

SZAKDOLGOZAT

Ormai Adrienn

2023

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Biomérnök és Erjedésipari Technológia Tanszék

Pótanyag alkalmazásának hatása a sörgyártás egyes műveleteire

Ormai Adrienn

Budapest

2023

*Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet*

**Szak neve: BSc Élelmiszermérnöki
Sör- és szeszipari technológiák és minőségügy**

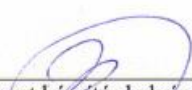
Szakdolgozat készítés helye: Biomérnök és Erjedésipari Technológia Tanszék

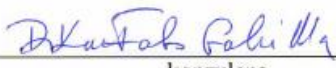
Hallgató: Ormai Adrienn

A szakdolgozat címe: Pótanyag alkalmazásának hatása a sörgyártás egyes műveleteire

Konzulensek: Dr. Kun-Farkas Gabriella

Beadás dátuma: 2023. május 3.


szakdolgozat készítés helyének vezetője
Dr. Nguyen Duc Quang


konzulens
Dr. Kun-Farkas Gabriella



Dr. Kun Szilárd
Sör- és szeszipari technológiák és
minőségügy

Tartalom

1.	Bevezetés.....	1
2.	A munka célja.....	2
3.	Irodalmi áttekintés.....	3
3.1.	A pótanyag alkalmazásának oda, eredete	3
3.1.1.	Szabályozás	4
3.1.2.	Pótanyagok megítélése	4
3.2.	A pótanyagok bemutatása.....	5
3.2.1.	A pótanyagok csoportosítása.....	5
3.2.2.	Gyümölcsök, mint pótanyagok	6
3.2.3.	A pótanyagok főbb jellemzői, összetétele	8
3.2.4.	Előállításuk.....	10
3.3.	A pótanyagok hatása a sörgyártás technológiájára.....	11
3.3.1.	Sörlé előállítás	11
3.3.2.	Erjesztés	12
3.3.3.	Pótanyagok hatása a sör érzékszervi jellemzőire	13
3.4.	A cefreszűrést befolyásoló tényezők	14
3.4.1.	Víz pH-ja	14
3.4.2.	Gabona összetétele	15
3.4.3.	Gabona őrlésének mértéke	15
3.4.4.	Cefre hőmérséklete.....	15
3.4.5.	Cefrészési idő.....	15
4.	Anyagok és módszerek.....	17
4.1.	Felhasznált anyagok	17
4.2.	Vizsgálati módszerek.....	20
4.2.1.	A szűrési teszt.....	20
4.2.2.	Extrakttartalom meghatározás	23
4.2.3.	Viszkozitás	23
5.	Kísérleti eredmények és értékelésük	26
5.1.	Extrakttartalom	26
5.2.	A szűrési teszt eredménye	30
5.3.	Sűrűségvizsgálat eredménye.....	36
5.4.	Viszkozitás.....	39
6.	Összefoglalás.....	46
7.	Irodalomjegyzék.....	47

1. Bevezetés

Az egyetemen végzett tanulmányai során minden élelmiszermérnök hallgatónak szakmai gyakorlaton kell részt vennie. Én sem voltam kivétel, azt már tudtam, hogy sörös irányba szeretnék mozdulni, de a nagyüzem nem igazán vonzott. Ekkor néztem utána, hogy milyen lehetőségem lenne kisüzemi körben kipróbálni magam. A kézműves sör még viszonylag kicsi, de növekvő iparág Magyarországon. Míg az országban nagy múltra tekint vissza a sörfőzés, a kézműves sörmozgalom csak az elmúlt évtizedben kezdett teret hódítani.

Jelenleg mintegy 100 kézműves sörfőzde működik Magyarországon, persze sokan csak gerillaként (állandó fizikai hely nélkül működik, bérfőzőként másik főzdében), többségük Budapesten és más nagyvárosokban található. Ezek a sörfőzdek gyakran egyedi és kísérleti söröket készítenek, különleges alapanyagokból.

2022 nyarán a gyakorlatom alatt megtapasztalhattam, hogy milyen különleges és sokféle alapanyagot használnak egyes főzdek a malátán kívül. A hosszú évtizedek óta alkalmazott, jól bevált receptúrák változtatása nagy terhet jelenthet egy főzde számára. Felmerült bennem, hogy miben különbözhet a sörfőzés folyamata, ha nem malátázott gabonákat is használnak? A másik fő szempontom az volt, hogy felkutassam, milyen típusú pótanyagok vannak még, amiket potenciálisan fel lehet használni.

A dolgozatomban ezeknek a kérdéseknek a megválaszolásával foglalkoztam. Laboratóriumi körülmények között tudtam vizsgálni a különböző nem malátázott gabonák sörgyártásra gyakorolt hatásukat.

2. A munka célja

A téma keretében azt vizsgálom, hogy a nem malátázott gabonák alkalmazása pótanyagként hogyan hat a cefreszűrésre. A sörgyártás műveletei közül leginkább a szűrésre gyakorol negatív hatást, ha malátázatlan pótanyagot adunk hozzá. Ahhoz, hogy kiderítsem, melyik pótanyag okoz valóban szűrési problémát, az egyetemi gyakorlaton bevett kongresszusi cefrézéshez hasonló laboratóriumi kísérletet, szűrési tesztet kell végezni, amihez ötféle gabonát pótanyagként használok fel.

Azonos sörlémennyiséget készítek változó keverési arányban malátából és malátázatlan gabonából, így nem csak a gabonákat tudom összehasonlítani, hanem azt is megvizsgálom, milyen arányban érdemes őket felhasználni.

Dolgozatomban azt elemzem, hogy a különböző arányú pótanyagok milyen problémát okoznak a szűrés során; a különböző gabonákból speciális cefrézéssel kapott sörlevek milyen eredeti extrakttartalmat adnak; és hogy a kész sörlevek milyen viszkozitással rendelkeznek.

3. Irodalmi áttekintés

3.1. A pótanyag alkalmazásának oda, eredete

A pótanyagok a malátázott árpa mellett használt erjeszthető összetevőkre utalnak, ezek közül a legismertebbek a búza, kukorica, rizs vagy zab, de ne feledkezzünk meg a folyékony pótanyagokról sem. Sok kevésbé elterjedt pótanyag is van, amelyek segítségével növelhetjük az extraktot, köztük a gyümölcsök.

Számos oka van annak, hogy a sörben pótanyagokat használnak:

Költség: A pótanyagokat azért kezdték el használni a sörfőzdék, hogy fenntarthassák a vásárlók által elvárt magas minőséget a költségek visszaszorítása mellett. A pótanyagok is a sörfőzéshez használt alapanyagok, ezért a folyamat változó költségeinek részei. Az alapanyagok ára változó és nem csak az alkalmazott gyártási folyamattól függ. A pótanyagok gyakran olcsóbbak, mint a malátázott árpa, így vonzó választási lehetőség a sörfőzdék számára, akik pénzt szeretnének megtakarítani az alapanyagokon. Azonban más előny is származhat a használatukból a gazdasági szempontokon kívül.

Íz: A különböző pótanyagok további, egyedi ízt adnak a sörnek. Például a kukorica könnyítheti a sör testét, és enyhe édességet adhat hozzá, míg a zab sima, krémes érzetet kelt a szájban.

Erjeszthetőség: A pótanyagok további erjeszthető cukrokat adhatnak a sörléhez, ami növelheti a sör alkoholtartalmát. Például a kandiscukor 100%-ban erjeszthető és a főzési folyamat során hozzáadható a sörléhez, miközben nem befolyásolja a sör ízét vagy testét. Érdeemes megjegyezni, hogy nagyobb mennyiségű használata észteres karaktert ad a sörnek.

Elérhetőség: A világ egyes részein a malátázott árpa kevésbé elérhető vagy drágább, mint a többi gabona. A pótanyagok alternatív forrásként szolgálhatnak az erjeszthető cukrokhoz.

Javíthatják a habtartósságot és növelik a sör tápértékét. Továbbá a folyékony pótanyagok használata csökkenti a gabona alapanyagok tárolásának helyigényét.

Az USA-ban az 1860-as években kezdtek el pótanyagokat használni az iparban. Ettől függetlenül fontos megjegyezni, hogy a pótanyagok használata a sörben ellentmondásos téma a sörrajongók körében, és egyesek azzal érvelnek, hogy az adalékanyagok használata gyengébb minőségű sörhöz vezet. Ha azonban helyesen és mértékkel használják, a pótanyagok értékes eszközei lehetnek a sörfőzőknek, hogy egyedi és ízletes söroket hozzanak létre. (Berg, 2017)

3.1.1. Szabályozás

A pótanyagok sörben való használatára vonatkozó előírások Európán belül országonként és régióként eltérnek. Sok országban a pótanyagok használatát a kijelölt hatóságok határozzák meg.

Ilyen szabályozás például a Német Tisztasági Törvény vagy Reinheitsgebot 1516-ból, amely kimondja, hogy a sör alapanyaga malátázott árpa, víz, komló és élesztő lehet. Az élesztőt csak később adták hozzá a listához. Két másik európai ország is átvette a Német Tisztasági Törvény alapjait: Norvégia és Görögország (Bamforth, 2016). A törvényt azonban frissítették, lehetővé téve más összetevők, például búza, rozs és fűszerek használatát bizonyos sörfajtákban.

Hazánkban nagy múltra tekint vissza a sörfőzés és saját szabályozással rendelkezünk a sörgyártásra. A Magyar Élelmiszerkönyv 2-702 számú irányelvében leírtak szabályozzák a pótanyag használatot a sörben. A szabály kimondja, hogy a sörlé szárazanyag-tartalmának legfeljebb 30%-a származhat pótanyagból. Itt részletezi, hogy melyek ezek a pótanyagok: sörárpa, csíráatlanított kukoricaőrlemény, rizs, egyéb szénhidráttartalmú termékek. Tehát a sörben pótanyagok használata megengedett, de az összes összetevőt fel kell tüntetni a címkén.

Az Egyesült Királyságban nem szabályozzák a pótanyagok használatát a sörben, és a sörfőzdék szabadon használhatják az összetevők széles körét. Bizonyos adalékanyagok, például színezékek és mesterséges édesítőszer használata azonban korlátozott. (Internet 1, 2019)

Összességében a sörben használt pótanyagok használatára vonatkozó szabályozás Európában általában kevésbé szigorú, mint az Egyesült Államokban, ahol bizonyos összetevők, például a kukorica és a rizs használata szigorúan szabályozott. Sok európai sörfőzde azonban továbbra is ragaszkodik a hagyományos sörfőzési módszerekhez, és csak az alapvető összetevőket, a vizet, a malátázott árpát, a komlót és az élesztőt használja.

3.1.2. Pótanyagok megítélése

Régimódi sörkedvelők közt sokan úgy tartják, hogy a pótanyagok rontják a sör minőségét. Néha az emberek félnek ilyen sört venni emiatt a tévhit miatt. A kisüzemi sörfőzdék előszeretettel használnak pótanyagokat, amelyekkel javítják a sör minőségét. Saját tapasztalataim alapján hazánkban a legtöbbet használt pótanyag az árpapehely, búzapehely, zabpehely, barna cukor, maláta kivonat és a rizs.

Mindenkinek más az ízlése sörök terén. Azt gondolom, hogy sokan nem is nézik meg egy sör összetevőit a vásárlás során. Jelenleg már sörstílusok elengedhetetlen alapanyaga egy-egy pótanyag. A főzdeknek pedig érdemes kísérletezniük, hiszen így születnek jó sörök.

3.2. A pótanyagok bemutatása

3.2.1. A pótanyagok csoportosítása

Európában országonként eltérhet az alternatív alapanyagok csoportosítása, illetve van, ahol nem beszélhetünk ilyen csoportosításról.

Magyarországon aszerint különíthetjük el a pótanyagokat két csoportba, hogy a sörlé előállítás melyik szakaszában adják hozzá. Cefrézéskor hozzáadott pótanyagok közül a leggyakoribbak az árpa, búza, kukoricadara és a rizs. Ezeket a gabonákat malátázatlan állapotban használják. Fontos, hogy ezeket a malátázatlan szemeket is áztassák forró vízbe, hogy kinyerjék az erjeszhető cukrokat és más oldható komponenseket. A cefrézési folyamat lehetővé teszi, hogy a szemekben lévő enzimek a keményítőt le tudják bontani egyszerű cukrokká, mint ahogyan azt a maláta keményítőjével is teszik. Ha nem gabonáról van szó, hanem valamilyen folyékony halmazállapotú vagy por készítményről, akkor azokat a komlóforraláskor adják hozzá. Ezeket a készítményeket úgy alakították ki, hogy a sörélesztő számára közvetlenül erjeszhető formában legyen bennük a szénhidrát. Ezzel a sörfőzők egyszerűen növelhetik a cefre extrakttartalmát. A folyékony pótanyagok közé tartoznak a szacharóz alapú szirupok, a cukornádból vagy cukorrépából hidrolizált keményítőből készült szirupok, a maláta kivonatok és a méz. (Bogdan & Kordialik-Bogacka, 2017)

Az angolszász országok is hasonlóképp sorolják be a különböző típusokba őket. Az ő meglátásuk szerint vannak szilárd pótanyagok, amelyeket még a cefrézés alatt kell hozzáadni, hogy a bennük lévő keményítő átalakuljon egyszerűbb cukrokká. Vagy folyékony pótanyagról beszélünk, amit közvetlenül a cefreforralóba adunk hozzá vagy akár erjedés után, ami egy második erjedéshez vezet, általában már hordóban. (Parkes, 2012)

Azonban akad egy harmadik csoport is, amiről érdemes beszélni. A legismertebb gabonákon kívül vannak még különleges gabonák és álgabonák, amiket fel lehet használni, ilyenek például a cirok és a hajdina. Bár a cirok pótanyagként való felhasználása több, mint 50 éves múltra tekint vissza, csak az elmúlt 30 évben mutatkozott meg valódi érdeklődés a söripar részéről. A cirok jelenleg az ötödik legszélesebb körben termesztett gabona globálisan. A cirok malátaként is használatos. (Bamforth, 2016)

Másik megközelítésből két kategóriába sorolhatók. Elsőként, a cefre kiegészítők, amelyek csak szénhidrátokat adnak hozzá (például szacharóz, invertcukor és hidrolizált keményítősirupok). Másik kategória pedig a cefre helyettesítők, például malátakivonatok és hidrolizált gabonaszirupok. Ezek az anyagok a szénhidrátok mellett sokféle egyéb összetevőt adnak hozzá. (Cadenas, Caballero, Nimubona, & Blanco, 2021)

3.2.2. Gyümölcsök, mint pótanyagok

A gyümölcsöket évszázadok óta használják sörökben, de főleg azért, hogy ízt, aromát és színt adjanak a késztermékhez. Újabban vizsgálják azt is, hogy a gyümölcsök erjeszthető cukrok forrásaként is használhatók a sörfőzés során. A gyümölcsök olyan cukrokat tartalmaznak, amelyeket a sörélesztő könnyen erjeszt.

A **banán** is lehet az alkoholos erjesztés alapanyaga, mivel gazdag szénhidrátokban és ásványi anyagokban, valamint alacsony savasságot biztosít. A banánt alacsony termesztési költségei miatt sok ország, például Brazília alkalmazza. Kutatásokat végeztek a banánlé pótanyagként történő alkalmazásáról a sörfőzési eljárásnál. A vizsgálat célja annak a tesztelése volt, hogy a banánlé hozzáadása hogyan befolyásolja a sörlé extrakttartalmát. A kutatásban a csak malátás sörlé 10°P-jú volt, és a banánlé felhasználásával először 12°P-ra, majd 15°P-ra nőtt az extrakt. Megállapítható, hogy a sörfőzésnél használt banánlé segíti az új termékek fejlesztését. (Carvalho, és mtsai., 2008)

A **kakaó** (*Theobroma cacao* L.) világszerte arról ismert, hogy gyümölcse, a kakaóbab a csokoládé gyártás alapanyaga. Összetett és változó mikrobiótával rendelkezik, és a spontán erjesztése elterjedt folyamat az élelmiszeriparban. A kakaópéppel végzett vizsgálatokban megfigyelték, hogy szubsztrátumként használható a különböző mikroorganizmusok szaporításához, amelyek közül kiemelhetjük a *Saccharomyces cerevisiae*-t, ezért alkoholos ital előállítására ezt élesztőt szoktak használni a kakaópép esetében. A kísérletben szükséges volt a pép hígítása, viszont nem volt szükség további szénhidrát kiegészítésre szacharóz oldattal. Ez a kiegészítés olyan pépeknél szükséges, ahol kisebb az oldható szárazanyag-tartalom, mint a sörlének. A kakaóbab pép vizet tartalmazó, nyákos szivacsos sejtek, fruktóz, glükóz, citromsav és számos szervesetlen só összessége. Az erjeszthető cukrok, amik a pépben találhatók (glükóz és fruktóz), hozzájárulnak majd az erjedési folyamathoz. A pép ásványi anyag tartalma magas, főleg a kalcium, kálium és magnézium koncentrációja, ami szintén az erjedésnek kedvez. A pépnek 30°C-on látszólag magas a viszkozitása, ami nem megfelelő az erjedési folyamathoz, azonban ezt poligalakturonáz enzimmel, az idő és a hőmérséklet növelésével 65%-kal csökkenteni tudták, hogy a célra felhasználható állagú legyen. A tanulmány rámutatott, hogy

30%-os koncentrációjú kakaópép pótanyagként hozzájárul az élesztő erjesztési teljesítményéhez. (Nunes, és mtsai., 2020)

A sör extrakttartalmának növelésében a **datolyaszilva** (*Diospyros kaki*) hozzáadása is szerepet játszhat, mivel nagy a szénhidrát-tartalma.



1. ábra - *Diospyros kaki*

Ez a gyümölcs felkeltette a kutatók figyelmét, ezért az extrakttartalom mellett elemezték a sör antioxidáns aktivitását és egyéb minőségi jellemzőit. A datolyaszilvával (1. ábra) készült sör teljes polifenol tartalma kiemelkedően magas volt a kontrollhoz képest, és növekedett kalcium, kálium és magnézium összetételében. A sör tápértéke, valamint az érzékszervi és antioxidáns tulajdonságai alapján a szerzők 150 g gyümölcsöt javasoltak felhasználni 10 liter vízben. A datolyaszilva pótanyagként való használata inkább kézműves sörök előállításához lehet potenciális, lehetőséget nyújt új, kísérleti receptek készítésében. (Costa da Cunha, Lopes, Barcia, Sautter, & Ballus, 2022)

A **mandacaru** (*Cereus jamacaru* D.C.) egy Brazíliában őshonos kaktusznövény, és egyes kézműves sörök összetevőjeként használták az országban. A mandacart (2. ábra) jellemzően a sörben ízesítőként vagy erjeszthető cukrok forrásaként használják. A növény egyedülálló ízprofiljáról ismert, amelyet csípősnek és enyhén édesnek írnak le. Néhány brazil sörfőzde a mandacart a hagyományos összetevők, például malátázott árpa helyettesítésére használta, hogy egyedi brazil sört hozzanak létre. A mandacaru különféle formákban használható, például pép, lé vagy akár a kaktusz virága is.



