindezek mellett negatív tulajdonságuk is van technológia szempontból. A *Lactobacillus brevis* különféle mellékízeket, aromákat és zavarosságot okozhat, míg a *Pediococcus damnosus* képes diacetilt is előállítani.

Közös jellemzőjük a tejsav termelés, amely csökkenti a termék pH-ját. A savanyú sörök gyártása erre a tulajdonságukra épít, azonban vigyázni kell, hiszen ezek segítségével olyan alacsony pH is elérhető, amely következtében a sör fogyaszthatatlanná válik. A *Lactobacillus brevis* által 3,3-3,4 pH-jú, míg a *Pediococcus damnosus* által 3-as pH alatti értékkel rendelkező termék is készíthető. Például a Lambic gyártásánál a túl alacsony pH ellensúlyozása érdekében a gyártók nagy mennyiségű komlót adagolnak az üstbe.

Az említett minőségrontó okok következtében a hagyományos sörök előállításánál rendkívül károsak a tejsavbaktériumok, azonban a savanyú sörök gyártása ezen tulajdonságait hasznosítja a megfelelő minőségű végtermék elérése érdekében.

(Ciosek *et al.*, 2019, pp. 53-58)

### 2.3.3 Savanyú sör gyártásának sajátosságai

Savanyú sörök gyártására több módszer is alkalmazható. A különbséget általánosságban az jelenti, hogy a savanyítás különböző technológiai lépéseknél valósul meg. A fejezetben belül továbbá kitérek a savanyú sörök gyártásának kritikus paramétereire, amelyekre fokozott figyelmet szükséges fordítani.

#### 2.3.3.1 Savanyú sör gyártás módszerei

Hagyományosan spontán erjedésű sörök voltak, azonban manapság már kontrollált körülmények között készülnek. A sour sörök előállítása hat féleképpen történhet, így gyártók az előállítani kívánt típusnak megfelelő módszert kell, hogy kiválasszák. Készítésének variálhatósága is hozzájárul a sörtípus sokszínűségéhez.

#### **Cefre savanyítás**

A cefre savanyítására három módszert lehet alkalmazni, azonban ezek hatékonysága különbözik.

##### 1. Törköly adagolása a cefréhez

A tejsavbaktérium egy korábbi gyártásból származó törkölyből kerül a rendszerbe, azáltal, hogy a törkölyt közvetlenül a cefréhez adják. A törköly könnyen megsavanyodik, ezért alkalmazható ilyen célra. Ez a módszer kevésbé hatékony, mint a 2. lehetőség.

##### 2. Törköly áztatása és melegítése

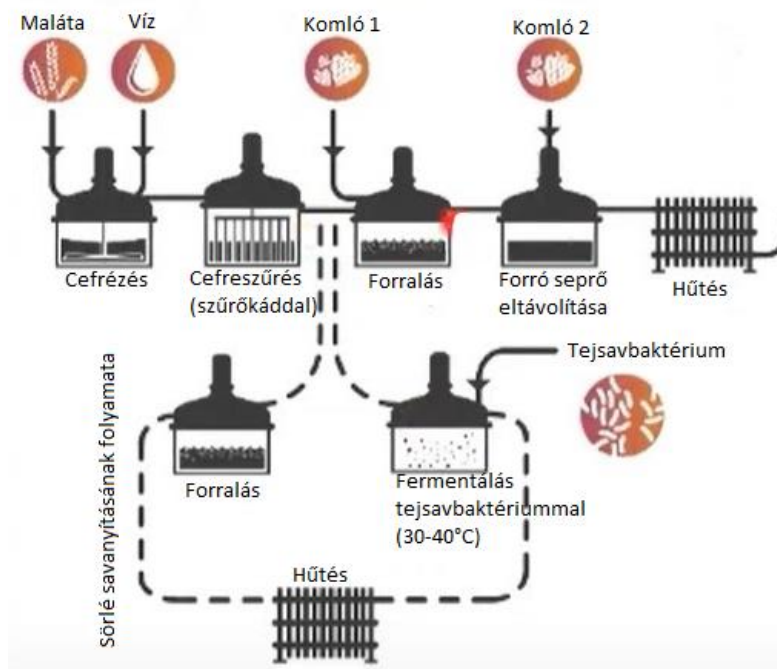
Ennél a módszernél is a törkölyben található tejsavbaktériumok végzik a savanyítást. A törköly beáztatásra, majd melegítésre kerül a cefrézőüstben, amely következtében aktiválódnak a kívánt mikrobák. Ezt követően megtörténik az általános cefrőzési eljárás, amely során a rendszer eléri a megfelelő savasságát.

##### 3. Tejsavbaktérium adagolása

A módszer során a tejsavbaktérium kultúra a cefre lehűlését követően kerül adagolásra a rendszerhez. (Fermentis by Lesaffre, 2021a)

## Sörlé savanyítás

A kettle souring eljárás kiindulásakor a cefre szűrése során nyert teleüst, egy komlóforraló üstbe kerül átvezetésre. A módszerben kulcsszerepe van a hőmérséklet-szabályozható komlóforraló üstnek, ugyanis a sörlevet különböző hőmérsékletekre kell melegíteni. Az 5. ábrán jól látható, hogy az üstben a komlózatlan sörle forralásra, majd visszahűtésre kerül, amelyet követően adagolásra kerül a tejsavbaktérium. A hőmérsékletet 30-40°C-ra állítják, amelyen egy gyors fermentáció megy végbe. Ezt követően a sörlé ismét forralásra kerül, amely eredményeképp a mikrobák elpusztulnak, ezzel is csökkentve a befertőződés kockázatát. Kontrollálhatósága és hatékonysága végett a leggyakrabban használt módszer. (Fermentis by Lesaffre, 2021b)



**5. ábra:** Sörlé savanyításának folyamatábrája

(Forrás: Caille et al., s.a.)

## Savanyítás hordós érlelés során

A savanyítás történhet tejsavbaktériummal történő beoltás útján is, de a hordó önmagában is megfelelő savanyító berendezés. Ennek oka, hogy a fa szerkezetében megtalálható megfelelő mikroorganizmusok is végeznek savanyító folyamatokat. Továbbá, a hordóban korábban tárolt gyártási tételekből megmaradt savasság is hozzájárul a sör savanyításához. (De Roos et al., 2019)

### Savanyítás fermentáció során

A fermentáció során megnő az alkoholtartalom, így fontos, hogy a felhasznált tejsavbaktérium toleráns legyen ezzel szemben. Ennek okán, a fermentáció során történő savanyításhoz tisztán vagy keverve szokták felhasználni a *Lactobacillus* vagy *Pediococcus* kultúrákat. Általánosságban a *Pediococcus* törzset szokták alkalmazni az alkohol és izomerizált alfa-sav toleranciája végett.

Az eljárás során fokozott figyelmet kell fordítani a kontaminációs befertőzés elkerülésére.

(Fermentis by Lesaffre, 2021a)

### Spontán fermentáció

Talán a legkülönlegesebb és egyben a legkörülményesebb készítési technika a spontán fermentáció. A sörlé megfogadása egy nyitott hűtőbárkában történik. A sörlé hűtése történhet mesterséges úton hőcserélő berendezéssel vagy tradicionálisan lehűtheti azt a folyadékfelszínnel érintkező levegő is. A hosszú hűlési folyamat során a sörlé kontaktba lép a levegőben keringő mikroorganizmusokkal, azaz az élesztőkkel és baktériumokkal, amelyek elkezdik fermentálni a cukrokat. A fermentáció természetes úton megy végbe, nem kerül adagolásra sem tejsavbaktérium, sem élesztő törzs. (Dysvik *et al.*, 2020)

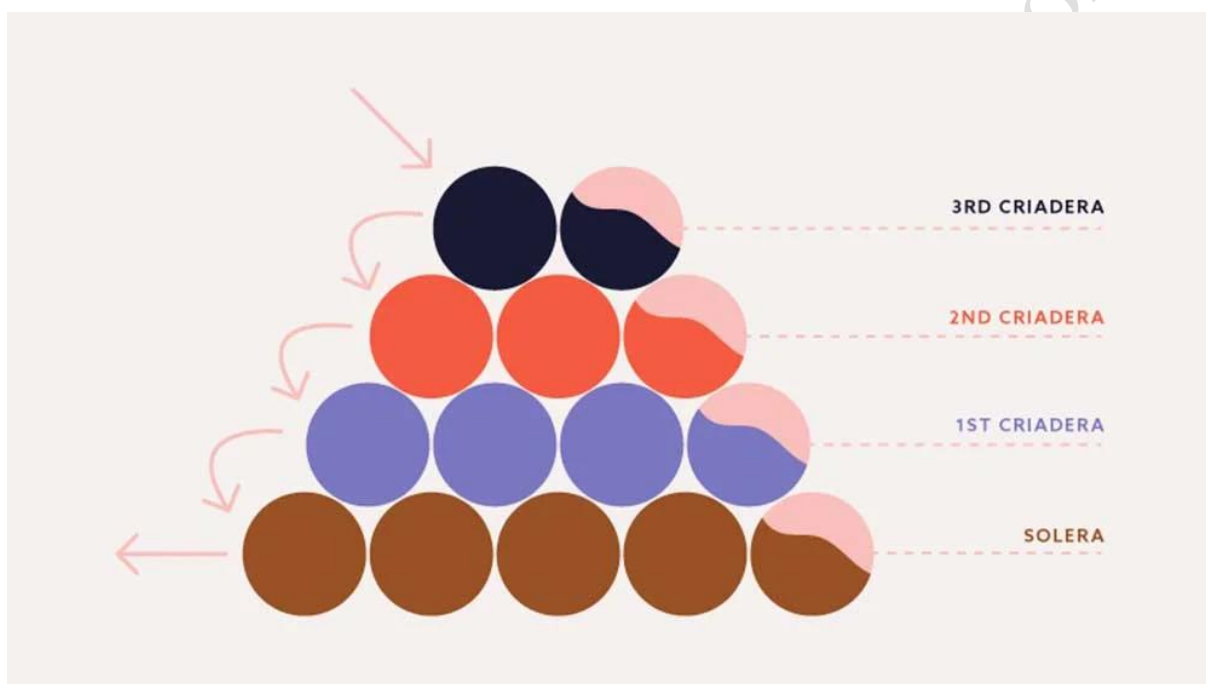


**6. ábra:** Tradicionális spontán fermentációhoz használt hűtőbárka

(Forrás: (Fermentis by Lesaffre, 2021a)

## Blending

Gyakran használt sour sör készítési technika. A kész sör előállítása különböző korú, gyártású sörök keverésével történik. Használatos módszer, a sherry gyártásából ismert solera eljárás. Ezen eljárás során az elkészített sörök hordói készítési időpont alapján kerülnek egymásra. Ez alapján a legalsó sorban található a legidősebb sör. Az eljárás lényege, hogy mindig a legalsó hordóból történik a sör elvétele és az ebben kialakuló hiányzó részt a felette lévő hordóból töltik fel, majd ennek kiegészítése a felette lévő hordóból történik. A hordók elhelyezése a 7. ábrán látható módon történik. (Brewing World, 2022)



**7. ábra:** Solera eljárás

(Forrás: <https://www.brewer-world.com/solera-brewing-technique/>)

### 2.3.3.2 Savanyú sörgyártás kritikus paraméterei

A savanyú sörök gyártása során fontos, hogy a felhasznált baktériumok magas hatékonysággal működjenek. Ennek alapja, hogy a tejsavbaktériumok számára biztosítva legyenek a megfelelő paraméterek.

