

**Országos Tudományos Diákköri Konferencia (OTDK) -Szeged,
2015. április 8-10.**

Öko-innovatív termék előállítása tejsavó felhasználásával

Szerzők:

Kuzman Ildikó Hajnalka

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Műszaki és Társadalomtudományi Kar,
Csíkszereda, Élelmiszer-mérnöki szak, IV év.

Tankó György

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Műszaki és Társadalomtudományi Kar,
Csíkszereda, Fenntartható biotechnológiák, I év.

Témavezető:

Dr. Salamon Rozália-Veronika, adjunktus

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Műszaki és Társadalomtudományi Kar,
Csíkszereda, Élelmiszer-tudományi Tanszék

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	3
2. Fermentációs folyamatok	4
2.1. Tejsavó alkalmazása fermentáció során.	5
2.2. Tejsavóból készült sör	6
2.3. Sörök besorolása.....	6
2.4. Barna sörök tulajdonságai	8
2.5. Dolgozat célkitűzései.....	9
3. Anyag és módszer	9
3.1 A tejsavós sörök laboratóriumi előállítása.....	10
3.1.1 A tejsavó előkészítése.	10
3.1.2 A sör előállítása.....	11
3.2 A nyersanyagok, köztitermékek és végtermékek fiziko-kémiai és mikrobiológiai tulajdonságainak meghatározása	15
3.2.1. Tejsavó zsírtartalmának meghatározása	15
3.2.2. Vízkeménység meghatározás	15
3.2.3 Szárazanyag tartalom meghatározása	15
3.2.4 Sűrűség, cukorkoncentráció és potenciális alkoholtartalom meghatározás	16
3.2.5 Fehérjetartalom meghatározása	16
3.2.6 Szín, pH, extrakt, keserűség, alkoholtartalom meghatározása.....	17
3.2.7 A tejsav és ecetsav koncentráció meghatározása.	17
3.2.8 A sör habzóképségének és habtartósságának vizsgálata.	17
3.2.10 Mikrobiológiai vizsgálatok	18
3.3 Az érzékszervi vizsgálatok leírása.....	18
3.4. A termék árának meghatározási módszere	18
3.5 Ökológiai lábnyom csökkentésének mértéke és kimutatási módszere.....	19
4. Eredmények kiértékelése.....	21
4.1 A laboratóriumi körülmények között előállított sörök	21
4.2A technológiai folyamat során mért paraméterek és végtermékek fizikai és kémiai tulajdonságai.....	21
4.3. Mikrobiológiai vizsgálatok eredményei	25
4.4 Az ökológiai lábnyom számításának eredményei	26
4.5 Kóstolási adatok kiértékelése	26
4.6. A termék egységárának számítása	28

További célkitűzéseink	29
Irodalomjegyzék:.....	30
Melléklet.....	32

1. Bevezetés

Az élelmiszeripari alapanyagok és késztermékek előállítása során keletkezett melléktermékek hasznosítása fontos a környezetterhelő tulajdonságuk kiküszöbölése és a visszamaradó tápanyagok hasznosítása végett. A tejipar legfőbb problémája a sajtgyártás során keletkezett tejsavó hasznosítása, valamint ártalmatlanítása.

A tej alvasztása történhet oltóenzim vagy tejsavbaktériumok hatására, mindkét esetben az alvadék mellett tejsavó keletkezik, amely kellemes illatú, sárgás-zöldes színű folyadék. Oltóenzimes alvasztáskor édes tejsavó nyerhető, amely savassága megközelítőleg 10-20 °T és laktóztartalma 4,9%, tejsavbaktériumokkal történő alvasztáskor pedig savanyú tejsavó nyerhető, amely savassága magasabb, mint az első esetben, megközelítheti az 50-70°T, laktóztartalma alacsonyabb 3,9% ¹.

Egy liter alvadék képződése során kilenc liter tejsavó jön létre, Romániában megközelítőleg 25 millió liter évente és a világon pedig eléri akár a 180-190·10⁶ t/év mennyiséget, de ennek a csak 50%-a van hasznosítva az élelmiszer-, gyógyszeriparban, valamint takarmányozásra^{2,3}.

Az édestejsavó hasznosításának lehetőségei nagyon változatosak, előállíthatók savósajtok (orda és ricotta), fermentációval savóitalok (dietetikus savós italok, Rivella, pezsgő, bor, sör, stb.), savópor, laktóz, koncentrált savófehérje, etanol, szerves savak, (tejsav, ecetsav, stb.) B₂ és B₁₂ vitamin, bioműanyagok, baktericidek, enzimek, egy-sejt fehérje (SCP-single cell protein), exopolizaharidok valamint biogáz ^{1,3}.

A világ tejsavó termelésének megközelítőleg 50%-a a szennyvízhálózaton keresztül bekerül a természetes vizekbe, jelentős környezetszennyező problémákat vonva maga után. Ennek oka a tejsavó szerves anyag tartalma, azon belül a magas laktóztartalom, amely nagymértékben hozzájárul a környezet kémiai-oxigén igényének (KOI, 60-80 g/L) és biológiai oxigén igényének (BOI, 30-50 g/L) növeléséhez, ami a vízi ökoszisztéma sérülését idézi elő².

A tejsavó élelmiszeripari hasznosításának oka azért fontos mert viszonylag magas a fehérje, laktóz, ásványi anyag és vitamintartalma. A XVIII-XIX században a tejsavót gyógyításra is használták, ma már csecsemőtápszerek, levesporok, sütőipari készítmények, tejtermékek valamint savó alapú italok adalékanyaga vagy alapanyaga⁴.

A tejsavó magas biológiai értékét figyelembe véve célunk volt, erjesztés segítségével tejsavó hozzáadásával kellemes ízű speciális sört előállítani ⁴.

A sör magas víz és ásványi anyag tartalmának köszönhetően ideális szomjúság-csökkentő alacsony alkoholtartalmú ital, amely fedezi a szervezet nyomelem szükségletének

egy részét, valamint a keserűanyagoknak köszönhetően elősegíti az emésztést. A tejsavó hozzáadásával készült sör biológiai értéke magasabb lesz a tejsavó hasznos tápanyag tartalmának köszönhetően, növelve a fogyasztók tápanyagszükségletének kielégítését ⁵.

Napjainkban a speciális sörök keresettsége, mint az alkoholmentes sörök, Radler és egyre változatosabb gyümölcs ízesítésű, valamint különleges íz világgal rendelkező prémium söröké egyaránt növekvő tendenciát mutat a sörpiacon ⁶.

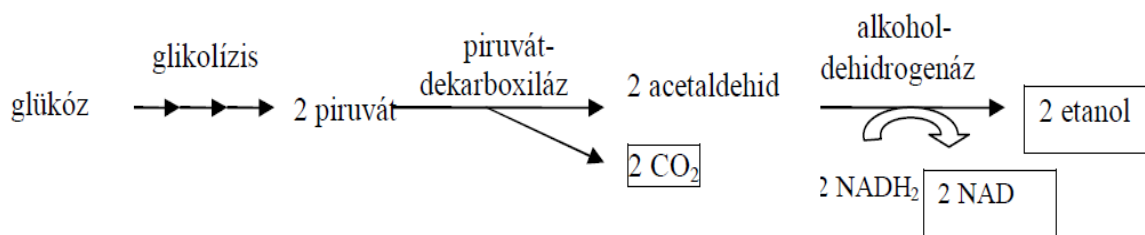
Mivel évente a keletkezett tejsavó mennyiségének csak felét hasznosítják gazdasági okok miatt, így laboratóriumi körülmények között előállítottunk tejsavó felhasználásával négy típusú speciális sört csökkentve az tejsavó mennyiségéből adódó ökológiai lábnyom mértékét és bővítettük a napjainkban előállított speciális sörök skáláját ³.

2. Fermentációs folyamatok

Az élelmiszeriparban már évszázadok óta alkalmazzák a fermentációs folyamatokat, mikroorganizmusok kívánt csoportjainak elszaporítása és tevékenysége elősegítése által, az élelmiszerek eltarthatóságának növelése, érzékszervi tulajdonságaik javítása, valamint összetételük módosítása céljából ⁷.

A fermentációs folyamatok által előállíthatók különböző szerves vegyületek, amelyek lehetnek élelmiszeripari adalékanyagok (színezékek, aromák, szerves savak stb), enzimek (amilázok, β -galaktozidáz stb), antimikrobiális anyagok (tartósítószeresek, antibiotikumok stb), élesztők, tejsavasan erjesztett termékek (tejtermékek, húskészítmények, zöldség valamint gabonafélék), s nem utolsósorban alkoholosan erjesztett élelmiszeripari termékek ⁸.

Alkoholos erjedés során az élesztőgombák anaerob körülmények között a szénhidrátokból főként etanolt és CO_2 -ot állítanak elő. A *Saccharomyces* nemzetség tagjai aerob körülmények között, alacsony glükóz koncentrációnál légzési energia nyelésre képesek és szaporodnak, majd glükóz koncentráció növekedésével anaerob körülmények között a glikolízisben keletkezett piroszőlősav az alkoholos erjedés irányába halad. Alkoholos erjedés során íz és illatanyagok (izo-amil alkohol, etil-acetát, citromsav, borostyánkősav, acetaldehid stb.) valamint aromavegyületek (diacetil, pentán-2,3-diol) képződnek, amelyek kis mennyiségben pozitívan befolyásolják a termék minőségét ⁸.



1. ábra: Alkoholos erjedés főbb biokémiai lépései ⁸

Az élelmiszeriparban alkalmazott legfőbb erjesztési technológiák a kenyérgyártás és az alkoholosan erjesztett italok, a sör-, bor- és szeszgyártás. Az alkoholos italok úgy alapanyagban, mint erjesztési technológiában különbözhetnek egymástól, de bizonyos technológiai folyamatok megegyezhetnek ⁷.

A sör egy alacsony alkoholtartalmú, fermentációval nyert széndioxidban dús ital, amely sörmalátából és egyes esetekben adalékanyagként gabonát felhasználva (kukorica, búza, rozs stb.), víz, komlóval és sörélesztővel erjesztett alkoholos ital ⁵.

2.1. Tejsavó alkalmazása fermentáció során.

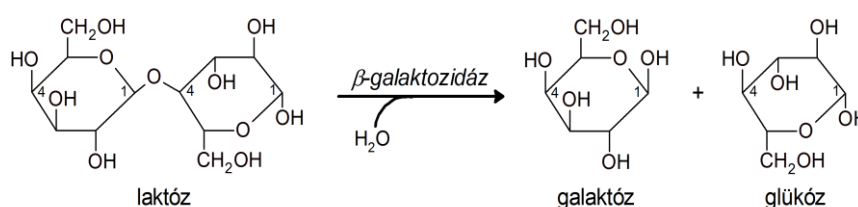
Az tejsavó hasznosítása és ártalmatlanítása komoly problémát jelent úgy gazdasági, mint környezetvédelmi szempontból. A világon megközelítőleg $180\text{--}190 \cdot 10^6$ t/év, Európában $40 \cdot 10^6$ t/év, míg Romániában 25 millió liter/év tejsavó keletkezik, ennek a mennyiségnek mintegy 50%-a van csak hasznosítva élelmiszer-, gyógyszeriparban, valamint takarmányozásra. Fele folyékony formában, 30% a savóporként, 15%-a laktózként, 5%-a pedig tejsavó koncentrátumként. Európában 619,250 t laktózt állítanak elő. ^{2,3}

Évtizedek óta kísérletek zajlanak a tejsavó fermentációs iparban való hasznosítási lehetőségeiről, oka a magas laktóz tartalma. Mikroorganizmusok segítségével előállítható különböző baktericidek, exopolizaharidok, biogáz, alkoholok, szerves savak, vitamin-készítményként, savóssajtok, fermentált italok stb. ⁹.