2. ábra - *Cereus jamacaru*

Egy tanulmány a mandacaru pép hatását vizsgálta az illékony és fenolos vegyületekre, valamint a sör antioxidáns tulajdonságaira. Az erjesztést 10 napig 18°C-on végezték, 3°C-on 15 napig és palackban tárolták 20°C-on 15 napig. Minden vegyületet HPLC segítségével értékelték ki. A cefre mandacaru péppel való kiegészítése befolyásolta az illékony és fenolos profilt és növelte a sörök antioxidáns aktivitását. A sörök magasabb etanol és glicerin tartalmat mutattak. Az a sör, amelyhez 300 g mandacaru pépet használtak fel literenként, tartalmazta a legmagasabb antioxidáns aktivitást és legmagasabb összes fenoltartalmat. Ezenkívül a pép fokozta az aromaképződést. (Da-Silva, és mtsai., 2022) A mandacaru sörben való felhasználása azonban nem túl gyakori, és nem valószínű, hogy megtalálható a Brazílián kívüli sörökben.

3.2.3. A pótanyagok főbb jellemzői, összetétele

A szilárd pótanyagok közé tartoznak:

- a nem előfőzött termékek, amelyek közvetlenül keverhetők más őrleménnyel, például búzaliszttal
- a sörfőzdén kívül hőkezelt termékek, például búzapehely, kukoricapehely, zabpehely;
- olyan termékek, amiket a sörfőzdében kell hőkezelní cefrészés során, például rizs, kukorica vagy cirok őrlemény.

Ez a felosztás ahhoz kapcsolódik, hogy a különböző forrásokból származó keményítők különböző hőmérsékleten csirizednek. (Bogdan & Kordialik-Bogacka, 2017)

Érdeemes kiemelni, hogy amikor árpát használunk pótanyagként, annak a minőségi jellemzői eltérnek a malátához használt árpától. A szemek életképessége, csírázási energiája ebben az esetben nem fontos, viszont a fehérjetartalomnak magasnak kell lennie. Az árpában lévő fehérjék hozzájárulnak a sör habstabilitásához, valamint az testéhez és ízéhez. A nyers árpa szívós, ezért nedves őrlés javasolt. Jelenleg kevés kisüzemnek van lehetősége nedves őrlésre, ezért ez inkább a nagyüzemekben jellemző az alkalmazása.

A búzalisztet szinte teljes egészében endospermiumból nyerik. A csírá és a korpát eltávolítják, ami a keményítőtartalom növekedését eredményezi, és csökkenést fehérje-, hamu- és zsírtartalomban.

1. táblázat - Gabona pótanyagok összetétele (saját szerkesztés)

Komponens	árpa	búza	kukorica	rizs	rozs	tritikálé	zab
keményítő (%)	63-65	58-66	72-73	80-90	54,5	53-65	60
fehérje (%)	10-12	9,3-16,8	10-11	6-8	13-14,3	10,2-15,6	11-15

Minden olyan pótanyagot hidrolizálni kell a cefrézés során, ami nem azonnal erjeszthető formában tartalmazza a szénhidrátokat (például **kristálycukor**), a maláta enzimjeivel vagy exogén mikrobiális enzimekkel. A **maláta kivonatok** olyan nitrogéntartalmú vegyületeket és ásványi anyagokat tartalmaznak, amelyek összetétele hasonló a sörcéfréhez. Alkalmazásuk lehetővé teszi a sörlé erjeszthetőségének egyszerű beállítását. A **szacharózt** szilárd és folyékony formában is használják, mint diszacharid vagy invertcukor. Habár, a koncentrált cukoroldatok hajlamosak kristályosodni, ezért meleg tárolást igényel, 40-50°C-on.

A glükózsirupok az 1950-es évek közepes óta kaphatók a kereskedelemben. Eredetileg a keményítő savas hidrolízisével 64-48 dextróz egyenérték (DE) tartományú sirupokat állítottak elő. Az 1960-es évek közepén az enzimtechnológia új fejlesztései és a korábbi sirupok rossz minősége oda vezetett, hogy savas hidrolízissel 42 DE-értékű terméket állítottak elő, amit egy enzimes hidrolízis követett, így lett 64 DE-értékű a termék. A legtöbb sirupot aktív szén szűrővel finomították. A 2. táblázat bemutatja ezeknek a sirupoknak a cukorprofilját egy tipikus, kizárólag maláta alapú sörlé összehasonlításával. Jól látható, hogy az egyetlen hasonlóság a magasabb rendű szacharidok és a nem erjeszthető anyagok tartalma volt. A fejlesztés idején a sörfőzdék fő gondja azt volt, hogy a kész sör látszólagos extrakttartalma nem

változott a folyékony pótanyag hozzáadásával. A szirupoknak körülbelül 22%-ban nem erjeszhetőnek kellett lennie. (Dutton, 1996)

2. táblázat – A sörfőzéshez használt szirupok cukorösszetétele a malátás sörlével összehasonlítva (Bamforth, 2016)

	Savas	Savas/Enzimes	Enzimes/ Enzimes maltóz szirup	Enzimes/ Enzimes VHMS*	Maláta alapú sörlé
Glükóz (%)	65	40	15	5	8
Maltóz (%)	10	28	55	70	54
Maltotrióz (%)	5	12	10	10	15
Dextrinek (%)	20	20	20	15	23

*VHMS: very high maltose syrup

3.2.4. Előállításuk

A kukoricából, búzából vagy rizsből származó **keményítő hidrolizátumokat** enzimatikus vagy savas hidrolízissel állítják elő, és hasonló cukorösszetétellel rendelkeznek, mint a maláta cefre. Ezeket a csíra és a korpa elválasztását követően az endospermiumból állítják elő. Sokféle szirup használható, különböző összetételű fermentálható (glükóz, maltóz, maltotrióz) és nem fermentálható (magasabb oligoszacharidok) cukrokkal, a keményítő hidrolízis mértékétől függően. A szirupokat legtöbbször a dextróz egyenérték (DE-érték) szerint osztályozzák, amely megfelel a redukáló cukor tartalmának. (Bogdan & Kordialik-Bogacka, 2017)

A kukorica száraz őrlésével állítják elő a **kukoricadarát**. Az őrlési folyamat eltávolítja a héját és az endospermium külső rétegeit az olajban gazdag csírával együtt, csaknem 100%-ban endospermium töredékeiket hagyva maga után. Az összes olajban gazdag csírárt el kell távolítani, mert ha jelen van a sörlében és a keletkező sörben, akkor negatívan befolyásolja az íz- és habstabilitást. Az endospermium keményítőtöredékeit tovább őrlik és a gyártó elvárásai szerint osztályozzák.

A **rizs**, amit sörfőzéshez használnak, sokszor az étkezési rizs őrlési mellékterméke. A rizshéjat eltávolítják a hántolatlan rizsről, szárazon megőrlik, hogy eltávolítsák a korpát, az aleuron rétegeket és a csírárt. A rizsőrlés célja ezeknek a részeknek a teljes eltávolítása úgy, hogy minimális károsodás érje csak a keményítőtartalmú endospermiumot. A rizsszemek 30%-a azonban eltörik az őrlési folyamat során. A törött darabok a sörfőzdek lényegesen alacsonyabb

áron tudják megvásárolni, mint az egész rizsszemet. (Bamforth, 2016) Ettől függetlenül használnak főzdek egész szemű rizst, például cold IPA főzésekor.

3.3. A pótanyagok hatása a sörgyártás technológiájára

A sörgyártás technológiája évszázadok óta fejlődik, a folyamatok, berendezések és alapanyagok fejlődésével. A pótanyagok sörgyártásra gyakorolt hatásának kutatása és megértése elengedhetetlen a kívánt minőség és konzisztencia eléréséhez. Az előállítás minden szakaszában befolyásolhatja, módosíthatja az adott eljárást egy-egy pótanyag. A cefreszűrőssel külön fejezetben fogok foglalkozni, hiszen az az általam elvégzett kísérletek egyike.

3.3.1. Sörlé előállítás

Néhány pótanyag keményítői nehezebben bonthatók le, mint a malátáé, mert magasabb hőmérsékleten csirizesednek. A **rizs** esetében például az a hőmérséklet, amelyen a keményítő hatékonyan lebontható, magasabb, mint amely hőmérsékleten a maláta enzimejei még aktívak. A probléma elkerülése érdekében előzetes csirizesítés szükséges, mielőtt a rizs belekerül a malátacefrébe. Ehhez egy külön tartályra van szükség, ezért ezt kombinált cefrézési eljárásnak hívják. Egyes keményítőknek (például búza és árpa) viszonylag alacsony a csirizesedési hőmérséklet-tartománya (3. táblázat) és a cefrézőben az árpamalátával keverve hidrolizálható.

3. táblázat – Különböző gabonák extrakttartalma és keményítőjük csirizesedési hőmérséklet-tartománya
(Bamforth, 2016)

	Extrakt (%)	Csirizesedési hőmérséklet-tartomány (°C)
Kukorica	78	62-77
Árpa	70	60-62
Búza	75	52-66
Rizs	84	60-82
Cirok	82	69-75
Zab	72	52-64
Rozs	74	50-62

Különösen a nehezen lebontható keményítők esetében előnyös lehet exogén α -amilázt (baktérium és/vagy gomba eredetű) vagy magas enzimaktivitással rendelkező őrölt malátát használni. A malátában lévő amilázok részlegesen hidrolizálják a pótanyag keményítőjét. A nyers gabonák csirizesítése a cefrézőben is történhet, mielőtt a maláta belekerül a vízbe. Ez az

eljárás azonban meghosszabbítja a cefrézést. Néhány sörfőző előnyben részesíti a rizst a kukoricadarához képest az alacsonyabb olajtartalma miatt.

A **malátázatlan árpát** némileg speciális körülmények között használják pótanyagként. Ez a gabona nehezen őrlhető és nagy százalékban finom őrleményt eredményez, ami problémákat okoz a cefreszűrés során. Hozzáadása gyakran igényel exogén hemicelluláz használatát, a hemicellulázok magas koncentrációja miatt.

A **búzaliszt** közvetlenül felhasználható infúziós cefrézéskor. Azonban, ha magasabb extraktot szeretnénk elérni, előre be lehet áztatni, vagy előfőzni, maximum 96°C-on, hogy elkerüljük a habzást. Liszttel dolgozni bonyolult lehet, speciális berendezéseket igényel, mint például speciális tároló vagy szállítószalag.

A **kukoricadara** jelenleg a legszélesebb körben használt pótanyag az Egyesült Államokban és Kanadában. Valamivel alacsonyabb kihozataalt ad, mint más pótanyag, például a rizs, mivel cefrézés után kevesebb dextrint tartalmaz a sörlé és magasabb a fehérje- és zsírtartalma.

3.3.2. Erjesztés

Legyen szó szilárd vagy folyékony pótanyagról, mindkét fajta csökkenti a nitrogéntartalmat, ezáltal az élesztő nitrogénforrásait. Így csak aminosavakat, ammónium ionokat és néhány di- és tripeptidet tud hasznosítani az élesztő. Az enzimatis és szerkezeti fehérjék szintéziséhez szabad α -amino nitrogént (SZAN) használnak, amelyek szükségesek az élesztő növekedéséhez és egyéb metabolikus reakciókhoz. A megfelelő szintű SZAN szükséges a hatékony élesztőszaporodáshoz és a jó fermentáló teljesítményhez. A minimális SZAN igény 100 mg/l, de optimális esetben a SZAN koncentráció 180-230 mg/l.

Túlzott mennyiségű SZAN a sörben magasabb rendű alkoholok (például izobutanol) szintéziséhez vezet, amelyek aminosavak közbenső termékeiből képződnek. Viszont, a magasabb rendű alkoholok a legfontosabb észterek prekursorai. A SZAN tartalomnak tehát nem szabad olyan magasnak lennie, hogy túlzott mennyiségű erjedési melléktermék képződését serkentse. (Bogdan & Kordialik-Bogacka, 2017)

Megfigyelték, hogy a *Saccharomyces cerevisiae* előszeretettel használja fel először a szacharózt, majd a glükózt, fruktózt és végül maltózt. Továbbá, a *Saccharomyces cerevisiae* esetében a fruktóz koncentráció növekedése egybeesett a szacharóz csökkenésével ugyanabban az időszakban. A sörélesztők által mutatott erjesztési minták összhangban vannak a sörlé cukorfelvételi mintáival a glükóz katabolit repressziója miatt. Amikor először bőséges glükózt tartalmazó sörbe keverjük, az élesztő periplazmájában található invertáz a szacharózt glükózzá

és fruktózzá hidrolizálja. A glükóz felesleg gyorsabban elfogy, mint a fruktóz, mivel a glükóz transzport előnyösebb, mint a fruktózé. Amint a glükóz elfogy, enyhül a katabolit represszió és az élesztő elkezd a maltózt felhasználni. (Chan, Chua, Toh, & Liu, 2019)

3.3.3. Pótanyagok hatása a sör érzékszervi jellemzőire

A **rizssel** készült sör érzékszervi jellemzői számos tényezőtől függnnek, beleértve a felhasznált rizs típusát, a főzési eljárást és az alkalmazott élesztőfajtaát. A rizs általában semleges, száraz, könnyű és tiszta ízt ad a lager söröknek, ezzel pedig fokozza az ihatóságát. Az illata könnyű, kissé virágos vagy gyümölcsös jegyekkel. Néhány példa azokra a sörstílusokra, amelyekben a rizs pótanyagként használható, az **amerikai lagerek**, amelyek gyakran rizs és kukorica kombinációját használják a test könnyítésére és a keserűség csökkentésére, valamint a **japán rizs lagerek**, amelyek sakamai nevű rizst használnak a finom, sima ízprofil létrehozására. Ezen kívül, ami a hazai kisüzemi főzdekben egyre népszerűbb, az a **Cold IPA**, ami egy viszonylag új sörstílus, amelyet a ropogós, tiszta és száraz ízprofilja jellemez. A sört jellemzően lager élesztőfajtaával erjesztik, de magasabb hőmérsékleten. Valami plusz alapanyaggal érik el a sör szárazságát, ez legtöbbször basmati rizs. (Yorke, Cook, & Ford, 2021)

A **kukoricával** készült sör sok különböző érzékszervi tulajdonsággal rendelkezhet a használt stílustól és recepttől függően. Általánosságban elmondható, hogy a kukoricával teltebb, tiszta ízű sört kapunk, könnyítheti a sör testességét és enyhe édességet adhat hozzá. Ez megkönnyíti a sör fogyasztását. Néhány sörstípus, amelyhez általában kukoricát használnak pótanyagként, az **amerikai és mexikói stílusú lager**, mindkettő könnyű, frissítő jellegéről ismert. A kukoricát bizonyos belga sörök, például **saison** és **witbier** sörök előállítására is fel lehet használni, amelyeknek a kukorica szemcsés édessége mellett enyhén fűszeres vagy gyümölcsös ízprofilja is lehet. Fontos azonban megjegyezni, hogy a kukorica sörben való felhasználása ellentmondásos téma a kézműves sör szerelmesei körében, mivel egyesek azt állítják, hogy ezzel csak vizezik a sört és csökkentik a maláta mennyiségét. Ennek eredményeként a sörfogyasztók a kukoricát kevésbé kíváncatos összetevőnek tekintik a sörben, bár sok kommersz sörben még mindig gyakran használják.

Általában a **malátázatlan árpa** a sörnek erősebb, durvább karaktert ad. Különösen a **skót ale** és az **ír stoutok** stílusoknál használják, amelyek gazdag, malátás jellegükről ismertek. A malátázatlan árpa nem járul hozzá a színhez vagy az édességhez. Érdemes megjegyezni, hogy az árpa felhasználása kihívást jelenthet, mivel az erjesztéshez szükséges cukrok kinyerése nehezebb lehet. A kívánt erjesztés érdekében enzimeket adhatnak a folyamathoz, például β -

glükánázt, ami segít lebontani az árpában lévő β -glükán láncokat, amiktől a sör ragadós, viszkózus állagú lesz, ami nehezíti a cefreszűrést. (Yorke, Cook, & Ford, 2021)

A **búzából** készült sört gyakran búzasörnek neveznek. Általában könnyed testű és frissítő, enyhén fanyar, citrusos ízt kölcsönöz a sörnek. Néhány stílus, amelyet főznek, a következők: német **Hefeweizen**, ami a szegfűszeg és banán aromáiról ismert; belga **Witbier**, amit koriander és narancshéj keverékével készítenek; **amerikai búzasör**, ahol jellemzően nagyobb arányban van a búza, mint az árpamaláta. Összességében a búzasör népszerű választás azok körében, akik szeretik a könnyű sört, enyhén fanyar karakterrel és sima, krémes szájérzettel. Mind a búza és az árpa pedig javítják a habstabilitást.

A **zabból** készült sörről elmondható, hogy sima, krémes érzetet kelt a szánkban és enyhén édes, diós ízprofillal rendelkezhet. A zab gazdag, bársonyos textúrát adhat a sörnek. A legnépszerűbb sör típus, amelyhez zabot használnak, a **New England IPA**, ami ködös megjelenésű, ködös IPA-ként is emlegetik. Különösen nagy mennyiségű komlót adnak hozzá a komlóforralás végén és hidegoldalon is, ami egy kifejezetten gyümölcsös komlóaromával rendelkező sört eredményez. (Kordialik-Bogacka, Bogdan, & Diowks, 2014)

3.4. A cefreszűrést befolyásoló tényezők

A cefreszűrés lényege, hogy a cefrézés végén több lépésben elválasztja a sörlevet a törkölytől. A cefreszűrés során a sörfőzők a színle szűrést hajtják végre, utána pedig a mászást. Számos tényező befolyásolja ezt a folyamatot, a továbbiakban erről fogok írni. Ahogy azt már említettem fentebb, a kísérlet (szűrési teszt) miatt szerettem volna részletesen foglalkozni a cefreszűréssel.

3.4.1. Víz pH-ja

A cefrézéshez használt víz pH-ja befolyásolhatja a komponensek oldhatóságát és a cefreszűrés hatékonyságát. A túl magas vagy túl alacsony pH-érték rossz szűrést és csökkent szűrletmennyiséget eredményezhet. A cefreszűrés szempontjából az az ideális, ha a sörfőzéshez használt víz pH-értéke 5,2 és 5,6 közötti tartományba esik. A megfelelő pH-érték fenntartása a cefrézés alatt több okból is fontos. Először is, a malátában lévő enzimek, amelyek felelősök a keményítő erjeszhető cukrokká történő lebontásáért, egy adott pH-tartományban működnek optimálisan. A túl alacsony vagy túl magas pH gátolhatja ezen enzimek aktivitását, ami kevésbé hatékony keményítőátalakulást eredményez. Ezenkívül a pH befolyásolhatja más vegyületek oldhatóságát is a cefrézésben, például a tanninokét, amelyek túlzott extrahálás esetén hozzájárulhatnak a kész sör mellékízéhez. A legtöbb sörfőzéshez használt víz pH-ja 7 körüli,

ami magasabb, mint a cefreszűréshez ideális tartomány. A pH beállításához a sörfőzők különféle vízkezeléseket alkalmazhatnak, például ásványi anyagok hozzáadásával vagy sav hozzáadásával a pH csökkentéséhez.