#### Izo- $\alpha$ -sav tartalom

A savanyú sörök gyártása során figyelni kell az adagolandó komló mennyiségére. Ennek oka, hogy a komló forralása során izomerizált alfa-sav keletkezik, amely antibakteriális hatással rendelkezik azon Gram-pozitív baktériumokkal szemben, amelyek érzékenyek az alfa-savra

vagy az izomerizált alfa-savra. A tejsavbaktériumok ilyen Gram-pozitív mikroorganizmusok. Ez által kiemelten fontos, hogy a komló mikor és mekkora mennyiségben kerül adagolásra. Célszerű a komlót azután hozzáadni a rendszerhez, miután megtörtént a sörlé savanyítása az általunk választott baktériumokkal. (Dysvik *et al.*, 2020)

### **Hőmérséklet**

A savanyítás során a rendszert a mikroorganizmus számára optimális hőmérsékleten kell tartani, így hozzájárulva a megfelelő aktivitásához. Figyelembe kell venni, hogy a felhasznált törzsek hőmérsékleti optimuma eltérő lehet, így különösen fontos, hogy a sörkészítő tisztában legyen azzal melyik törzs aktivitása fontos a savanyítás végrehajtásában. Általánosságban a megfelelő hőmérsékleti intervallum 35-45°C (Schönfeld, 1938)

### **Alkoholtartalom**

A tejsavbaktériumok általánosságban relatív toleránsak az alkohollal szemben, amely előny a fermentációs folyamatok során. Azonban, ez a tolerancia a törzsek között nagy mértékben eltérő lehet. Egyes fajok (például *Lactobacillus plantarum*) 5-6 alkoholszázalékos szintnél leállnak a növekedéssel, míg más törzsek magasabb alkoholtartalmú környezetben is képesek fenntartani magukat. A legtöbb tejsavbaktérium 13 alkoholszázalék feletti értékkel rendelkező környezetet már nem képes elviselni. (Fermentis by Lesaffre, 2021a)

### 3. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

#### 3.1 Sörminták bemutatása

A 3. táblázatban található söröket gyűjtöttem össze és vizsgáltam be különböző módszerekkel.

A táblázat a sör megnevezése mellett tartalmazza a címkén feltüntetett paramétereket. Ezen sörök mindegyike magyar kisüzemekből származnak és kereskedelmi forgalomba kaphatóak.

**3. táblázat:** Savanyú sörminták adatai

(Forrás: Saját szerkesztés)

| Minta megnevezése                 | Alkohol (%V/V) | Eredeti extrakt (°B) | Szín (EBC) | Keserűérték (IBU) | pH  | Összetevők                                                                                                              | Típus               |
|-----------------------------------|----------------|----------------------|------------|-------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Fehér nyúl – Rafa                 | 6,8            | 17,5                 | 9,5        | 48                | n.a | Ivóvíz, árpa-, zab-, és búzamaláta, laktóz, élesztő, komló, citromhéj,                                                  | Sour IPA            |
| Fehér nyúl – Sour Mate            | 6,5            | 17,1                 | n.a        | n.a               | n.a | Ivóvíz, árpamaláta, meggy velő, szilvalé sűrítmény, búzamaláta, zabpehely, zabmaláta, komló, fahéj, vanília, sörélesztő | Gyümölcsös Sour Ale |
| Szent András Sörfőzde – Lambda 18 | 3,7            | 9,3                  | 5          | 10                | 3,4 | Víz, árpa- és búzamaláták, narancs 15%, komló, sörélesztő, mandarin kivonat.                                            | Berliner Weisse     |

|                                                  |      |      |       |     |      |                                                                                                                        |                    |
|--------------------------------------------------|------|------|-------|-----|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Szent András<br>Sörfőzde –<br>Weisz              | 3,7  | 11,5 | n.a   | 7   | 3,7  | Víz, árpa- és<br>búzamaláták<br>(EU), komló<br>(Magnum),<br>körte<br>(sűrítmenyből,<br>15%),<br>sörélesztő.            | Berliner<br>Weisse |
| Mad Scientist<br>– Tokyo Sour                    | 4,2  | n.a  | n.a   | n.a | n.a  | Víz,<br>árpamaláta,<br>búzapehely,<br>zabpehely,<br>lime, yuzu,<br>komló, élesztő                                      | Gose               |
| Mad Scientist<br>– Hotline<br>Bling              | 5,5  | n.a  | n.a   | n.a | n.a  | Banánpüré,<br>kókuszpüré,<br>víz,<br>árpamaláta,<br>búzamaláta,<br>laktóz,<br>kakaóbab,<br>komló, élesztő              | Sour Ale           |
| Mad Scientist<br>– Raspberry<br>and Funk<br>2022 | 5,7  | n.a  | n.a   | n.a | n.a  | Víz, málna,<br>búzamaláta,<br>árpamaláta,<br>zabmaláta,<br>zabpehely,<br>tönkölybúza,<br>búzapehely,<br>komló, élesztő | Farmhouse<br>Ale   |
| Tanszéki sör<br>minta                            | 5,31 | 12,5 | 31,85 | n.a | 4,32 | Víz.<br>árpamaláta,<br>élesztő                                                                                         | Pils ale           |

\*n.a – nincs adat

## 3.2 Módszerek

### 3.2.1 Minták előkészítése

A sörökből 100-100 ml mintát átszűrtem szűrőpapírra helyezett kovaföldön (8. ábra). Ezt követően szén-dioxid mentesítés céljából a mintákat ultrahangos fürdőbe helyeztem 5-5 percre.



### 8. ábra: A sörminták szűrése

(Forrás: Saját kép)

#### 3.2.2 pH mérés

A sörminták pH mérését egy általam bekalibrált Jenway 3510 digitális pH mérővel végeztem. A kétpontos kalibrálást 4,00 pH és 7,00 pH értékű pufferekkel végeztem. A kalibrálás ellenőrzése érdekében visszamértem egy 4,66 pH-jú puffert.

#### 3.2.3 Keserűérték meghatározás

A módszer során a sör izo- $\alpha$ -sav tartalma kerül lemérésre spektrofotométer segítségével. Ehhez azonban izo-oktánnal ki kell vonni a sör keserűségét okozó izo- $\alpha$ -savat. Jelen módszert az EBC Analytica 9.8. fejezete írja le.

Mindegyik leszűrt sörmintából 10-10 ml-t 50 ml-es centrifugacsövekbe pipettáztam. A csövekbe 0,5 ml 6 n sósavat (HCl), 20 ml izo-oktánt és 3-3 db üveggolyót adtam. Ezután következett a minták 15 percig tartó rázása, majd 5000 fordulat/perc sebességgel történő 10 perces centrifugálása egy ultracentrifugával. A centrifugálás ideje alatt a 9. ábrán látható spektrofotométert tiszta izo-oktánnal nulláztam. Az előkészített mintát 275 nm hullámhosszon, a Hach DR6000 UV-VIS spektrofotométer segítségével megmértem. A kapott abszorbancia értékeket a végeredmény eléréséhez 50-nel szoroztam. A keserűértéket két értékes jegyre kell megadni.

$$\text{Keserűérték} = \text{abszorbancia} \times 50$$



**9. ábra:** Hach DR6000 UV-VIS spektrofotométer

(Forrás: Saját kép)

### 3.2.4 Titrálható savtartalom meghatározás

Ismert mennyiségű sör titrálható savtartalmát nátrium-hidroxiddal határozzuk meg. A savfok kiszámításához szükségünk van 100 ml szénsavmentes sör semlegesítéséhez szükséges 1n NaOH térfogatára és faktorára.

A mérés elvégzése előtt előkészítettem, vízzel átöblítettem, majd 1 n NaOH-dal jelre állítottam a burettát. Az előkészített mintából 50 ml-t pipettáztam egy 100 ml-es főzőpohárba és 1 n NaOH-dal addig titráltam míg el nem értem a 9,00 pH-t. A sörminták pH mérését Jenway 3510 digitális pH mérővel végeztem. A folyamatról vizuálisan a 10. ábrán látható.

A kapott fogyás és faktor ismeretében kiszámoltam a minták savfokát.

Alkalmazott képlet:

$$Savfok = a \times f \times 0,2$$

Ahol:

a – 1 n NaOH fogyása

f – 1 n NaOH faktora



#### 10. ábra: Sörminták titrálása

(Forrás: Saját kép)

#### 3.2.5 Színmérés EBC módszerrel

A sörminták színének megméréséhez Hach Lange DR600 UV-VIS típusú spektrofotométert használtam (9.ábra). A mérés elvégzéséhez szükséges hullámhossz 430 nm.

A mintákat 10 mm-es küvettába töltöttem. Egy 10 mm-es küvettába desztillált vizet töltöttem, a fotométert nulláztam, ezáltal 0,00 abszorbancia értékre állítva azt. Ezután megmértem a sörminták abszorbanciáját. Ha az abszorbancia értéke nagyobb, mint 0,8 akkor olyan mértékben hígítom a mintát, hogy 0,2 és 0,8 között legyen. Az EBC szín érték kiszámolásához a kapott abszorbancia értéket megszorozom az esetleges hígítás értékével és 25-tel. A színszámot két értékes jegyre kell megadni.