A fermentációs folyamatok során laktózt kizárólag a *Saccharomyces fragillis* élesztő faj tudja csak direkt erjesztetni, más élesztőfajok csak a laktóz enzim hidrolízisét követően, optimális körülmények között 0,5g élesztő szükséges 1g laktóz erjesztéséhez ¹⁰.

Fermentáció segítségével előállított tejsavós italok számos változata ismert, úgy alkoholmentes gyümölcs ízesítésű hűsítők, Rivella, lactovit, dietetikus italok, valamint alacsony alkoholtartalmú tejsavós sörök, borok, pezsgők kategóriájában ¹.

A tejsavóban lévő laktózt az élesztő nem tudja erjeszteni ezért, előzetesen enzimatikusan β -galaktozidázal 37°C-on hidrolizálni kell, glükózra és galaktózra. A felhasznált tejsavó zsírtartalmát 0,1% alá kell csökkenteni, mert a tejsír gátolja a β -galaktozidáz aktivitását, habzástgátló és kritikus pontot jelent az eltarthatóság szempontjából az avasodás miatt. A tejsír lipid-fehérje burokkal körülvett golyócskák formájában van jelen, amelyek átmérője megközelítőleg 1-20 μm . A sűrűsége kisebb, mint a vízé, így centrifugális erő hatására elkülöníthető a savótól, a tejsavó viszkozitása a víznél nagyobb, hőmérséklet emelkedésével a viszkozitás csökken és a fölöződés sebessége növekedik ^{4,12}.



2. ábra: A laktóz molekula β -galaktozidáz által katalizált hidrolízise¹³

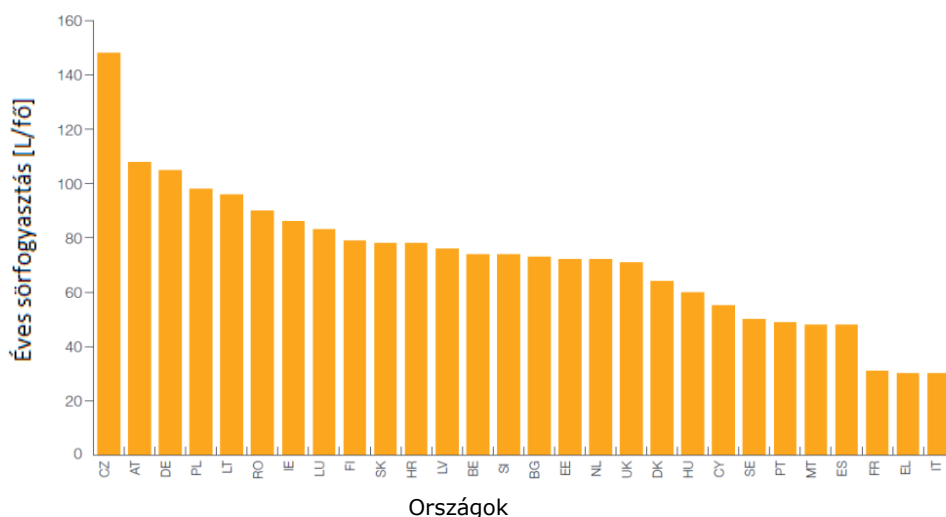
A tejsavó alkoholos fermentációval történő hasznosításának változata a tejsavós sör előállítása. Az alacsony alkoholtartalmú italok előállítása során fehérjementesített, maximum 0,1% zsírtartalmú tejsavót ajánlott felhasználni, amely *Saccharomyces* nemzetségbe tartozó sörélesztővel oltanak be ¹¹.

Tejsavós sör előállításának második ismert módja, mikor a musthoz komlót és 30% fehérjementesített tejsavót adagotak, a kapott sörlevet *Kluyveromyces lactis* élesztővel (képtelen a laktózt fermentálni) erjesztették, ¹⁴.

A sörfőzés eredete a civilizáció kezdetéig nyúlik vissza, s már akkor fontos helyett foglalt el a sumér, babiloni és egyiptomi kultúrában. Európában később terjed el a sörfőzés

mestersége, amelyben fontos szerepet töltöttek be a kolostorok. Napjainkban a sör a világ legnépszerűbb alkoholtartalmú italává vált ¹⁵.

Az Európai Unióban az éves sörfogyasztás mintegy 357 millió hektoliter, átlagosan az egy főre eső elfogyasztott sör mennyisége eléri a 70 L/fő évente, de ez tagállamonként változó. Ez a mennyiség Csehországban 148 L/fő, míg Romániában 90 L/fő. A Romániában elfogyasztott sörmennyiségnek a 95%-át az országban állítják elő ⁶.



3. ábra: Az EU tagállamaiban az egy főre eső éves sörfogyasztás mennyisége ⁶

Romániában a legnagyobb sörelőállítók a HEINEKEN România S.A., URSUS Breweries, InBev Romania valamint az United Romanian Breweries Bereprod S.R.L. viszont e cégek egyike sem állít elő savó tartalmú söröket ⁵.

A sörök érzékszervi, fizikai-kémiai tulajdonságaik alapján három kategóriákba sorolhatók: világos-, barna-, valamint speciális sörök

A söröket erjesztési eljárásuk alapján szintén három csoportba soroljuk:

- felső erjesztésű, ale sörök
- alsó erjesztésű, lager sörök
- spontán erjesztésű, lambik sörök

Az felső erjesztésű sörök relatív magas hőmérsékleten 15-25°C-on erjednek, 3-7,5%v/v alkoholtartalommal, aromás, észteres és gyümölcsös jellegűek. Az alsó erjesztésű lager sörök erjesztési hőmérséklet optimuma 6-15°C, a legelterjedtebb sör előállítási módszer az iparban, jó minőségű, tiszta, könnyen szűrhető sör nyerhető, az élesztő az erjedés végén az edény aljára ülepedik, amelyről a kész sör könnyen leválasztható. A spontán erjedésű sörök a legrégebben előállított sörök közé tartoznak, ipari előállításuk körülményes, mert nehezen irányítható az erjedés, spontán erjedésű söröket ma már csak ritkán állítanak elő, leggyakrabban kisüzemi sörfőzdékben ¹⁶.

1. táblázat: A legelterjedtebb sörstílusok ²

Ale (felső erjesztésű) sörstílus	Lager (alsó erjesztésű) sörstílus
Brown Ale	Pale Lager
Mild Ale	Bock
Porters	Dunkel
Pale Ale	Pilsner
Stout	Schwarzbier

A Bock stílusú sör német eredetű, nem túl keserű, cefrézéskor magas extrakt tartalmú 16-17%, többnyire szezonális jellegű. A felhasznált maláta keményítőtartalma magas, melanoidinekben gazdag. A fermentációs ideje hosszabb, jellegzetesen aromás, amely meghatározza az íz anyagokat ¹⁷.

2.4. A szűretlen, barna sörök tulajdonságai

A barna sörök íze jellegzetes, keserű, pörkölt, kávé aromájúak ¹⁶.

A szűretlen sörök jellemzője, hogy a gyártási folyamatuk nem tartalmazza a sörkészítés végső műveletét a szűrést, amely során a fermentáció befejeztével kapott sört megsűrítik, az elhalt élesztő sejtek és a szuszpenzióban található más zavarosodást okozó szilárd anyagok eltávolítása érdekében.

2. táblázat: A szűrt és szűretlen sörök érzékszervi tulajdonságai

Jellemző	Szűrt sör	Szűretlen sör
Küllem	Tükör tiszta, üledéktől mentes, habzó folyadék.	Tiszta, enyhén opálos vagy opálos habzó folyadék. A felhasznált nyersanyag függvényében tartalmazhat üledéket vagy szuszpenzióban lévő szemcséket.
Íz	Erjesztett, jellegzetes maláta és komló ízű ital. A felhasznált nyersanyag illetve a technológiai folyamat során alkalmazott ízesítő anyagok ízét tartalmazhatja.	Enyhe élesztő íz.
Aroma	Jellegzetes komlós és maláta aromájú	Enyhe élesztő íz.
Szín	A világos szalma sárgától egészen a sötét barnáig, a felhasznált nyersanyagok színének függvényében.	

A szűretlen sörök előnye, hogy az élesztősejtek egy része a sörben marad, növelve annak táplálkozási értékét, B vitaminban tartalmát, valamint egyedi aromáját, jellemző kellemes ízt, aromát és színt biztosítva a terméknek. Hátránya, a fogyasztók bizalmának csökkenése a szuszpenzióban lévő szilárd anyagok miatt, üledék mennyisége, gyakran a sör egyedi ízét és aromáját sem kedvelik, eltarthatósága rövidebb, mert a sörben az élesztők tovább folytatják az életműködésüket, a megmaradó tápanyagokat bontják és elpusztulásuk során a bomlástermékeik nemkívánatos íz és állagot adhatnak a terméknek.

3. táblázat: A barna sörök fizikai és kémia tulajdonságai

Jellemzők	A sör extrakt tartalma (%)										Alkohol mentes sör
	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	
Alkohol tartalom (v/v % min.)	3,9	4,1	4,4	4,7	4,9	5,2	5,7	5,9	6,0	6,8	max. 0,5
pH	3,8 – 4,8										
Savasság (pH, max.)	2,8	3,2	3,2	3,5	3,5	4,5	4,5	5,5	5,5	5,5	3,0
Szín (EBC egységben)	31,0 –nél nagyobb										
Széndioxid tartalom (% min.)	0,35										
Hab magasság, (mm, min.)	30										20
Hab tartósság, (perc, min.)	2										2
Tápérték: cukrok (g/100 g sör, max.)	4,6	5,0	5,7	6,1	6,6	7,2	7,4	8,1	8,5	8,7	–
Energia tartalom (kcal/100 g sör)	42	46	50	54	58	62	66	71	76	80	–

2.5. Dolgozat célkitűzései

A munkánk célját röviden a következő pontokban foglaljuk össze:

- előállítani, laboratóriumi körülmények között, tejsavó hozzáadásával készült sört, amelyek a piacon napjainkban nem kaphatók,
- a technológiai folyamat, köztitermékek, műveletek és végtermékek főbb paramétereinek a meghatározása,
- a termékek legfontosabb minőségi mutatóinak meghatározása a fizikai, kémiai és mikrobiológiai módszerekkel az egyetem laboratóriumában rendelkezésünkre álló berendezések és mérőműszerek segítségével,
- a termékek előállítási költségeinek a meghatározása,
- a fogyasztói közösség véleményének felmérése a termékek érzékszervi tulajdonságairól
- ökológiai lábnyom csökkentés mértékének meghatározása.

3. Anyag és módszer

Kísérleteink során előállítottunk laboratóriumi körülmények között 4 típusú savó felhasználásával készült Bock stílusú sört. A must elkészítési módja és az alapanyagok típusa valamint aránya azonosak voltak, a különbség a tejsavó adagolása és előkészítésében volt.