3.4.2. Gabona összetétele

A felhasznált szemek fajtája is minősége befolyásolhatja a folyamatot. A különböző szemek eltérő enzim- és fehérjeszinttel rendelkeznek, ami befolyásolhatja a cefre viszkozitását és a sörlé átszűrődését a szemcseágyon.

3.4.3. Gabona őrlésének mértéke

Attól is függ a cefreszűrés hatékonysága, hogy milyen összetételű az őrlemény, milyen arányban vannak benne a durván és finoman őrlött szemek, már ha egyáltalán őrlve kerültek bele. A szemek őrlöttségének mértéke befolyásolja a szemcseágy (szűrőréteg) porozitását, ami viszont befolyásolja a sörlé szűrésének sebességét. A finom őrlemény összetettebb szemcseágyat eredményez, amely lassabban szűrődik, míg a durvább őrlés lazább szemcseágyat eredményez, amely gyorsabban szűrődik. A búza- és zabpelyheket általában őrlés nélkül adják hozzá a cefréhez.

3.4.4. Cefre hőmérséklete

A cefre hőmérséklete is befolyásolja a sörlé viszkozitását és a szűrés sebességét. Magasabb hőmérséklet esetén alacsonyabb lesz ugyan a cefre viszkozitása, de a gabonában lévő keményítő hosszabb, összetettebb cukrokra bomlik le. A szűrőréteg is összetömrökdhet, ezért tanácsos törkölylazítót használni. Alacsonyabb hőmérséklet esetén sűrűbb, lassabban szűrődő cefre keletkezhet, mert a malátában lévő enzimek túl alacsony hőmérsékleten nem képesek lebontani a keményítőt. A cefreszűréshez az ideális hőmérséklet az adott recepttől és az alkalmazott főzési eljárástól függően változhat. A cefre hőmérsékletének tipikus tartománya azonban 64°C és 70°C között van. A magasabb cefrehőmérséklet azonban összetettebb ízeket és teltebb testet is eredményezhet a kész sörben. Végző soron a cefreszűréshez az ideális hőmérséklet a sörfőző konkrét receptjétől és a kívánt eredménytől függ.

3.4.5. Cefrészési idő

A cefre pihentetési ideje befolyásolhatja a szűrés folyamatot. A hosszabb pihentetési idő a keményítők teljesebb cukrokká alakulását eredményezheti, ami növelheti a sörlé viszkozitását és lelassíthatja a szűrés folyamatot.

A β -glükánról régóta tudjuk, hogy jelentős befolyásoló tényező a szűrésnél, elsősorban keményítő emésztését gátló hatása miatt és a magas viszkozitása miatt. Alacsony és közepes β -

glükán tartalmú árpaszemek alkalmasak leginkább a sörfőzésre. A keményítő nélkülözhetetlen az erjeszthető cukrok miatt, ugyanakkor szűrési problémákat és kihozatal változásokat is okoz, főként a változó degradáció miatt. Általában a gyorsan emészthető keményítő jobb szűrést és jobb kihozatalt eredményez. A normál keményítőhöz képest a viaszos keményítőt gyakran jobbnak tartják sörfőzéshez, mivel könnyen lebomlik és hatékonyabbá teszi a cefreszűrést. (Li, és mtsai., 2022)

4. Anyagok és módszerek

A szakdolgozat keretében elvégzett kísérleti a Biomérnök és Erjedéssipari Technológia Tanszéken és a Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszékének laborjában végeztem el.

4.1. Felhasznált anyagok

A sörlevek elkészítéséhez az alábbi gabonákat (3. ábra) használtam. Az alapanyagok közül a malátázatlan gabonák az MTA martonvásári Agrártudományi Kutatóközpontjában (MV), illetve a szegedi Gabonakutató (GHK) által nemesített fajták voltak.

1. őszi árpa GKH-18-19
2. őszi búza MV-LUCILLA
3. rozs DANKOWSKIE-DIAMENT (MV)
4. őszi tritikálé MV-TALIZMAN
5. őszi zab MV-HÓKA
6. Pilseni maláta



3. ábra – durván őrölt maláta és gabonák

A felhasznált gabonákat szeretném a következőkben bemutatni.

A GKH-18-19-es jelű őszi **árpa** ezerszemtömege szárazanyagra vonatkoztatva 47,8 g. Az árpa osztályozottsága 89,9%-os, ami azt jelenti, hogy ilyen eloszlásban vannak benne I. osztályú szemek. Átlagosan 8,93 t/ha-os szemtermést produkál.

Az őszi **búzafajták** közül az MV Lucilla elterjedt, jó malmi minőségű. A legbőtermőbb, takarmányminőséget adó búzákkal versenyképes termőképességgel rendelkezik. Az MV Lucilla őszi búzának 77,6–86,4 kg/100 l között van a hektoliter tömege, nyersfehérje-tartalma pedig 11,8-14,7%.

A Dankowskie-Diament őszi **rozs** jó bokrosodó és állóképességű, közepes magasságú rozsfajta, melynek nagy hektolitertömegű szemtermése fehérjében gazdag. Ez a rozs 72-78 kg/100 l hektolitertömeggel bír. 9,0-13,0 %-os nyersfehérje-tartalma van, ezerszemtömeg értéke 23-30 g.

Az MV Talizmán őszi **tritikálé** potenciális termőképessége közelíti a 9,0 t/ha-t. Nyersfehérje tartalma 12-13%, keményítőtartalma 57-59%. Az őszi tritikálé hektolitertömege 69-76 kg/hl, ezerszemtömege pedig 40-46 g.

Az MV Hóka őszi **zab** kimagasló terméshozammal rendelkezik az átlaghoz képes. Jellemzően az őszi zabok β -glükán tartalma magasabb, azonban ezek közül is kiemelkedik az MV Hóka. Fehérjetartalma magasnak számít az őszi zabok közül, 12,8% és kedvező esszenciális aminosav-összetétellel párosul.

A kísérlet során az alábbi eszközökre volt szükség:

1. Erlenmeyer lombikok, tölcsérek
2. kovaföld
3. mérőhengerek, keverőbotok
4. redős szűrőpapír

A kísérlet során az alábbi berendezéseket használtam:

1. szabványos malátamalom
2. laboratóriumi cefréző berendezés: 1-Cube Automatic R12 monitoring
3. sőranalizátor: Anton Paar AlcoLyzer Plus
4. reométer: Anton Paar Physica MCR 51



4. ábra – 1-Cube cefrésző berendezés



5. ábra – Anton Paar sőranalizátor és sűrűségmérő

4.2. Vizsgálati módszerek

4.2.1. A szűrési teszt

A minták elkészítését egy kísérletterv kidolgozása előzte meg. A tervet a 4. táblázat tartalmazza, amely a felhasználásra kerülő pótanyagok és maláta mennyiségeit mutatja.

4. táblázat – Az egyes minták összetétele

Minta neve	Maláta (g)	Pótanyag (g)
árpa 10%	67,5	7,5
árpa 20%	60	15
árpa 30%	52,5	22,5
árpa 50%	37,5	37,5
árpa 70%	22,5	52,5
árpa 100%	0	75
búza 10%	67,5	7,5
búza 20%	60	15
búza 30%	52,5	22,5
búza 50%	37,5	37,5
búza 70%	22,5	52,5
búza 100 %	0	75
pilseni m. 100%	75	0
rozs 10%	67,5	7,5
rozs 20%	60	15
rozs 30%	52,5	22,5
rozs 50%	37,5	37,5
rozs 70%	22,5	52,5
rozs 100 %	0	75
tritikálé 10%	67,5	7,5
tritikálé 20%	60	15
tritikálé 30%	52,5	22,5
tritikálé 50%	37,5	37,5
tritikálé 70%	22,5	52,5
tritikálé 100%	0	75
zab 10%	67,5	7,5
zab 20%	60	15
zab 30%	52,5	22,5
zab 50%	37,5	37,5
zab 70%	22,5	52,5
zab 100%	0	75

Szabványos malátamalmon durva őrlményt készítettem a vizsgálandó gabonákból és malátából. Ezt követően ismert tömegű cefréző pohárban 300 ml 65°C-os csapvízzel csomómentesen elkevertem az őrlményeket. Az automatikus programvezérléssel ellátott laboratóriumi cefréző berendezésbe helyeztem (6. ábra), majd 100 fordulat/perc sebességű

kevertetés közben 65°C-on tartottam 30 percig. Ezután 1°C/perc sebességgel 72°C-ra emeltem a cefre hőmérsékletét. A 72°C elérésekor 100 ml 70°C-os csapvizet adtam hozzá, majd 60 percen keresztül ezen a hőmérsékleten tartottam. Az 1 óra elteltével kivettem a cefrésző poharakat a berendezésből és desztillált vízzel 450 g-ra kiegészítettem.

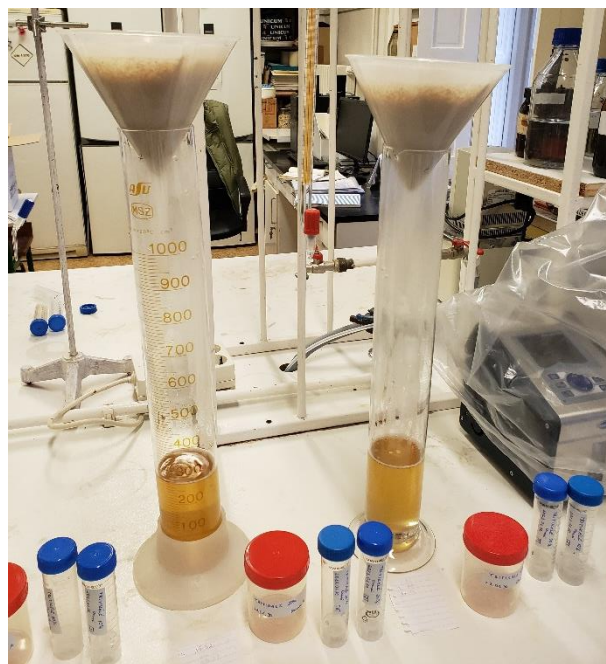
5. táblázat – A szűrési teszt

Örlemény	durva
Cefre koncentráció	75 g örlemény/450 g cefre
Hőmérséklet	65°C/30 perc 72°C/60 perc



6. ábra – Sörlevek cefrézése

A lehűtött cefre teljes mennyiségét redős szűrőn szűrtem le (7. ábra) és mértem a szűrlet lefolyásának idejét, illetve a kapott szűrlet mennyiségét.



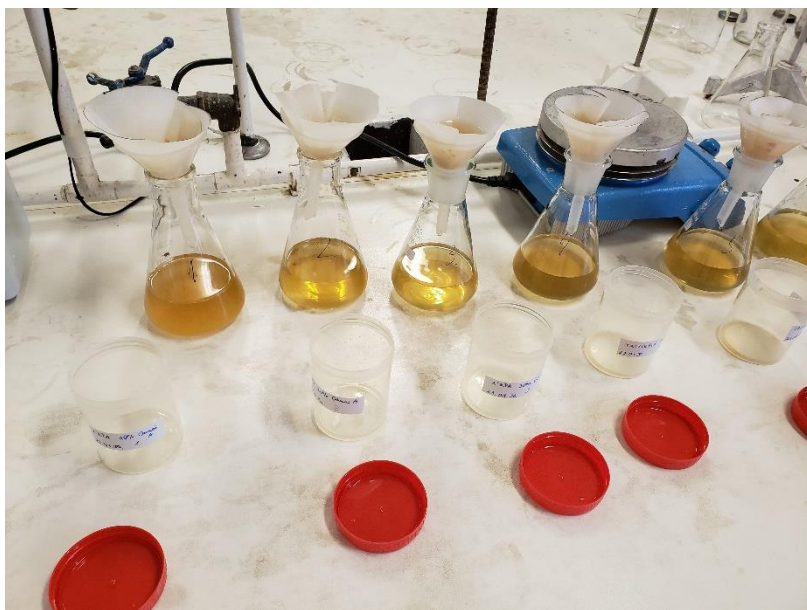
7. ábra – Sörlevek szűrése

Mivel a kísérlet és a laboratóriumi mérések több napot vettek igénybe, a mintákat tárolnom kellett, egy részét 0°C-on és egy másik részét mélyhűtőbe, lezárt centrifugacsövekben (8. ábra). Így megőrizték eredeti minőségüket.



8. ábra – Tárolásra kész minták

A mintákat két nappal később kovaföldes, redős szűrőpapíron leszűrtem (9. ábra). A kovaföldes szűrés után Anton Paar söranalizátoron a minták extrakttartalmát és sűrűségét is megmértem, három párhuzamos mérést végezve mintánként. Kb. 20 cm³-t fecskendeztem a sűrűségmérőn található beadagoló nyílásba. Ez a mennyiség elegendő arra, hogy feltöltse az egész rendszert – a sűrűségmérő celláját és a söranalizátor mérőcelláját. A minta sűrűségét egy oszcilláló U csöves sűrűségmérő állapítja meg. A berendezés automatikusan 20°C-ra temperálja a mintát, majd elindítja a mérést. Az analizátor 0 – 3 g/cm³ méréstartományban működik és az eredményt öt tizedes pontossággal adja meg. Számítógépes szoftver gyűjti a mérési adatokat, illetve annak segítségével vezérelhető.



9. ábra – Kovačević szűrés

4.2.2. Extrakttartalom meghatározás

A NIR (közeli infravörös) spektrum meghatározza a mintában lévő különböző komponensek koncentrációját, beleértve az erjeszthető és nem erjeszthető cukrokat, fehérjéket és egyéb anyagokat. A söranalizátor kalibrációs modellt használ a minta fajsúlyának és NIR-spektrumának az extrakttartalomhoz való viszonyítására és az eredmények alapján kiszámítja az extrakttartalmat. Az Alcolyzer Plus egy rendkívül pontos és hatékony műszer a sör és sörlé extrakttartalmának mérésére, amelyet sörfőzdek és más italgyártók gyakran alkalmaznak termékeik állandó minőségének biztosítására.

4.2.3. Viskozitás

A viszkozitást számos tényező befolyásolja, beleértve a folyadékban lévő molekulák típusát és méretét, a folyadék hőmérsékletét, valamint az oldott anyagok vagy részecskék jelenlétét. A magasabb hőmérséklet általában alacsonyabb viszkozitáshoz vezet, mivel a folyadékban lévő molekulák szabadabban mozognak, és kevésbé valószínű, hogy összetapadnak. A newtoni folyadékok esetében a legfontosabb összekötő paraméter a két tényező (hőmérséklet és viszkozitás) között az aktiválási energia, amely a hőmérséklet növekedésével csökken, a koncentráció növekedésével pedig nő. (Barta, és mtsai., 2007)

A newtoni és a nem newtoni folyadékok folyásgörbéjének meghatározásához rotációs viszkozimétereket használnak. Ezen görbét kétféle módszerrel lehet meghatározni: mérhető a nyírófeszültség a deformációsebesség függvényében (CSR: controlled shear rate method) vagy a deformációsebesség a nyírófeszültség függvényében (CSS: controlled shear stress method).

A gyakorlatban a CSR az elterjedtebb mivel mérés technikailag könnyebben kivitelezhető. Mi ezt az utóbbit használtuk, a műszer amit alkalmaztunk: Anton Paar Physica MCR51 reométer volt, az adatok rögzítése és kiértékelése Rheoplus v.3.2. szoftverrel történt.



10. ábra – Anton Paar reométer mérés közben

Az MCR51 úgy működik, hogy szabályozott nyíróerőt alkalmaz a mintán, és megméri a kapott nyírófeszültséget.

$$\tau = F/A$$

τ – nyírófeszültség

F – nyíróerő

A – nyírási felület

A műszer különféle típusú deformációkat tud alkalmazni, mi a forgási deformációt végeztettük el vele. A reométer egy motorból áll, amely egy mérőfejet hajt meg, amely a mintába merül. Annak érdekében, hogy a kapott eredményeket össze lehessen hasonlítani egymással, minden mintát 20°C-on mérünk meg. A motor szabályozott sebességgel forgatja az mérőfejet, 500 és 1000 1/s fordulatszám között. A műszer érzékelőket tartalmaz, amelyek mérik a mérőfej ellenállását, erejét, nyomatékát és elmozdulását. Ezekből a mérésekből kiszámítható a minta viszkozitása.



11. ábra – Az MCR51 mérőfeje

5. Kísérleti eredmények és értékelésük

A vizsgálatok célja az volt, hogy megnézzem, mennyi malátázatlan gabonát lehet a cefréhez adni, mielőtt a szűrhetőséggel probléma adódna. A cefrében lévő malátázatlan szemek mennyiségének fokozatos növelése mellett megfigyeltem a szűrőteltjesítményt. A vizsgálatok során különféle paramétereket mértem, a szűrlet extrakttartalmát, szűrletmennyiséget, sűrűséget és viszkozitást.

5.1. Extrakttartalom

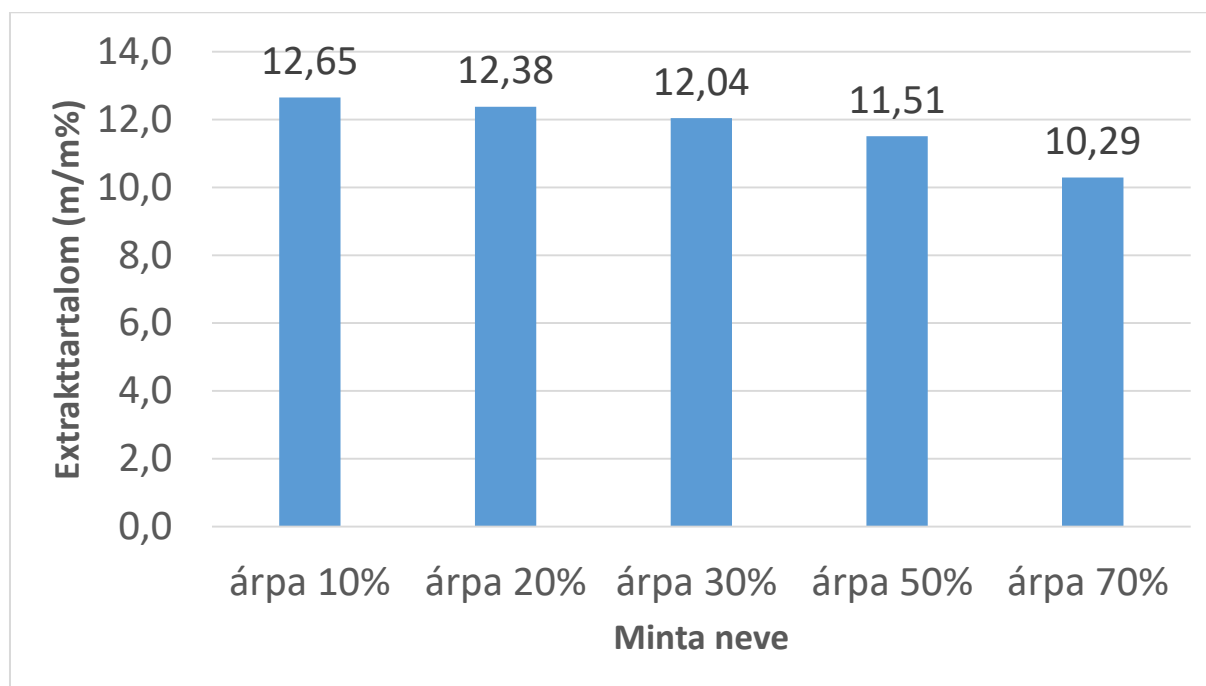
A cefrőzés kezdetén a gabonaőrlemény és a víz 1:4 arányban volt jelen. Ez az arány lehetővé tette az oldható vegyületek hatékony extrakcióját. A cefrőzés során a különböző hőmérsékleti pihenők alatt a maláta egyes enzimei számára optimális működési feltételeket biztosítunk. Az első, 65°C-os pihenőt β -amiláz pihenőnek nevezik, és 30 percig tartott. Ezen a hőmérsékleten a legaktívabb β -amiláz enzim, a keményítőket maltózzá, erjeszthető cukorrá bontja, amely hozzájárul a sör alkoholtartalmához. Ezután a cefre hőmérsékletét 72°C-ra emeltem az α -amiláz pihenőhöz, ami 60 perc volt. Ezen a hőmérsékleten az α -amiláz a nagyobb keményítőmolekulákat maltotriózra és glükózzra bontja. Ezek a komplex cukrok tápanyagként szolgálnak az élesztőnek az erjedés során.