Alkalmazott képlet:

$$\text{Szín (EBC)} = 25 \times f \times A_{430}$$

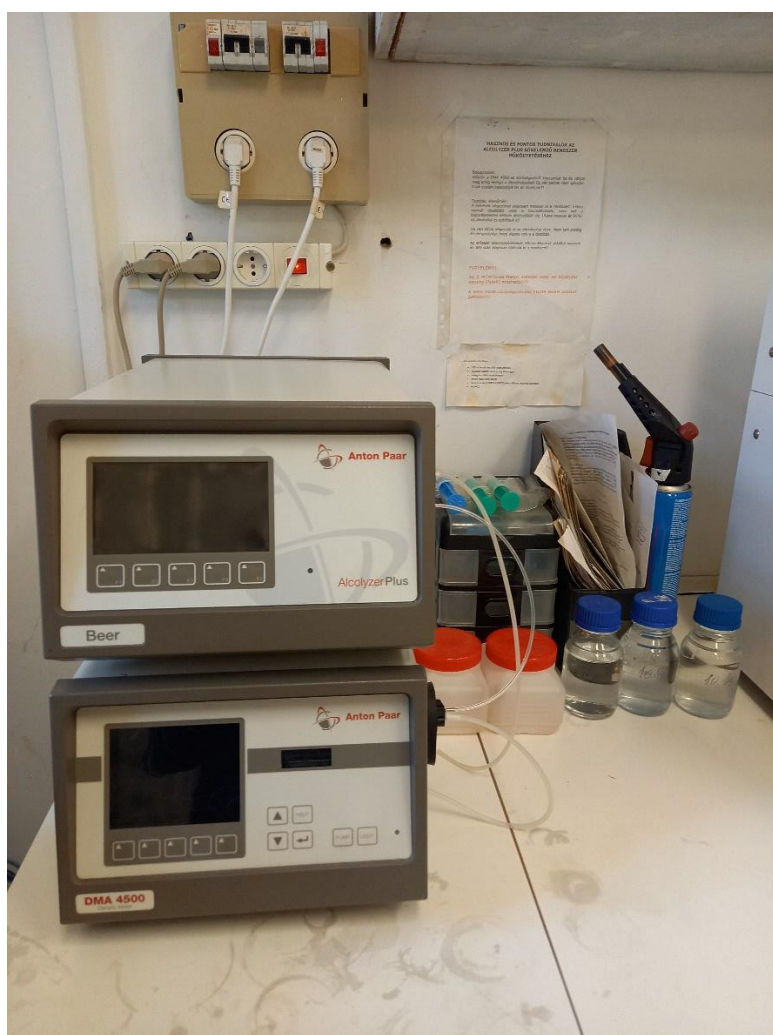
Ahol:

f- hígítás mértéke

$A_{430}$  – 430 nm-en leolvasott abszorbancia értéke

### 3.2.6 Alkohol- és extrakttartalom meghatározás

A sörminták alkohol- és extrakttartalmát a 11. ábrán látható, két egységből álló Anton Paar Alcolyzer Plus söranalizátorral mértem meg. A berendezés alsó egysége egy DMA-4500 típusú, oszcilláló U csöves sűrűségmérő. Ennek működési elve, hogy a folyadék sűrűségének és tömegének a függvényében a csőszakasz rezgési frekvenciája megváltozik, majd ezzel kalkulálva megállapítja a folyadék sűrűségét. A felső egység, közeli infravörös spektroszkópia elvén, egy algoritmus segítségével megállapítja a folyadék alkoholtartalmát. A kapott eredményekből a berendezés kiszámítja az energiatartalmat (különböző mértékegységekben), az erjedési fokot (valódi, látszólagos) és az extrakttartalmat (valódi, látszólagos, eredeti) is.



**11. ábra:** Anton Paar Alcolyzer Plus söranalizátor

(Forrás: Saját kép)

Fecskendő segítségével 20 ml mintát fecskendeztem a sűrűségmérő beadagoló nyílásába, így feltöltve a sűrűségmérő és a söranalizátor mérőcelláját. Ennél a lépésnél fokozott figyelmet

kellett arra fordítani, hogy ne kerüljön buborék a mérőrendszerbe. A mérés a berendezést vezérlő és az adatokat gyűjtő számítógépen indítottam el.

### 3.2.7 Szervessav-tartalom meghatározás

A HPLC olyan automatizált, nagynyomású kromatográfiás eljárás, amely számos anyag, köztük fehérjék, poliszacharidok, nukleinsavak, aminosavak, szerves savak, vitaminok stb. meghatározására alkalmas. Kísérleteim során különböző sörök szervessav-tartalmának meghatározására használtam. Az egyes anyagok minősége a retenciós időkből, mennyisége a csúcs alatti területből határozható meg. A mintákat 0,45 µm-es mikroszűrőn leszűrtem. A meghatározott térfogatú mintákat beinjektáltam, lefuttattam őket, majd a kapott kromatogramokat kiértékeltem. Külső kalibrációt alkalmaztam a következő szerves sav standard-ok alkalmazásával: tejsav, ecetsav, citromsav, borostyánkősav, almasav, propionsav.

#### ▪ Felépítése:

- – Thermo Fisher Scientific Corporation HPLC készülék
- – Detektor: PDA detektor (210 nm),
- – Oszlop: AminexHPX-87H
- – Integrátor program: ChromQuest 5.0 szoftver

#### ▪ Jellemzői:

- – Mozgó fázis: 5 mM H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- – Áramlási sebesség: 0,5 ml/min
- – Mintatérfogat: 15 µl
- – Oszlop hőmérséklet: 45°C
- – Detektor hőmérséklet: 45°C

## 4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELEŚÜK

A vizsgált sörök gyártó által közölt stílusait a 4. táblázat tartalmazza. A vizsgált termékek készítése során felhasznált alapanyagok alapján és a Magyar Élelmiszerkönyv 2-702 számú irányelve szerint, ezek a sörök ízesített sörök. Ennek oka, hogy a komló helyett, vagy mellett egyéb ízesítőanyagot is felhasználtak a gyártók az ízhatás kialakításához.

**4. táblázat:** A vizsgált minták gyártó által megnevezett sörstílusai

(Forrás: Saját szerkesztés)

| Minta megnevezése                       | Stílus              |
|-----------------------------------------|---------------------|
| Fehér nyúl – Rafa                       | Sour IPA            |
| Fehér nyúl – Sour Mate                  | Gyümölcsös Sour Ale |
| Szent András Sörfőzde – Lambda 18       | Berliner Weisse     |
| Szent András Sörfőzde – Weisz           | Berliner Weisse     |
| Mad Scientist – Tokyo Sour              | Gose                |
| Mad Scientist – Hotline Bling           | Sour Ale            |
| Mad Scientist – Raspberry and Funk 2022 | Farmhouse Ale       |
| Tanszéki sör minta                      | Pils ale            |

Az 1. és a 4 táblázat összevetése alapján a fejezetben a Gose és Berliner Weisse kategóriáknak való megfelelések vagy eltérések fognak kifejtésre kerülni. A többi, gyártó által megnevezett stílus nincs egzakt módon megnevezve a BJCP-ben. Jelen szakdolgozat céljai között nem szerepel a BJCP-ben megnevezett kategóriákba való sorolása ezen termékeknek.

Magyarországon 2020 óta figyelhető meg a savanyú sörök megjelenésének, favorizálásának tendenciája. A vizsgált sörök megjelenése ezen időszaktól kezdődtek meg.

### 4.1 Extrakttartalom jellemzése

A sör eredeti extrakttartalma megmutatja, hogy a kiindulási sörlében milyen koncentrációban volt jelen erjedésre alkalmas alapanyag. Az általam vizsgált savanyú sörök közül, a Fehér Nyúl

Rafa terméke kivételével, mindben található hozzáadott gyümölcs (narancs, málna, meggy velő stb.), amelyek következtében az eredmények megbízhatósága megkérdőjeleződik, hiszen ezek szénhidrát és extrakttartalma befolyásolja az eredményt.

**5. táblázat:** A vizsgált minták jelölt és mért eredeti extrakttartalma

(Forrás: Saját szerkesztés)

| Minta neve                        | Eredeti extrakttartalom (%Plato) |      |
|-----------------------------------|----------------------------------|------|
|                                   | Jelölt                           | Mért |
| Fehér Nyúl - Rafa                 | 17,5                             | 17,4 |
| Fehér Nyúl - Sour Mate            | 17,1                             | 15,6 |
| Szent András Sörfőzde - Lambda 18 | 9,3                              | 8,7  |
| Szent András Sörfőzde - Weisz     | 11,5                             | 10,6 |
| Mad Scientist - Tokyo Sour        | n.a                              | 11,1 |
| Mad Scientist - Hotline bling     | n.a                              | 10,9 |
| Mad Scientist - Raspberry & funk  | n.a                              | 11,1 |
| Tanszéki sörminta                 | 12,5                             | 12,6 |

Az 5. táblázat alapján a legkisebb eredeti extrakttartalom értéke a Szent András Sörfőzde Lambda 18 sörének volt 8,7 %Plato. A legnagyobb értéke a Fehér Nyúl Rafa sörének volt 17,4 %Plato.

Az általam mért értékekről elmondható, hogy nagyobbak, mint a gyártó által feltüntetett értékek.

A két Szent András Sörfőzdéből származó Berliner Weisse kategóriába sorolható termék, magasabb eredeti extrakttartalommal rendelkezik, mint ami a stílusra jellemző. Ez nem befolyásolja a termék minőségét. A Mad Scientist Tokyo Sour sörét Gose kategóriába sorolja a gyártó, a mért adatok megfelelnek az említett stílus extrakttartalmának. A Fehér Nyúl Rafa sörének eredeti extrakttartalma, még majdnem beleillik a Straight Sour beer eredeti extraktjába, az alkoholtartalom is összeillik, azonban a szín és a keserű érték nagyságrendekkel

eltér a stílusirányzattól. Ezen megállapítások az 1. és az 5. táblázat összevetése alapján születtek.