3.1 A tejsavós sörök laboratóriumi előállítása

Munkánk során előállítottunk három felső erjedésű ale és egy alsó erjedésű lager sört, amelyek jellegzetesen arany-barnás színnel rendelkeztek, így a barna sörök kategóriájába sorolhatóak. 2013.12.13-án három ale típusú sört készítettünk, és a 4.2 alpontban ismertetett mérési eredmények alapján mivel a 3S-főzés után hozzáadott tejsavós sör bizonyult érzékszervi és fiziko-kémiai tulajdonságai alapján a legjobbnak, így 2014.03.09-én megismételtük a főzés után hozzáadott tejsavós sörkészítést, amikor két különböző a 4S-ale és az 5 S-lager típusú sört állítottunk elő. A készített sörök azonosítása az 4.táblázatban látható.

4.táblázat: A készített sörök azonosítása

Jelölés	Megnevezés	Elkészítés időpontja
1 S	Cefrészéskor adagolt (forralatlan) tejsavós sör	2013.12.13
2 S	Cefrészéskor adagolt fehérjementesített (forralt) tejsavós sör	
3 S	Főzés után adagolt fehérjementesített (forralt) tejsavós sör	
4 S	Főzés után adagolt fehérjementesített tejsavós- ALE sör	2014.03.09
5 S	Főzés után adagolt fehérjementesített tejsavós- LAGER sör	

A tejsavót az adagolás előtt különböző módon készítettük elő, a módszereket az alábbiakban ismertetjük.

3.1.1 A tejsavó előkészítése.

Sör készítésre kétféle tejsavót alkalmaztunk, első esetben laboratóriumi körülmények között készített sajtok gyártása során keletkezett tejsavót, míg második esetben a csíkszeredai Covalact tejgyárból származó friss tejsavót használtuk fel.

3.1.1.1 Forralatlan tejsavó előkészítése

A tejsavót kimértünk és 45°C-ra felmelegítettük, majd egy laboratóriumi 80 L/óra teljesítményű főlőzőgépben 0,1% zsírtartalomra lefőlőztük és hűtöttük 37°C-ra amikor 5 mL β -galaktozidáz enzimet adagoltunk. A hidrolízist 37°C-on 16 órán keresztül végeztük, ezt követően a kicsapódott alvadékot a tejsavóból szűrőssel eltávolítottuk. A tejsavót a sör előállításának kezdeti szakaszában, a cefrészési műveletnél adagoltuk (1S).

3.1.1.2. Forralt tejsavók előkészítése

Az előzőekhez hasonlóan a 2x 5L tejsavót lefőlőztünk, majd hőkezeltük 95°C-on 5 perces hőntartással, ezen a hőmérsékleten denaturálódtak a savófehérjék, valamint elpusztítottuk a tejsavóban lévő káros mikroorganizmusokat és a tejsavbaktériumok nagy részét, amelyek a sör erjedésénél káros elváltozásokat okozhatnak ⁴.

Hőkezelés után szűrőssel elválasztottuk a kicsapódott savóssajtot (ordát) a tejsavótól. A két forralt tejsavó között a különbség a hidrolízis időtartama és a sörkészítés során való adagolás volt:

- A cefrézési művelet során 16 órán keresztül hidrolizált, majd a csapadékmentesített szűrt savót adagoltuk (2S).

- A főzési művelet után 7 órán keresztül hidrolizált tejsavót (nem volt csapadék) adagoltuk a meleg sörléhez (3S).

3.1.1.3. Ale és Lager sörökhöz adagolt forralt tejsavó előkészítése

Mivel a főzés után adagolt 7 órán keresztül termosztatált forralt tejsavó előkészítése során nem keletkezett a hidrolízis alatt a tejsavóban alvadék, az előállított sör kihozatala jobb volt, és az érzékszervi tulajdonságai is jobbnak bizonyultak (lásd 4 fejezet), ezért a második sörfőzés alkalmával a tejgyártól származó tejsavót hasonlóan készítettük elő a hidrolízis idejét viszont 4 órára rövidítettük, a sörlékhez 4-4 L tejsavót adagoltunk.

A tejsavók előkészítési módját, az 5.táblázat szemlélteti, amely tartalmazza az adagolt tejsavók mennyiségét és a hidrolízis időtartamát.

5. táblázat: Tejsavó adagolása és hidrolízis időtartama

Tejsavó adagolás	Mennyiség [L]	Idő [h]
Cefrézéskor adagolt fehérjementesített (forralt) tejsavó	4,5	16
Cefrézéskor adagolt (forralatlan) tejsavó	4,5	16
Főzés után adagolt fehérjementesített (forralt) tejsavó	4,5	7
Főzés után adagolt fehérjementesített tejsavó- ALE	4	4
Főzés után adagolt fehérjementesített tejsavó- LAGER	4	4

3.1.2 A sör előállítása.

Az általunk előállított négy típusú sör esetében a sörle előállítása során a technológia megegyező, az alapanyagok maláta, víz, élesztő mennyisége azonos, kivételt képez a komló mennyisége a keserűség változtatása miatt.

A sörök színe a felhasznált Pale-ale világos alsóerjesztésű sörök előállítására használt kellemes ízvilágot adó malátának és a Munich barna sörök előállítására használt melanoidinben dús, testes, aromákban gazdag lager sörök előállítására használt malátának köszönhető ¹⁸.

A komló fontos nyersanyag a sörfőzés során, szerepe hogy biztosítsa a sör kellemes aromáját, keserű ízét, javítja a habzást, fenntartja a kolloid anyagok stabilitását, antiszeptikus hatású és természetes összetevői révén tartósítja a sört. Sörfőzés során aromakomlóként a Fugglest és keserű komlóként a Challengert alkalmaztuk ⁵.

A felhasznált élesztők az ale típusú sörök esetén a *Saccharomyces cerevisiae*, amely hőmérséklet optimuma 18-22°C, a lager sör készítésére *Saccharomyces uvarum* (*S.carlsbergensis*) erjesztési hőmérséklet optimuma 7-15°C ¹⁹.

A sörkészítés műveletei és főbb paraméterei az 1. mellékletben megtalálható folyamatábrán mutatjuk be, amelyen a színes vonalakkal a tejsavó adagolási módjai valamint az erjesztésnél az eltérések vannak szemléltetve. Az öt sörminta előállítása nagymértékben megegyezik, az eltérés viszont a sörlé készítés során a tejsavó adagolásában rejlik.

A felhasznált alapanyagok főbb fizikai-kémiai tulajdonságait az 6.táblázat tartalmazza. A 10 L sörlé előállításához szükséges alapanyagok, adalékanyagok mennyiségét a 7.táblázat tartalmazza.

3.1.2.1 Cefrézéskor adagolt tejsavós sörök előállítása

Első lépésben kimértük a szükséges maláta mennyiségeket. A kimért maláta őrlést a laboratóriumban megtalálható CORONA típusú kézi malommal végeztük.

6. táblázat: Felhasznált alapanyagok tulajdonságai

Alapanyag	Tulajdonság	Érték
Víz	Sűrűség [kg/m ³]	999,99
	Viszkozitás [m·Pa·s]	1,7921
	Fajfő [kJ/(kg·°K)]	4,2232
	Vízkeménység [NK °]	18
Pale ale maláta	Extraktum [%]	80,8
	Nedvességtartalom [%]	3,3
	Szín [EBC]	5
	Viszkozitás [m·Pa·s]	1,55
	Össz nitrogén tartalom [%]	1,53
Munich maláta	Extraktum [%]	77,5
	Nedvességtartalom [%]	3,8
	Szín [EBC]	17
	Viszkozitás [m·Pa·s]	1,61
	Össz nitrogén tartalom [%]	11,5
Fuggles aromakomló	α- keserűsav [%]	5,3
	α/β arány	1,5-2,2
	Illóolaj [%]	0,7-1,1
Challenger keserűkomló	α- keserűsav [%]	6,5
	α/β arány	1,8-2,1
	Illóolaj [%]	1-1,5
Tejsavó	Szárazanyag [%]	6,5
	Laktóz [%]	4,5
	Zsír [%]	0,1
	Nitrogén tartalmú anyagok[%]	1
	Ásványianyag [%]	0,7
	Tejsav [%]	0,2
	Sűrűség [kg/m ³]	1027

A cefrézést egy BREWFERM PRO típusú rozsdamentes, elektromos, hőmérséklet szenzorral valamint időmérővel ellátott főzőedényben végeztük. A malátát behelyeztük az elektromos főzőedénybe, amelyre az 3.1.1.1. és 3.1.1.2. alfejezetek szerint előkészített tejsavókat adagoltuk. A cefre pH-ját 4,3 körüli értékre állítottuk be 10%-os foszforsavval.

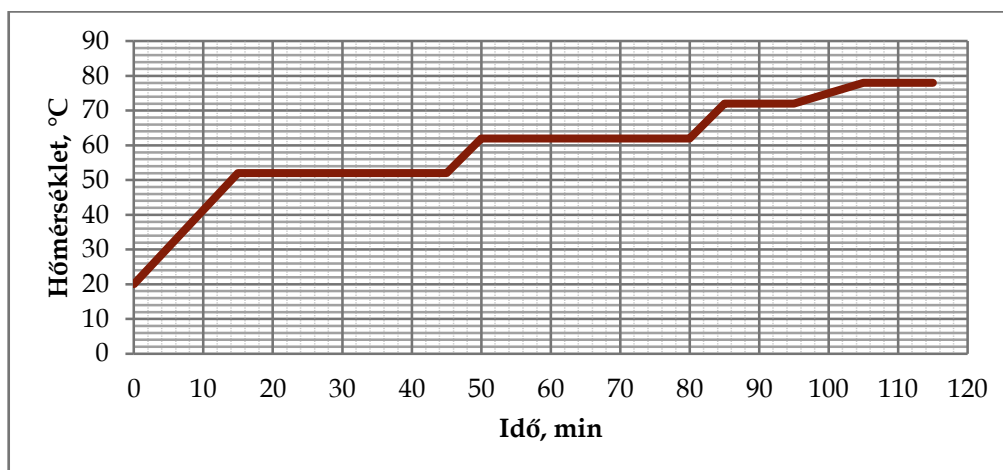
7. táblázat: A sörök gyártása során alkalmazott alapanyagok és adalékanyagok

Művelet	Alap- és adalék anyagok	Mennyiség
Cefrőzés	Munich maláta	2 kg
	PaleAle maláta	0,5 kg
	Víz	8 L *
Szűrés	Víz	9 L
Főzés	Challanger, keserű komló	70%
	Fuggles, aromakomló	30%
	Irish moss, moszat	10 g
Erjesztés	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , élesztő	14 g
	<i>Saccharomyces uvarum</i> (Carlsbergensis) élesztő	12 g

*- A cefrőzéskor adagol tejsavós sörök esetében nincs vízadagolás

A cefrélést a keményítő enzim bontása céljából a 4.ábrán látható infúziós cefrélési diagram alapján végeztük⁵.

A cukrosodási folyamat előrehaladását jódpróbával ellenőriztük.



4. ábra: Infúziós cefrélési diagram

Az elcukrosított cefrét óvatosan rétegezzük a szűrő edénybe, amely aljába 5 L 78°C-os vizet töltöttünk, 30 percig ülepedni hagytuk a szűrőréteg kialakulása céljából, amelyet számunkra a törköly képez. Az első mustot elválasztottuk és a törkölyt 3 L 78°C-os másológézzel átmostuk. Aerométer segítségével meghatároztuk a must és a másológéző sűrűségét, potenciális alkoholtartalmát és a cukorkoncentrációját.