6. táblázat – Minták extrakttartalma

Minta neve	Extrakttartalom (°P)
árpa 10%	12,65
árpa 20%	12,38
árpa 30%	12,04
árpa 50%	11,51
árpa 70%	10,29
búza 10%	13,11
búza 20%	12,73
búza 30%	12,58
búza 50%	12,22
búza 70%	11,68
pilseni m. 100%	8,01
rozs 10%	13,23
rozs 20%	13,01
rozs 30%	12,84
rozs 50%	12,60
rozs 70%	12,28
tritikálé 10%	13,03
tritikálé 20%	12,83
tritikálé 30%	12,60
tritikálé 50%	12,15
tritikálé 70%	11,46

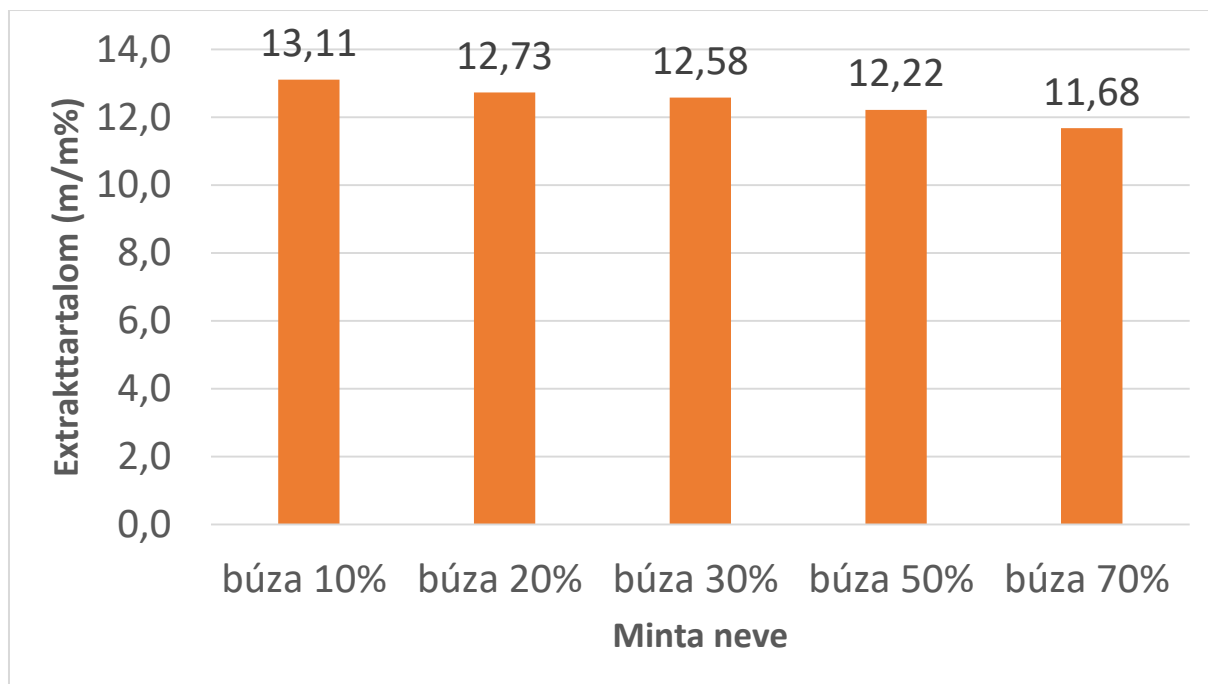
tritikálé 100%	8,98
zab 10%	13,07
zab 20%	12,63
zab 30%	12,29
zab 50%	11,30
zab 70%	10,39
zab 100%	3,46

A 6. táblázat alapján elmondható, hogy a pótanyagos mintákhoz képest a 100% pilseni malátából készült szűrletnek majdnem a legalacsonyabb extrakttartalma, 8,01°P volt. A többi minta esetében (ha nem vesszük figyelembe a 100% zabot, amit a szabályozás egyébként sem enged meg) a pótanyagnak köszönhetően emelkedett a sörlevek extrakttartalma. Három gabona esetében (100% árpa, 100% búza, 100% rozs) nem lehetett szűrletet nyerni, mert a cefre rendkívül sűrű volt. A 3. táblázat azt mutatja, hogy a különböző gabonák extrakttartalma nagyon hasonló, ezért a különböző gabonákat tartalmazó örlemény keverékekből cefrézéssel és szűréssel nyert szűrletek extraktja nem tért el lényegesen.



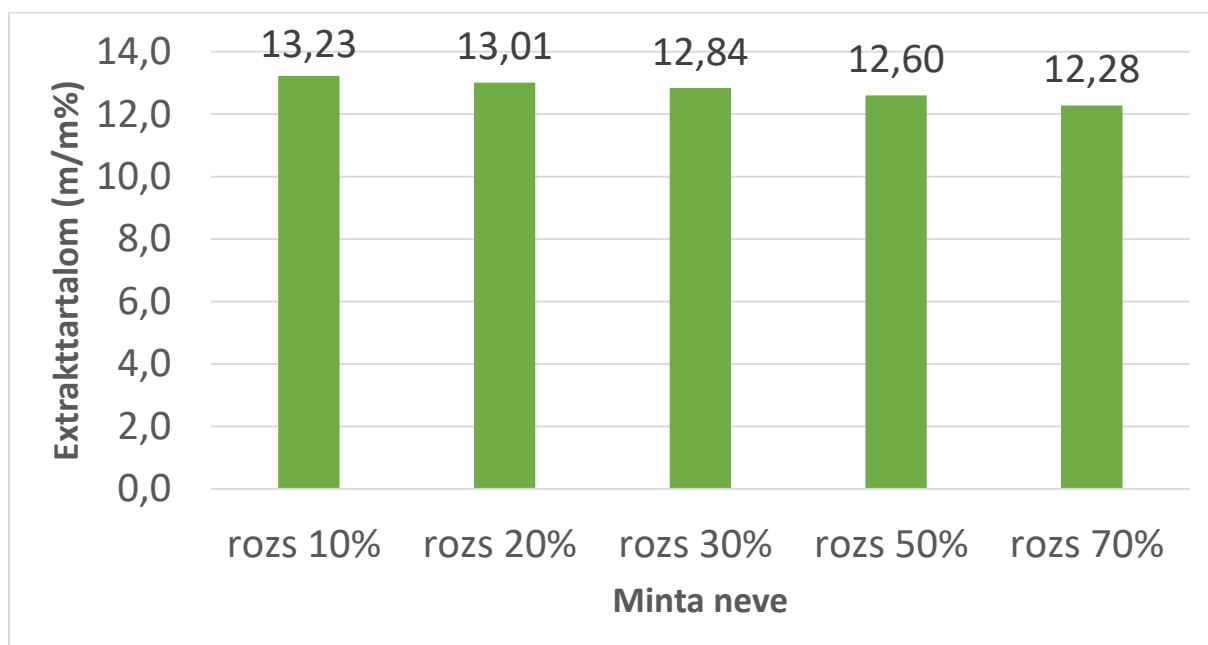
12. ábra – Árpa minták extrakttartalma

A minták elkészítése után mért extrakttartalom értékeket vizsgálva jól látható (12. ábra), hogy a legmagasabb értékkel a 10%-os árpa minta (12,65 m/m%) rendelkezett. Ezzel szemben a legalacsonyabb extrakttartalma a 70%-os árpa mintának volt, ami 10,29 m/m%. Az árpa minták esetében folyamatos csökkenés volt tapasztalható a vizsgált paramétert illetően, a pótanyaggal fordított arányban.



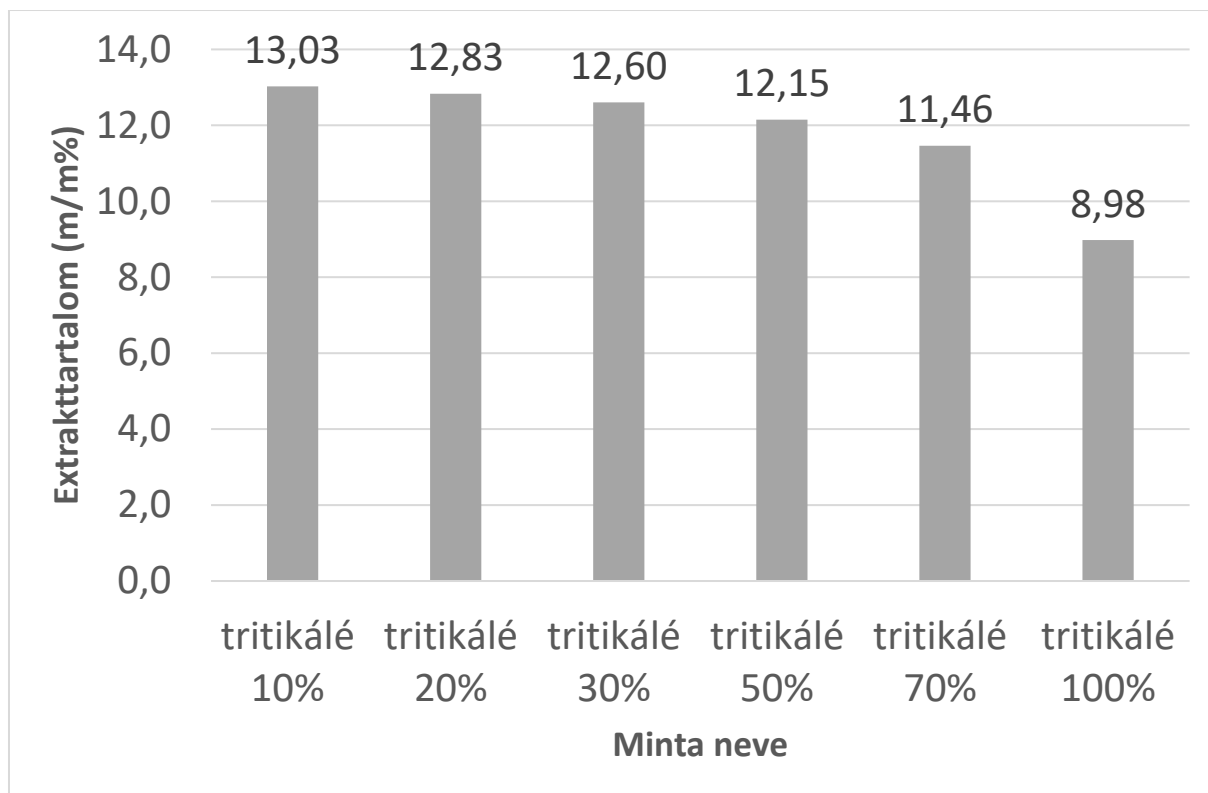
13. ábra – Búza minták extrakttartalma

Az árpa mintákhoz hasonlóan a búza mintáknál is csökkenés volt tapasztalható. A legnagyobb extrakttartalma a 10%-os búza mintának volt, 13,11 m/m%, amely 70%-os búza arányánál lecsökkent 11,68 m/m%-ra.



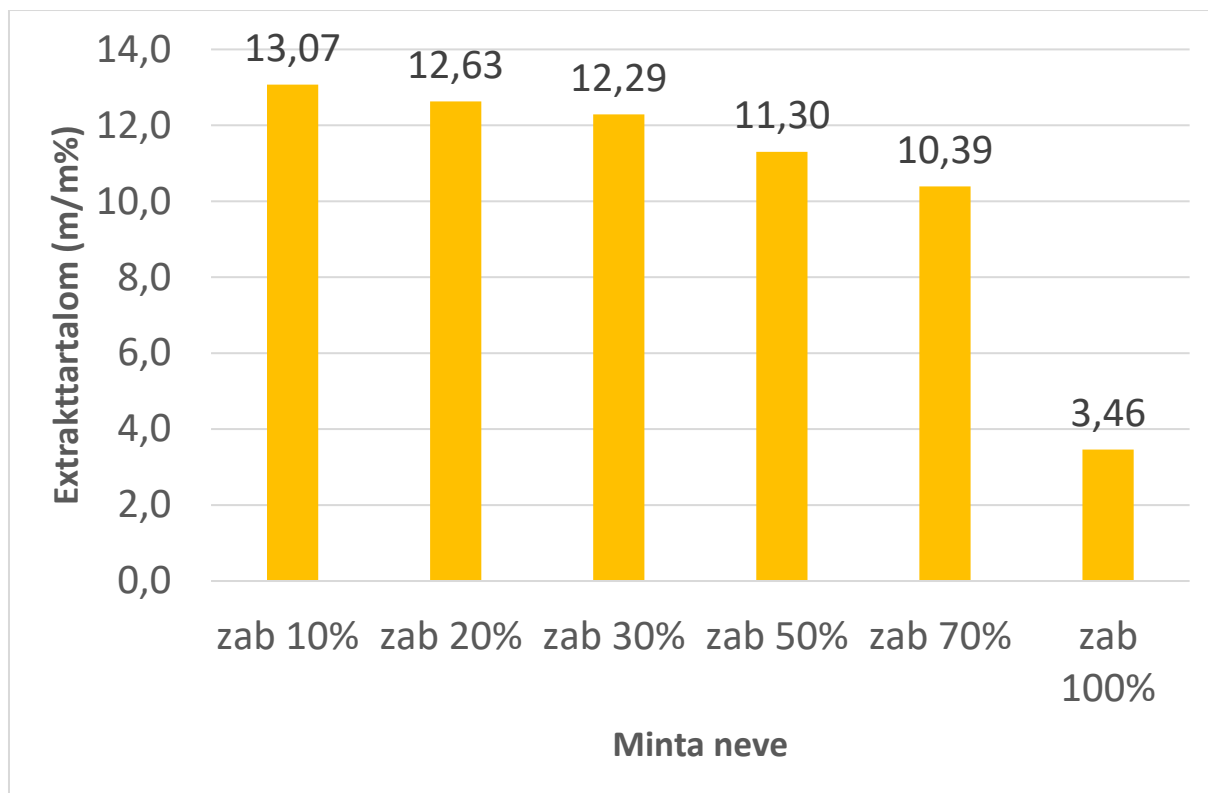
14. ábra – Rozs minták extrakttartalma

Jól látszik, hogy a minták között kismértékű különbség van. A 10%-os rozs minta rendelkezett a legmagasabb extrakt értékkel, amely 13,23 m/m% volt. A legkisebb extrakttartalma a 70%-os rozs mintának volt 12,28 m/m% értékkel.



15. ábra – Tritikálé minták extrakttartalma

Jól látható, hogy a legmagasabb extrakttartalma továbbra is a 10% póanyagot tartalmazó mintának volt, értéke 13,03 m/m%. A tritikálé arányának növelésével csökkenő tendencia mutatkozott az extrakt értékben. A 100% tritikálét tartalmazó mintából lehetett szűrletet nyerni, mert annak malátázatlan állapotban is van amilolitikus aktivitása, azaz tartalmaz aktív keményítőbontó enzimeket.



16. ábra – Zab minták extrakttartalma

Csökkenés volt tapasztalható a minták extrakttartalmában a zab arányának növelése után, a 13,07 m/m% értékhez képest 70%-os zab mintának 10,39 m/m%-ra csökkent le.

Ahogy azt már fentebb említettem, a cefrézés 65°C-on kezdődött, és az első 30 percben ezen a hőfokon zajlott, ezért mind a pilseni malátában található keményítő, mint a malátázatlan gabonák keményítője elcsirizesedett. A 3. táblázatban látjuk, hogy az összes felhasznál malátázatlan gabonának alacsonyabb a csirizesedési hőmérséklete, mint 65°C. Több pótanyag mint extrakttartalma is eléri a 13°P-t, leginkább azok a sörlevek, amelyek 10% pótanyag hozzáadásával készültek. Az extrakttartalom az egyre növekvő pótanyag-arányú sörlevekben egyre kisebb értéket vesznek fel.

5.2. A szűrési teszt eredménye

A maláták szabványos minősítése a Kongresszusi cefrézés eljárással, és az ahhoz kapcsolódó eljárásokkal lehetséges. Az egyik ilyen vizsgálat a szűrési idő megállapítása, ami a finom őrleményből készült cefre szűrési idejének megfigyelése. Amennyiben az 1 órán belül szűrődik, akkor normális, ezen túl pedig hosszú. Viszont csak a finomőrlemény cefréjét szokás így minősíteni. Egyrészt én durva őrleményel dolgoztam, másrészt olyan szűrési vizsgálatot végeztem, ami a Kongresszusi cefrézés keretében végzendő szűrési vizsgálatnál részletesebb, így az eredményéből is jobban lehet következtetni a sörfőzés közbeni cefreszűrés

megfelelőségére. Ennek keretén belül a szűrlet térfogatát is vizsgáltam. A cefrőzés után a cefrítő pohárban lévő minták tömegét kiegészítettem úgy, hogy mind 450 gramm legyen az összehasonlíthatóság miatt.

Tapasztalatok alapján az alábbi előrejelzéseket lehet tenni:

Ha a szűrlet térfogata több, mint 170 ml, nagy valószínűséggel problémamentes lesz a cefreszűrés.

Ha a szűrlet térfogata kevesebb, mint 130 ml, problémák fognak fellépni a cefreszűrés során.