## 4.2 Alkoholtartalom jellemzése

A Magyar Élelmiszerkönyv 2-702 számú irányelve alapján Sör típusú sör az, amelynek alkoholtartalma 2,81 – 8,0 %V/V között helyezkedik el. Az alkoholtartalom dobozon való feltüntetése kötelező a gyártók számára.

**6. táblázat:** A vizsgált minták jelölt és mért alkoholtartalma

(Forrás: Saját szerkesztés)

| Minta neve                        | Alkoholtartalom (%V/V) |      |
|-----------------------------------|------------------------|------|
|                                   | Jelölt                 | Mért |
| Fehér Nyúl - Rafa                 | 6,8                    | 6,1  |
| Fehér Nyúl - Sour Mate            | 6,5                    | 5,2  |
| Szent András Sörfőzde - Lambda 18 | 3,7                    | 2,9  |
| Szent András Sörfőzde - Weisz     | 3,7                    | 3,0  |
| Mad Scientist - Tokyo Sour        | 4,2                    | 5,0  |
| Mad Scientist - Hotline bling     | 5,5                    | 4,6  |
| Mad Scientist - Raspberry & funk  | 5,7                    | 4,5  |
| Tanszéki sörminta                 | 5,3                    | 4,8  |

Az általam vizsgált sörök mért alkoholtartalma a 6. táblázat alapján 2,9-6,1 %V/V között mozog és átlagosan +/-0,9 %V/V értékkel térnek el a feltüntetett értékektől.

Legkisebb értéke a Szent András Sörfőzde Lambda 18 sörnek volt 2,9 %V/V. Legnagyobb alkoholtartalma a Fehér Nyúl Rafa sörnek volt 6,1 %V/V.

Az általam mért értékekről elmondható, hogy alacsonyabbak, mint a sörök dobozain feltüntetett alkoholtartalmak. Kivétel ez alól a Mad Scientist Tokyo Sour söre, amely mért értéke 0,8 %V/V magasabb, mint a megjelölt.

### 4.3 Színmérés értékeinek jellemzése

A Magyar Élelmiszerkönyv 2-702 számú irányelve alapján a sörök színük alapján három kategóriába sorolhatóak. Ha a sör EBC értéke kisebb, mint 20 akkor világos sörrel, ha 20-45 közötti az érték akkor félbarna, vörös sörrel, ha 45-től nagyobb az érték akkor barna sörrel beszélünk. (Magyar Élelmiszerkönyv, 2013)

**7. táblázat:** A vizsgált minták színintenzitás értékei és Magyar Élelmiszerkönyv szerinti besorolása

(Forrás: Saját szerkesztés)

| Minta neve                        | EBC szín |      | Élelmiszerkönyv szerinti besorolás |
|-----------------------------------|----------|------|------------------------------------|
|                                   | Jelölt   | Mért |                                    |
| Fehér Nyúl - Rafa                 | 9,5      | 29,2 | Félbarna, vörös sör                |
| Fehér Nyúl - Sour Mate            | n.a      | 12,6 | Világos sör                        |
| Szent András Sörfőzde - Lambda 18 | n.a      | 6,6  | Világos sör                        |
| Szent András Sörfőzde - Weisz     | n.a      | 6,8  | Világos sör                        |
| Mad Scientist - Tokyo Sour        | n.a      | 8,6  | Világos sör                        |
| Mad Scientist - Hotline bling     | n.a      | 7,0  | Világos sör                        |
| Mad Scientist - Raspberry & funk  | n.a      | 13,4 | Világos sör                        |
| Tanszéki sörminta                 | 16       | 18   | Világos sör                        |

\*n.a – nincs adat

A 7. táblázatban látható értékek és a Magyar Élelmiszerkönyv 2-702 számú irányelvek összevetése alapján, Fehér Nyúl Rafa terméke kivételével, az általam vizsgált összes sör a világos sör kategóriájába esik. A Fehér Nyúl Rafa sörének színintenzitása meghaladja a 20 EBC-t, amely alapján félbarna, vörös sör kategóriába sorolható. Az előírás szerint a névleges értéktől való eltérés +/- 3,0 EBC egység lehet.

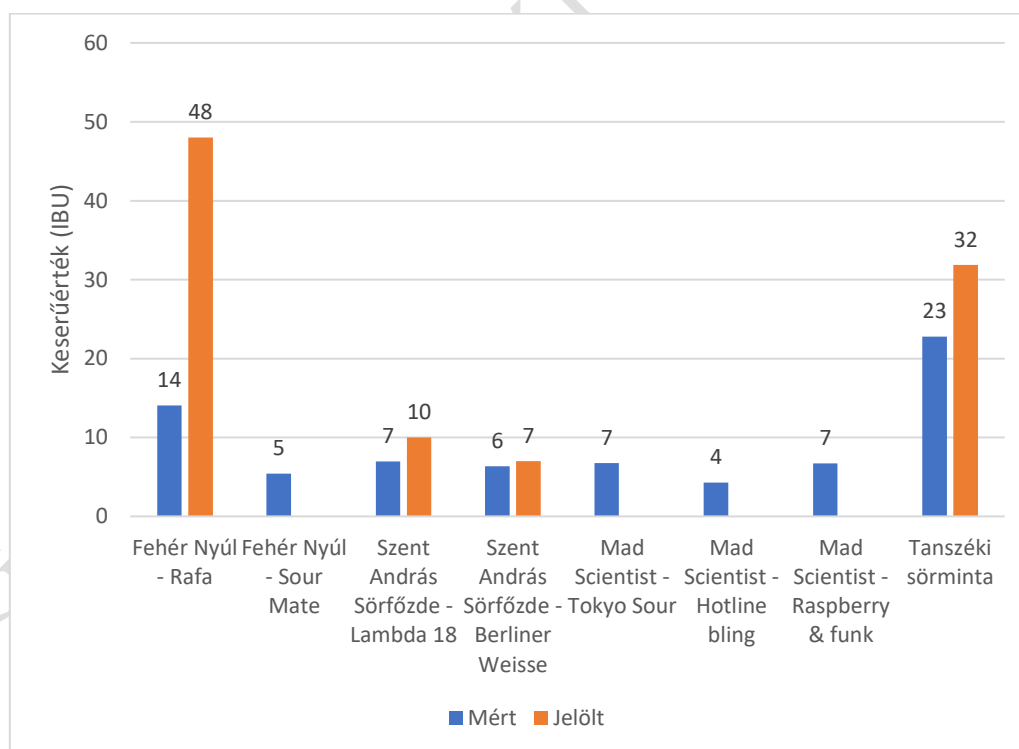
A legkisebb EBC értéke a Szent András Sörfőzde Lambda 18 sörének volt 6,6 EBC. A legnagyobb értékkel a savanyú sörök közül a Fehér Nyúl Rafa söre rendelkezik, ez 29,2 EBC.

A vizsgált minták dobozán két esetben volt jelölve az EBC érték. A Fehér Nyúl Rafa sörének mért és jelölt értéke között az eltérés meghaladta a 3,0 EBC egységet. A két érték közötti különbség 19,7 EBC volt. A Szent András Sörfőzde Lambda 18 sörének mért és jelölt értéke közötti különbség nem haladta meg a 3,0 EBC-t.

Az ismert sörstílusú termékek értékeinek 1. táblázattal való összevetése alapján, a Szent András Sörfőzde Weisz és Lambda 18 söre, valamint a Mad Scientis Tokyo Sour terméke is magasabb EBC értékkel rendelkezik, mint ami jellemző a sörstílusukra. Ez azonban a sörök minőségét nem minősíti.

#### 4.4 Keserűérték jellemzése

A keserűség mértékegysége az International Bitterness Unit (IBU), amely azt mutatja meg, hogy egy liter sör hány milligramm izomerizált alfa-savval rendelkezik. Ezt az értéket a sör keserű ízének kifejezésére használják. Savanyú söröknél a keserűség, mint faktor, nem fontos tényező, továbbá a keserűségért felelős komló sincs jelen nagy mennyiségben ezekben a termékekben.



**12. ábra:** A sörminták mért és jelöl keserű (IBU) értéke

(Forrás: Saját szerkesztés)

Három mintánál a dobozon feltüntetésre került a keserű (IBU) érték. A 12. ábra mutatja, hogy összehasonlítva a mért és jelölt értékeket, különbségeket vehetünk észre. A legkisebb eltérés a Szent András Sörfőzde Weisz volt: 1 IBU. A legnagyobb eltérés a Fehér Nyúl Rafa termékénél volt: 34 IBU. Összességében az általam mért értékek alacsonyabbak voltak, mint a dobozon feltüntetettek.

A legkisebb keserűértéke a Sour Ale típusú Mad Scientis Hotline blingnek volt, a mért érték 4 IBU. A savanyított sörök közül a legmagasabb keserűértékkel a Fehér Nyúl Rafa megnevezésű Sour IPA típusú terméke rendelkezett, a mért érték 14 IBU.