A sörlevet 98°C-re melegítettük és 90 percen keresztül főztük. Főzés elkezdése után 10 perccel hozzáadtuk a 6,5% α -keserűsav tartalmú Challenger keserűkomlót, majd a főzés vége előtt 10 perccel az 5,3% α -keserűsav tartalmú Fuggles aromakomlót és az Irish moss-t a fehérjék kicsapásának elősegítése érdekében ⁵.

A sörlé keserűségét a komló adagolásával állítottuk be 33 IBU-ra. A komló mennyiségének számolását a 33 IBU-s sör előállításánál a következőképpen végeztük:

33 IBU.....	33 mg α -keserűsav.....	100%
Fuggles	9,9 mg α -keserűsav.....	30%
Challenger	23,1 mg α -keserűsav.....	70%

A Fuggles aromakomló számítása:

$$\begin{aligned}
 100\text{g} & \dots\dots\dots 5300 \text{ mg } \alpha\text{-keserűsav} \\
 X & \dots\dots\dots 9,9 \text{ mg } \alpha\text{-keserűsav} \\
 X & = 0,1867 \text{ g/L}_{\text{must}}
 \end{aligned}$$

A Challenger komló számítása

$$\begin{aligned}
 100\text{g} & \dots\dots\dots 6500 \text{ mg } \alpha\text{-keserűsav} \\
 Y & \dots\dots\dots 23,1 \text{ mg } \alpha\text{-keserűsav} \\
 Y & = 0,3553 \text{ g/L}_{\text{must}}
 \end{aligned}$$

De mivel mi komlóvirággal dolgoztunk, és az α -keserűsav beoldódása elég gyenge, ezért a számított mennyiségnek a háromszorosát kell adagolni a komlós főzésnél, Fuggles aromakomlóból $1,5094 \text{ g}_{\text{Fuggles}}/\text{L}_{\text{must}}$ és a Challenger keserűkomlóból $2,8717 \text{ g}_{\text{Challenger}}/\text{L}_{\text{must}}$

A komlós főzés befejezését követően a sörlevet 30 percig állni hagytuk a komlótörköly ülepedésének céljából, majd dekantáltuk és ezt követően Labtech LCC-R110 típusú hűtő berendezéssel lehűtöttük a beoltási hőmérsékletre. Az ale típusú söröket (1S, 2S) 14 g *Saccharomyces cerevisiae* élesztővel oltottuk be, egy hétig 20°C-on majd a főerjedés után a fiatal sört 0,5 L-es üvegekbe 4°C-on ászokoltuk, 3 héten keresztül.

3.1.2.2. Főzés után adagolt tejsavós sörök előállítása

A sör előállítását a 3.1.2.1 alponban leírt paraméterekkel végeztük, azzal a különbséggel, hogy a cefrézéskor a maláta örleményhez 8L vizet adagoltunk.

A tejsavós sörök keserűségét 33 IBU (3S) illetve 80 IBU-ra (4-5S), állítottuk be. A 4-5S sörökhöz a Fuggles aromakomlóból $1,5094 \text{ g}_{\text{Fuggles}}/\text{L}_{\text{must}}$ és a Challenger keserűkomlóból $2,8717 \text{ g}_{\text{Challenger}}/\text{L}_{\text{must}}$ adagoltunk.

A komlós főzést követően a dekantálás után a sörléhez először 4,5 L tejsavót, a következő főzés alkalommal pedig 4 L tejsavót adagoltunk, a tejsavó/sörlé arány csökkentésének érdekében.

A sörléből ale és lager sört is készítettünk az előzőt 14 g *Saccharomyces cerevisiae* élesztővel oltottunk be (3-4S) és 20°C-on két héten keresztül előerjesztettük, míg a másodikat (5S) 10 g *Saccharomyces uvarum* élesztővel oltottuk be 12°C-on és két héten keresztül 10°C-on előerjesztettük. Főerjedés után a fiatal sört, 0,5 L-es üvegekbe töltöttük és 4°C-on ászokoltuk 3 héten keresztül.

3.2 A nyersanyagok, közttermékek és végtermékek fiziko-kémiai és mikrobiológiai tulajdonságainak meghatározása

A sörkészítés során a nyersanyagokból, közttermékekből valamint a végtermékekből méréseket végeztünk és kapott adatok segítségével jellemezni tudtuk a közttermékek és a végtermék fiziko-kémiai tulajdonságait. A mikrobiológiai vizsgálatok során ellenőriztük a sörök mikrobiológiai tisztaságát, így információt kapva a termék biztonságos fogyasztásáról illetve eltarthatóságáról.

3.2.1. Tejsavó zsírtartalmának meghatározása

A tejsavó zsírtartalmát Gerber butirométeres módszerrel határoztuk meg. A butirométerbe 10 cm^3 92%-os kénsavat, majd 11 cm^3 tejsavót és 1 cm^3 amid-alkoholt pipettáztunk. Dugóval lezártuk majd óvatosan elegyítettük. A mintákat 5 percen keresztül 1000 fordulat/percen centrifugáltuk majd 5 percig 65°C -on vízfürdőben tartottuk, ezt követően a butirométer skálájáról leolvastuk a zsír mennyiségét ¹².

3.2.2. Vízkeménység meghatározás

A vízkeménység meghatározására komplexometriás titrálást alkalmaztunk. A meghatározás során bemértünk 50mL vízmintát egy 200 mL-es Erlenmeyer lombikba és hozzáadtunk 50 mL desztillált vizet, 2 mL 10%-os NaOH oldatot és kevés murexid indikátort. A lazac vörös oldatot 0,02 mól/L EDTA mérőoldattal titráltuk, míg színe teljesen lila lett. A megtitrált oldatot 3 mL 20%-os sósavval savanyítottuk és kissé felmelegítettük. A lehűtött reakcióelegyhez 6 mL 25%-os ammóniát adtunk, majd kevés szilárd hígítású eriokrómfekete T indikátor mellett 0,02 M EDTA mérőoldattal folytattuk a titrálást, míg a folyadék borvörös színről állandó kékre nem változott. A fogyott EDTA oldat térfogatából kiszámítottuk víz összkeménységét amit NK° -ban fejeztünk ki.

3.2.3 Szárazanyag tartalom meghatározása

Szárazanyag tartalom meghatározására a laboratóriumban megtalálható Kern MLB-50-3N típusú szárazanyagmérleget használtuk. Az alapanyagok köztes termékek és végtermékek meghatározása céljából a szárazanyagmérlegbe bemértünk megközelítőleg 1g mintát és elindítottuk a szárítási folyamatot, körülbelül 30 perc után a mérleg digitális kijelzőjéről leolvastuk az eredményt.



5. ábra: Automatikus szárazanyagmérleg

3.2.4 Sűrűség, cukorkoncentráció és potenciális alkoholtartalom meghatározás

A mérés során egy háromskalás Vinoferm aerométert használtunk, meghatároztuk vele a must, a máslóvíz, a sörlé és a sör cukorkoncentrációját g/L-ben, sűrűségét kg/m³-ben a potenciális alkoholtartalmát %-ban. A mérések során a mintákat egy 100 mL-es mérőhengerbe töltöttük és óvatosan belehelyeztük az aerométert, megvártuk, hogy a szint beálljon és leolvastuk a skáláról az értékeket.

3.2.5 Fehérjetartalom meghatározása

A sör fehérjetartalmának megállapítására a Kjeldahl módszer alapján működő automatikus VelpScientifica UDK159 fehérje-meghatározót használtuk²⁰.

A mérés menete: 250 mL-es roncsoló csőbe bemértünk 10 mL mintát, majd ehhez hozzáadtunk 2 db Kjel tablettát (5g K₂SO₄ és 0,5g CuSO₄·5H₂O) és 1 db habzástgátló tablettát (0,97g NaSO₄ és 0,09g szilikaolaj), végül 20 mL tömény kénsav oldatot (98%-os H₂SO₄). Ezek után a csöveket behelyeztük a roncsoló blokkba és 420 °C-on, 60 percig roncsoltuk. A roncsolás után a mintákat behelyeztük az automata fehérje-meghatározóba, ahol megtörténik az ammónia desztillációja majd bórsavban való elnyeltetése, indikátor jelenlétében, és a főlöslégben adagolt bórsav visszatitrlása NaOH oldattal. A fogyáskülönbség, a bemért mintamennyiség és a konverziós faktor (6,25) függvényében a műszer kiszámolta a minta fehérje tartalmát. A műszer működéséhez 32%-os NaOH oldatot, 4%-os borsav oldatot és 0,1N HCl oldatokat használtunk¹¹.



6. ábra: VelpScientifica UDK159 automatikus fehérje-meghatározó

3.2.6 Szín, pH, extrakt, keserűség, alkoholtartalom meghatározása

Az alábbi méréseket a csíkszeredai Heineken sörgyár tulajdonában lévő automatikus működésű Beer Analyzer-WBA-505B berendezéssel végeztük. A sörmintát a vizsgálat előtt CO₂ mentesítettük, 150 mL-t bemértünk egy lombikba és rázató berendezéssel ráztuk, ezt követően szűrőpapíron leszűrtük és a szűrt mintát az automatikusan működő berendezéssel lemértük.



7. ábra: Beer Analyzer-WBA-505B

A sör színének meghatározását szintén a Heineken sörgyárban végeztük, 430 nm-es hullámhosszon vizsgáltuk a sör abszorbanciáját, a színt EBC-ben kaptuk meg.

A pH meghatározása céljából EXTECH Instruments Refillable PH110-es pH mérőt használtunk.

3.2.7 A tejsav és ecetsav koncentráció meghatározása.

A felhasznált tejsavóban, komlós főzés után a sörlében valamint a kész sörökben lévő savak minőségi és mennyiségi meghatározása Varian 210 nagyhatékonyságú folyadék-kromatográffal (HPLC) történt izokratikus körülmények között 0,6 mL/perc térfogatáramon, a futtató elegy 0,008 mmól/L kénsav oldat. A kolonnatér hőmérséklete 50 °C, a detektálás 210 nm-en történt Varian 320 típusú detektor segítségével. Az elválasztásra ICSep Coregel 87H3 típusú oszlopot alkalmaztunk. A kromatográfba 20 µL előzetesen membránszűrőn átszűrt sört injektáltunk.

3.2.8 A sör habzókéességének és habtartósságának vizsgálata.

A sörmintát lehűtöttük a vizsgálati hőmérsékletre 8-12°C és 150 cm³-et habképződés nélkül mérőhengerbe öntöttünk és 30 cm magasról egy üvegtölcséren keresztül 12 g kvarchomokot szórtunk bele. A kvarchomok adagolása után intenzív habképződés volt megfigyelhető, egy perc majd 10 perc elteltével meghatároztuk a hab magasságát. A habtartósságot a következő képlettel számoltuk ki:

$$H = \frac{a \times 20,5}{b(t + 10,5)}$$

Ahol: H- a 10°C-ra számított habtartósság, [cm], a- a hab mennyisége az első percben, [cm], b-a hab mennyiség különbsége, [cm].

3.2.10 Mikrobiológiai vizsgálatok

A sörök mikrobiológiai tisztaságának ellenőrzése céljából először meghatároztuk az előforduló mezofil aerob baktériumok mennyiségét. Az összcsíraszámot szélesztéssel Nutrient táptalajon, a leoltást a sörmintából és egy 10⁻¹ hígításból végeztük. Az esetlegesen előforduló patogén *Escherichia coli* kimutatását szintén szélesztéssel, szelektív TBX táptalajon határoztuk meg. A patogén *Clostridium perfringens* kimutatását szelektív *Clostridium* táplevesben végeztük. 10 mL táplevesben 1 mL mintát adagoltunk és parafint helyeztünk a kémcsőbe majd 80°C-on hőkezeltük 15 perces hőntartással, a vegetatív baktériumok elpusztítása érdekében. Az így előkészített mintákat 37°C-on inkubáltuk. A táptalajokat a felhasznált kémcsöveket és Petri csészéket előzőleg autoklávban illetve szárítószekrényben sterilizáltuk.

3.3 Az érzékszervi vizsgálatok leírása

A fogyasztói közösség véleményének felmérésére szubjektív és megkülönböztető jellegű érzékszervi vizsgálatokat végeztünk melyre kérdőívet állítottunk össze, a kérdőív az 2-es számú mellékletben megtalálható. 20 fogyasztót kérdeztünk meg, 10 férfit és 10 nőt, amiből 10 személy 18-25 év közötti, 5-5 pedig 25-40 illetve 40 év fölötti.

Kíváncsiak voltunk a fogyasztók alkohol és ezen belül sörfogyasztási szokásaikra, mit gondoltak az előállított sörök ízéről, állagáról, hab minőségéről. Ezekből a véleményekből képet kaptunk, hogy mennyire ízlik a fogyasztóknak az előállított sör, mennyire felel meg az elvárásaiknak, esetleg mit hiányolnak a termék tulajdonságaiból.

3.4. A termék árának meghatározási módszere

Annak érdekében, hogy meg tudjuk határozni az előállított termék egységárát több változót is figyelembe vettünk. Első lépésben meghatároztuk a berendezések árát majd választottunk egy értékcsökkenési leírást a törvény által előírtakból, jelen esetben az élelmiszeripari berendezéseknél alkalmazott 10 éves, lineáris amortizációs rátát alkalmaztuk.

A következő lépésben az alkalmazottak bérét adtuk meg egy hónapra, majd a közterhekkel együtt egy évre meghatároztuk a bérek mennyiségének, egy alkalmazottal

számolva, a jelenlegi minimálbért is figyelembe véve (750 RON) és amelyre a 28%-os közterheket számoltunk.

Ezek után a nyers-, alap- és segédanyagok mennyiségének költségeit határoztuk meg. Közben a fogyasztott víz, gáz és elektromos áram, a gépek fenntartásának költségei (1% az amortizációnak), majd az adminisztrációs kiadások (5% a közvetlen költségeknek) költségének a meghatározását is elvégeztük.

A fenti adatokból kiszámoltuk az egységárat, amelyet úgy kaptunk meg, hogy a közvetlen termelési költségeket (értékcsökkenési leírás, bérköltségek, teljes költségek) elosztottuk a termelt mennyiséggel és rászámoltuk a profit százalékot valamint az ÁFA-t ²¹.

3.5 Ökológiai lábnyom csökkentésének mértéke

Az ökológiai lábnyom Championne szerint, az összes szervezet, esemény, termék vagy személy által kibocsátott üvegházhatású gázok mennyiségét jelenti. Mivel nem lehet pontosan mérni a CO₂ és más üvegházhatású gázok emberi tevékenységek következtében való kibocsátását (túl sok adat, rendszerek nagysága és természetes események), ezért sok esetben csak egyszerűsítés vagy megközelítés alkalmazásával lehet egy értéket megadni ²².

A sör előállítás nagyon komplex rendszere miatt egy leegyszerűsített számítással adtuk meg az ökológiai lábnyom értékét a különböző folyamatok során. A nyersanyagok átvételétől kezdődően vettük figyelembe a műveleteket, ezen belül is csak a legnagyobb energia fogyasztókat: cefrőzés, komlóforralás, pasztörözés, savó előmelegítés, főzés, fehérjekicsapás, enzimes kezelés és kiszámoltuk a savó ártalmatlanítására szükséges energia mennyiséget a biológiai oxigén igény (BOI) szerint.

A különböző berendezések energiafogyasztását figyelembe véve, és pedig az elektromos forraló edény 1800 W, az elektromos melegítő kád 2200 W, a centrifuga 360 W, az öt folyamat és egy kontrol sörfőzési folyamat során az elfogyasztott energia mennyiség az 8.táblázatban található meg.

8.1 táblázat: A sörfőzés műveleteinek energiafogyasztása.

Művelet	1 S*	2 S	3 S	4 S	5 S	Kontrol
Cefrőzés	115	115	115	115	115	115
Komlóforralás	120	120	120	120	120	115
Pasztörözés	-	-	-	-	-	80
Savó előmelegítés	15	15	15	15	15	0
Főzés	5	5	5	5	5	0
Fehérjekicsapás	25	25	25	25	25	0
Enzimes kezelés	420	960	960	240	240	0

8.2 táblázat: A sörfőzés műveleteinek energiafogyasztása.

Művelet	Teljesítmény szükséglet**	1S Energia**	2S Energia	3S Energia	4S Energia	5S Energia	Kontrol Energia
Cefrőzés	1800	3450	3450	3450	3450	3450	3450
Komlóforralás	1800	3600	3600	3600	3600	3600	3450
Pasztörözés	2200	-	-	-	-	-	2933,3
Savó előmelegítés	1800	450	450	450	450	450	0
Főzés	360	30	30	30	30	30	0
Fehérjekicsapás	1800	750	750	750	750	750	0
Enzimes kezelés	1800	12600	28800	28800	7200	7200	0
Összesen		20880	37080	37080	15480	15480	9833,3

*- percben, **- Wh-ban

A felhasznált energiamennyiség függvényében összehasonlítjuk a különböző folyamatokat. Az összes folyamat esetében elektromos árammal működő berendezést használtunk, kiszámítjuk az adott energia előállításakor keletkező CO₂ mennyiséget. Jelenleg Romániában az elektromos áram 36%-a vízierőművekből, 33%-a szénerőműből, 20%-a nukleáris energia, gáz 10% és a maradék megújuló forrásokból származik. A következő táblázatban (9. táblázat) összefoglaltuk a különböző ágazatok által kibocsátott CO₂ mennyiséget az elektromos áram előállítás során ²³.

A táblázatban 1kWh elektromos áram előállítása során megközelítőleg 380,95 g CO₂ keletkezik.

9. táblázat: CO₂ kibocsátás elektromos áram előállítás során

Energiaforrás	Kibocsátott CO ₂ mennyiség (g/kWh)
Szén	955
Gáz	599
Nukleáris energia	-
Vízierőmű	15
Megújuló (nap, szél)	21-106

Ugyanakkor kiszámítjuk, hogy mekkora mennyiségű CO₂ keletkezik, ha a savót nem hasznosítják és szennyvíztisztítóba kerül. Alapul vettük a savó BOI (45000 mgO₂/L_{savó}) értékét, tudjuk, hogy teljes tisztítási és semlegesítési művelet során az oxigén mennyiségének csak 70%-a hasznosítható, így a következő képlet szerint a levegő mennyisége.

$$Q_{\text{levegő}} = \frac{BOI}{0,21 * \eta_l} = \frac{45000 * 10^{-6}}{0,21 * 0,7} = 0,306 \text{ kg/l}$$

A levegő sűrűségét megadó képlet, tehát:

$$\rho_{\text{levegő}} = \frac{M * p}{R * T} = \frac{0,0289 * 101325}{8,3145 * 293} = 1,21 \text{ kg/m}^3$$

Majd a következő képlettel megadtuk a szükséges levegőtöbblet térfogatát, amely:

$$V_{\text{levegő}} = Q_{\text{levegő}} * \rho_{\text{levegő}} = 0,476 * 1,21 = 0,37 \text{ m}^3/\text{l}$$

A szivattyú többlet teljesítmény szükséglete (P) állandó sebesség és az ellenállásokat elhanyagolva egy 4 m mély medence esetén a következő:

$$P = g(h_2 - h_1) + \int_{p_1}^{p_2} v dp * \frac{1}{\eta} = 9,81 * 4 + 0,37 * 4000 * \frac{1}{0,8} = 1901 \text{ W/l}$$

Látható, hogy 1 L savó semlegesítéséhez szükség van 1,9 kW elektromos áramra, amely így 761,9 g CO₂ kibocsátást jelent.

4. Eredmények kiértékelése

4.1 A laboratóriumi körülmények között előállított sörök

A négy típusú laboratóriumi körülmények között előállított söröknek meghatároztuk a főzőházi kihozatalát és a látszólagos erjedési fokát a következő képletek segítségével:

$$\text{Főzőházi kihozatal} = \frac{\text{Sörlé mennyisége} \times \text{Extrakt tartalom} \times 0,96}{\text{Maláta mennyisége}}$$

$$\text{Látszólagos erjedési fok} = \frac{\text{Eredeti extrakttartalom} - \text{Pillanatnyi extrakttartalom}}{\text{Eredeti extrakttartalom}}$$

10. táblázat: Főzőházi kihozatalok és látszólagos erjedési fokok a sörök gyártása során

Sör	Sörlé mennyisége, [L]	Extrakt tartalom [°B]	Főzőházi kihozatal [%]	Eredeti extrakt [%]	Pillanatnyi extrakt [%]	Látszólagos erjedési fok
1S	10	15	57,6	15	6,0	0,60
2S	6	15	34,56	15	6,5	0,57
3S	10	14	53,76	14	5,0	0,64
4S	10	14,5	55,68	14,5	4,0	0,72
5S	10	14,5	55,68	14,5	11,5	0,21

A 10. táblázatban feltüntetett sörök látszólagos erjedési foka változó, az 1-3S sörök közül a 3S sörnek volt a legjobb, viszont ugyanabból az alapreceptből készül 4S-nek az erjedési foka magasabb lett, tehát kevesebb tejsavó hozzáadásával és rövidebb enzimes hidrolízist követően az élesztő jobban működött. Az 5S sör esetében a látszólagos erjedési fok nagyon alacsony, ez azzal magyarázható, hogy a lager sörben nem fejeződött még be az erjedés.

A főzőházi kihozatal 74-79%-os a normál sörök esetében, de mivel mi speciális sört állítottunk elő laboratóriumi körülmények között, számításaink alapján észlelhető, hogy ennél az értéknél jóval alacsonyabb. Az elkészített söreink főzőházi kihozatal értékeiből adódik, hogy

az 1S bizonyult a legjobbnak, a 3S sörnek hasonló az értéke. De a tejsavót még nem tartalmaz, mert csak főzés után történt az adagolása, így sör kihozatalt 4-4,5 L-el növeltük. Ugyanígy jártunk el a 4-5S sörök esetében.

4.2. A technológiai folyamat során mért paraméterek és végtermékek fizikai és kémiai tulajdonságai

A tejsavó zsírtartalmát minden esetben főzés után meghatároztuk. A felhasznált víz 18 °NK volt.

A mért fehérjekoncentrációkat a 11. táblázatban tüntettük fel, a tejsavó hőkezelés utáni fehérjetartalma 0,75% volt, a sörlének 0,99%, a kész sörnek pedig 0,67-0,53%. Figyelembe véve a sörlé/savó hígítási arányt a meghatározott koncentráció alacsonyabb. Ez azzal magyarázható, hogy az élesztő felhasználta a fehérje egy részét élettevékenységeinek a fenntartására.

A tejsav koncentrációknál a tejsavó sörlével való hígítása során a kész sör tejsavtartalma elméletileg 25,93 g/L, a 4S sör esetében a kész sörnek csak 0,49 g/L-el nőtt a tejsavtartalma, viszont az 5S sör esetében ez a mennyiség lecsökkent, valószínűsíthető, hogy a *Saccharomyces carlsbergensis* élesztő a tejsavat átalakítja az erjedése során.

11. táblázat: A minták tejsav, ecetsav valamint fehérjetartalma

Köztí termékek	Meghatározott tulajdonság	4S	5S
Tejsavó	Fehérjetartalom [%]	0,75	0,75
	Tejsav [g/L]	89,43	89,43
	Ecetsav [g/L]	1,50	1,50
Sörlé	Fehérjetartalom [%]	0,99	0,99
	Tejsav [g/L]	0,53	0,53
	Ecetsav [g/L]	0,80	0,80
Kész sör	Fehérjetartalom [%]	0,67	0,53
	Ecetsav [g/L]	0,31	0,21
	Tejsav [g/L]	26,42	15,8

A köztítermékek és a végtermékek paramétereit a 12. táblázatban foglaltuk össze.

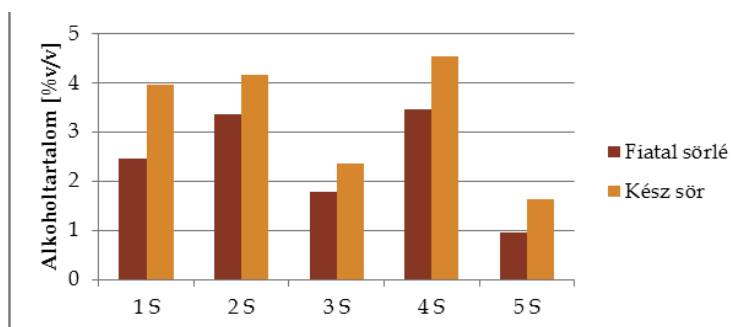
A 12. táblázat adataiból megfigyelhető a törköly szárazanyag tartalma az 1-2S sörök előállításánál magasabb volt, amely valószínűleg a tejsavós cefrézésnek köszönhető, ami tejsavóban lévő fehérjék kicsapódásának következtében nőtt.

A 1-2S sörök extrakt tartalma magasabb, mint a 3-5S söröknek, ennek oka, hogy a cefrézést vízzel végeztük s majd a főzést követően adagoltuk a tejsavót így hígítást végezve a sör extrakt tartalmán.

12. táblázat: Közti termékek legfontosabb fizikai, kémiai és technológiai tulajdonságai

Közti termékek	Meghatározott tulajdonság	1S	2S	3S	4S	5S
Cefre	pH	4,3	4,46	4,23	4,50	4,50
Első must	pH	4,43	4,48	4,57	4,50	4,50
Törköly	Szárazanyag tartalom [%]	27,10	27,90	24,18	23,30	23,30
Első must + máslovíz	Térfogat [L]	12,00	9,40	12,00	12,50	12,50
Sölé	Szárazanyagtartalom [%]	12,358	15,46	9,45	14,52	14,52
	pH	4,44	4,39	4,64	4,6	4,6
	Térfogat [L]	10	6	10+4,5 L savó	10+4 L savó	10+4 L savó
Fiatál sör	Szárazanyag tartalom [%]	8,32	6,50	7,15	5,58	11,43
	Térfogat [L]	7,50	4,00	9,00	11,00	9,50
Kész sör	Szárazanyag tartalom [%]	8,35	8,28	6,77	5,56	7,16
	Diacetil [$\mu\text{g/L}$]	11,84	4,66	7,70	7,60	14,50-
	Keserűség [IBU]	15,50	19,10	12,10	44,1	43,6
	pH	4,40	4,36	4,44	3,87	3,93
	Alkoholtartalom [%v/v]	3,96	4,15	2,36	4,53	1,63
	Sűrűség [kg/m^3] (ALCOLYZER)	1025,40	1025,60	1022,20	1014,10	1032,90
	Reális extrakt [%w/w]	8,3	8,41	6,96	5,7	9,34
	Látszólagos extrakt [%w/w]	6,89	6,94	6,09	4,06	8,73
	Primitív extrakt [P]	14,4	14,52	10,52	12,51	11,83
	Szín [EBC]	45,3	49	32,5	34,1	33,2
	Fehérjetartalom [%]	0,91	0,53	0,75	0,67	0,63
	Habtartósság	3,2	3,6	4,3	4,00	3,50

Az élesztő típusától valamint tejsavó adagolási módozatának függvényében változik a sör alkoholtartalma, amelyet a 8.ábrán ábrázoltunk.



8. ábra A fiatal valamint a kész tejsavós sörök alkoholtartalma

A 8. ábrán látható, hogy a legnagyobb alkoholtartalma a főzés után hozzáadott tejsavós sörnek van (4S), míg a legalacsonyabb a lager típusúnak (5S). Ezek a különbségek arra hívják fel a figyelmet, hogy az erjedés még nem fejeződött be, illetve arra is, hogy a kisebb arányban adagolt tejsavó esetében az alkoholtartalom növekedett.

A 3. táblázatban feltüntetett barna sörök paramétereirehöz viszonyítva az általunk előállított sörök pH értéke ideális, a habtartósság megfelelő.

Főzést követően a sörlek színét a 9.ábrán figyelhetjük meg, ahol látható, hogy a forralt savós sörlek (2S) színe világosabb, mint a vízzel főzött sörleknek (1S, 2S).



9. ábra: A sörlevek színei*

* A minták sorrendje balról-jobbra: 1S, 2S, 3S

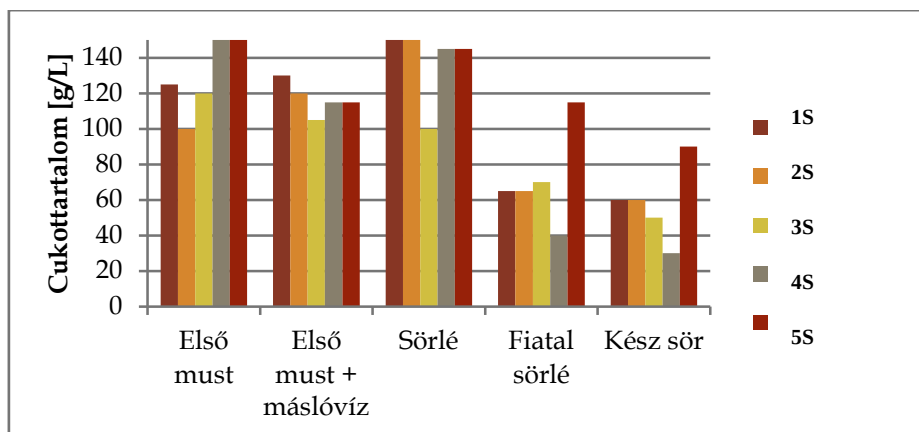
A sörök diacetil tartalma az erjedési folyamat nagyon fontos jellemzője. Sörtípustól függően a 0,08-0,2 mg/L koncentrációnál magasabb értékek kellemetlen avas-vajas ízt tulajdonítanak a sörnek. Az általunk előállított sörök diacetil tartalma ennél az értéknél jóval alacsonyabb volt (7,6 µg/L), tehát az érzékszervi tulajdonságokat az adagolt savó számottevően nem befolyásolta.

A sörkészítés során az aerométerrel mért sűrűséget, cukortartalmat valamint a potencióális alkoholtartalmat a 13. táblázat szemléltettük.

13. táblázat: A sörfőzés folyamat alatt az aerométerrel mért paraméterek

Közi termékek	Meghatározott tulajdonság	1S	2S	3S	4S	5S
Első must	Sűrűség [kg/m ³]	1048	1035	1040	1058	1058
	Cukortartalom [g/L]	125	100	120	150	150
	Potenciális alkohol [%]	6,3	4,5	6	7,5	7,5
Első must + mászlóvíz	Sűrűség [kg/m ³]	1050	1046	1040	1040	1040
	Cukortartalom [g/L]	130	120	105	115	115
	Potenciális alkohol [%]	6,5	6	5,5	5,5	5,5
Sörlé	Sűrűség [kg/m ³]	1054	1056	1040	1056	1056
	Cukortartalom [g/L]	150	150	100	145	145
	Potenciális alkohol [%]	7,5	7,5	5	7	7
Fiatal sörlé	Sűrűség [kg/m ³]	1025	1025	1020	1014	1042
	Cukortartalom [g/L]	65	65	70	40	115
	Alkohol [%]	2,45	3,35	1,79	3,47	0,96
Kész sör	Sűrűség [kg/m ³]	1024	1030	1024	1012	1034
	Cukortartalom [g/L]	60	60	50	30	90
	Alkohol [%]	3,5	4	3,5	4,5	1,5

A fiatalsör valamint a kész sör alkoholtartalmát a 8. ábrán szemléltettük, ahol látható, hogy a fiatal sör alkoholtartalma alacsonyabb, mint a kész sörnek, amely a cukortartalom csökkenésével párhuzamosan zajlik. A cukortartalom változását a sörkészítés során a 10. ábrán szemléltettük a 13. táblázat adatai alapján. A cukortartalom növekedését a főzés során az magyarázza, hogy a víz elpárolgása által a sörlé koncentrálnódik, majd erjesztés során csökken, mert az élesztők eleinte szaporodásra, majd alkoholos erjesztés során átalakítják alkohollá.



10. ábra: Cukortartalom változása a sörgyártás során

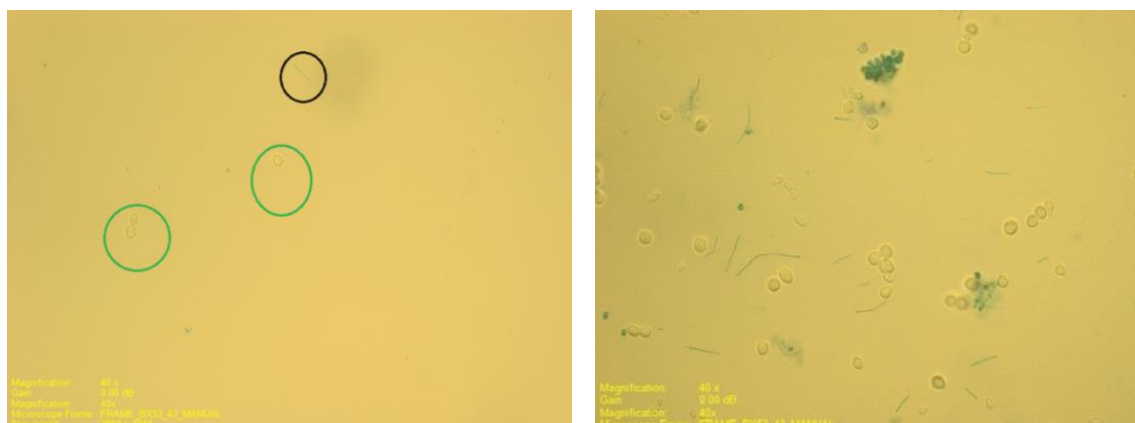
4.3. Mikrobiológiai vizsgálatok eredményei

A mezofilaerob baktériumok összcsíraszámát, az *E.coli* valamint a *Clostridium perfringens* mikrobiológiai eredményeit a 14. táblázatban foglaltuk össze.

14. táblázat: Mikrobiológiai vizsgálat eredményei

Vizsgálat baktérium	Minta hígítása	Táptalaj	1S	2S	3S	4S	5S
Mezofil aerob összcsíraszám	Minta	Nutrient	>300 TKE	>300 TKE	>300 TKE	>300 TKE	>300 TKE
	10^{-1}	Nutrient	>300 TKE	>300 TKE	>300 TKE	>300 TKE	>300 TKE
<i>E. coli</i>	Minta	TBX	Negativ	Negativ	Negativ	Negativ	Negativ
<i>Clostridium perfringens</i>	Minta	Clostridim tápleves	Negativ	Negativ	Negativ	Negativ	Negativ

Az általunk előállított sörök nem tartalmaztak patogén mikroorganizmusokat, de az összcsíraszám magas volt, ezért a 4S és 5S mintákból 0,03 %-os metilénkéssel festet mikroszkópos képet készítettünk, ahol láthatók, hogy *Lactobacilus* nemzetségbe tartozó pálca alakú baktériumok is találhatóak a kész sörben, ami a savóadagolásnak köszönhető.



11. ábra: Az ale és a lager sörök mikroszkópikus képe 40x nagyításban

Az első képen az ale típusú sör látható, amelyen feketével a tejsavbaktérium, zölddel az élesztősejtek vannak bekarikázva. A második képen a lager típusú sör látható itt

megfigyelhető, hogy az élesztők még az osztódási fázisban találhatók, az élő sejtek száma magasabb, mint az ale sör esetében, ezt azt jelzi, hogy az erjedés még nem fejeződött be.

4.4 Az ökológiai lábnyom számításának eredményei

A 15. táblázat adataiból bemutatott eredmények alapján látható, hogy a termelés következtében kibocsátott CO₂ hogyan változik.

15. táblázat: A különböző technológiai változatok által kibocsátott CO₂ mennyiségek

Folyamat	1 S	2 S	3 S	4 S	5 S	Kontroll
Felhasznált energia (kWh)	20,88	37,080	37,080	15,480	15,480	9,833
Kibocsátott CO ₂ (g)	7953,19	14123,77	14123,77	5896,33	5896,33	3745,38

A táblázatból látható, hogy a savó hozzáadásával készült sörök a technológiai folyamat során sokkal több CO₂ bocsátanak ki. Figyelembe véve, hogy ha ezt a savó mennyiséget a szennyvíztisztítás során kellene ártalmatlanítani, a kapott kontroll értékhez hozzárendeltük a felhasznált savó mennyisége (egyes változatok során változó) szerint a tisztítás által kibocsátott CO₂ mennyiséget (a 3.5. fejezetben számított értékek szerint).

Így kapjuk, hogy a 4S és 5S esetében a kontroll által kibocsátott 6792,98 g CO₂-hoz képest 13,19%-al csökkentettük a CO₂ kibocsátást. Az 1S esetében a kontroll 7173,93 g CO₂-hoz képest 10,86% több és a 2S és 3S változatok esetében a 7554,88 g CO₂-hoz képest 86,94%-al több CO₂-t bocsátottunk ki a környezetbe.

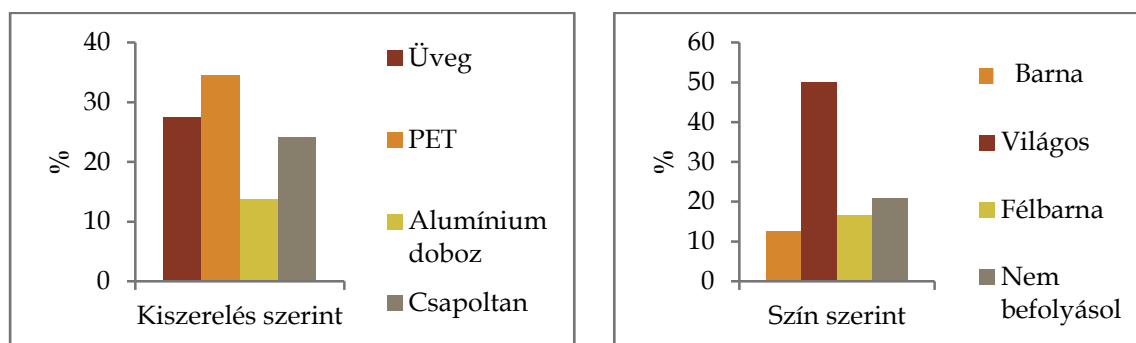
Tehát esetünkben a 4S és az 5S sörök rendelkeznek a legalacsonyabb CO₂ kibocsátással, így ezek legkörnyezetkímélőbbek, míg a 1, 2, 3S változatok esetében több CO₂ kerül kibocsátásra a környezetbe.

4.5 Kóstolási adatok kiértékelése

A kérdőívezésünk során 20 személynek kértük ki a véleményét az előállított sörökkel kapcsolatban, 50%-a megkérdezetteinknek 18-25 év közötti, 25%-a 25-40 év közötti és 25% 40 év fölötti. 37,93% a bort fogyasztja szívesebben, 41,37% inkább a sört szereti és 20,68% válaszolt, úgy, hogy a rövid italokat kedveli. Arra a kérdésre, hogy milyen időközönként fogyasztanak alkoholt a megkérdezettek 60% válaszolt, úgy, hogy hetente egyszer, 20% hetente többször is, 10% havonta egyszer és 10% havonta többször, ezen belül 40% hetente egyszer fogyaszt sört, 15% hetente többször, 30% havonta egyszer és 15% havonta többször.

Azon kérdésre, hogy milyen tulajdonságok alapján választják a sört a válaszadóink 25%-a íze alapján választja a sört, míg 15,62% az alkohol tartalom szerint választja, 40,62% az ára alapján, 6,25% táplálkozási értéke alapján és 12,5% a márka alapján. Ugyanakkor 20%

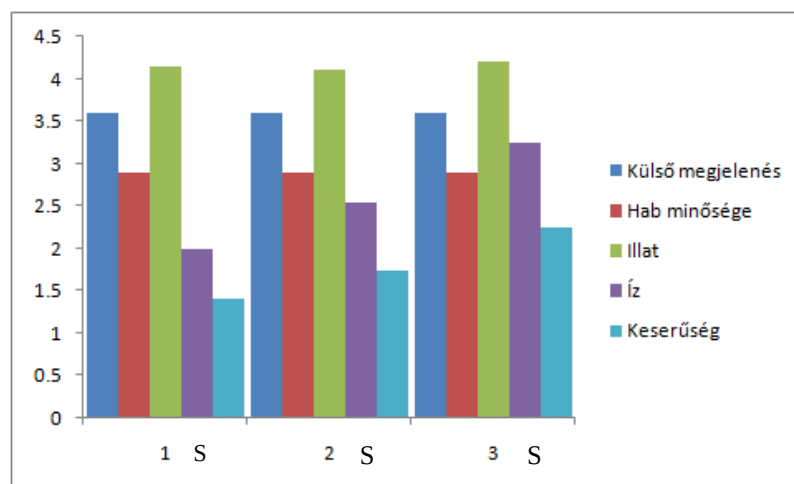
otthon fogyaszt sör, 15% étteremben, 30% bárban és 35% más szórakozóhelyen. 27,58% üvegből szereti fogyasztani a sör, 34,48% PET palackból, 13,79% dobozból és 24,13% csapoltan.



12. ábra: A fogyasztók sörfogyasztása kiszerelés valamint szín szerint

A fogyasztók legnagyobb része, 50%-a a világos söröket szereti, 20,83% nem befolyásol a sör színe, 16,66% a félbarna söröket szereti, míg csupán 12,5% mondta azt, hogy a barna söröket szeretik. A legtöbben, 47,61%, a kevésbé keserű sörök kedveli, 28,57% a kimondottan keserű söröket, míg 23,8% az ízesített söröket szereti, de a kóstolók 75% -a szűrt söröket, míg a szűretlen söröket csak 15% kedveli és 10% nem befolyásolja a sör külső megjelenése a sörök kiválasztásában.

A 13. ábrán látható a hozzáadott savós, a forralatlan savós és a forralt savó sörök kóstolási kiértékelési oszlopdiagramja, amelyen a sörök külső megjelenése, a hab minősége, illatuk, ízük és keserűségük található meg.



13. ábra: A sörök értékelésének az átlagai

A 13. ábra szerint a legtöbben a külső megjelenést magasán értékelték, 3,5 átlagpontszámmal, a hab minősége is eléggé jól minősített, 3-as átlagpontszámmal, nagyon magas pontszámú a sörök illata, 4 átlagpontszám fölött, viszont az ízük és keserűségük

javításra szorul. Valójában ezért ismételtük meg a sörfőzést, a 4S és 5S mintákat már ezen vélemények alapján sikerült javítanunk, a kóstolási kérdőívek feldolgozása azonban még folyamatban vannak.

A felmérés adataiból látszik, hogy a fogyasztók az üveges és PET palackos kiszerelést kedvelik leginkább, mely megfelel szakirodalmi adatoknak. Ugyanakkor a sörök színe szerinti preferenciák is megfelelnek az előbb említett adatoknak, ugyanis a válaszadók legnagyobb része a világos söröket részesítette előnyben és az ízesítés szerint is viszonylag kevesen kedvelik a különleges söröket (főleg nők, 60%).

4.6. A termék egységárának számítása

A számítások elvégzéséhez meghatároztuk az előbbieken a technológiai folyamat anyag és energia mérlegét (nyersanyag, alapanyag, segédanyag, felhasznált víz és energia mennyiségét) és megkerestük ezek árát, a kapott adatokat a 15. táblázat tartalmazza. Egy 20 L térfogatú automata sörfőző berendezés ára 7956 Ron, 10 éves lineáris értékcsökkenési leírással számolva ennek az értéke 795,6 Ron, karbantartási ráfordítás a teljes összeg 2%-a, egy szakmunkás bére 1200 Ron (közterhek 28%).

16. táblázat: Anyag- és energiaárak

Felhasznált anyagok	Felhasznált mennyiség	Egységára (Ron)	Ára (Ron)
Munich maláta	4 kg	7,8	31,2
Pale ale maláta	1 kg	7,7	7,7
Challenger komló	71,79 g	0,27	19,4
Fuggles komló	37,73 g	0,31	11,78
Irish moss moszat	10 g	0,16	1,6
Top élesztő	10 g	0,7	7
Lager élesztő	10 g	1	10
Víz	0,027 m ³	3,3	0,089
Savó	0,010 m ³	-	-
Elektromos áram	8,6 kW	0,43	3,69
Víz (más műveletek)	0,135 m ³	5,5	0,74
Összesen			93,19

Tehát egy 252 munkanapot tartalmazó évre számolva a teljes kiadások mértéke az 16. táblázatban látható.

Az előbbieken közölt adatokból kiszámítható a termék egységára, az összköltséget elosztva a termék darabszámával, ezen számítások a következő táblázatban találhatóak meg. Az eladási ár meghatározásához egy profit értéket adunk a kapott egységárhoz, jelen esetben 20%-ot és ehhez hozzá kell számolni a 24% ÁFA-t.

17. táblázat: A termék adata, valamint az összáfordítások értékei

EGYSÉGÁR	
Összköltség (Ron)	45011,3
Éves termelési mennyiség (L)	7560
Termék csomagolása/kiszerelese (L)	0,5
Termék darabszám (nr.)	15120
Egységár	2,97
Eladási ár (Ron)	3,56
Eladási ár ÁFA-val (lej)	4,41

RÁFORDÍTÁSOK	Ron
Anyagjellegű ráfordítások	23483,88
Béreköltség	18432
Egyéb szolgáltatások költségei	156,43
Értékcsökkenési leírás	795,6
Egyéb ráfordítások	2143,39
Összköltség	45011,3
RÁFORDÍTÁSOK	Ron

Az előző adatok szerint a termék végösszege 4,41 Ron/0,5 L, amely a piacon kapható sörök árával nagyjából megegyezik.

További célkitűzéseink

- a sörök összetételének további vizsgálata
- a folyamat optimalizálása
- a tejsavbaktériumok jelenlétének kiküszöbölési módjának vizsgálata
- az erjedési folyamat vizsgálata
- a sörök gyógyászatban való alkalmazhatóságának vizsgálata
-

Köszönetnyilvánítás

Ezúttal szeretnénk megköszöni témavezetőnknek, *Dr. Salamon Rozália Veronikának*, a TDK dolgozat elkészítése során nyújtott önzetlen segítségét és hasznos tanácsait,. Ugyanakkor köszönettel tartozunk *Dr. György Évának*, az Élelmiszer-tudományi tanszék vezetőjének a mikrobiológiai vizsgálatok során nyújtott segítségéért és tanácsaiért. Nem utolsó sorban szeretnénk megköszönni mindazon személyek segítségét, akik a sörkóstolás során elősegítették munkánkat.

Irodalomjegyzék

- ¹ Banu, C., Vizireanu, C.: *Procesarea industrială a laptelui*, Editura Tehnică, București, 1998.
- ² Spălățelu, C.: *Biotechnological Valorisation of Whey*, Innovative Romanian Food Biotechnology, Galați, 2012
- ³ Mollea, C., Marmo, L., Bosco, F.: *Valorisation of Cheese Whey, a By-Product from the Dairy Industry* In Muzzalupo, I. (ed): *Food Industry*, INTECH, 2013
- ⁴ Csapó, J., Csapóné Kiss, Zs.: *Tej és tejtermékek a táplálkozásban*, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 2002
- ⁵ Dabija, A.: *Biotehnologii în industria alimentară fermentativă*, Editura PIM, Iași, 2010
- ⁶ Berkhout, B., Bertling, L., et. al: *The Contribution made by Beer to the European Economy, Full Raport*. Amsterdam, December 2013
- ⁷ Da-Wen, S.: *Fermentation Processes Engineering in the Food Industry*, CRC Press, Boca Raton, 2013
- ⁸ Maráz, A.: *Élelmiszeripari erjesztések, fermentált élelmiszerel*, Szerk. Deák, T.: *Élelmiszer mikrobiológia*, Mezőgazda kiadó, Budapest, 2006
- ⁹ Jelen, P.: *Whey Processing, Utilization and Product*, In Fuquay J. W.: *Encyclopedia of Dairy Sciences Second Edition*, Academic Press in an imprint of Elsevier, London, 2011
- ¹⁰ Spreer, E.: *Milk and Dairy product Technology*, Marcel Dekker, INC, 1998
- ¹¹ Kosikowski, F. V.: *Whey Utilization and Whey Products*, Department of Food Science Cornell University, 1978
- ¹² Salamon, Sz.: *Tej és tejtermékek minőségvizsgálata, a tejfeldolgozása. Oktatási segédlet*, Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszereda, 2010
- ¹³ Jáger, K.: *Katabolitikus folyamatok* In Márialigeit, K.: *Bevezetés a prokarióták világába*, ELTE BI, Mikrobiológiai Tanszék, 2013
- ¹⁴ Costin, Gh. M., Lungulescu, Gr.: *Valorificarea subproduselor din industrialaptelui*, Editura Tehnică, București, 1985
- ¹⁵ Barth, R.: *The Chemistry of Beer*, Wiley, Canada, 2013
- ¹⁶ Bamforth, Ch. W.: *Beer Health and Nutrition*, Blackwell Science, Oxford, 2004
- ¹⁷ Kunze, W.: *Technology Brewing and Malting*, 3rd International Edition. VLB Berlin, Berlin 2004.
- ¹⁸ Briggs, D.: *Malts and Malting*, Published by Blackie Academic & Professional, an imprint of Thomson Science, London, UK, 1998

- ¹⁹ Priest. G.F., Stewart. G.G.: *Handbook of brewing, Second Edition*. CRC Press-Taylor & Francis Group, 2006
- ²⁰ Csapó, J., Csapóné, K.Zs.: *Élelmiszer-kémia*, Mezőgazda Kiadó, 2006
- ²¹ Kotler, Ph., Keller, K.L.: *Marketing-manadzsmment*, Akadémia Kiadó, Bp., **2006**.
- ²² Wright, L.; Kemp, S., Williams, I. (2011). "'Carbon footprinting': towards a universally accepted definition". *Carbon Management* **2** (1): 61–72..
- ²³ Bilek, M.,; Dr. Hardy, Clarence, Dr. Lenzen, Manfred & Dr. Dey, Christopher (2008). "Life-cycle energy balance and greenhouse gas emissions of nuclear energy: A review" (PDF). *SLS -USyd - USyd-ISA - pubs - pandora-archiveEnergy Conversion & Management* **49** (8): 2178–2199. Retrieved 2009-11-04..

1. melléklet. Savós sörök technológiai folyamatábrája (*a technológiai paraméterek egyezők).

3.- Forralt savós hozzáadott ale sör

4.- Forralt savós hozzáadott lágersőr



2. melléklet: Kóstolási kérdőív

1. Ön neve?
 - A) Nő
 - B) Férfi
2. Az Ön kora?
 - A) 18-25 év
 - B) 25-40 év
 - C) 40-éven felüli
3. A felsorolt alkoholos italok közül, melyeket fogyasztja?
 - A) Bor
 - B) Sör
 - C) Rövidital
4. Milyen időközönként fogyaszt alkoholos italokat?
 - A) Hetente egyszer
 - B) Hetente többször
 - C) Havonta egyszer
 - D) Havonta többször
5. Milyen időközönként fogyaszt sört?
 - A) Hetente egyszer
 - B) Hetente többször
 - C) Havonta egyszer
 - D) Havonta többször
6. Milyen tulajdonságok alapján választja a sört?
 - A) Íze és aromája alapján
 - B) Alkohol-tartalma alapján
 - C) Ára alapján
 - D) Táplálkozási értéke alapján
 - E) Márka
7. Az alábbiak közül melyik helyeken fogyasztana szívesen sört?
 - A) Otthon
 - B) Étteremben
 - C) Bárokban
 - D) Szórakozóhelye
8. Milyen kiszerelésben szereti a sört?
 - A) Üvegben
 - B) PET palackban
 - C) Alumínium dobozban
 - D) Csapoltan
9. Színük szerint, milyen típusú söröket kedvel?
 - A) Barna
 - B) Világos
 - C) Félbarna
 - D) Nem befolyásol a szín
10. A sörök íze szerint melyeket kedveli?
 - A) Keserű sörök
 - B) Kevésbé keserű sörök
 - C) Ízesített sörök (gyümölcsös vagy más ízesítés)
11. Küllem szerint:
 - A) Szűrt sörök
 - B) Szűretlen sörök
 - C) Nem befolyásol
12. Alkohol-tartalom szerint:
 - A) Magas alkohol-tartalmú sörök
 - B) 4,5% alkohol-tartalmú sörök
 - C) Kevésbé alkoholos sörök
 - D) Alkoholmentes sörök

A következőkben szeretnénk, ha az általunk biztosított söröket kóstolná meg és a tapasztalatai alapján kitöltené a következő kérdőívet.

Egy 1-től 5-ig terjedő skálán osztályozza a sörök különböző tulajdonságait, aszerint, hogy Önt mennyire befolyásolja az adott tulajdonság a sörök fogyasztása szempontjából. Nagyon kellemes és jó tulajdonságok esetén 5-ös osztályozásban részesül, ha valamely tulajdonsága nem felel meg akkor a pontozás csökkenő sorrendben lehet alkalmazni egészen 1-ig.

1. A sör külső megjelenése:

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

2. A hab minősége:

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

3. A sör illata:

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

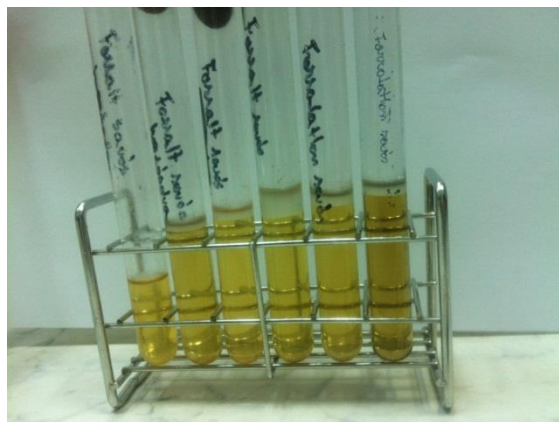
4. A sör íze:

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

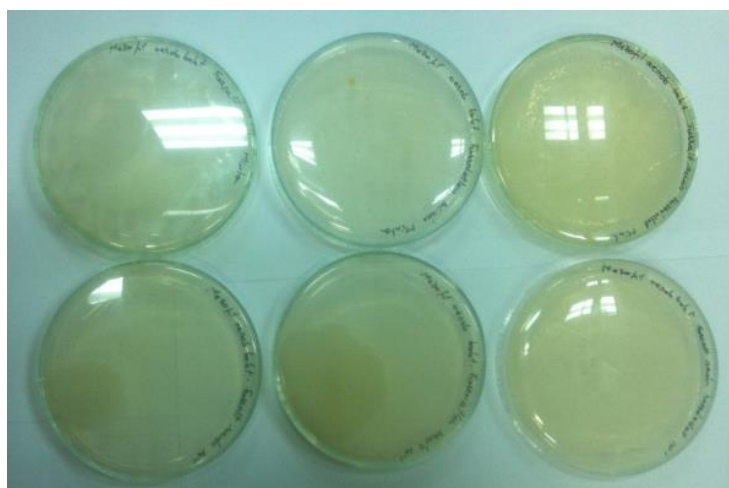
5. A sör keserűsége:

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

3. melléklet: Mikrobiológiai vizsgálatok eredményei



1. kép: *Clostridium perfringens* vizsgálat negatív eredményei



2. kép: Mezofil aerob összcsíraszám eredményei

4. melléklet: Sörfőzés folyamata képekben



Az alapanyagok előkészítése, tejsavó főzése és a maláta őrlése.



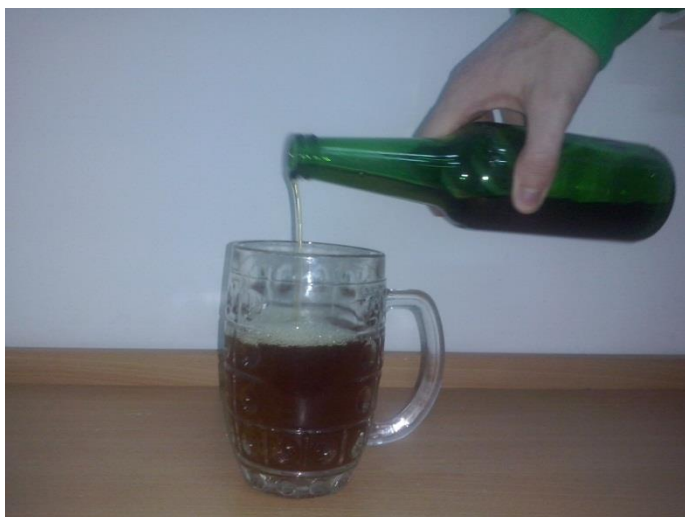
A cefrőzés folyamata, valamint a cefre áthelyezése a szűrőedénybe



A must főzése valamint a sörlé hűtése.



A fiatal sör szárazanyagtartalmának mérése és az élesztősejtekről való dekantálás



Az általunk előállított tejsavós sör.