Érdekes mindkét eredményt megvizsgálni, azonban én a szűrés időből és a szűrlet térfogatból számítottam egy szűrés sebességet, ami talán még többre enged következtetni. Az alábbi táblázatban (7. táblázat) a szűrés időt, a szűrlet térfogatot és a szűrés sebességet láthatjuk a különböző összetételű mintákhoz.

7. táblázat – A szűrés teszt eredményei

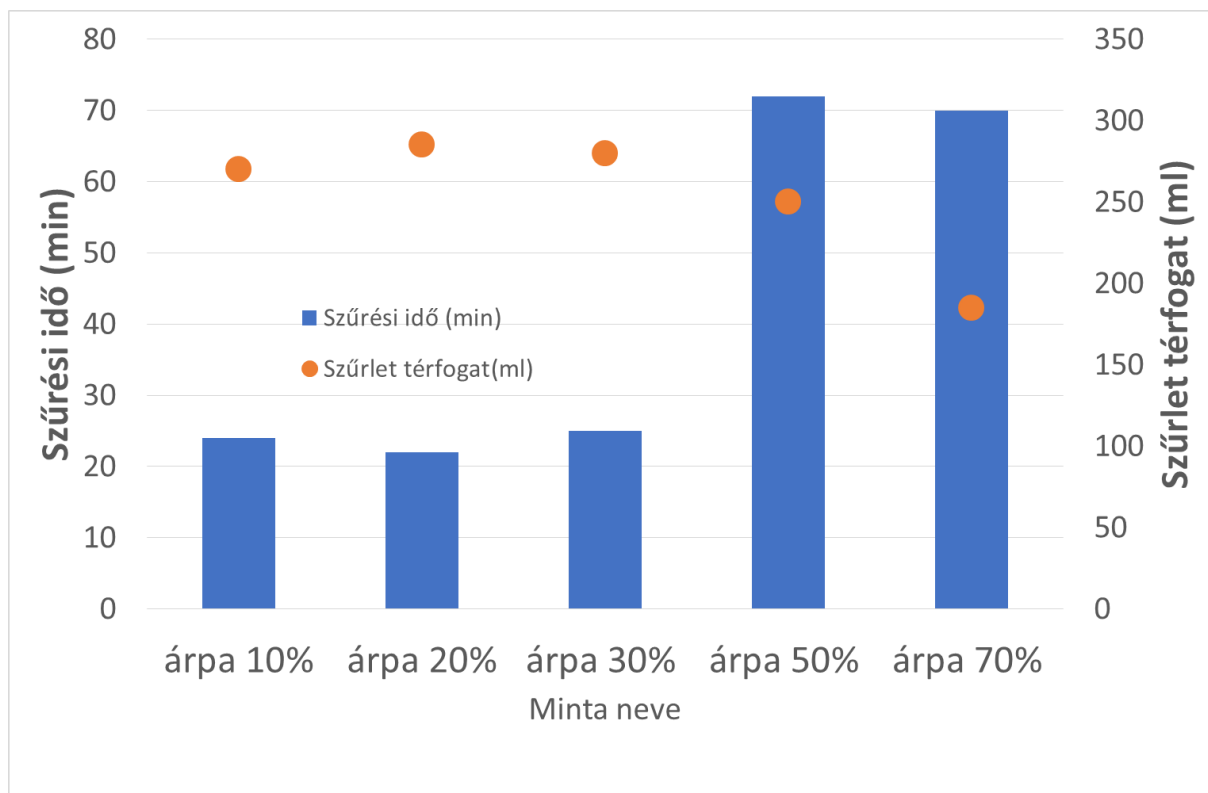
Minta neve	Szűrés idő (min)	Szűrlet (ml)	Szűrés sebesség (ml/perc)
árpa 10%	24	270	11,25
árpa 20%	22	285	12,95
árpa 30%	25	280	11,20
árpa 50%	72	250	3,47
árpa 70%	70	185	2,64
búza 10%	14	263	18,79
búza 20%	12	290	24,17
búza 30%	18	300	16,67
búza 50%	37	290	7,84
búza 70%	47	260	5,53
búza 100 %	30	10	0,33
pilseni m. 100%	17	345	20,29
rozs 10%	18	285	15,83
rozs 20%	14	280	20,00
rozs 30%	11	285	25,91
rozs 50%	55	230	4,18
rozs 70%	53	185	3,49
tritikálé 10%	23	310	13,48

tritikálé 20%	24	295	12,29
tritikálé 30%	26	300	11,54
tritikálé 50%	29	270	9,31
tritikálé 70%	37	250	6,76
tritikálé 100%	36	74	2,06
zab 10%	36	265	7,36
zab 20%	36	270	7,50
zab 30%	34	280	8,24
zab 50%	73	250	3,42
zab 70%	74	250	3,38
zab 100%	39	87	2,23

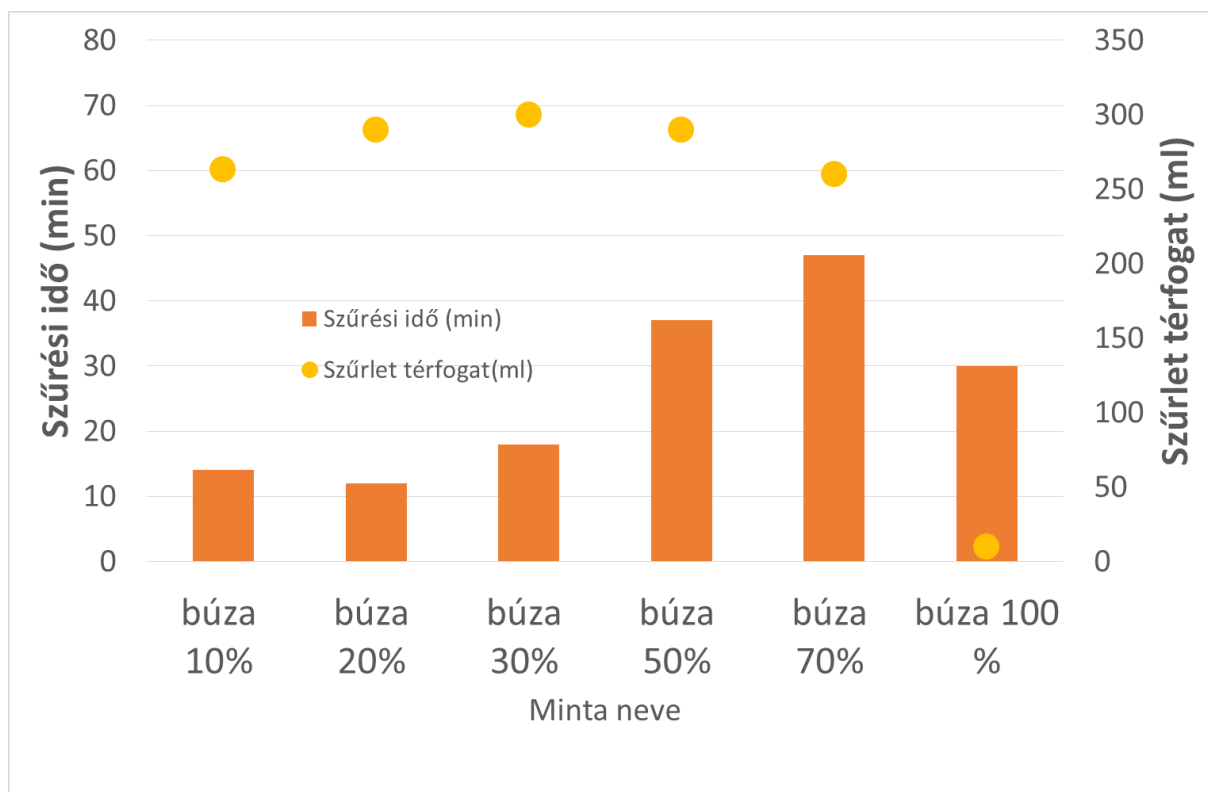
Ebből azokat a mintákat emelném ki, amelyik a legjobban teljesítettek. Az idő függvényében a 30%-os rozs, a 20%-os búza, a 100%-ban pilseni maláta és a 20%-os rozs hozta a legnagyobb szűrlet térfogatot. Ha csak a cefreszűrés hatékonyságát veszem figyelembe, megállapítható, hogy ezek az összetételű keverékek nem fognak problémát okozni.

Ezzel szemben azok a minták, amiket nem sikerült 1 órán belül leszűrni, azok az árpa és a zab 50%-os, illetve 70%-os keverékei. Ezeket nem javasolt sörfőzésnél ilyen magas arányban használni, mert valószínűleg gondot fognak okozni.

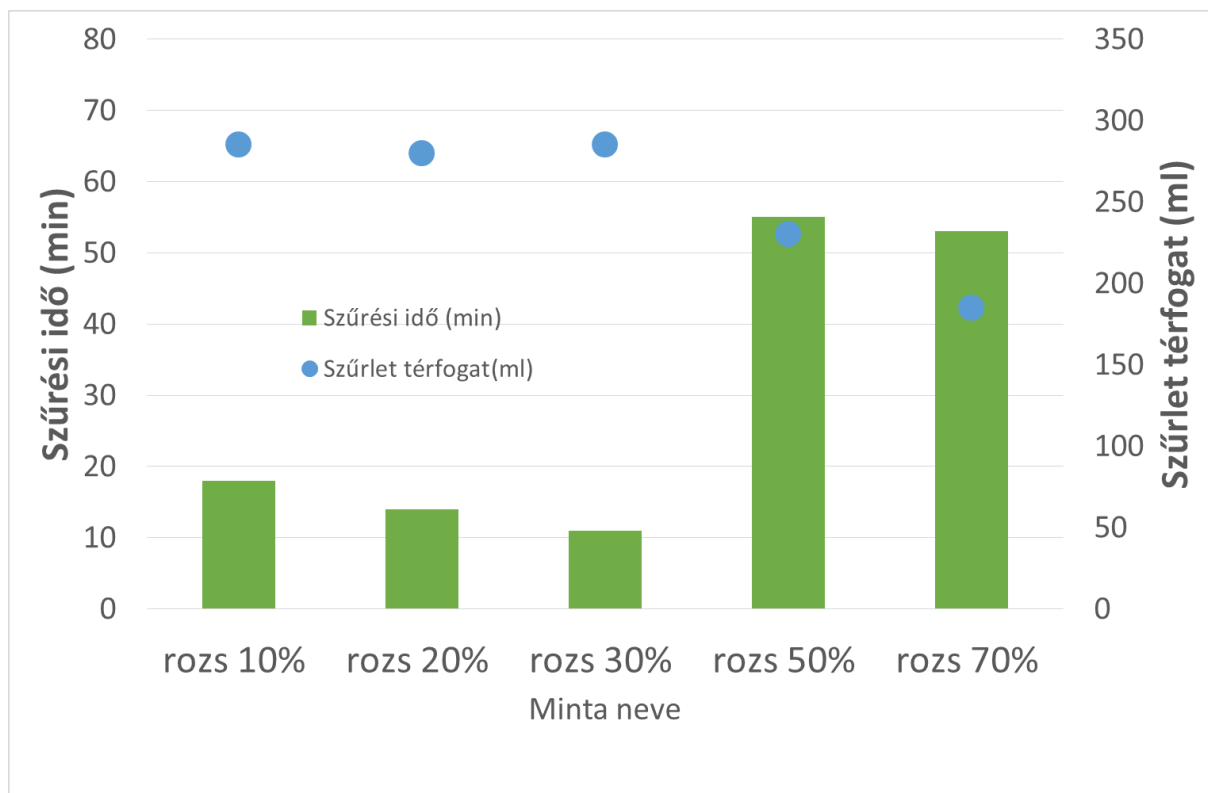
A legnagyobb nehézséget a 100% rozs, a 100% árpa és a 100% búza okozta, az ezekből készült cefre sűrű, pudingos állagú volt, ezért szinte egyáltalán nem nyertünk belőlük szűrletet. Ezeket sajnos nem lehetett értékelni ilyen kis mennyiségben, vizsgálatot nem tudtam rajtuk elvégezni.



17. ábra – Szűrés idő és szűrlet térfogat árpa esetében

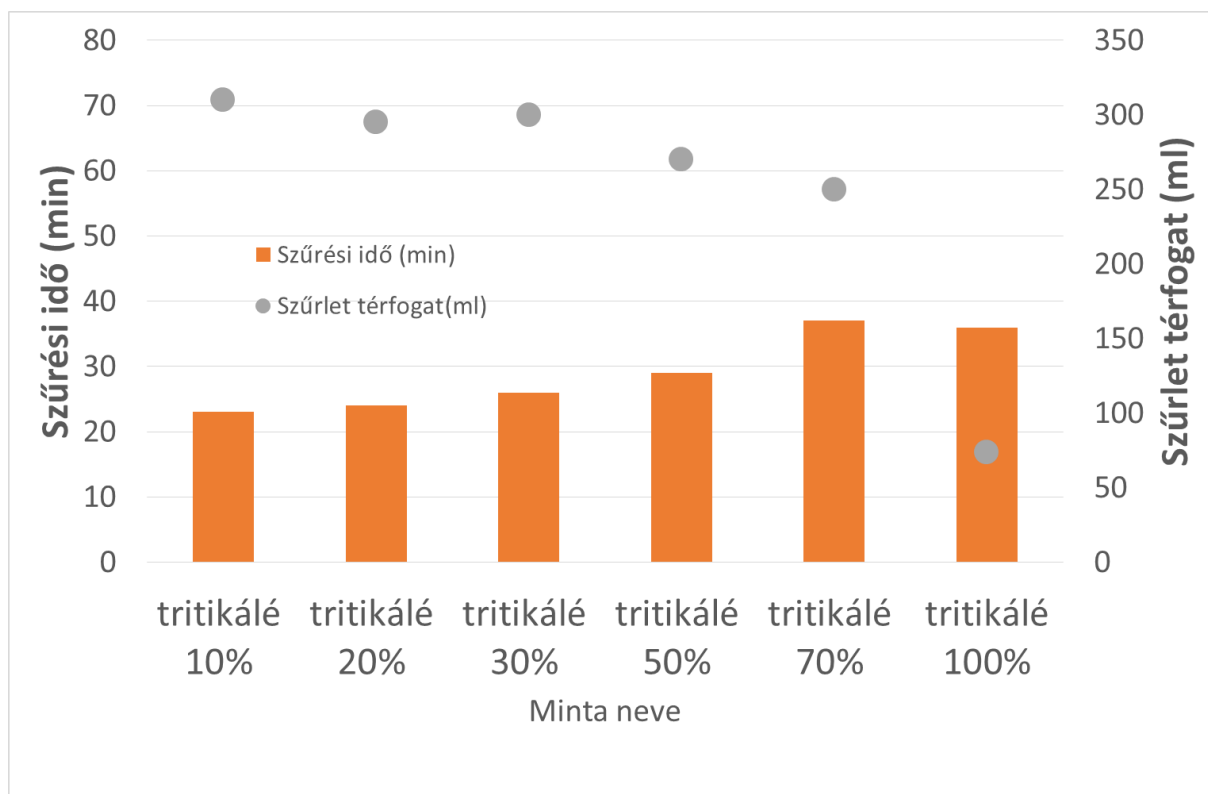


18. ábra - Szűrés idő és szűrlet térfogat búza esetében



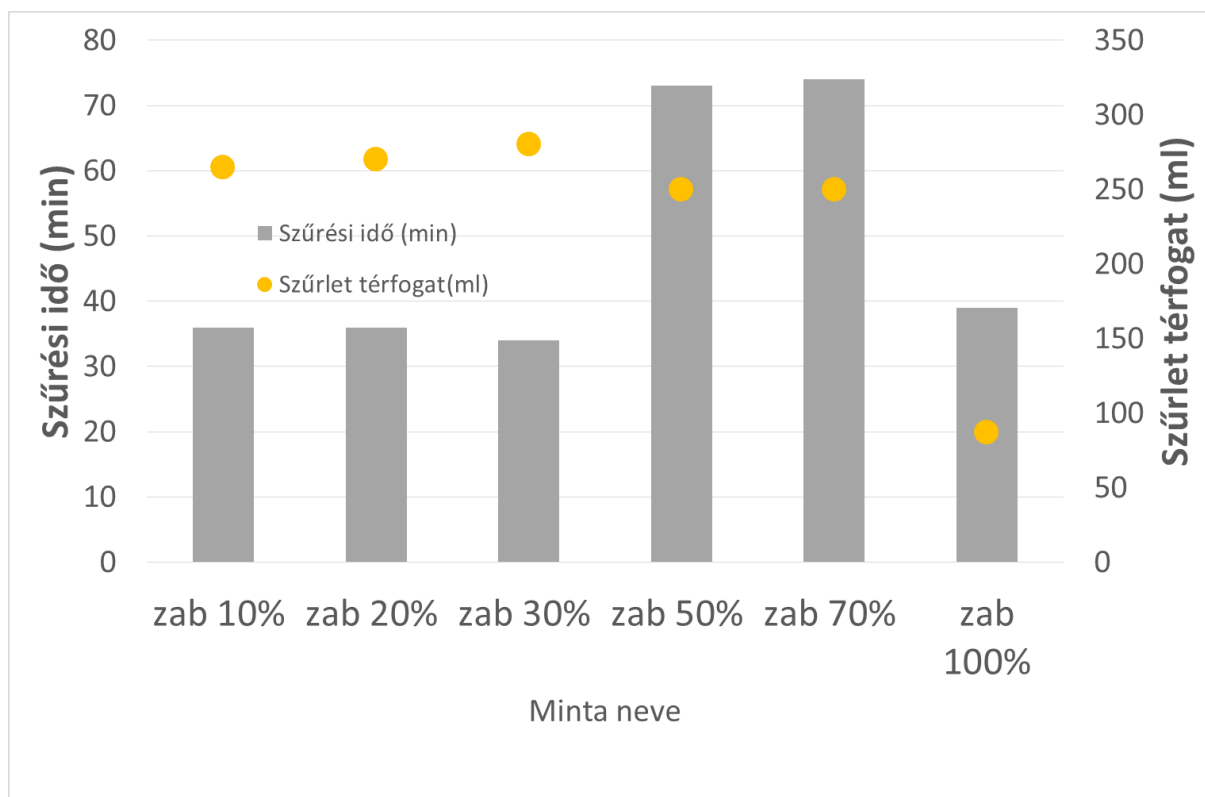
19. ábra - Szűrési idő és szűrlet térfogat rozs esetében

Szűrési időben a 30%-os rozs áll első helyen.