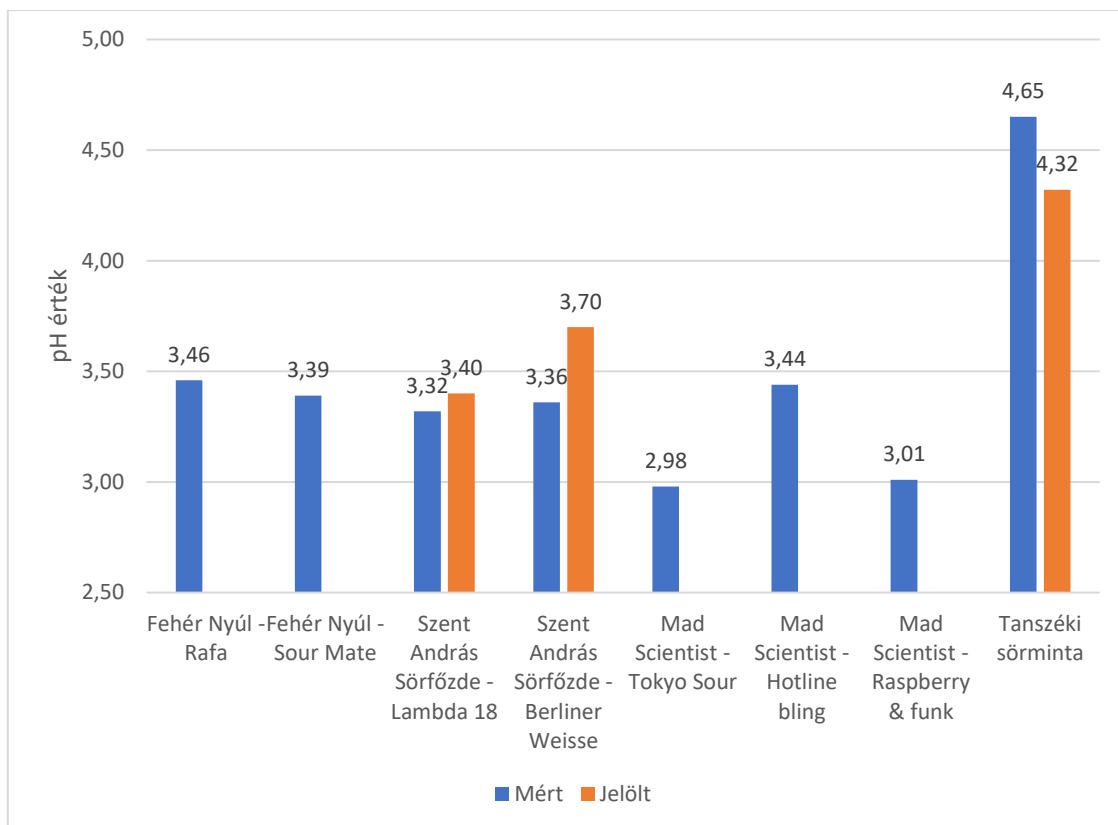
A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Budai Campusának Biomérnök és Erjedéssipari Technológia Tanszékének félüzemében készített Pils Ale (12. ábrán „Tanszéki sörminta” megnevezésű) sör rendelkezett a legmagasabb értékkel, 23 IBU-val.

Az 1. táblázat és a 12. ábrán feltüntetett mért értékek összevetése alapján a Szent András Sörfőzde Lambda 18 és Weisz söre megfelel a Berliner Weisse kategóriával szemben előírt keserűérték követelménynek. A Mad Scientist Tokyo Sour sörének keserűértéke is megfelel a Gose kategóriának.

Mivel a savanyított sörök készítése során kevesebb mennyiségű komlókészítményt használnak, mint a lager sörök előállításánál, így várható volt, hogy a Tanszéki sörminta mért keserű értéke magasabb lesz, mint a savanyú söröké. Ez a hipotézis a mért értékek értelmében validálásra került.

#### **4.5 pH értékek jellemzése**

A pH érték fontos paramétere a savanyú söröknek, mivel befolyásolja a sör savasságát, ízprofilját, stabilitását és mikrobiológiai biztonságát. Ezen termékek lényege, hogy kellemes, frissítő savanyúsággal rendelkezzenek, amelyet a pH érték finomhangolásával lehet elérni.



**13. ábra:** A sörminták mért pH értéke

(Forrás: Saját szerkesztés)

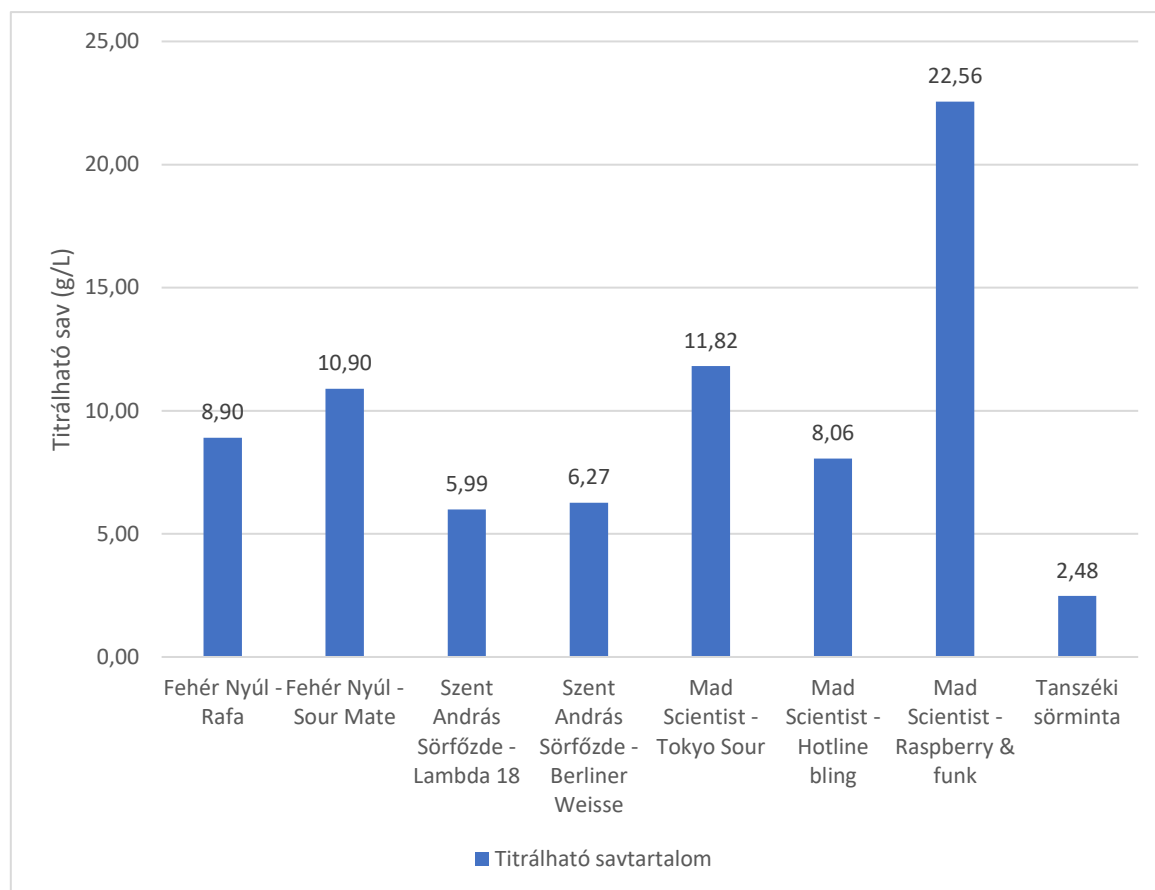
A mintákon elvégzett mérések visszaigazolták azt a feltevést, hogy a savanyított sörök pH értéke alacsonyabb lesz, mint a Pils Ale söré. Ez a megállapítás annak köszönhető, hogy a Tanszéki sörminta 4,65 pH értékkel rendelkezett, míg a savanyított sörök 2,98-3,46 pH közötti tartományban mozogtak.

A legkisebb pH értékkel a Mad Scientist gyártó Tokyo Sour söre rendelkezett, amely 2,98 pH volt. A savanyú sörök közül a legnagyobb pH értéke a Fehér Nyúl gyártó Rafa sörének volt, ennél 3,46 pH került megmérésre.

A 13. ábra mutatja, hogy a savanyú sörök közül a két Szent András Sörfőzdéből származó termékeken került feltüntetésre a pH érték. A mért és jelölt értékek között különbség detektálható. A Lambda 18 termék esetében 0,08 pH, míg a Berliner Weisse esetében 0,34 pH. Összességében az általam mért értékek alacsonyabbak voltak, mint a jelölt értékek.

#### 4.6 Titrálható sav (savfok) értékek jellemzése

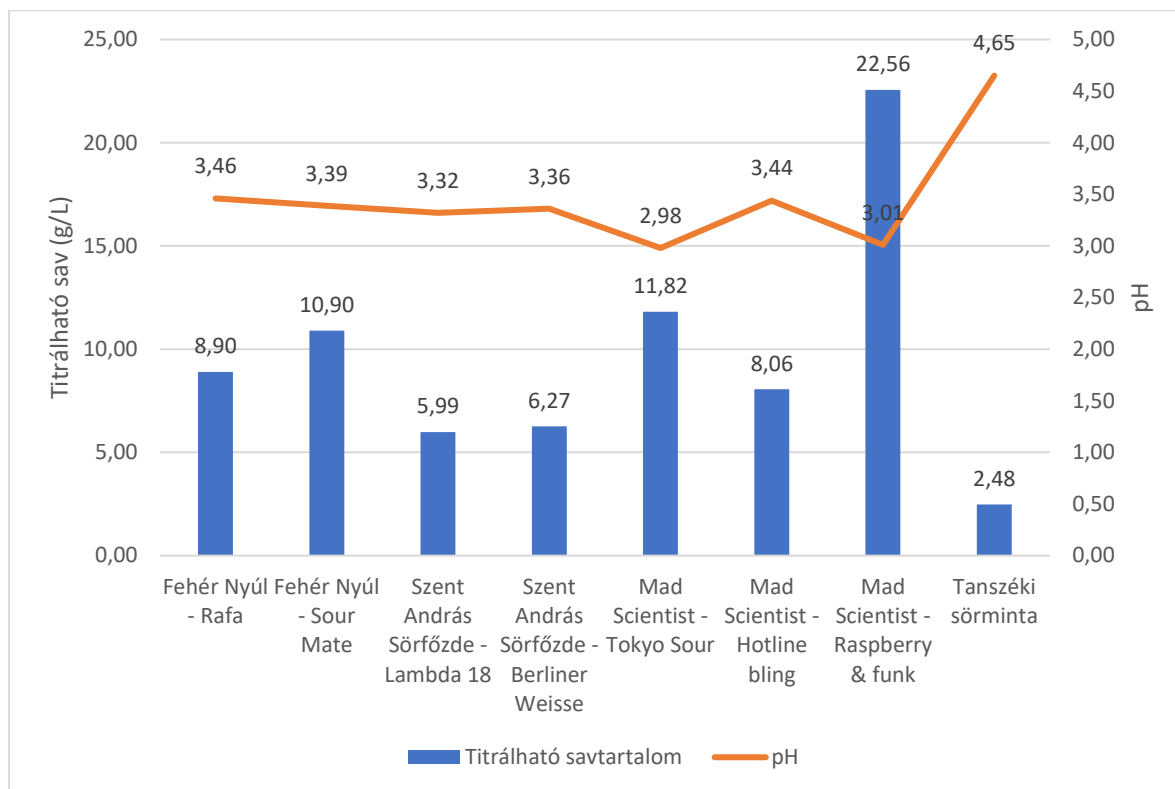
A titrálható savtartalom a sörben lévő összes asszociált és disszociált hidrogén iont méri. Tehát a sörben található összes sav mennyiségét fejezi ki, mértékegysége g/L.