20. ábra - Szűrési idő és szűrlet térfogat tritikálé esetében

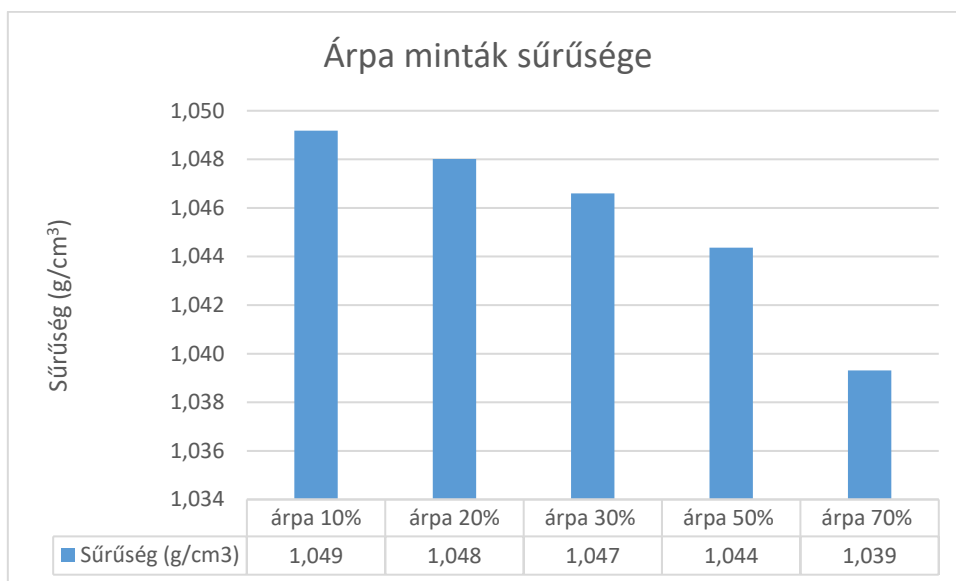
A tritikálé esetében hiába növeltem a pótanyag hányadot, jóval kisebb mértékben nőtt a szűrési ideje, mint a többi hasonló mintának. Ez valószínűleg annak köszönhető, hogy a tritikálé tartalmaz aktív enzimeket malátázatlan állapotban is.



21. ábra - Szűrési idő és szűrlet térfogat zab esetében

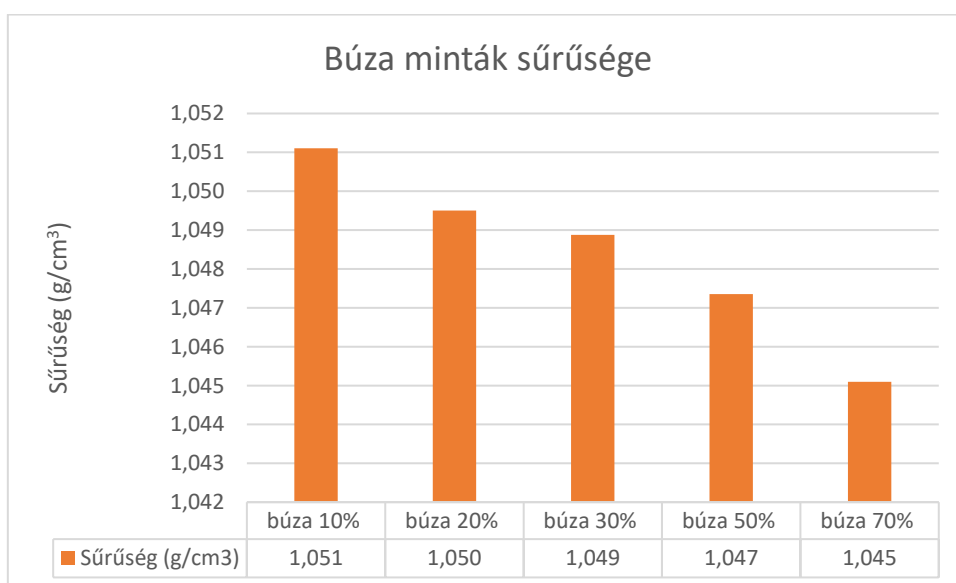
Az árpa, búza, rozs és zab esetében is 30%-os hányadig hasonló szűrési idők voltak, viszont 50%-tól jelentősen megnövekedett annak értéke. Például a zab szűrése 34 percről 74 percre nőtt meg.

5.3. Sűrűségvizsgálat eredménye



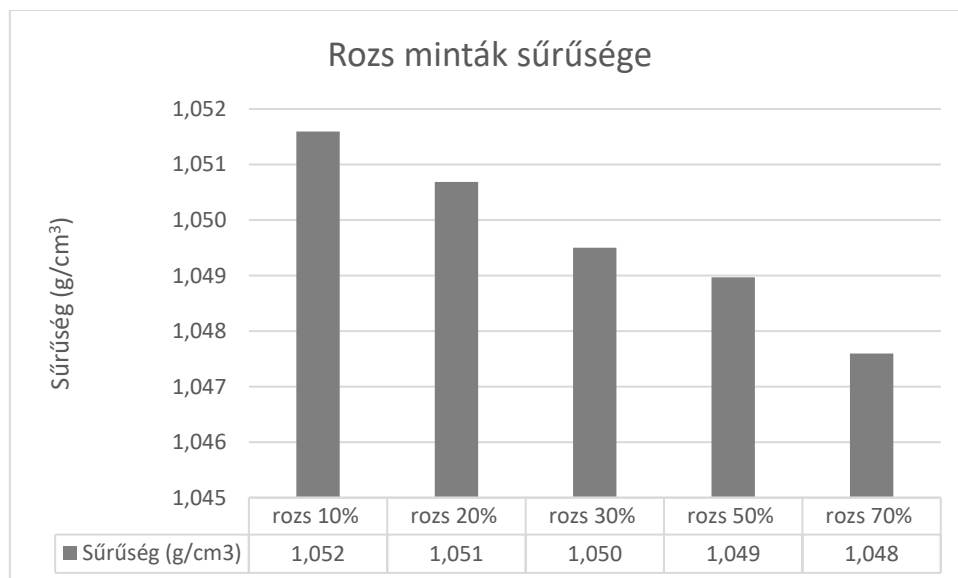
22. ábra – Árpa sörle sűrűsége különböző arányokban

A mérés során kiderült, hogy arányaiban 0,95%-kal csökkent a minta sűrűsége, amikor az árpa arányát 10%-ról 70%-ra emeltem a pilseni maláta mellett.



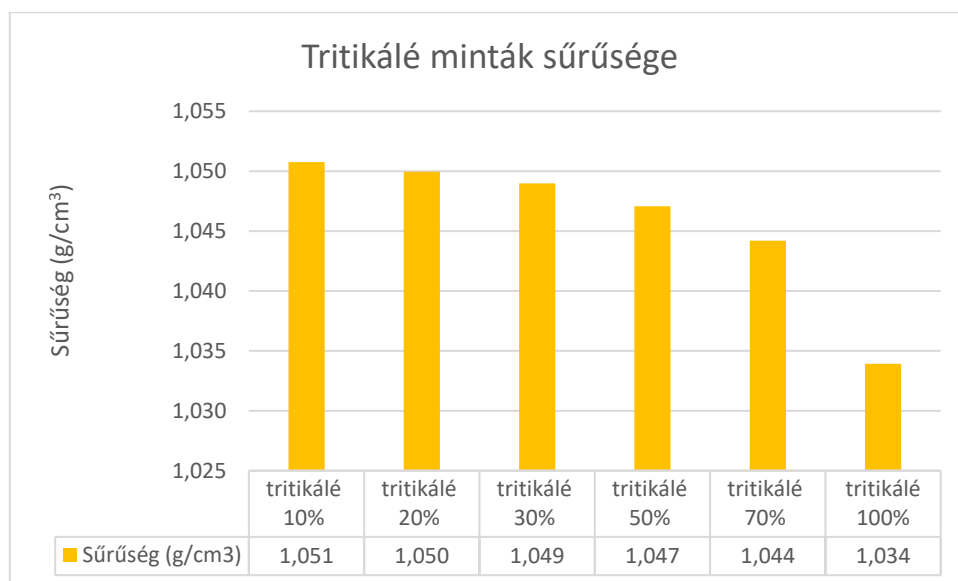
23. ábra – Búza sörle sűrűsége különböző arányokban

Ugyanaz a csökkenő tendencia fedezhető fel a búza esetében is, mint az árpánál.

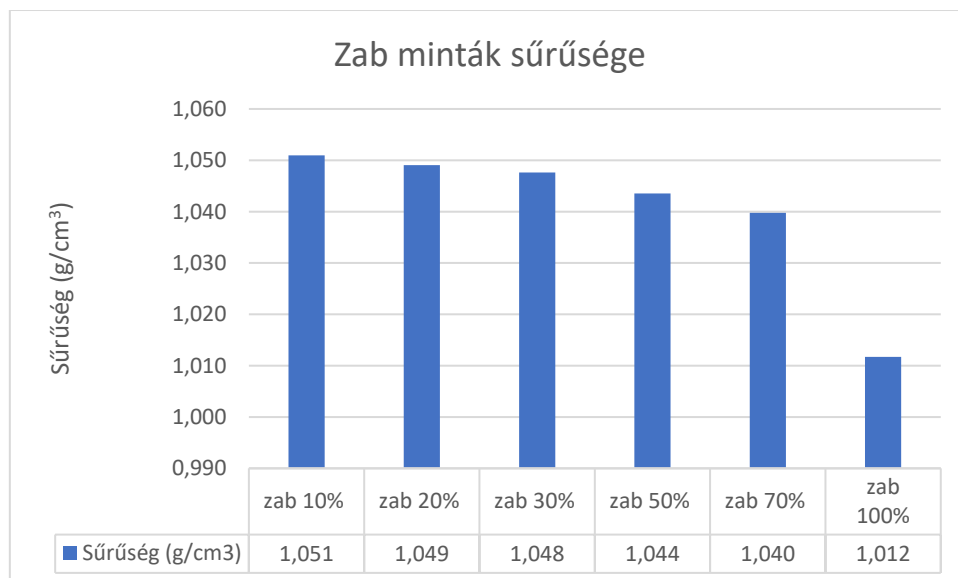


24. ábra – Rozs sörle sűrűsége különböző arányokban

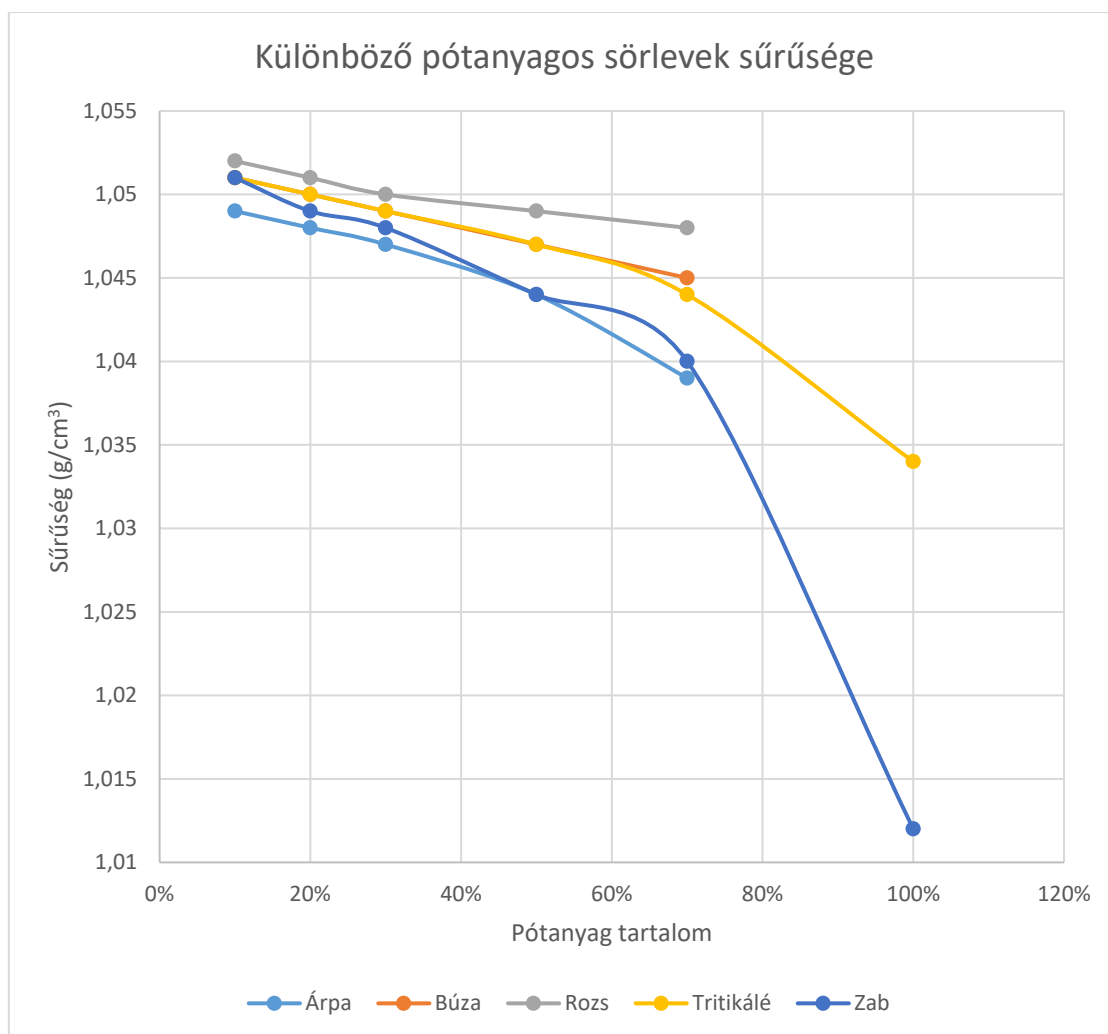
Hasonlóan az előző ábrák bemutatottakhoz, folyamatos sűrűség csökkenés volt tapasztalható, amint elkezdtem növelni a pótanyag arányát az egyes mintákban. Ez igaz mind a tritikálé, mind a zab mintákra is. A következő ábrák bemutatott mérési adatok ezt támasztják alá.



25. ábra – Tritikálé sörle sűrűsége különböző arányokban



26. ábra – Zab sörle sűrűsége különböző arányokban



27. ábra – Különböző pótanyagos sörlevek sűrűsége összesítve

Összességében elmondható, hogy az enzimaktivitással rendelkező pilseni maláta arányának csökkentésével csökkenésnek indult a minták sűrűsége is, pótlanyagtól függetlenül. A mérések eredményéből megállapítható azonban, hogy nincs szignifikáns különbség az azonos arányban felhasznált pótlanyag minták sűrűsége között. Csak hogy egy példával éljek, a 10%-os búza, 10%-os tritikálé és a 10%-os zab mintának is 1,051 g/cm³ volt a sűrűsége. Ezenkívül a búza és a tritikálé sűrűsége szinte végig együtt változott.

5.4. Viskozitás

A viszkozitás a folyadékok fizikai tulajdonsága, amely leírja, mennyire ellenállóak az áramlásnak vagy a deformációnak. Más szavakkal, ez a folyadék belső súrlódásának mértéke. Minél nagyobb egy folyadék viszkozitása, annál ellenállóbb az áramlással szemben. Például a méz viszkózusabb, mint a víz, mert sűrűbb és jobban ellenáll az áramlásnak. A viszkozitás mérése Pa*s mértékegységben történik, amely kg/(m*s) mértékegységnek is megfelel.

$$F = \eta * A * dv/dx$$

F - erő

A - felület

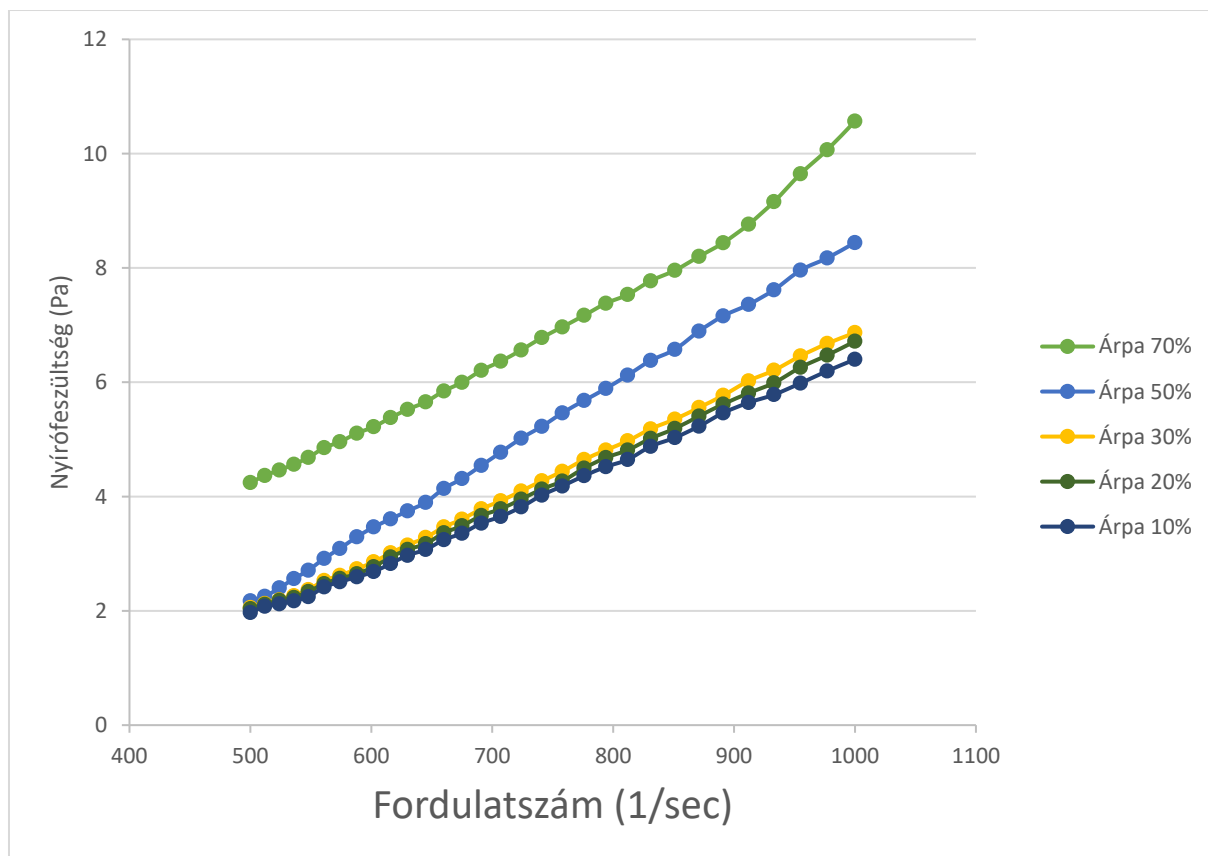
dv - viszonylagos sebesség

dx - egymáshoz viszonyított távolság

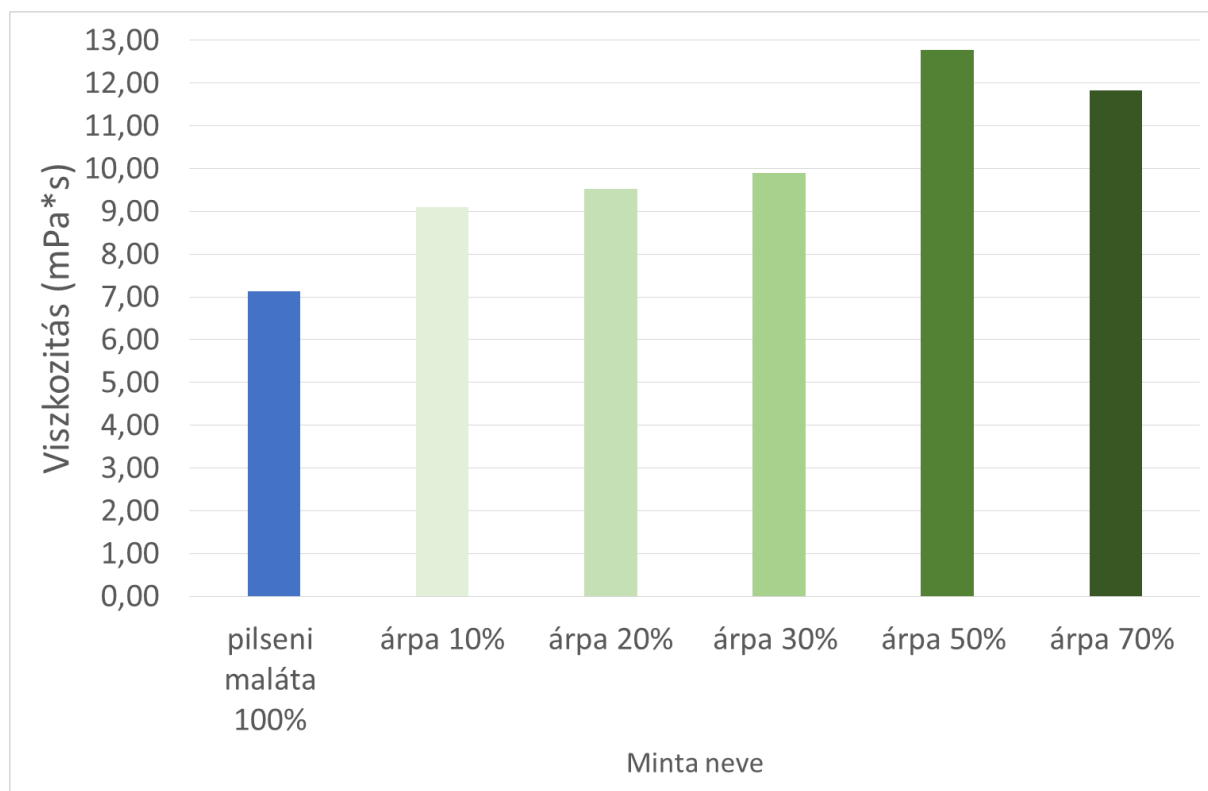
η - dinamikai viszkozitás

A képlet alapján a rétegek egymáshoz viszonyított elmozduláshoz szükséges erő egyenesen arányos a felülettel és az egymáshoz viszonyított sebességgel és az egymáshoz viszonyított távolsággal, az arányossági tényező pedig az η dinamikai viszkozitás. (Gubicskó & Szabó, 2015)