**14. ábra:** A sörminták mért savfok értéke

(Forrás: Saját szerkesztés)

A minták mért értéke 14. ábrán látható, amely alapján levonható következtetés, hogy a vizsgált savanyú sörök változatos savtartalommal rendelkeznek. A legkisebb savfok értékkel a savanyú sörök közül a Szent András Sörfőzde Lambda 18 sör rendelkezik. Ennek értéke 5,99 g/L volt. A legmagasabbal, azaz 22,56 g/L savfokkal a Mad Scientist Raspberry & Funk söre rendelkezik.



**15. ábra:** A pH és a titrálható savtartalom viszonyítása

(Forrás: Saját szerkesztés)

A 15. ábrán látható a vizsgált sörök titrálható savtartalmának összevetése a pH értékekkel. A pH mérése során csak a disszociált hidrogén ion mérése történik, amely következtében a két érték ugyan összefügg, de nem korrelál egymással teljes mértékben. Látható az ábrán is, hogy ugyan a Mad Scientist – Raspberry & funk söre rendelkezik a legnagyobb titrálható savtartalommal, azonban mégsem annak a sörnek a legalacsonyabb a pH értéke. Ez arra enged következtetni, hogy ez a sör olyan savas kémhatású ízesítőanyagot tartalmaz, ami a pH-t nem, vagy csak kis mértékben befolyásolja. A maradék vizsgált sör esetében nem látható kiugró érték, amely magyarázatra szorul.

#### 4.7 Szervessav-tartalom jellemzése

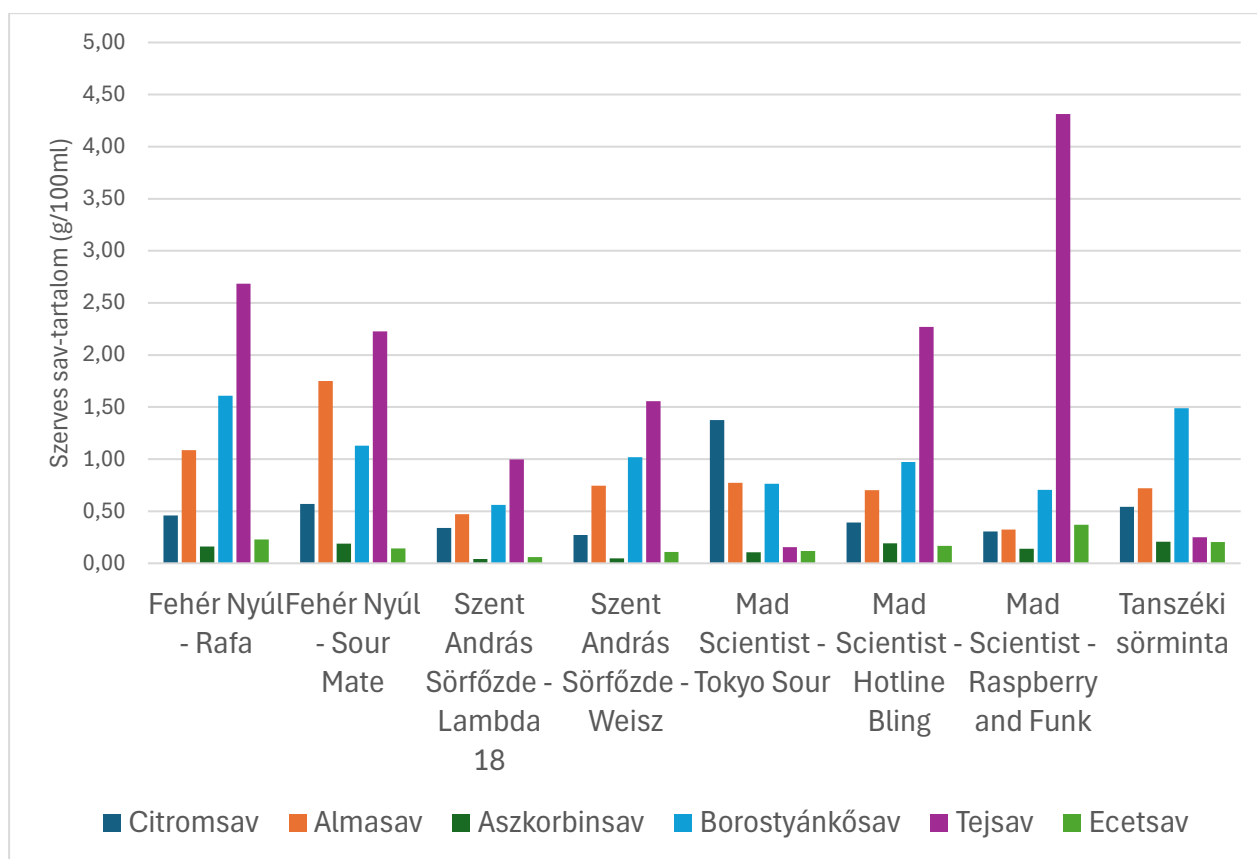
A savanyú sörök szervessav-tartalma alapvetően meghatározza azok ízprofilját, mivel jelentős hatással vannak a sör savanyúságára és karakterére. A 8. táblázatban bemutatásra kerülnek a vizsgált savanyú sörminták ezen paramétere.

**8. táblázat:** A vizsgált sörök szervessav-tartalma*(Forrás: Saját szerkesztés)*

| Minta neve                           | Szervessav     | Szervessav-tartalom<br>(g/100ml) |
|--------------------------------------|----------------|----------------------------------|
| Fehér Nyúl - Rafa                    | Citromsav      | 0,46                             |
|                                      | Almasav        | 1,09                             |
|                                      | Aszkorbinsav   | 0,16                             |
|                                      | Borostyánkősav | 1,61                             |
|                                      | Tejsav         | 2,68                             |
|                                      | Ecetsav        | 0,23                             |
| Fehér Nyúl - Sour<br>Mate            | Citromsav      | 0,57                             |
|                                      | Almasav        | 1,75                             |
|                                      | Aszkorbinsav   | 0,19                             |
|                                      | Borostyánkősav | 1,13                             |
|                                      | Tejsav         | 2,23                             |
|                                      | Ecetsav        | 0,14                             |
| Szent András Sörfőzde<br>- Lambda 18 | Citromsav      | 0,34                             |
|                                      | Almasav        | 0,47                             |
|                                      | Aszkorbinsav   | 0,04                             |
|                                      | Borostyánkősav | 0,56                             |
|                                      | Tejsav         | 1,00                             |
|                                      | Ecetsav        | 0,06                             |
| Szent András Sörfőzde<br>- Weisz     | Citromsav      | 0,27                             |
|                                      | Almasav        | 0,74                             |
|                                      | Aszkorbinsav   | 0,05                             |
|                                      | Borostyánkősav | 1,02                             |
|                                      | Tejsav         | 1,56                             |
|                                      | Ecetsav        | 0,11                             |

|                                    |                |      |
|------------------------------------|----------------|------|
| Mad Scientist - Tokyo Sour         | Citromsav      | 1,38 |
|                                    | Almasav        | 0,77 |
|                                    | Aszkorbinsav   | 0,11 |
|                                    | Borostyánkősav | 0,76 |
|                                    | Tejsav         | 0,16 |
|                                    | Ecetsav        | 0,12 |
| Mad Scientist - Hotline Bling      | Citromsav      | 0,39 |
|                                    | Almasav        | 0,70 |
|                                    | Aszkorbinsav   | 0,19 |
|                                    | Borostyánkősav | 0,97 |
|                                    | Tejsav         | 2,27 |
|                                    | Ecetsav        | 0,17 |
| Mad Scientist - Raspberry and Funk | Citromsav      | 0,31 |
|                                    | Almasav        | 0,32 |
|                                    | Aszkorbinsav   | 0,14 |
|                                    | Borostyánkősav | 0,71 |
|                                    | Tejsav         | 4,31 |
|                                    | Ecetsav        | 0,37 |
| Tanszéki sörminta                  | Citromsav      | 0,54 |
|                                    | Almasav        | 0,72 |
|                                    | Aszkorbinsav   | 0,21 |
|                                    | Borostyánkősav | 1,49 |
|                                    | Tejsav         | 0,25 |
|                                    | Ecetsav        | 0,20 |

A mért értékek vizuális szemléltetését a 16. ábra mutatja be.



**16. ábra:** A sörminták szervessav-tartalma

(Forrás: Saját szerkesztés)

A 16. ábra alapján jól látható, hogy Mad Scientist Tokyo Sour sörének kivételével, a vizsgált savanyú sörök mindegyikében a tejsavtartalom dominál, de különböző mértékben. A megnevezett kivételnél feltehetően hiba lépett fel a tejsav meghatározásnál, ezzel magyarázható az indokolatlanul alacsony érték.

A Fehér Nyúl Rafa söre esetében a szerves savak csak tejsavas erjesztésből adódhatnak. A vizsgált sörök közül az egyik legkiemelkedőbb tejsavtartalommal rendelkezik, amely a laktóz adagolásnak köszönhető. A sör magas titrálható savtartalom értéke is a magas tejsavtartalom következtében alakult ki.

A Fehér Nyúl Sour Mate sörnél a tejsav mellett az almasavtartalom dominál. Az utóbbi értékért az alapanyagként felhasznált meggy velő és a szilvale sűrítmény lehet a felelős. A meggy átlagos almasavtartalma 1,68 g/100 ml, míg a szilváié 0,18-1,57 g/100 ml. A magasabb szervessav-tartalom összhangban van a termék titrálható savtartalmával.

A Szent András Sörfőzde Lambda 18 termékénél meglepően kevés tejsav, és általánosságban kevés szervessav-tartalom detektálható. A termék tartalmaz narancsot is, melynek szervessavtartalma  $20,42 \pm 0,16$  g/100 ml, azonban ez sem teszi savasabbá a sört. A titrálható savtartalom és a pH értékek összhangban vannak a Lambda 18 szervessav-tartalmával.