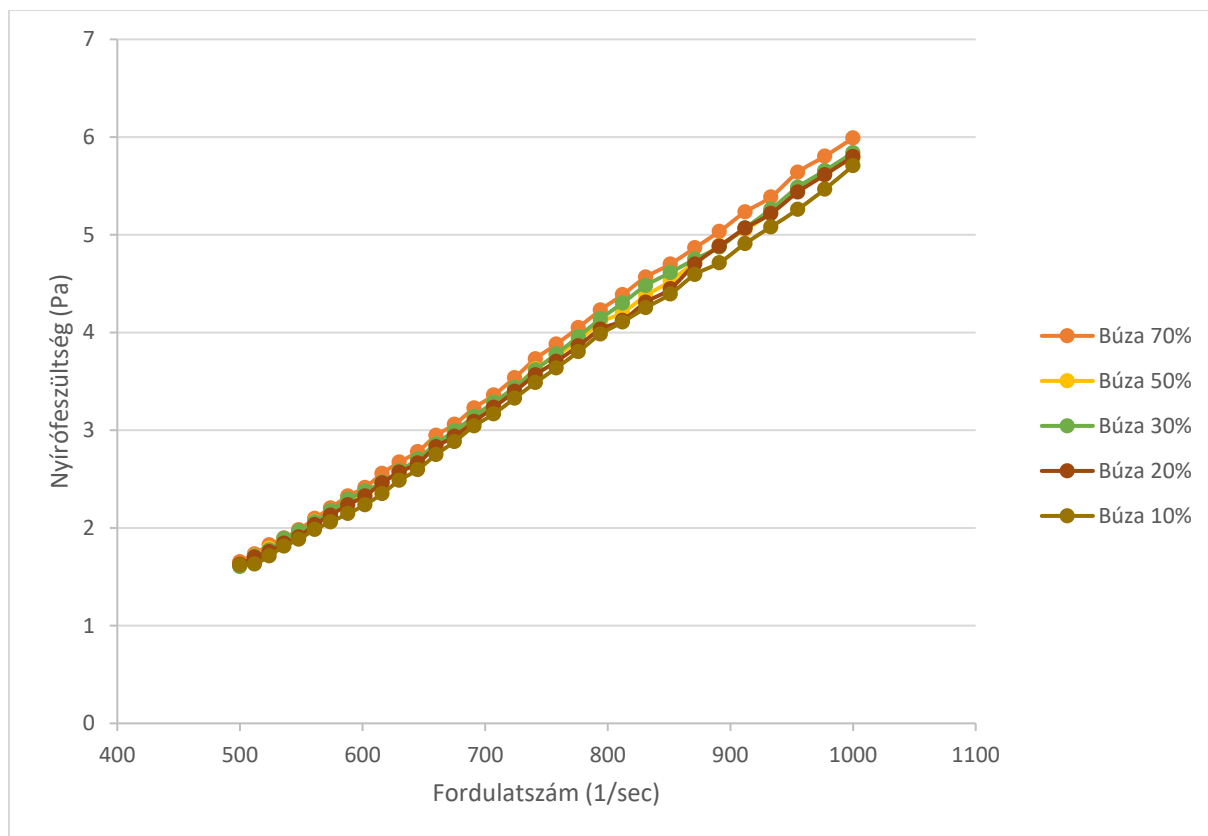
A sörlevek viszkozitás mérését 20°C-on végeztem el. A mérést minden mintából háromszor végeztem el, majd átlagoltam a kapott értékeket, így készítettem el a folyásgörbéket is. A minták viszkozitás értékét úgy kaptam meg, hogy a folyásgörbékre lineáris trendvonalat illesztettem az Excel-ben és egy egyenes $y = a * x + b$ egyenletének „a” értéke mutatja meg a minta viszkozitás értékét. A sörlevek folyásgörbéi és viszkozitás értékei a következő ábrákon láthatóak (28-37. ábra).



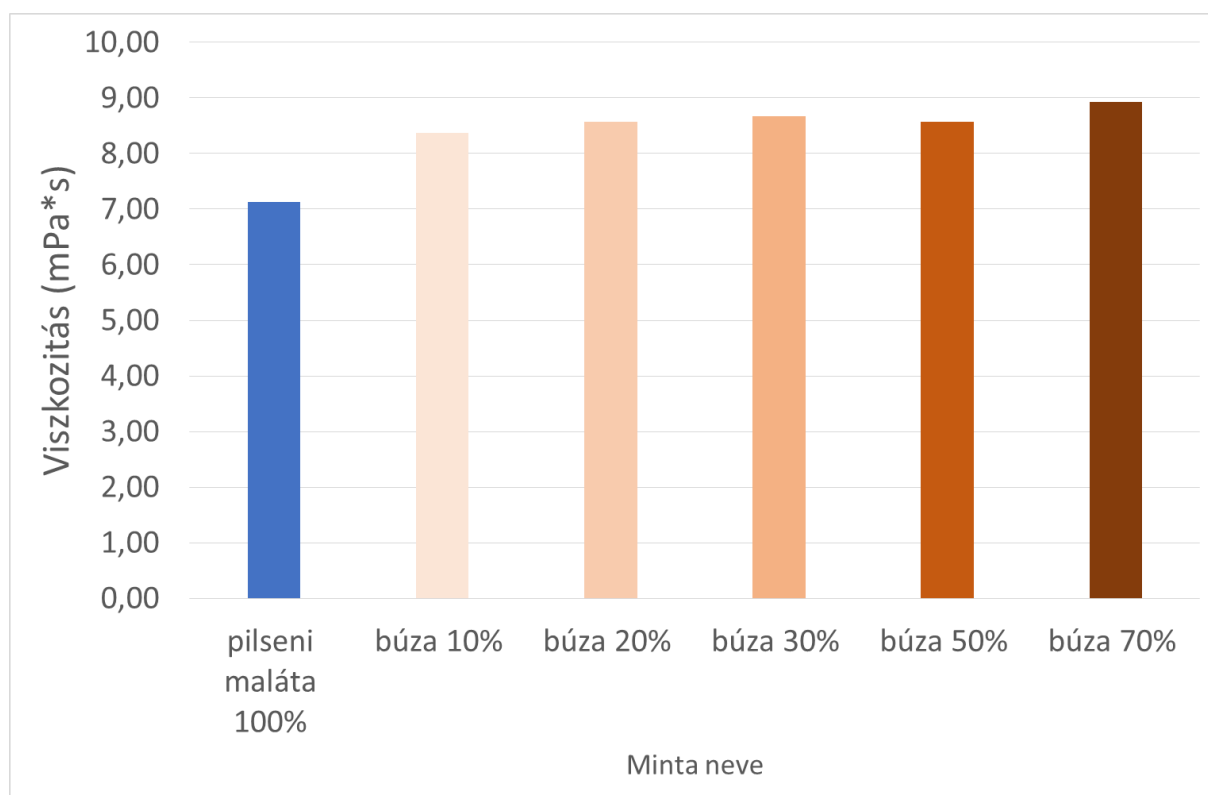
28. ábra – Árpával készült sörlevek folyásgörbéi



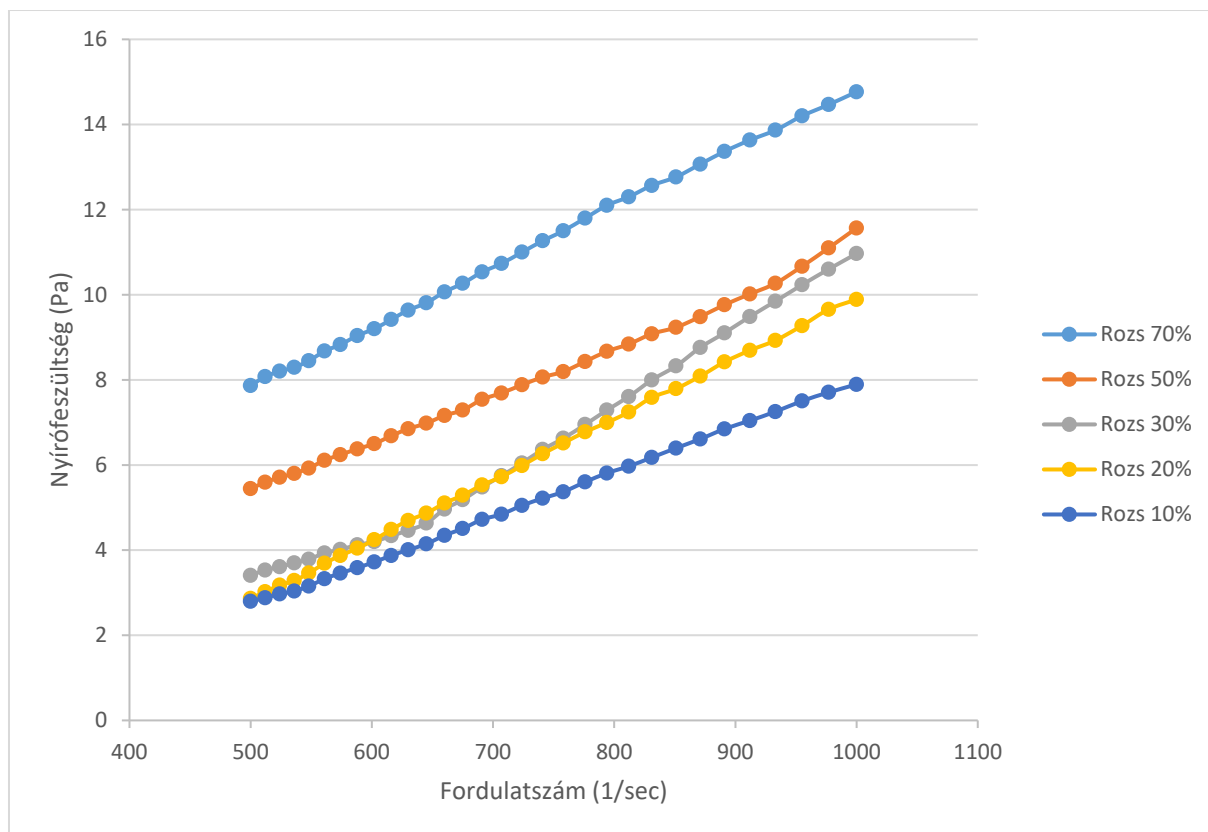
29. ábra – Árpával készült sörlevek viszkozitásai



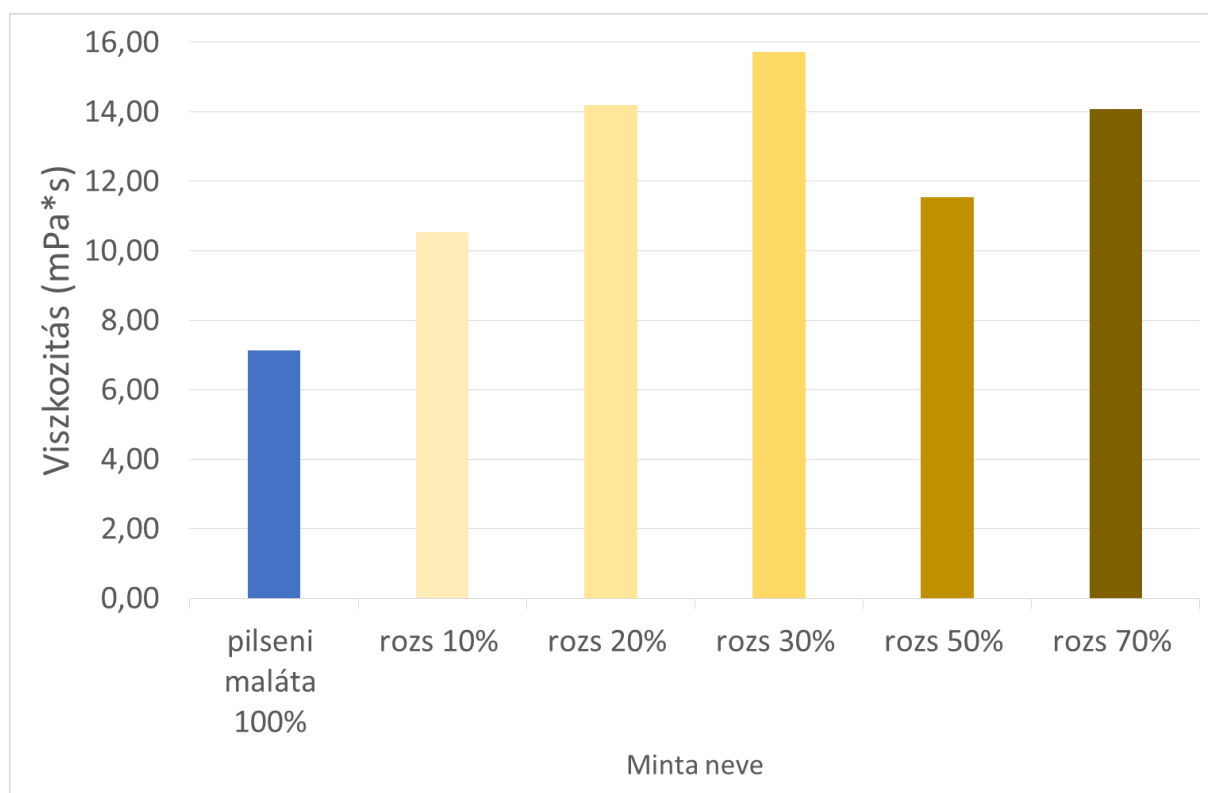
30. ábra – Búzával készült sörlevek folyásgörbéi



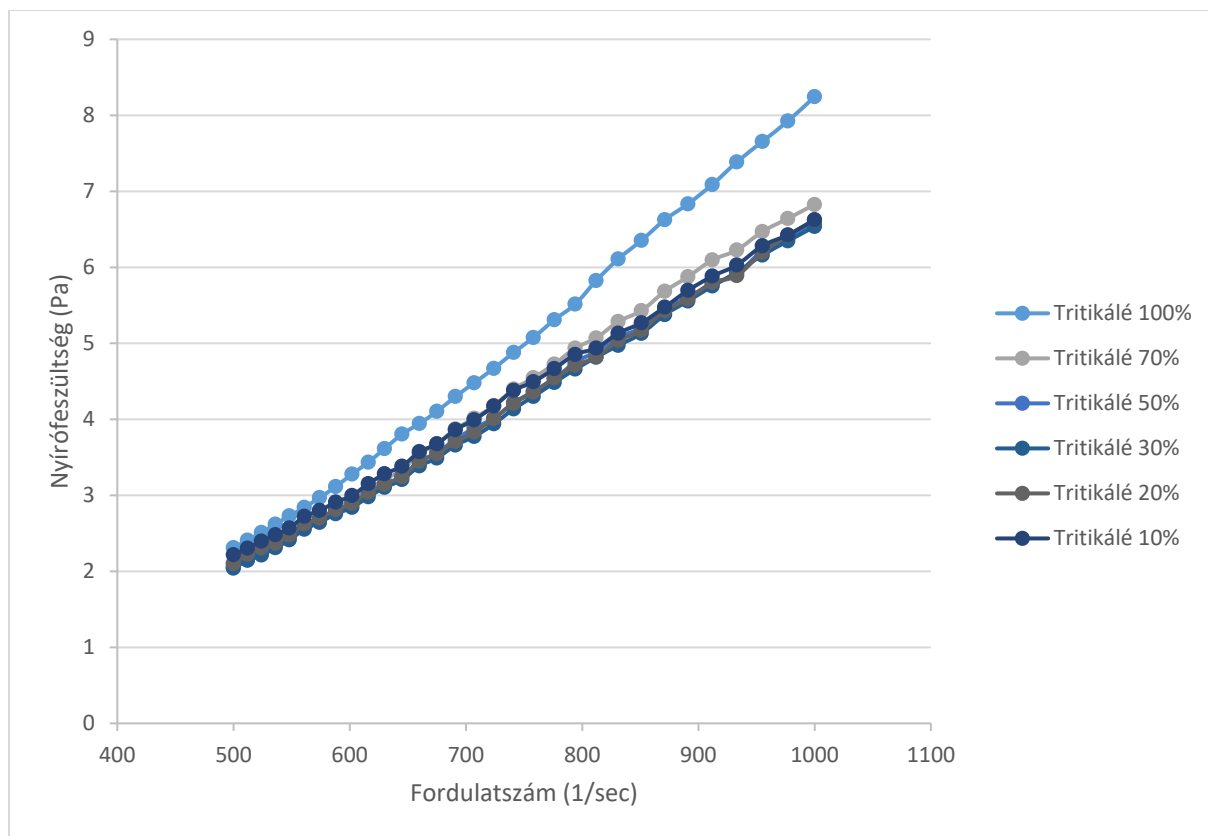
31. ábra – Búzával készült sörlevek viszkozitásai



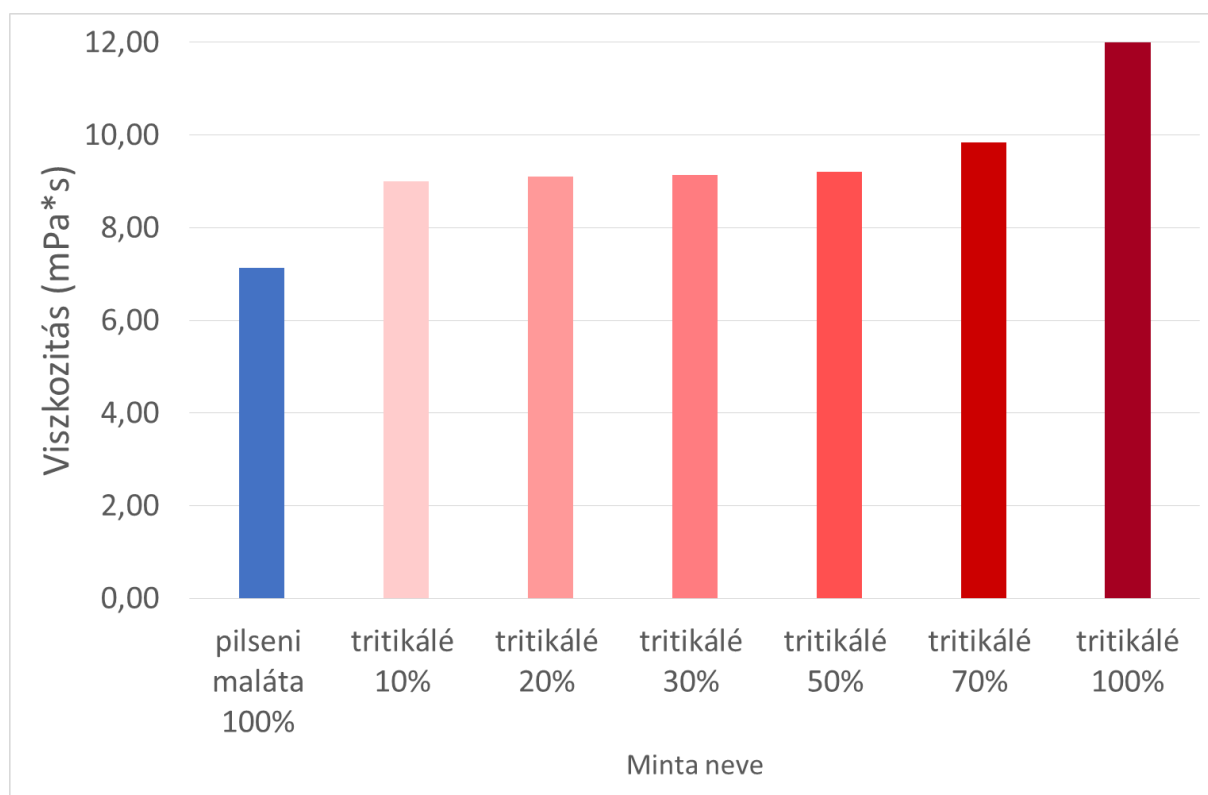
32. ábra – Rozssal készült sörlevek folyásgörbéi



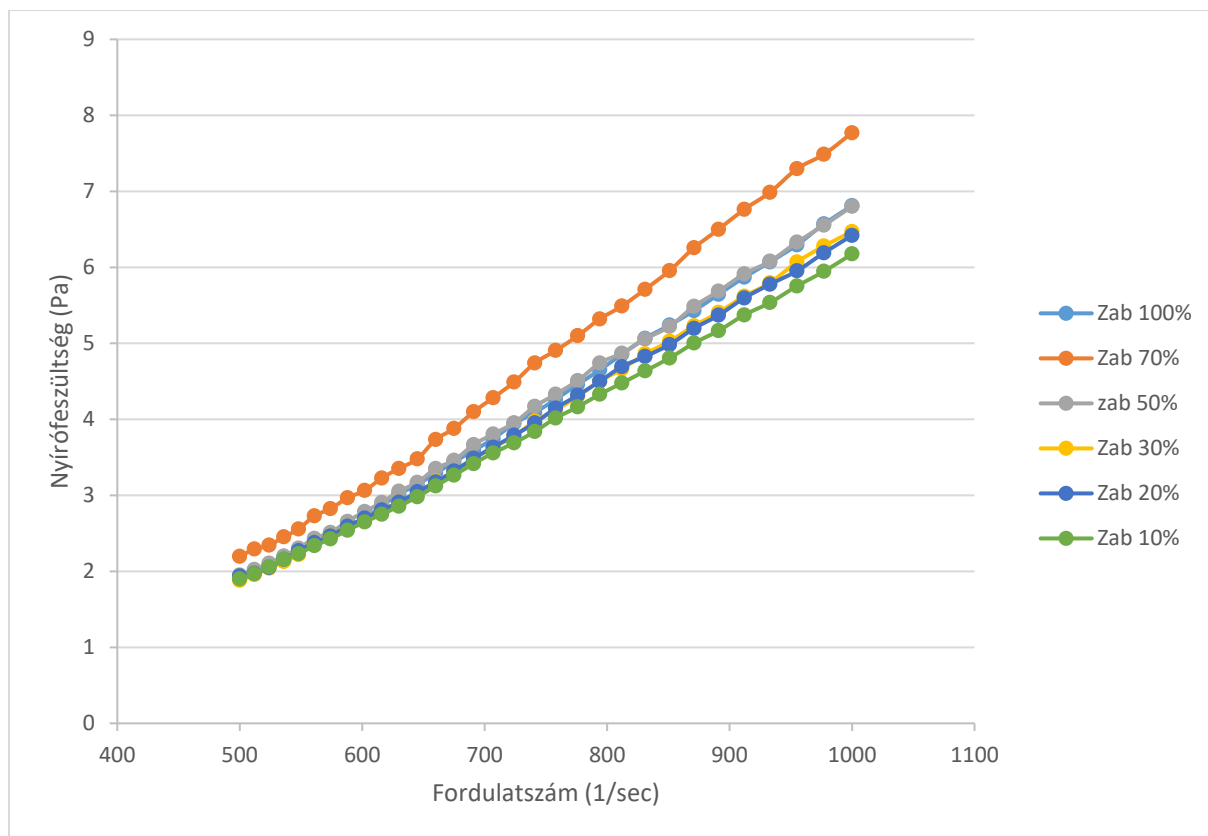
33. ábra – Rozssal készült sörlevek viszkozitásai



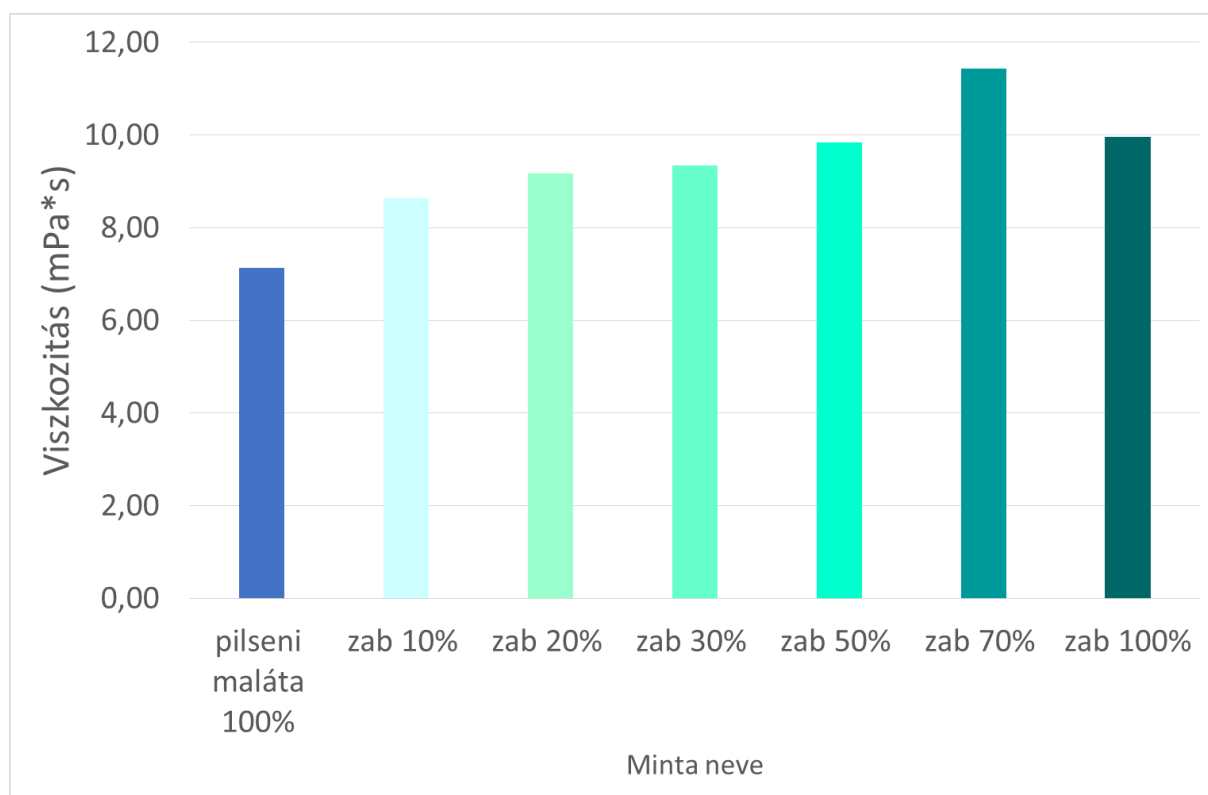
34. ábra – Triticálével készült sörlevek folyásgörbéi



35. ábra – Triticálével készült sörlevek viszkozitásai



36. ábra – Zabbal készült sörlevek folyásgörbéi



37. ábra – Zabbal készült sörlevek viszkozitásai

Összevetve a mért adatokat megállapítható, hogy az árpa és a rozs esetében volt jelentősebb eltérés a különböző százalékos minták között. Ezzel szemben a búza, a tritikálé és a zab értékei nem mutattak nagy differenciát. A 30%-os rozs mintának volt a legmagasabb a viszkozitása, utána a 20%-os rozs mintáé, majd a 70%-os rozs mintáé. Számokban kifejezve a különbséget a minták között, a legalacsonyabb érték a 100% pilseni maláta szűrletéhez tartozik 7,133 mPa*s, a legmagasabb pedig a 30%-os rozs szűrletének 15,733 mPa*s, de igazából a pilseni malátából kapott szűrlet viszkozitásához képest minden pótanyag esetében növekedés tapasztalható. Ez több, mint duplája az alap pilseni malátás minta viszkozitásának.

Jellemzően a pótanyag hányad növelése nagyobb viszkozitást jelent, de eltérő mértékben. A búza esetében nagyon kis különbség van, a legkisebb érték 8,37 mPa*s, a legnagyobb pedig 8,93 mPa*s. A legnagyobb különbséget az árpa szűrleteknél figyeltem meg, 7,13 mPa*s és 12,77 mPa*s volt a különböző hányadú minták viszkozitása. A tritikálé és a zab is mérsékelt viszkozitás növekedést jelentett. A 35. ábrán jól látszik, hogy a 10% tritikálé minta rendelkezik a legalacsonyabb viszkozitással, amely 9,00 mPa*s, a legnagyobb viszkozitás is csak 12,00 mPa*s volt. Az ábrák alapján kijelenthető, hogy a pótanyag aránya és a szűrletek viszkozitása között nincs egyértelmű összefüggés.

6. Összefoglalás

A pótanyagok használata azt jelenti, hogy a hagyományos maláta mellett nem malátázott gabonát vagy más erjeszthető szénhidrátot adnak a főzési folyamathoz. A pótanyagok közé tartoznak a gabonák, például a kukorica, a rizs vagy a búza; a cukrok, például a kukoricaszirup, a méz; és a gyümölcsök, például a banán vagy a datolyaszilva. A pótanyagok használata befolyásolhatja a cefrézést, a cefreszűrést és az erjedést is, nem beszélve a sör ízéről és alkoholtartalmáról. Míg egyesek a hagyományos sörfőzéstől való eltérésnek tekintik a pótanyagok használatát, sok sörfőző használja őket egyedi és innovatív sörstílusok létrehozására. A pótanyagok megfelelő használata megköveteli a főzési folyamat alapos átgondolását, valamint az alapanyagok megismerését.

A dolgozatomban sörlevekét készítettem pótanyagok hozzáadásával. Először megmértem a 100% pilseni malátából készült sörle fontos paramétereit, többek között a szűrési sebességét és az extrakttartalmát. Következő lépés a pótanyagok kiválasztása volt, amelyet úgy próbáltam megvalósítani, hogy mindenki számára elérhető gabonákat választottam. Ezután elkészítettem a számított receptek alapján a sörlevekét, amelyeket szűrőpapíron átszűrtem. A következő lépés a sörlevek vizsgálata volt.

A sörlevek mérései közé tartozott a szűrési idő és a szűrlet mennyisége, amikből szűrési sebességet számítottam. A legjobban teljesítő és a legnagyobb szűrletmennyiséget produkáló minták 30% rozs, 20% búza, 100% pilseni maláta és 20% rozs keverékei voltak. Összességében rávilágított annak fontosságára, hogy gondosan kell mérlegelni a keverékek összetételét a sörfőzés során a hatékony és eredményes szűrés érdekében.

A sűrűséget is vizsgáltam a sörleveknél és megállapítottam, hogy a maláta arányának csökkentése a használt pótanyagtól függetlenül csökkenti a sűrűségét. Az azonos arányú pótanyagot tartalmazó minták azonban nem mutattak szignifikáns különbséget a sűrűségben.

Az extrakttartalom mérésnél megfigyeltem, hogy a 10%-os pótanyag hozzáadásával készült söröknek volt a legmagasabb az extrakttartalma, számos minta elérte a 13°P-t. A 100%-os pilseni malátának volt a legalacsonyabb az extrakttartalma a pótanyagot tartalmazó mintákhoz képest.

Legvégül következett a viszkozitás mérése, ahol értékeltem a sörlevek folyásgörbéit, majd a viszkozitás értékeket is. Észrevehető, hogy az árpa és a rozs százalékos mintái között szignifikáns különbség mutatkozott, míg a búza, a tritikálé és a zab értékei kis eltérést mutattak. A sörlevek viszkozitása a pótanyag arányával nőtt, de eltérő mértékben.

7. Irodalomjegyzék

- Bamforth, C. W. (2016). *Brewing Materials and Processes*. Davis, United States: Elsevier Inc.
- Barta, J., Berki, F., Gion, B., Deák, T., Farkas, J., Hergár, E., . . . Vukov, K. (2007). *Növényi nyersanyagok hőközléses tartósító technológiái*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Berg, D. (2017. szeptember 25.). *Critical Drinking - The Revisionist History of Adjunct Brewing*. Forrás: Good Beer Hunting: <https://www.goodbeerhunting.com/blog/2017/9/25/critical-drinking-the-revisionist-history-of-adjunct-brewing>
- Bogdan, P., & Kordialik-Bogacka, E. (2017). Alternatives to malt in brewing. *Trends in Food Science & Technology*, 1-9.
- Cadenas, R., Caballero, I., Nimubona, D., & Blanco, C. A. (2021. július 26.). Brewing with Starchy Adjuncts. *Foods*.
- Carvalho, G. B., Silva, D. P., Bento, C. V., Vicente, A. A., Teixeira, J. A., Felipe, M. d., & Almeida e Silva, J. B. (2008. december 17.). Banana as Adjunct in Beer Production: Applicability. *Applied Biochemistry and Biotechnology*.
- Chan, M. Z., Chua, J. Y., Toh, M., & Liu, S.-Q. (2019. április 3.). Survival of probiotic strain *Lactobacillus paracasei* L26 during cofermentation. *Food Microbiology*.
- Costa da Cunha, A., Lopes, N. D., Barcia, M. T., Sautter, C. K., & Ballus, C. A. (2022. december 19.). Production and characterization of craft beers with different additions of native fruits and agro-industrial redidues. *Ciência Rural*.
- Da-Silva, J., Correia-Lima, L., Fernandes, G., Ribeiro-Filho, N., Madruga, M., dos Santos Lima, M., & Muniz, M. (2022. november 23.). Mandacaru fruit pulp (*Cereus jamacaru* D.C.) as an adjunct and its influence on Beer properties. *Food Chemistry*.
- Dutton, I. (1996). Corn syrup brewing adjuncts - their manufacture and use. *Technical Quartely*, 47-53.
- Gubicskó, K., & Szabó, Z. (2015). *Élelmiszer-tudományi ismeretek*. Budapest: Medicina Könyvkiadó Zrt.
- Internet 1. (2019. október 14.). Forrás: Food Standards Agency: <https://www.food.gov.uk/safety-hygiene/food-additives>
- Kordialik-Bogacka, E., Bogdan, P., & Diowksz, A. (2014. szeptember 29). Malted and unmalted oats in brewing. *Journal of the Institute of Brewing and Distilling*, old.: 390-398.
- Li, Q., Liu, J., Zhai, H., Zhang, Z., Xie, R., Xiao, F., . . . Pan, Z. (2022. november 22.). Extraction and characterization of waxy and normal barley β -glucans and. *Elsevier*.
- Nunes, C. S., da Silva, M. L., Camilloto, G. P., Machado, B. A., Hodel, K. V., Koblitz, M. G., . . . Uetanabaro, A. P. (2020. szeptember 2.). Potential Applicability of Cocoa Pulp (*Theobroma cacao* L) as an. *The Scientific World Journal*.
- Parkes, S. (2012). Carbonation. *The Oxford Companion to Beer*, old.: 221.

Yorke, J., Cook, D., & Ford, R. (2021. január 15.). Brewing with Unmated Cereal Adjuncts: Sensory and Analytical Impacts on Beer Quality. *Beverages*.

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Ormai Adrienn
A Hallgató Neptun kódja: DB3SZ3
A dolgozat címe: Pótanyag alkalmazásának hatása a sörgyártás műveleteire
A megjelenés éve: 2023.
A konzulens tanszék neve: Biomérnök és Erjedéssipari Technológia Tanszék

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

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

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

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

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

Kelt: 2023.05.01.

Ormai Adrienn

Hallgató aláírása

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

Ormai Adrienn (Neptun azonosítója: **DB3SZ3**) 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.

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

Kelt: Budapest, 2023. május 2.


Belső konzulens