A Szent András Sörfőzde Weisz sörének tejsavtartalma visszafogottabb, mint a többi vizsgált terméké. Feltételezhetően ez annak köszönhető, hogy a gyártás során rövid ideig történik az erjesztés, amelynek köszönhetően a tejsavas erjesztés is rövidebb. A termék szervessav-tartalma összhangban van a mért titrálható savtartalommal és a pH értékkel.

A Mad Scientist Tokyo Sour termékének tejsav meghatározásánál hiba léphetett fel, mivel indokolatlanul alacsony tejsav érték került detektálásra. A termék dobozán feltüntetett citrom, mint összetevő láthatóan nagy citromsav koncentrációt eredményez. A citromsav okozta savasság tükröződik a mért titrálható sav és pH értékekben is.

A Mad Scientist Hotline bling sörének savasságát a tejsavas erjesztés és a gyártás során hozzáadott laktóz adja. A készítésénél alkalmazott gyümölcsök nem adnak nagy mértékben szervessavakat. Azonban, a termék borostyánkősav tartalma magasabb, mint valamennyi minta esetében. Ez az alapanyagként használt kakaónak tulajdonítható, ugyanis a kakaó fermentációja során a mikroorganizmusok anyagcseréje révén a citrátkörben kis mennyiségű borostyánkősav termelődik. (H. Ouattara *et al*, 2015)

A Mad Scientist Hotline bling sörnek szervessav-tartalma korrelál a mért pH, illetve titrálható savtartalom értékekkel.

A Mad Scientist Raspberry and funk terméke nagy szervessav-tartalommal rendelkezik. Tejsavtartalma ennek a terméknek a legmagasabb, amely arra utal, hogy savasságát az erjesztésből eredő tejsav adja. Ez a termék rendelkezik a második legkisebb pH-val és a legmagasabb titrálható savtartalom értékkel. Ennek oka, hogy benne a tejsavtartalom a magasabb, míg a legkisebb pH-val rendelkező sörnek, azaz a Mad Scientist Tokyo Sourben a citromsavtartalom a kiemelkedő. A citromsav erősebb sav, mint a tejsav, így a pH értéket is nagyobb mértékben befolyásolja.

A Tanszéki sörminta annak ellenére, hogy csak élesztővel került erjesztésre, említésre méltó citromsav, almasav és főleg borostyánkősav tartalommal rendelkezik. Az értékek háttérében az állhat, hogy a tankos fő- és utóerjesztés után még a palackban is erjedt a cukor hozzáadása

után. A palackozás során oxigén is bejutott a sörbe, és a benne lévő élesztők a hozzáadott cukor egy részét aerob erjesztésben felhasználta. A levegő jelenléte következtében a citrátkör is működik, amely az említett három szerves sav koncentrációját növeli a termékben.

Györfi Dávid Pál szakdolgozat

## 5. KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgált savanyú sörök eredményei igen eltérőek. Az eredmények alapján látható, milyen változatos tulajdonságokkal rendelkeznek a különböző stílusok a sour sörökön belül is.

A vizsgált savanyú sörök eredeti extrakttartalma 8,7 %Plato és 17,4 %Plato között volt. A két Szent András Sörfőzdéből származó Berliner Weisse kategóriába sorolható termék, magasabb eredeti extrakttartalommal rendelkezik, mint ami a stílusra jellemző. A Mad Scientist Tokyo Sour sörét Gose kategóriába sorolja a gyártó, a mért adatok megfelelnek az említett stílus extrakttartalmának.

A vizsgált savanyú sörök alkoholtartalma 2,9 %V/V és 6,1 %V/V értékek között mozog. A Magyar Élelmiszerkönyv 2-702 számú irányelve alapján Sör típusú sör az, amelynek alkoholtartalma 2,81 – 8,0 %V/V között helyezkedik el. Ezen kritériumnak az általam vizsgált összes sör megfelelt. Az általam mért értékekről elmondható, hogy alacsonyabbak, mint a sörök dobozain feltüntetett alkoholtartalmak. Kivétel ez alól a Mad Scientist Tokyo Sour söre, amely mért értéke 0,8 %V/V magasabb, mint a megjelölt.

A vizsgált savanyú sörök szín értéke 6,6 EBC és 29,2 EBC között volt. A Magyar Élelmiszerkönyv 2-702 számú irányelve szerint az általam vizsgált sörök, egy kivételével mind a világos sör kategóriájába esnek. A 29,2 EBC-vel rendelkező félbarna, vörös sörnek minősül.

Az általam vizsgált savanyú sörök keserű értéke 4 IBU és 14 IBU között mozog. Mivel a savanyított sörök készítése során kevesebb mennyiségű komlókészítményt használnak, így várható volt, hogy alacsony értékek fognak generálódni a mérések során. Savanyú söröknél a keserűség, mint faktor, nem fontos tényező, továbbá a keserűségért felelős komló sincs jelen nagy mennyiségben ezekben a termékekben.

A savanyú sörminták pH értéke 2,98 és 3,46 között mozog. A pH érték fontos paramétere a savanyú söröknek, mivel befolyásolja a sör savasságát, ízprofilját, stabilitását és mikrobiológiai biztonságát. Ezen termékek lényege, hogy kellemes, frissítő savanyúsággal rendelkezzenek, amelyet a pH érték finomhangolásával lehet elérni.

A vizsgált savanyú sörök titrálható savtartalma 5,99 g/L és 22,56 g/L között volt. A titrálható savtartalom a sörben lévő összes asszociált és disszociált hidrogén iont méri. Tehát a sörben található összes sav mennyiségét fejezi ki. Ennek okán összevetésre került a mért pH értékekkel

mivel, a pH mérése során csak a disszociált hidrogén ionok mérése történik meg. Az összevetés alapján látható, hogy a két érték ugyan összefügg, de nem korrelál egymással teljes mértékben.

A vizsgált savanyú sörminták változatos szervessav-tartalommal rendelkeznek. Legnagyobb tejsavtartalommal a Mad Scientist Raspberry and funk terméke, míg legkisebbel a Szent András Sörfőzde Lambda 18 söre jellemezhető. Kiugró citromsavtartalommal a Mad Scientist Tokyo Sour söre rendelkezik, amely a készítése során felhasznált limenak köszönhetően. Magasabb almasavtartalommal a Fehér Nyúl Sour Mate söre rendelkezik, amelyért az összetevők között felsorolt meggyvelő és szilvalé sűrítmény a felelős. Az analizált termékek szervessav-tartalma összhangban van a mért pH és titrálható savtartalom értékekkel.

Györfi Dávid Pál szakdolgozat

## 6. ÖSSZEFOGLALÁS

A savanyú sörök egyre népszerűbbek világszerte, különleges, fanyar ízviláguk és sokszínűségük révén. Ezek a készítmények jelentősen eltérnek a hagyományos sörtípusoktól, hiszen olyan egyedi technológiai és mikrobiológiai folyamatokat alkalmaznak, amelyek különleges, savanykás élményt eredményeznek. A savanyú sörök többféle technológiával készülhetnek, ideértve a cefre vagy a sörlé savanyítását, a hordós érlelés közbeni savanyítást, a fermentáció során történő savanyítást, valamint a spontán fermentációt és blendinget. Mindezek a módszerek lehetőséget adnak a sörfőzők számára, hogy eltérő ízvilágokat és komplexitást érjenek el, ami kiemeli a savanyú söröket az egyre bővülő sörpiacon.

A savanyú sörök gyártásában alapvető szerepet játszanak a tejsavtermelő baktériumok, mint a *Lactobacillus* és *Pediococcus*, amelyek a tejsav termelés révén savanyú ízt adnak a sörnek. Ezt a mikrobiális hatást a sörfőzők különféle élesztőtörzsek alkalmazásával kombinálják, amelyek további ízjegyeket kölcsönöznek a sörnek. A felsőerjesztésű sörök előállításához használt *Saccharomyces cerevisiae* élesztő például gyümölcsös, komplex aromákat ad, míg az alsóerjesztésű *Saccharomyces pastorianus* lágyabb, kiegyensúlyozottabb ízprofilt biztosít. Az élesztőválasztás meghatározó a savanyú sör karakterének és savanyúsági szintjének szempontjából, így a sörfőzők az egyes típusok ízprofiljának megfelelően választják ki a mikroorganizmusokat.

A szakdolgozatomban hét, Magyarországon gyártott savanyú sört vizsgáltam, valamint összehasonlításként egy Pils Ale mintát is bevontam. A laboratóriumi mérések során megvizsgáltam a sörök alkoholtartalmát, extrakttartalmát, pH-értékét, titrálható savtartalmát, keserűértékét és szervessav-tartalmát.

A pH értékek, a titrálható savtartalmak és a szervessav-tartalmak összefüggés van, amelyek kiértékelésre kerültek. Az eredmények alapján a pH és a titrálható savtartalom összefüggést mutat a savanyú sörök ízprofiljával: az alacsony pH és magas savtartalom intenzívebb savanyúságot eredményez.

A vizsgált savanyú sörminták változatos szervessav-tartalommal rendelkeznek. Legnagyobb tejsavtartalommal a Mad Scientist Raspberry and funk terméke, míg legkisebbel a Szent András Sörfőzde Lambda 18 söre jellemezhető. Kiugró citromsavtartalommal a Mad Scientist Tokyo Sour söre rendelkezik, amely a készítése során felhasznált limenak köszönhetően.

Magasabb almasavtartalommal a Fehér Nyúl Sour Mate söre rendelkezik, amelyért az összetevők között felsorolt meggyvelő és szilvalé sűrítmény a felelős. Összességében a termékek szervessav-tartalmát tükrözik a feltüntetett összetevők közötti anyagok. Az analizált termékek szervessav-tartalma összhangban van a mért pH és titrálható savtartalom értékekkel.

A mért eredmények megmutatják, hogy a savanyú sörök stílusai között több különbség is megfigyelhető, továbbá tükrözik ezen termékek sokszínűségét.

Györfi Dávid Pál szakdolgozat

## 7. IRODALOMJEGYZÉK

Arasu, M. V., Al-Dhabi, N. A., Soundharrajan, I. & Choi, K. C., 2015 In vitro importance of probiotic *Lactobacillus plantarum* related to medical field. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 23(1), 6-10

BJCP Style Guidelines – Beer Judge Certification Program. (2021.). [online] Elérhető: <https://www.bjcp.org/bjcp-style-guidelines/> [Hozzáférés dátuma: 2024.11.03]

Bossaert, S. & Crauwls, S. & De Rouck, G. & Lievens, B., 2019. The power of sour – A review: Old traditions, new opportunities, *BrewingScience*, 72 (March/April), pp. 78-88  
<https://doi.org/10.23763/BrSc19-10bossaert>

Boulton, C. & Quain, D., 2001. *Brewing Yeast and Fermentation*, Blackwell Science Ltd.  
Brewers Association 2023 Beer Style Guidelines (2023). [online] Elérhető: [https://cdn.brewersassociation.org/wpcontent/uploads/2023/07/10124402/2023\\_BA\\_Beer\\_Style\\_Guidelines-updated.pdf](https://cdn.brewersassociation.org/wpcontent/uploads/2023/07/10124402/2023_BA_Beer_Style_Guidelines-updated.pdf) [Hozzáférés dátuma: 2024.10.30]

brewersjournal.info, 2016 *Pediococcus | Friend and Foe*. [online] Elérhető: <https://www.brewersjournal.info/pediococcus-friend-and-foe/> [Hozzáférés dátuma: 2024.10.07]

Briggs, D. E. & Brookes, P. A. & Stevens, R. & Boulton, C. A., 2004. *Brewing: Science and Practice*, Elsevier

Burberg F. and Zarnkow M. 2009. Special production methods In: Eßlinger, H. M.(ed.) *Handbook of Brewing: Processes, Technology, Markets*. John Wiley VCH.

Caille, O., Montandon, G., Picard, H. (s.a.) *SafSour™ LP 652 – a bacteria for your Sour beers*. Fermentis News. Elérhető: <https://fermentis.com/en/news/fermentation/safsour-lp-652-bacteria-sour-beers/> [Hozzáférés dátuma: 2024. 09. 30.]

Craft Beer Blog, 2022. Fruited Sours. Fruited Sour Beer, [blog] december 12. Elérhető: <https://truestorybrewing.com/fruited-sours/> [Hozzáférés dátuma: 2024.11.04]

Ciosek, A., Rusiecka, I., & Poreda, A. 2020. Sour beer production: impact of pitching sequence of yeast and lactic acid bacteria. *Journal of the Institute of Brewing*, 126(1), 53-58.

De Roos, J., Van der Veken, D. & De Vuyst, L., 2019. The interior surfaces of wooden barrels are an additional microbial inoculation source for lambic beer production. *Applied and Environmental Microbiology*  
<https://doi.org/10.1128/AEM.02226-18>

Dysvik A, La Rosa S L, De Rouck G, Rukke E-O, Westereng B, Wicklund T., 2020. Microbial dynamics in traditional and modern sour beer production. *Applied and Environmental Microbiology*  
<https://doi.org/10.1128/AEM.00566-20>

Hill, A. E. (ed.), 2015. *Brewing Microbiology*. Cambridge: Elsevier

Severson, C. 2021. Kettle Souring, [blog] április 9. Elérhető:  
<https://brewingscience.com/kettle-souring/> [Hozzáférés dátuma: 2024.11.04]

Hornsey, I. S., 2003. *A history of beer and brewing*. Royal Society of Chemistry  
<https://doi.org/10.1039/9781847550026>

H. Ouattara, D., Honoré G., O., Jacques N., A., Bernadette G., G., Gisèle A., K., Ginette G. D. & and Sebastien L., N., 2015. "Screening of Lactic Acid Bacteria Capable to Breakdown Citric Acid During Ivorian Cocoa Fermentation and Response of Bacterial Strains to Fermentative Conditions". *Biotechnology Journal International* 10 (3):1-10.  
<https://doi.org/10.9734/BBJ/2016/19279>.

Karabín, M., Hudcová, T., Jelínek, L., & Dostálek, P., 2016. Biologically active compounds from hops and prospects for their use. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(2016), 542-567  
<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12201>

Krottenthaler, M. Hops In: Eßlinger, H. M.(ed.) *Handbook of Brewing: Processes, Technology, Markets*. John Wiley VCH.

Magyar élelmiszerkönyv 2-702 számú irányelve. (2013). [online] Elérhető:  
<https://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/d/4b/a2000/2-702.pdf> [Hozzáférés dátuma: 2024.10.26.]

Schönfeld, F., 1938 *Obergärige Biere und ihre Herstellung*, Verlag von Paul Parey

Stewart, G. G., 2017. *Brewing and Distilling Yeasts*. Springer International Publishing.  
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-69126-8>

Suzuki, K., 2012 125th anniversary review: microbiological instability of beer caused by spoilage bacteria. *Journal of the Institute of Brewing*, 117, 131-155

Tonsmeire, M., 2014. *American Sour Beers*. Colorado. Brewers Publications.

Vriesekoop, F., Krah, M., Hucker, B., & Menz, G. 2012. 125th Anniversary Review: Bacteria in brewing: The good, the bad and the ugly. *Journal of the Institute of Brewing*, 118(4), 335-345.  
<https://doi.org/10.1002/jib.49>

Györfi Dávid Pál szakdolgozat

## 8. TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

|                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. táblázat:</b> Sour sör típusok jellemző paraméterei (Forrás: Saját szerkesztés BJCP Style Guidelines (2021) nyomán) .....              | 4  |
| <b>2. táblázat:</b> Ale és lager sörélesztő törzsek közötti különbség (Forrás: Saját szerkesztés Stewart, 2017 nyomán).....                  | 10 |
| <b>3. táblázat</b> Savanyú sörminták adatai (Forrás: Saját szerkesztés) .....                                                                | 17 |
| <b>4. táblázat:</b> A vizsgált minták gyártó által megnevezett sörstílusai (Forrás: Saját szerkesztés).....                                  | 24 |
| <b>5. táblázat:</b> A vizsgált minták jelölt és mért eredeti extrakttartalma (Forrás: Saját szerkesztés) .....                               | 25 |
| <b>6. táblázat:</b> A vizsgált minták jelölt és mért alkoholtartalma (Forrás: Saját szerkesztés) .....                                       | 26 |
| <b>7. táblázat:</b> A vizsgált minták színintenzitás értékei és Magyar Élelmiszerkönyv szerinti besorolása (Forrás: Saját szerkesztés) ..... | 27 |
| <b>8. táblázat:</b> A vizsgált sörök szervessav-tartalma (Forrás: Saját szerkesztés).....                                                    | 33 |

## 9. ÁBRÁK JEGYZÉKE

|                                                                                                                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. ábra:</b> 2018 USA - Alkohol piac eloszlás Forrás: <a href="https://alcohol.org/guides/the-alcohol-industry-in-data/">https://alcohol.org/guides/the-alcohol-industry-in-data/</a> ..... | 1  |
| <b>2. ábra:</b> Felsőerjesztésű sörélesztő kolónia (Forrás: Hill, 2015) .....                                                                                                                  | 9  |
| <b>3. ábra:</b> Alsóerjesztésű sörélesztő kolónia (Forrás: Hill, 2015).....                                                                                                                    | 9  |
| <b>4. ábra:</b> <i>Pediococcus</i> (balra) és <i>Lactobacillus</i> (jobbra) morfológiája (brewersjournal.info, 2016; Arasu et. al, 2015) .....                                                 | 11 |
| <b>5. ábra:</b> Sörlé savanyításának folyamatábrája (Forrás: Caille et al., s.a.) .....                                                                                                        | 13 |
| <b>6. ábra:</b> Tradicionális spontán fermentációhoz használt hűtőbárka (Forrás: (Fermentis by Lesaffre, 2021a).....                                                                           | 14 |
| <b>7. ábra:</b> Solera eljárás (Forrás: <a href="https://www.brewer-world.com/solera-brewing-technique/">https://www.brewer-world.com/solera-brewing-technique/</a> )15                        |    |
| <b>8. ábra:</b> A sörminták szűrése (Forrás: Saját kép) .....                                                                                                                                  | 19 |
| <b>9. ábra:</b> Hach DR6000 UV-VIS spektrofotométer (Forrás: Saját kép) .....                                                                                                                  | 20 |
| <b>10. ábra:</b> Sörminták titrálása (Forrás: Saját kép).....                                                                                                                                  | 21 |
| <b>11. ábra:</b> Anton Paar Alcolyzer Plus söranalizátor (Forrás: Saját kép).....                                                                                                              | 22 |
| <b>12. ábra:</b> A sörminták mért és jelöl keserű (IBU) értéke (Forrás: Saját szerkesztés).....                                                                                                | 28 |
| <b>13. ábra:</b> A sörminták mért pH értéke (Forrás: Saját szerkesztés) .....                                                                                                                  | 30 |
| <b>14. ábra:</b> A sörminták mért savfok értéke (Forrás: Saját szerkesztés) .....                                                                                                              | 31 |
| <b>15. ábra:</b> A pH és a titrálható savtartalom viszonyítása (Forrás: Saját szerkesztés).....                                                                                                | 32 |
| <b>16. ábra:</b> A sörminták szervessav-tartalma (Forrás: Saját szerkesztés).....                                                                                                              | 35 |

## NYILATKOZAT

### a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Györfi Dávid Pál  
A Hallgató Neptun kódja: RPFF9U  
A dolgozat címe: Magyarországon előállított kisüzemi sour sörök összehasonlító vizsgálata  
A megjelenés éve: 2024.  
A konzulens intézetének neve: Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet  
A konzulens tanszékének a neve: Biomérnök és Erjedéssipari Technológiai Tanszék

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

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

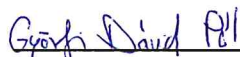
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

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

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

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

Kelt: Budapest, 2024. november 4.

  
Hallgató aláírása

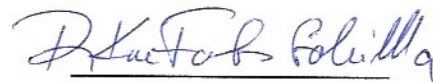
## NYILATKOZAT

**Györfi Dávid Pál** (Neptun azonosítója: RPFF9U konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom<sup>1</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>\*2</sup>

Kelt: Budapest, 2024. november 3.

  
belső konzulens

---

<sup>1</sup> A megfelelő aláhúzendó.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendó.