

SZAKDOLGOZAT

Rimóczy Balázs

2025



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

**Különböző maláták fehérje-tartalmának vizsgálata, és a
söripari cefrőzés hatása annak oldódására**

Belső konzulens: Dr. Kun-Farkas Gabriella
egyetemi docens

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

Készítette: **Rimóczi Balázs**

Budapest

2025

Tartalom

1. Bevezetés és célkitűzések.....	2
2. Szakirodalmi áttekintés	4
2.1 Pótanyagok	4
2.2 Pótanyagok csoportosítása.....	4
2.3 Pótanyagok használatának szabályozása	6
2.4 Pótanyagok hatása az enzimes folyamatokra	6
2.5 Pótanyagok jellemzése	7
2.5.1 Sörárpa	9
2.5.2 Búza.....	9
2.5.3 Rizs.....	10
2.5.4 Kukorica	10
2.5.5 Zab.....	11
2.6 Malátázás során végbemenő változások.....	12
2.7 A sörlében található fehérjék	14
2.8 Hab kialakulása és stabilitása	15
2.9 A szabad alfa-amino-nitrogén szerepe	16
3. Anyagok és módszerek.....	18
3.1 Cefrézés	18
3.2 Fehérje meghatározás	19
3.3 SZAN meghatározás.....	21
4. Eredmények és értékelésük	22
4.1 Kongresszusi cefrézés.....	22
4.2 Fehérjemeghatározás	27
4.3 SZAN meghatározás.....	30
5. Következtetések és értékelésük.....	32
6. Összefoglalás.....	34
7. Köszönetnyilvánítás	35
8. Irodalomjegyzék.....	36
9. Ábrák és táblázatok jegyzéke	39
10. Nyilatkozatok	40
11. Konzulensi nyilatkozat	43

1. Bevezetés és célkitűzések

A szakdolgozat célja, hogy betekintést nyerjünk a különböző pótanyagok fehérje oldódására és annak hatására a sörlére, illetve a későbbiekben a kész sörre. A sörgyártás során a maláta és a pótanyagok aránya a technológiai folyamatok során meghatározó szerepet játszik az előállított termék minőségében. A maláta legfontosabb szerepe a keményítő szolgáltatása, amelyből az alkohol előállítására szolgáló erjeszthető szénhidrátok képződnek a cefrőzés során. További fontos makroelemek, amelyet a maláta szolgáltat, a fehérjék és egyéb nitrogéntartalmú vegyületek, amelyek szerepet játszanak a testesség, habstabilitás, szűrhetőség és íz kialakításában. Cefrőzés során a fehérjék egy része lebomlik és oldódik, amelynek a mértékét nagyban befolyásolja a fehérje típusa. Az egyik feltételezés, hogy a különböző típusú fehérjéket a különböző alap- és pótanyagok szolgáltatják. A mérés során következtethetünk arra, hogy ez a feltevés helytálló-e. Amennyiben igaz, beigazolódik, hogy a pótanyagok típusának és arányának pontos megválasztása fontos és előre elvégzendő a kívánt végtermék elérése végett.

Az elmúlt években a söripar rengeteg újítással állt elő, legyenek azok új ízek, különböző alkoholtartalmú sörök vagy gyártási módok. A pótanyagok használata ugyan nem újkeletű a sörgyártás során, hiszen a nagyüzemek előszeretettel használták már korábban is főként gazdasági célból. A nagyüzemek esetében a pótanyagok használata általánosságban a minőség rovását és a profit maximalizálását eredményezte. A kisüzemek esetében is cél volt a gazdaságosság, de sokkal inkább termék és íz kialakítás és aromafokozás céljából kezdték el alkalmazni. Az új termékek gyakran új alap- és segédanyagok felhasználását eredményezik. Összességében több okból is adhatunk a sörhöz pótanyagot például gazdasági, technológiai vagy termék karakterisztikai célból. A pótanyagokkal a maláta egy részét helyettesítjük, ezért nagyon fontos tudni azok összetételét, mert ez a végső sör minőségét is befolyásolja.

A szakdolgozat során a cefrészett sörlevet és azon belül a maláta és a különböző pótanyagok fehérjetartalmát fogjuk vizsgálni, illetve, hogy azok fehérjetartalma a cefrőzés során miként változtat a sör minőségén. A felhasznált pótanyagok a kukorica, pehely és dara formában, illetve a zab pehely formában.

A kutatás célja a különböző maláta-pótanyag keverékek nitrogén- és fehérjetartalmának oldódásának vizsgálata a cefrőzés során. A cefrészett sörleveket egy kizárólag pilseni malátából készült sörlével hasonlítjuk össze, a felhasznált maláta a keverékek esetében ugyan abból a pilseni malátából származik. A cefrőzést kongresszusi cefrőzéssel végezzük, mivel ez egy szabványosított módszer, így reprodukálhatóan összehasonlítható a fehérje- és

nitrogéntartalom változása. A fehérje- és nitrogéntartalom vizsgálatot Kjeldahl módszerrel végezzük.

A szabad α -amino-nitrogén, ezentúl SZAN mérését, ninhidrines módszerrel, spektroszkóppal vizsgáljuk. Ezek mellett megvizsgáljuk a sűrűséget és extrakttartalmat söranalizátorral és vizsgáljuk a cefre szűrési és elcukrosodási idejét is.

A mérések által kapott eredményekből kiderülhet, hogy a különböző pótanyagok milyen hatást gyakorolnak az előállított sörlére és milyen mértékben és irányban változtatják a sörlé tulajdonságait. Emellett lehetséges, hogy megállapítható lesz a pótanyagok használatának megfelelő aránya.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1 Pótanyagok

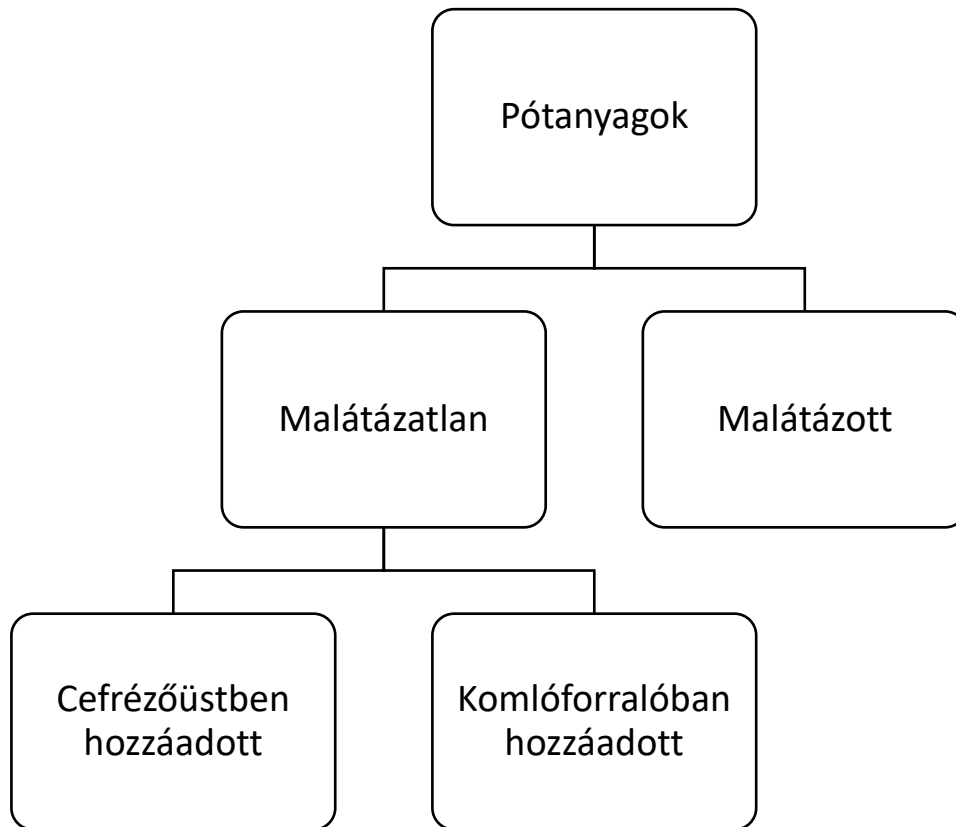
A pótanyagoknak nincs szigorúan meghatározott definíciója. Cadenas *et al* (2021) definíciója szerint a pótanyag minden olyan keményítőforrás, amely nem árpamaláta. Goldhammer (2008) megfogalmazása szerint a pótanyag alatt olyan malátázatlan gabonákat értünk, mint például a rizs, búza, kukorica, rozs, árpa és a zab. A fő oka a pótanyagok használatának, hogy ezek a malátázatlan gabonák az extrakttartalmat növelik és ráadásul jelentősebben olcsóbbak, mint a különböző maláták és a sör érzékszervi tulajdonságait is befolyásolják.

Cadenas *et al* (2021) szerint, a gluténmentes sörök gyártására használt maláták nem rendelkeznek jó enzimaktivitással, ezért szükség van olyan pótanyagra, amely rendelkezik enzimaktivitással vagy más esetben a sörfőzés során enzimek-szítményeket kell használni.

2.2 Pótanyagok csoportosítása

A pótanyagokat különböző képpen lehet csoportosítani, a Cadenas *et al* (2021) féle szemléletet mutatja az 1. ábra. Ez alapján a két fő csoport a malátázott és malátázatlan pótanyag. Egy másik módszer alapján a hozzáadási forma szerint csoportosítják. Ez alapján lehet szilárd vagy folyékony. Szilárd forma alatt alapvetően a gabona alapanyagú pótanyagokról beszélünk. Azon belül lehet malátázott vagy malátázatlan, illetve eltérhet a pótanyag formája, például pehely, liszt, dara. A folyékony pótanyagok közé tartoznak a különböző cukorszirupok, malátakivonatok.

1. ábra: A pótanyagok csoportosítása. Forrás Cadenas *et al* (2021) alapján



A cefrészőüstben hozzáadott pótanyagok hozzáadásának több módszere van. Lehetséges az őrleménybe keverni és cefrézni, de vannak olyan pótanyagok, amelyeket érdemes előfőzni a cefrőzés előtt és vannak olyanok, amelyeket a maláta után egyszerűen a cefrészőüstbe töltenek. Az előfőzés azért szükséges bizonyos gabonáknál, mert malátázatlanok és magas csirizedési ponttal rendelkeznek. Amennyiben a keményítő nem csirizedik el az enzimek nem képesek hozzáférni a keményítőhöz. A komlóforralás során hozzáadott pótanyagok két típusa az úgynevezett cefre kiegészítő, például keményítősörpök, inwertcukrok vagy cefrehelyettesítő pótanyagok, például malátakivonatok. (Cadenas *et al*, 2021)

A pótanyagok használata mellett használhatunk enzimek készítményeket is. Az enzimek készítmények lehetővé teszik a különböző pótanyagok jó hatásfokú felhasználását. Növelik az extrakt tartalmat, csökkentik a cefrzési időt, ezáltal energiát és időt spórol. Enzimek készítménytől függően a cefre viszkozitását is csökkentheti. Az enzimek készítmények használata különösen fontos az olyan pótanyagoknál mint a kukorica, rizs és cirok liszt, illetve az olyan egyéb pótanyagoknál ahol a csirizedési pont az amiláz enzimek inaktiválódási hőfokához közel vagy felé esik.

2.3 Pótanyagok használatának szabályozása

A Magyar Élelmiszerkönyv 2-702 számú irányelve szerint a sör malátából, valamint pótanyagokból vízzel cefrézett, komlóval ízesített, sörélesztővel erjesztett, szén-dioxidban dús, általában alkoholtartalmú ital. Emellett megszabja, hogy a sörlé szárazanyag-tartalmának legfeljebb 30%-a származhat pótanyagból, amelyek: sörárpa, csíráatlanított kukoricaőrlemény, rizs, egyéb szénhidrát-tartalmú termékek. A pótanyagok ezáltal nem elsődleges összetevők, de a gyártók rendszeresen felhasználnak pótanyagot. A pótanyagokat a maláta részleges helyettesítésére használják. A Magyarországon legelterjedtebb pótanyag a kukoricadara, de sörárpa, rizs, izocukor is felhasználható.

A bajor tisztasági törvény alapján pótanyagnak számít minden olyan hozzáadott anyag, amely nem maláta, élesztő, komló vagy víz. Az Egyesült Királyság Foods Standards Committee definíciója szerint pótanyagnak számít minden olyan szénhidrátforrás, a malátázott árpán kívül, amely cukrokat szolgáltat a sörlének.

Az Egyesült Királyságban az 1880-as évekig tiltva voltak a különböző pótanyagok. Németországban a bajor tisztasági törvény szerint kizárólag vizet, árpát és komlót tartalmazhat a sör. Minden egyéb pótanyag tiltott volt 1997-ig, néhány sörgyár mai napig alkalmazza, de kevésbé szigorúan.

Az Egyesült Államokban pótanyagokat már az 1800-as évek végén használtak az új modernebb típusú láger sörök előállítására. Malátázatlanul, elcsirézítve adták a cefréhez. A különbség az európai sörgyártással szemben az volt, hogy nagyobb mértékben adtak pótanyagokat a sörökhöz.

Az 1880-as években, a palackozó gépek megjelenésének mellékterméke lett a pótanyagok használata, ugyanis cukor és malátázatlan pótanyagok hozzáadása segítette megőrizni a palackozott sörök színét hosszabb ideig. (Stewart *et al*, 2017)

2.4 Pótanyagok hatása az enzimes folyamatokra

A pótanyagok, azon belül a malátázatlan pótanyagok nem rendelkeznek enzimaktivitással, ezáltal a cefre enzimekhez nem járulnak hozzá és elenyésző vagy semennyi oldható nitrogénforrást adnak a cefréhez. Ezáltal a malátázatlan pótanyagoknak van egy olyan mennyiségi felső határa, amely fölött már nem lenne elegendő enzim a cefrében, ahhoz, hogy az összes makromolekula lebontódjon. A pótanyagok azáltal, hogy kisebb mértékben

szolgáltatnak nitrogénforrást a cefréhez, ezáltal közvetlenül befolyásolják a fehérjeoldódást és a végtermék karakterisztikáját.

Sörfőzéskor pótanyaghasználat során gyakran előkészítő lépések előzik meg a pótanyagok cefrébe juttatását. Az α -amiláz enzimnek jelen kell lennie, ahhoz, hogy a keményítő csirizedés után hidrolizálódni tudjon, különben túl sűrű cefrét kapnánk. Az előkészítő a lépések lehetővé teszik, hogy a cefre viszkozitása ne legyen túl magas és így a retrogradáció is elkerülhető, szemben a 'hidegen', azaz előkészítő lépés nélkül hozzáadott pótanyagokkal szemben.

2.5 Pótanyagok jellemzése

A pótanyagok megválasztása során több szempontot is figyelembe kell venni, ezek közé tartozik a keményítő és fehérjetartalom. A keményítőtartalom az erjeszhető szénhidrátok előállítására miatt fontos. Élesztő segítségével a szénhidrátokból fermentációval alkohol képződik. A fehérjetartalom, az íz- és habprofilban játszik szerepet, emellett a szűrési képességet is képes befolyásolni. Pótanyag felhasználásakor számolni kell azzal, hogy a pótanyag enzimeket nem visz a cefrébe cefrézéskor, ezáltal az arányt úgy kell megválasztani, hogy a maláta enzimekészlete elegendő legyen a saját keményítőjének és a pótanyag keményítőjének a lebontásához, különben a lebontatlan komponensek a törkölyel együtt veszteségként távoznak.

A pótanyagok legfontosabb paramétere a keményítőösszetételük és keményítő tartalmuk. A keményítő tartalom összefüggésben áll a mag méretével. A nagyobb mag méret nagyobb keményítő tartalmat eredményez és a sörfőzők által is jobban preferált. Az 1. táblázatban láthatóak a söriparban leggyakrabban használt gabonafélék fehérje és keményítőtartalma.

1. táblázat: Különböző söriparban használt gabonák keményítő és fehérjetartalma.

Forrás: Cadenas *et al* (2021)

Gabona típusa	Keményítőtartalom	Fehérjetartalom
Árpa	50-60%	8-20%
Búza	65-75%	9-20%
Rizs	75-87%	6-10%
Kukorica	75-80%	6-10%
Zab	51-65%	12-17%

A másik meghatározó tulajdonsága a gabonáknak a csirizedési pont. Ez a cefrőzés egyik meghatározó tulajdonsága, ugyanis olyan módon kell a cefrzési technológiát végezni, hogy a csirizedés végbe tudjon menni. Amennyiben a csirizedés nem történik meg megfelelően a gabonákban lévő keményítő az enzim számára nem vagy csak részlegesen lesz hozzáférhető és ezáltal az enzim nem tudja megfelelően hidrolizálni a keményítőt. A 2. táblázat a gabonák csirizedési pontjait mutatja be. Amennyiben az amiláz enzimek inaktiválódási pontja felett van a gabona csirizedési pontja a korábban említett enzimek készítményeket kell alkalmazni, vagy a sörfőzés technológiáján kell változtatni. Erre alkalmas az infúziós eljárás, amely során a pótanyagot előfőzik, hogy a keményítő elcsirizedjen, majd a már elcsirizedett pótanyagot a cefréhez keverik. A másik lehetőség a dekokciós eljárás, amely során a cefre egy részét elvezetik egy másik üstbe és magasabb hőmérsékletre emelik vagy forralják, ezáltal a keményítő elcsirizedik, majd visszavezetik a fő cefrébe. A dekokciós eljárás során többszörösen is végezhető a dekokció.

2. táblázat: A különböző gabonák és álgabonák csirizedési pontjai.

Forrás: Különböző forrásokból, saját szerkesztés

Gabona vagy álgabona fajtája	Csirizedési pont	Gabona vagy álgabona fajtája	Csirizedési pont
Árpa – malátázott	53-58 °C	Zab	52-62 °C
Árpa – malátázatlan	61-65 °C	Cirok	69-80 °C
Búza	52-65 °C	Kinoa	64 °C
Rizs	67-91 °C	Hajdina	65-72 °C
Kukorica	62-80 °C	Köles	54-80 °C

A sörfőzésnél figyelembe kell venni, hogy a pótanyagok milyen mértékben változtatják az extrakttartalmat. A különböző gabonák eltérő extrakt kihozattal rendelkeznek attól függően, hogy malátázottan vagy pótanyagként vannak jelen. A 3. táblázatban láthatóak a gabonák malátázott és malátázatlan extrakttartam értékei.

3. táblázat: Malátázott és malátázatlan gabonák extrakttartalma.

Forrás: Cadenas *et al* (2021) alapján.

Gabona típusa	Pótanyag extrakt (%)	Maláta extrakt (%)
Árpa	70	76-88
Búza	75	86
Rizs	84	64-78
Kukorica	78	68-69
Zab	72	62

2.5.1 Sörárpa

A sörárpa hátránya, hogy a héj kemény, nehezen őrölhető, ami a szűrésnél problémákhoz vezet. Ennek elkerülésére különböző előkezeléseket alkalmaznak, például hántolják, extrudálják. Ennek köszönhetően az árpa könnyebben elcsirizesedik így javul a szűrhetőség és emellett cefrőzés közben könnyebben feltárolódnak a β -glükánoknak és pentozánoknak. (Cadenas *et al*, 2021)

A sörárpa magvas, lágy és gazdag ízt ad a söröknek. A többi pótanyaggal ellentétben befolyásolja a habtartósságot, ugyanakkor a habtartósságot kialakító nitrogén tartalmú vegyületek és összetett fehérjék hűtés során zavarosságot is okozhatnak. Ez az oka annak, hogy világos sörökben nem alkalmazzák. (Stewart *et al*, 2017)

A sörárpát elsősorban pehely formában használják fel, ami magvas száraz ízt biztosít a sörnek. A sörárpát célszerű a fehérjepihenő előtt hozzáadni a cefréhez.

2.5.2 Búza

A búza, mint alapanyag az egyik legrégebb óta használt gabona. Számos sörstílus alapja. A pótanyagként használt búza a habtartósság és habstabilitás elősegítése mellett hozzájárul a sör testességéhez is. A habtartósság és habstabilitás növelését a magas proteintartalma okozza. A magas búza pótanyagtartalom lágyabb és selymes ízt eredményez. Hasonlóan alkalmazzák az árpához.

A búzát általában finomított keményítőformában vagy lisztként használják, előbbi nem gazdaságos, emiatt ritkán használt, míg liszt formában gyakoribb. A búzaliszttel előállított

sörök ugyanakkor magasabb alkoholtartalmat és gyengébb habstabilitást eredményeznek, mint a tisztán árpamalátából előállított sörök.

2.5.3 Rizs

A pótanyagként felhasznált rizs elsősorban a fogyasztásra szánt rizs melléktermékeként készül. A sörfőzők által kedvelt alap- és pótanyagként is. Amerikában a kukoricadara után a második legtöbbet használt pótanyag. A rizs endospermje a szem 89-94%-át teszi ki. Típustól függően 6-8% fehérjetartalommal rendelkezik, amely alacsonyabb az árpamalátáénál. A fehérje elsősorban glutein és albumin formájában fordul elő, amelyek közül az albumin képes a cefrébe oldódni. A rizs kevesebb szabad α -amino-nitrogént ad a cefréhez az árpához képest.

A rizs pótanyagként az egyik leggyakrabban felhasznált gabona. Több rizs faj létezik, mind eltérő tulajdonsággal, de nem mind alkalmas pótanyag. Alapvetően a rövidszemű rizsfajtákat alkalmazzák, ugyanis itt kevésbé fordul elő probléma a viszkozitással. A rizs hozzáadása növeli a cefre extrakttartalmát. Az extrakttartalomra számított költsége a kukoricadaránál magasabb.

A rizs pótanyaggal előállított sörök általában semleges aromával, kellemes ízekkel rendelkező sörök. A rizst leginkább dara, pehely, liszt formában szokták a cefréhez adni. (Marconi *et al*, 2017)

2.5.4 Kukorica

A kukorica, ahogyan a legtöbb pótanyag, az árpamalátánál olcsóbb. Poreda *et al* (2014) kutatásaiból kiderül, hogy 30% kukoricapótanyag 8%-os előállítási költségcsökkenést eredményezhet. A kukorica előnye, hogy az év egészében nagy mennyiségben megtalálható a piacon. Fizikai tulajdonságai és összetétele kis mértékben térnek el fajtán belül.

Ahogyan a 2. ábrán is látható, a kukorica az árpamalátánál magasabb csirízesedési ponttal rendelkezik. Az árpa és búza pótanyaghoz hasonló SZAN tartalommal rendelkezik. A kukorica nagyjából 10% fehérjét tartalmaz prolamin formában, amely hozzájárul a sörlé nitrogéntartalmához. A malátához hasonló mennyiségben tartalmaz erjeszhető cukrokat és dextrineket. Karakterét tekintve édes, sima és jellegzetes pattogatott és édes kukorica mellékízt eredményezhet. A kukorica hozzáadása csökkenti a polifenol és fehérje tartalmat a sörben, ezáltal csökkenti a testességét és zavarosságát a sörnek. Poreda *et al* (2014) kutatásai szerint a

kukorica hozzáadásával készült sörök alacsonyabb alkoholtartalommal, keserűbb ízzel és rosszabb habtartóssággal rendelkeznek, mint a kizárólag árpamalátával készült sörök.

A kukoricát pótanyagként három formában használják fel, ezek a dara, pehely vagy finomított keményítő. A dara elsősorban költséghatékonyság miatt használatos, kisebb extrakt kihozatalt eredményez, viszont nagyobb fehérje és zsírtartalommal rendelkezik. A pehely alacsonyabb nedvességtartalommal rendelkezik és magasabb az extrakt kihozatala és jobban befolyásolja az ízprofilt. A finomított keményítő forma nem elterjedt a magasabb ára miatt, de íz és karakterprofil szempontjából ennek van a legkevesebb negatív hatása.

A kukoricapehely és kukoricadara közt az egyik jelentős eltérés az előállításban rejlik, ugyanis a pehely átesik egy hőkezelésen, amely a kukoricát részlegesen vagy teljesen elcsirizesíti. A másik eltérés, hogy a kukoricapehely a sör íz és aromájához is hozzájárul.

A kukoricapehely előállítása során a kukoricát extrudálják. Ez azt jelenti, hogy egy csigás berendezésben, azaz egy extruderben magas nyomáson és hőmérsékleten a kukorica átmegy, majd a végén kipréselik. Ennek következtében nyomásváltozás megy végbe, a víz gőzzé alakul és a kukorica kitágul. Röviden összefoglalva az extrudálás egy hőkezelő és formázó eljárás. (Košutić *et al*, 2023)

Dara előállítás esetén a kukoricát nedvesítik, majd átesik egy hámozó és csírátlanító lépésen. Ezt követően a kukoricának az endosperm része marad meg, amelyet egy darálóval darálnak megfelelő méretre.

A dara alacsonyabb extrakt kihozatalt eredményez, mint a pehely és magasabb fehérje és zsírtartalommal rendelkezik.

2.5.5 Zab

A zab a sörgyártásban korábban kisebb szerepet töltött be, de manapság egyre inkább teret szerez köszönhetően a kedvező érzékszervi tulajdonságainak. Ilyen például, hogy Cadenas *et al* (2025) kutatásaiból kiderül, hogy gluténmentes sörök előállítására is alkalmas lehet. Az árpamalátához képest kisebb amiláz aktivitással, de magasabb β -glükán-tartalommal rendelkezik.

A zabpelyhet hasonlóan állítják elő a kukoricapehelyhez képest. Alacsonyabb extrakttartalommal rendelkezik, mint az árpamaláta, ezáltal alacsonyabb alkoholtartalmat eredményez és alacsonyabb csirizedési ponttal rendelkezik. A fehérje-, és olajtartalma

magasabb. A magas β -glükán-tartalom zavarosságot és magasabb viszkozitást eredményez, ami szűrési problémákhoz vezet. Kordialik-Bogacka *et al* (2014) kutatása alapján a malátázatlan zab esetén a sörlé viszkozitása arányosan növekszik a pótanyag mennyiségével, emellett a SZAN tartalom csökken. A zab használata alacsonyabb észter és magasabbrendű alkohol képződést eredményez.

Elsősorban a stout típusú sörökben használt pótanyag. Schnitzenbaumer és Arendt (2013) által készített kutatás kimutatta, hogy a malátázatlan zab pótanyagot tartalmazó sörök jobb aroma, és íz karakterekkel rendelkeznek és tisztább söröket eredményeznek, mint a teljes mértékben árpamalátából készített sörök.

A kizárólag zab malátát tartalmazó sörök jellemzően bogyós gyümölcsre jellemző íz- és illatjegyekkel rendelkeznek. A habtartóságuk Kordialik-Bogacka *et al* (2014) szerint. gyengébb az árpamalátával készült sörökhöz képest.

2.6 Malátázás során végbemenő változások

A malátázás egy kontrollált körülmények közt végbemenő csíráztatást és szárítást jelent. A malátázás során különböző biokémiai folyamatok mennek végbe az árpaszemen belül, emellett létrejön egy jól tárolható, nagyobb szemméretű és kedvező karakterekkel rendelkező termék, a maláta. (Kiss Zsuzsanna Sör- és szeszipari technológiák és minőségügy 1. előadása. (2025))

A malátázás során elindulnak különböző lebontási folyamatok, aktiválódnak enzimek és hormonok révén elindul a csíranövekedés is.

A fehérjéket proteolitikus enzimek bontják. Ezeknek az enzimeknek egy része már az árpában is jelen van, az aktivitásukat a csírázás szabja meg. A proteázok az aminosavból felépülő fehérjéket és peptideket bontják, azáltal, hogy bontják a felépítő peptidkötéseket. (Steiner *et al*, 2011 alapján)

Különböző enzimek, különböző makromolekulákat képesek bontani, ezt mutatja be a 4. táblázat. A táblázatban szintén látható, hogy az enzimes bontás során milyen termékek keletkeznek.

4. táblázat: Az árpamalátában található enzimek, és a keletkezett termékek.

Forrás: Kiss Zsuzsanna Sör- és szeszipari technológiák és minőségügy 1. előadása. (2025)

Lebontott makromolekula	Enzim	Keletkezett termék
Keményítő	β -amiláz	Maltóz, Maltotrióz, β -határdextrinek
	α -amiláz	Maltodextrinek
	Határdextrináz	Dextrinek
	Maltáz	Glükóz
	Szacharáz	Glükóz és fruktóz
Fehérjebontás	Endopeptidáz	Makropeptidek, Polipeptidek, Oligopeptidek
	Karboxipeptidáz	Aminosavak
	Aminopeptidáz	Aminosavak
	Dipeptidáz	Aminosavak
Sejtfalbontás	Endo- β -glükánáz	Kis molekulású β -glükánok
	Exo- β -glükánáz	Kis molekulású β -glükánok
Egyéb	Foszfataz	Foszforsav

Az enzimek rendelkeznek optimális hő és pH tartománnyal, emellett egy inaktiválási hőmérséklettel. A fehérjebontó enzimek e tulajdonságát mutatja be az 5. ábra. A fehérjebontó enzimek, vagy proteolitikus enzimek az 5. táblázatban láthatóan 4 csoportba oszthatók. A proteázok az aminosavakból felépített fehérjéket és peptideket bontják. Az enzimek a peptidkötéseket hidrolizálják, a peptidkötés az aminosavak közt létrejövő kémiai kötés. Az enzimek lehetnek exo-, azaz láncvégén bontó, vagy endo-hatásmechanizmusú, azaz a lánc belsejében bontó enzimek.

5. táblázat: A fehérjebontó enzimek pH és hőmérséklet optimuma és az inaktiválódási hőmérséklete.

Forrás: Laus *et al* (2025) alapján, saját szerkesztés.

Enzim	pH optimum	Hőmérséklet optimum	Inaktiválódási hőmérséklet
Endopeptidáz	4.5-5.0	45-60 °C	60 < °C
Karboxipeptidáz	4.8-5.6	40-60 °C	70 °C
Aminopeptidáz	6.0-9.0	52 °C	60 < °C
Dipeptidáz	7.8-8.2	40-50 °C	50 < °C

Sörfőzés szempontjából megfelelő mértékben szeretnénk bontani a makromolekulákat, ezért különböző pihenőket szokás tartani a cefrőzés során. A pihenő arra szolgál, hogy az adott enzim megfelelő ideig legyen képes jó hatásfokkal működni az inaktiválódása előtt. A fehérjebontó enzimek alacsonyabb hőmérséklettartománnyal rendelkeznek, mint a keményítőbontó enzimek, emiatt a fehérjepihenő a cefrőzés elején történik.

A pihenő idejének változtatásával lehetőség van az adott makromolekulák lebontási mértékét változtatni. A keményítő esetében a cél a teljes lebontás, de a fehérje esetében a túl hosszú pihenő, vagyis a nagy arányú fehérjebontás magas SZAN tartalmat eredményez, ami később magasabb rendű alkoholok keletkezéséhez és kedvezőtlenebb ízhez vezet. Emellett rontja a habstabilitást, mivel a habért felelős fehérjék lebontódnak, és csökken a testessége a sörnek, ugyanis a testesség kialakításában is szerepet játszanak a fehérjék.

A rövid pihenőidő ennek az ellentétét okozza, vagyis kevesebb SZAN-tartalmat eredményez, vagyis a fehérjéből nem keletkezik elegendő peptid és aminosav, ami az élesztő működéséhez szükséges. Emiatt kevesebb lesz az alkoholkihozatal. A lebontatlan fehérjék zavarosságot okozhatnak, ugyanis a fehérje kicsapódhat, ülepedhet, kolloid rendszer jöhet létre és a zavarosság mellett a szűrési képességet is ronthatja.

Sorensen és Ottesen (1978) mérései megállapították, hogy a sör átlagosan 0,5-1 g/l fehérjét tartalmaz, amelyek molekulatömege 5 és 100 kDa között mozog. A gabonákban jelenlévő fehérjék eltérnek funkciókban, fizikai és kémiai összetételben. Az gabonák három fő rétegében található fehérjék eltérő oldható fehérjetartalommal rendelkeznek. A három fő réteg az aleuron réteg, a keményítőben gazdag endosperm és az embrió. Ezek nagyjából 9, 87 és 4%-át teszik ki a teljes tömegnek.

2.7 A sörlében található fehérjék

Az gabonákban található fehérjéket 4 csoportba lehet osztani az Osborne-féle csoportosítás szerint, ezt mutatja be a 6. táblázat.

6. táblázat: Gabonákban található fehérjék az Osborne-féle csoportosítás szerint.
Saját szerkesztés

Fehérje-frakció	Oldhatóság	Példa	Funkció
Albumin	vízoldható	LTP1, amiláz, β -glükánáz	enzimfehérjék, funkcionális fehérjék
Globulin	sóoldatban oldható	edesztin	tartalékfehérjék
Prolamin	alkoholban oldható	hordein	fő tartalékfehérje
Glutein	lúgban oldható	hordein-polimer	sejtfalhoz kötött fehérje

Az gabonában található vízoldható albumin és a sóban oldható globulin elsősorban metabolikus szerepet betöltő fehérjékből állnak. Főként az aleuron rétegben és az embrióban találhatóak meg. A prolaminok csírázás során bomlanak, ezáltal az albuminok és egyéb vízoldható fehérjék mennyisége megemelkedik. Az enzimefehérjék általában albuminok vagy globulinok.

Az árpa globulin-frakciója az edesztin, amely sóoldatban oldódik, ennek köszönhetően a cefrőzés során is. Az edesztin az árpa fehérjéinek 15%-át teszi ki. Az árpában található albumin a leukozin, ami a fehérje 11%-át teszi ki. Cefrőzés során teljesen kicsapódik. Az albuminok jelentős szerepet játszanak a sör minőségi tulajdonságainak kialakításában, főleg a habstabilitásban és zavarosodásban. (Steiner *et al*, 2011 alapján)

A glutein az árpa fehérjéinek 30%-át alkotja. A glutein az endospermében található. Csak lúgban oldódnak, ezáltal a sörfőzés során nem bontódnak le, és a sörtörkölyön keresztül távoznak.

Az árpa prolaminja a hordein, amely a fehérje 37%-át adja. 80%-os alkoholban oldódó, sörfőzés során egy része a törkölyrel távozik. A hordein elsősorban az endospermében fordul elő és a hordein illetve a különböző prolaminok a gabonafélék fő tartalékfehérjéi. (Steiner *et al*, 2011 alapján)

2.8 Hab kialakulása és stabilitása

A hab fontos szerepet tölt be, a sör minőségi megítélésében. Meglehetősen szubjektív, és régió specifikus, ugyanis míg a csehek, belgák a vastag, testes habot preferálják, az amerikai sörökre a minimális hab jellemző. A szép, tartós hab egy pozitív érzést kelt a fogyasztóban.

A habot két szempontból érdemes vizsgálni, a kialakulása és stabilitása szerint. Kutatások kimutatták, hogy a kialakításért és tartósságért nem ugyan azok az összetevők felelősek. A hab kialakítását nagyban befolyásolja a sör hőmérséklete és a szén-dioxid tartalma. A szén-dioxid oldhatósága csökken a hőmérséklet növelésével, tehát több hab keletkezik.

A hab egy kolloid szerkezet, ahol a szén-dioxid diszpergálva van a sörben. A gázbuborékok által a hab felszíne jelentős mértékben megnövekedik a felületi feszültséggel szemben. A habtartósságot ezáltal növelni lehet, ha a sör több alacsony felületi feszültséggel rendelkező komponenst tartalmaz. (Bamforth, 1985)

A fehérje fontos szerepet szolgál a habtartósság során. A modern, pótanyagokkal és kevesebb malátát tartalmazó örleménnyel készített sörök velejárója a habtartósság csökkenése. A habtartósságot a stabilitása, textúrája és az üveggel való tapadóssága alapján szokták jellemezni. A hab abban az eseten tartós, ha megfelelő felületaktív anyagokkal rendelkezik.

Habtartósság szempontjából vannak pozitív és negatív összetevők. Steiner *et al* (2011) kutatásai alapján pozitívan hatnak a korábban említett fehérjék, a polipeptidek, a komló savak és a fém-ionok. Negatívan hatnak a lipidek, az egyszerű aminosavak és az etanol. A megfelelő hab elérése érdekében ezért a negatív és pozitív tulajdonságok megfelelő arányát kell megtalálni.

A hab-pozitív fehérjék közül vannak kis és nagy molekulatömegű fehérjék. A kis molekulatömegű fehérjék nagyrészt a malátából származnak, kisebb részt az élesztőből. Steiner *et al* (2011) megállapítása szerint a hab kialakulása során amfipatikus fehérjék a hab buborékokat körülveszik és egy védőréteg kialakításával képesek stabilizálni a buborékokat.

Bamforth (1978) kutatása kimutatta, hogy leginkább a kisebb molekulaméretű, 8-40 kDa molekulatömegű fehérjék járulnak hozzá a habtartósság kialakításához. Ez a kutatás emellett azt is megállapította, hogy a hidrofób tulajdonsággal rendelkező polipeptidek járulnak hozzá a legjobban a habtartóssághoz.

A habtartósság mellett a fehérjék befolyásolják az ízérzetet és a sör ködösségét is.

2.9 A szabad alfa-amino-nitrogén szerepe

A SZAN, vagyis szabad α -amino-nitrogén fontos szerepet játszik a sör cefrőzés utáni szakaszában, az erjedés során. Azokat a vegyületek, amelyek az élesztő nitrogéntápanyagát adják az élesztősejteknek az erjesztés során, illetve az ammóniumionokat nevezzük SZAN-nak. A SZAN ezáltal egy mérőszáma a nitrogénkészletnek. A söriparban a SZAN-t tartják a legjobb

mutatónak az élesztő életképességének, vitalitásának, erjedési hatékonyságának és a sör minőségének és stabilitásának az előrejelzésére. (Stewart *et al*, 2013)

A SZAN-tartalmat befolyásolja a maláta-pótanyag aránya. A sörben jelenlévő SZAN-tartalom egy része a cefrészésből ered, míg a másik része a közvetlenül a malátából. Stewart *et al* (2013) arról számol be, hogy újabb kutatások azt feltételezik, hogy a SZAN eredete a korábban feltételezett 70:30 arány helyett ennél még magasabb. Ahol a 70% a maláta eredetű SZAN mennyiség és a 30% a cefrészésből eredő.

Amennyiben az élesztő nem rendelkezik megfelelő nitrogén tartalmú tápanyaggal, vicinális diketonok jöhetnek létre. Ezek a sör ízétől idegen, vajkaramellás, kellemetlen ízt adnak a sörnek és az ízküszöb értékük is alacsony. A legfontosabb ilyen vegyület a diacetil, amelynek a mennyisége az erjedés időtartamát is megszabja. Az iparban a diacetil küszöbértékéhez kötött az erjedés időtartama.

A diacetil keletkezését befolyásolja az alapanyag SZAN-, oldható nitrogén-, és fehérjetartalma, illetve az élesztő minősége mennyisége, erjesztés ideje, a tank nyomása és a sör pH-ja.

3. Anyagok és módszerek

A felhasznált anyagok a pilseni maláta, zabpehely, kukoricadara és kukoricapehely voltak. Ezeket olyan helyekről szereztük be, amelyek sörfőzéssel foglalkoztak.

3.1 Cefrőzés

A cefrélést egy 1-CUBE típusú laboratóriumi cefrélővel végeztük. Standard azaz kongresszusi cefrélési módszert alkalmaztunk. Ez a cefrélés az extrakttartalom mérésére lett kifejlesztve és egységesítve. A kongresszusi cefrélést az EBC, vagyis a European Brewery Convention fejlesztette ki, az egységes reprodukálható mérések elvégzése érdekében. Az Analytica EBC, előírja, hogy ez a módszer 15 EBC színérték alatti sörökön végezhető el.

A mérés során, az Analytica EBC 4.5.1-es leírásától kis mértékben eltérve végeztük a mérést.

A különböző mintákat a megadott módon készítettük el, minden pótanyaggal és összetétellel két párhuzamos mérést végeztünk. A KD a kukoricadarát, a KP a kukoricapelyhet, a ZP a zabpelyhet jelöli, ez látható a 7. táblázatban.

7. táblázat: Az elkészített minták maláta-pótanyag összetétele. Saját szerkesztés.

Minta típusa	Maláta aránya	Pótanyag aránya
100% Pilseni	100%	0%
12% Pótanyag	88%	12%
24% Pótanyag	76%	24%
36% Pótanyag	64%	36%
Vegyes (KD+KP+ZP)	64%	12%-12%-12%

A kimért keveréket a cefrélő poharakba öntöttük, amelyeknek ismertük a tömegét. 200 ml desztillált vízzel csomómentesen összekevertük. A desztillált vizet korábban 45°C-ra melegítettük. Az automata cefrélőt idő közben szintén 45°C-ra melegítettük és behelyeztük a poharakat. 30 percig 100 rpm keveréssel kevertettük, majd 70°C-ra emeltük folyamatos keverés és 1°C/perc hőmérsékletemeléssel. 100 ml 70°C vizet adtunk hozzá 70°C elérésekor. 10 perccel utána mintát veszünk és jódpróbát végzünk 5 percenként. 70°C-on 1 óráig tartjuk, majd szobahőmérsékletre hűtjük. és 450 grammra egészítjük ki desztillált vízzel.

Ezt követően szűrjük redős szűrőpapírral és mérjük a szűrési időt. A szűrést addig folytatjuk amíg a szűrőréteg teteje láthatóan nedves. Az elcukrosítási időt is vizsgáltuk, a cefrőzés során, azután, hogy a cefre elérte a 70°C hőmérsékletet 5 perc elteltével egy pipetta mintát vettünk, majd jópróbát végeztünk 0,02n jóddal.

A szűrletet ezután Anton Paar Alcolyzer Plus és DMA4500 söranalízátoron mérjük, 2. ábra. A mért paraméterek az eredeti extrakttartalom plato fokban és a sűrűség voltak.

2. ábra: Anton Paar Alcolyzer Plus és DMA 4500 sűrűségmérő



3.2 Fehérje meghatározás

A fehérjemeghatározást Kjeldahl módszerrel végeztük. A Kjeldahl módszer egy háromlépéses indirekt nyersfehérjemeghatározási módszer. Élelmiszerek fehérjemeghatározására általánosan használt. A három lépés a roncsolás, desztillálás és titrálás.

A roncsolást egy VELP Scientifica® DKL Heating Digester géppel végeztük. Ez az automata roncsológép a Kjeldahl módszer elvégzésére van kialakítva.

A 3.1-es bekezdés alapján cefrézett sörléket két körben roncsoltuk. A cefrézéssel megegyezően minden összetételből 2-2 párhuzamos mérés volt. A különbség az volt, hogy a három 100% pilseni maláta helyett csak kettőt használtunk. Ebből a két mintából mértünk 3 roncsolást. Ennek az oka az volt, hogy a Kjeldahl tablettánk, nem tartalmazott gyárilag rézgálicot, emiatt azt manuálisan adtunk hozzá, kivéve ahhoz az egy mintához, hogy láthassuk, hogy okoz-e különbséget az eredményekben.

Az első lépés a sűrítés, minden mintából 20 ml-t kimértük a roncsoló csőbe és 2 ml tömény kénsavat adtunk hozzá. A roncsoló csöveket a gépbe helyezve lefuttatuk a roncsolási programot, ami 165°C-os roncsolást jelentett összesen 85 percig. A 85 perc alatt először 20, majd 10 percenként osszeráztuk a mintákat, hogy elkerüljük a kifutásukat.

A sűrítés után 15 percig hagytuk hűlni. Miután lehűlt a minta 2-2 db Kjeldahl roncsoló tablettát adtunk a mintákhoz és 0,8 g $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ -t, ennek a szerep az, hogy a réz-szulfát katalizátor szerepet tölt be a reakció során és a laborban lévő tabletták a rézgálicot nem tartalmazó típus volt. A tabletták után még 20-20 ml tömény kénsavat és habzásgátlót adtunk a sűrített mintához.

A roncsolást 420°C-on, 85 percig végeztük, majd a roncsolás végén a fekete sűrítményből egy kékes-zöld oldatot kaptunk. A mintákat hagytuk lehűlni.

Lehűlés után 30ml desztillált vizet 100 ml 33%-os NaOH-t adunk a csövekhez óvatosan, anélkül, hogy kifutna a roncsolat. Adagolás közben rázogatni kell, hogy jól feloldódjon a minta. A desztilláló berendezéssel kompatibilis csőbe átöntjük a roncsolatot, a maradékot egy kevés desztillált vízzel beleöblítjük. A mintákat 5 percig desztilláljuk. A desztillátumot egy jégfürdőben lévő szedőlombikba. A szedőlombikba előzetesen 80 ml 4%-os H_3BO_3 -t és brómkreolzöld indikátort adtunk.

A titrálást 0,1 M H_2SO_4 oldattal végeztük, halvány rózsaszínes színváltozásig.

Az eredményeket az alábbi képlettel számoltuk:

$$N\% = \frac{V_{fogyás} \times f_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times 0,0028016 \times 100}{m_{\text{minta}}}$$

Ebből a fehérjetartalmat az alábbi összefüggéssel számoltuk:

$$NyF = 6,25 \times N\%$$

3.3 SZAN meghatározás

A SZAN meghatározást az Analytica-EBC Analytica 8.10.1 alapján végeztük.

A SZAN, azaz szabad α -amino-nitrogén meghatározását ninhidrines módszerrel végeztük. A mérés elve a ninhidrin aminosavas színreakcióján alapul. A szín mélysége egyenesen arányos a szabad α -amino-nitrogén koncentrációval.

A korábbi 3.1-es cefrőzés alapján cefrézett sörlevekből mintánként 3-3 párhuzamos mérést végeztünk, tehát az összetételenként 6-6 mérést. A három csak pilseni malátát tartalmazó mintából csak kettőt használtunk fel. Standard mintából két mintát készítettünk és mindkettőből 3-3 abszorbancia mérést végeztünk.

A mintákból 100 ml-es mérőlombikba 1-1 ml-t pipettáztunk, majd desztillált vízzel jelre töltöttük. A mérőlombikot homogenizáltuk. A hígított mintákból 2 ml-t kémcsőbe pipettáztunk, majd 1 ml ninhidrines színreagenst adunk hozzá. A kémcsöveket alufóliával lefedjük, majd 16 percig forraljuk. Forralás után hűtővízzel visszahűtjük szobahőmérsékletre. A minták mellett 2 standardot is készítettünk ugyanúgy, de minta helyet 1-1ml standard oldatot pipettáztunk. Lehűtés után 5-5 ml hígító oldatot pipettáztunk a kémcsövekbe és vortexeltük. A mintákat spektroszkóppal 570 nm-es színtartományban vizsgáltuk.

A számoláshoz készítettünk egy referenciaoldatot is, amelyben 5ml hígító oldat, 2ml desztillált víz és 1ml színreagens volt. A referenciaoldat adja meg a 0 abszorbancia értéket.

A standard oldat 2 mg/L glicin tartalmú, és ehhez viszonyítjuk a mintákat. A standard oldat azért tartalmaz glicint, mert ez a legegyszerűbb aminosav.

A mintákból és standardokból is 3-3 párhuzamos mérést végeztünk.

A SZAN tartalom számítása az alábbi módon történt:

$$SZAN = \frac{A_{minta}}{A_{standard}} \times 2 \times 100$$

4. Eredmények és értékelésük

A kapott eredmények a kongresszusi cefrézésen alapulnak, az így kapott mintákból végeztük a SZAN és fehérjemeghatározást.

4.1 Kongresszusi cefrézés

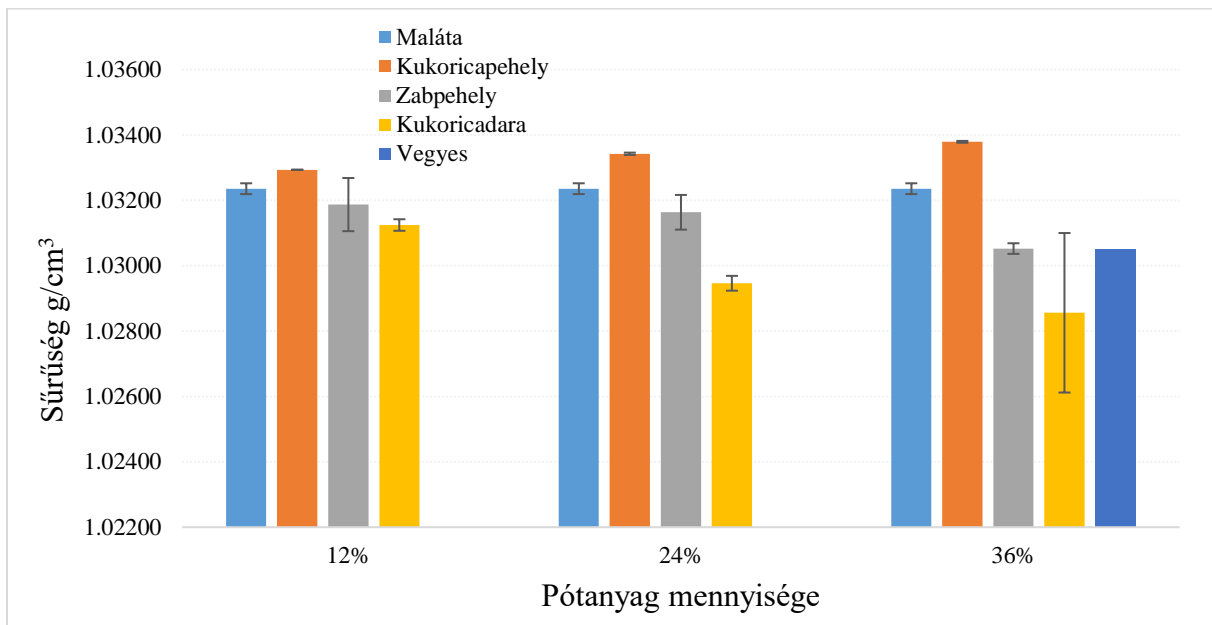
Az Anton Paar Alcoalyzer Plus söranalizátor és DMA 4500 sűrűségmérővel mért sűrűség és eredeti extrakttartalom eredmények a 8. táblázatban láthatóak.

8. táblázat: A minták extrakttartalma és sűrűsége. Saját szerkesztés.

Minta	Extraktttartalom (°P)	Szórás	Sűrűség (g/cm ³)	Szórás
12% Kukoricadara	8,33000	0,04243	1,03125	0,00018
24% Kukoricadara	7,88667	0,08485	1,02946	0,00023
36% Kukoricadara	7,67000	0,00000	1,02856	0,00244
12% Zabpehely	8,48000	0,05657	1,03187	0,00081
24% Zabpehely	8,42000	0,12728	1,03164	0,00053
36% Zabpehely	8,15000	0,01414	1,03053	0,00016
12% Kukoricapehely	8,74000	0,01414	1,03294	0,00000
24% Kukoricapehely	8,86000	0,04243	1,03343	0,00004
36% Kukoricapehely	8,94500	0,00707	1,03379	0,00003
12-12-12% Pótanyag	8,14000	0,02828	1,03050	0,00012
100% Pilseni maláta	8,60000	0,03606	1,03236	0,00017

A sűrűség változását a 3. ábra mutatja be. A sörlé sűrűsége az extrakttartalomhoz hasonló tendenciával változott. Ennek az oka az, hogy minél több a sörlében lévő erjeszhető cukor, annál magasabb a sűrűség is, ugyanis a cukor magasabb sűrűség felé tolja el azt.

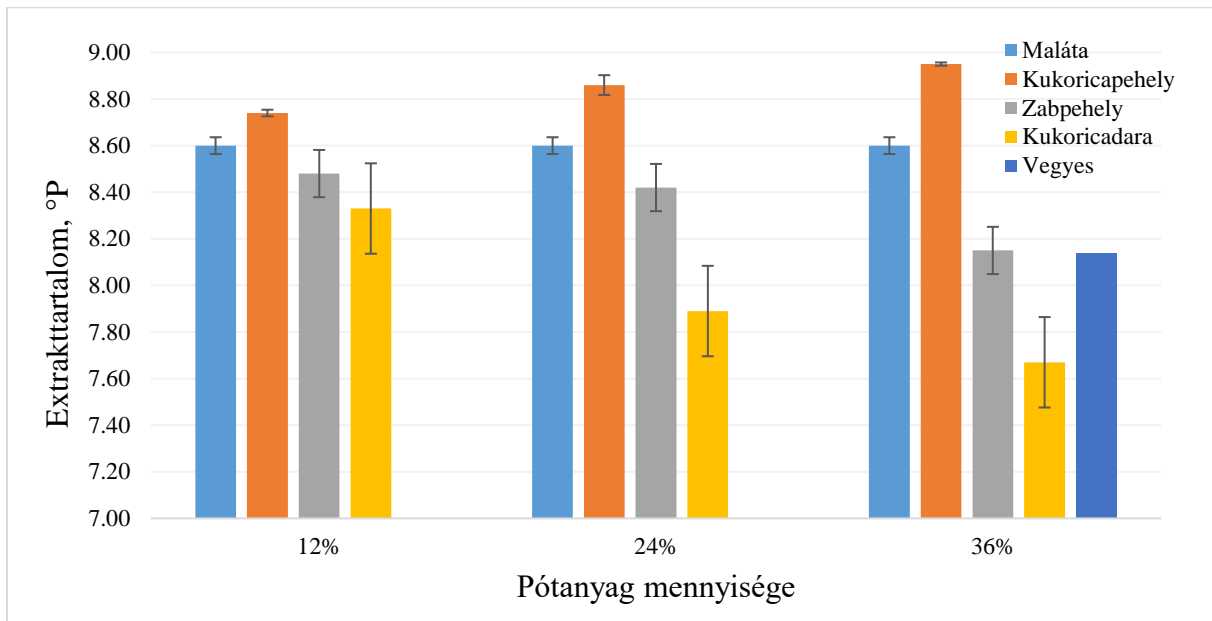
3. ábra: A különböző minták árpamalátához viszonyított sűrűségváltozása. Saját szerkesztés



A 4. ábrán láthatóak az átlagolt extrakt értékek. A grafiknról leolvasható, hogy a kukoricadara és a zabpehely esetén minél nagyobb arányban adunk pótanyagot a cefréhez, annál kevesebb extrakttartalmat kapunk. A kukoricadara esetében ez drasztikusabb csökkenést okoz. A kukoricapehely esetében növekedés volt tapasztalható a pótanyag növelésével. A 100% malátát tartalmazó sörlé extrakttartalma 8.6 °P volt. A 12% pótanyagok esetén a kukoricapehely 8.74, a zabpehely 8.48, a kukoricadara 8,33 °P volt. 24% pótanyagtartalom esetén a KP 8.86, a ZP 8.42, a KD 8.15 °P volt. 36% pótanyagtartalom esetén a KP 8.95, a ZP 8.15, a KD 7.67 °P volt, a vegyesé pedig 8.14 °P.

A vegyes pótanyaggal előállított sörlé esetében a zabpehelyhez hasonlóan csökkent az extrakttartalom. Az 36% pótanyaggal előállított minták átlagos extrakttartalma 8.26 °P, ez 1,4% eltérést mutat a vegyes minta 8.14°P extrakttartalmához képest. Ez alapján arra lehet következtetni, hogy a kukoricadara és kukoricapehely ellensúlyozza egymást a sörlében. Amilyen mértékben tolja pozitív irányba a kukoricapehely, olyan mértékben csökkenti a kukoricadara, és a negatív eltérést a zabpehely adja meg a tiszta malátához képest.

4. ábra: A különböző minták árpamalátához viszonyított extrakttartalom-változása.
Saját szerkesztés

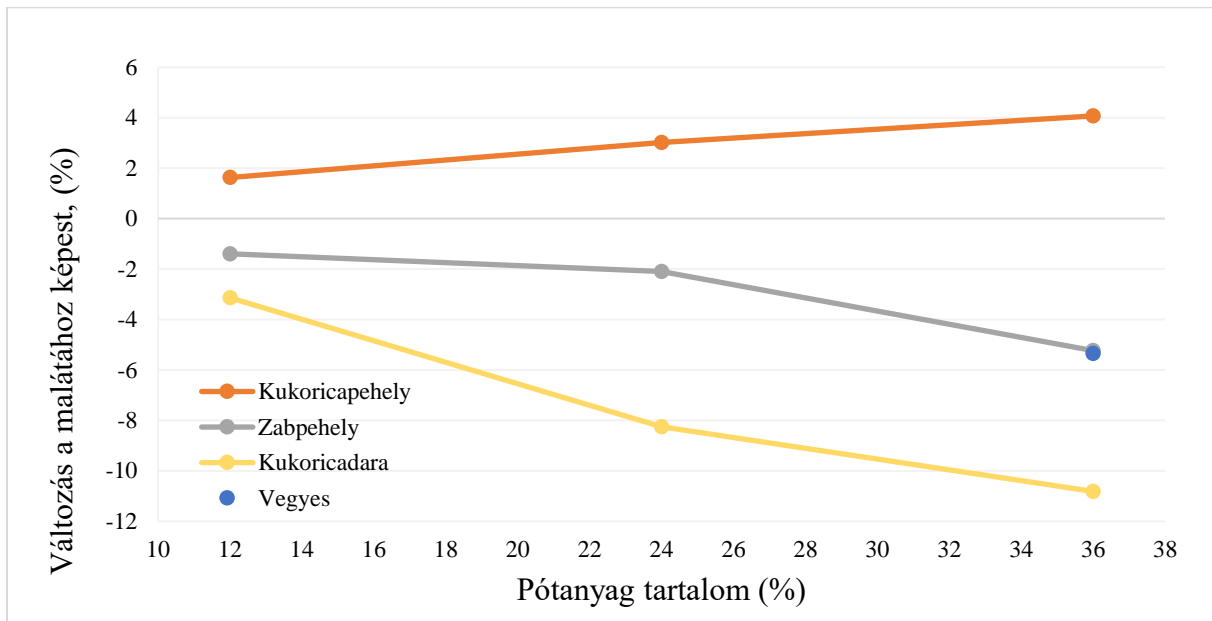


A kukoricapehely extrakttartalom növelésének oka az lehet, hogy a kukoricapehely előállításánál a kukoricapehely hőközlésen esik át, ezáltal a fehérjét teljesen vagy részlegesen feltárják. Ezáltal a malátából származó enzimek mellett a kukoricából is származnak enzimek a cefrében.

Az 5. ábrán a pótanyagok extrakttartalmának százalékos változását mutatja be, ahol a maláta a 0%-nak felel meg. Az ábrán látható, hogy a kukoricapehely a 1,6-4% extrakttartalom növekedést mutat, míg a zabpehely 1,4-5,2%, a kukoricadara 3,1-10,8% és a vegyes 5,3% csökkenést mutat.

Ez alapján látható, nem csak a gabona típusa, hanem a pótanyag típusa is befolyásoló tényező az extrakttartalom mennyiségében.

5. ábra: A minták extrakttartalmának százalékos változása az árpamalátához képest. Saját szerkesztés.



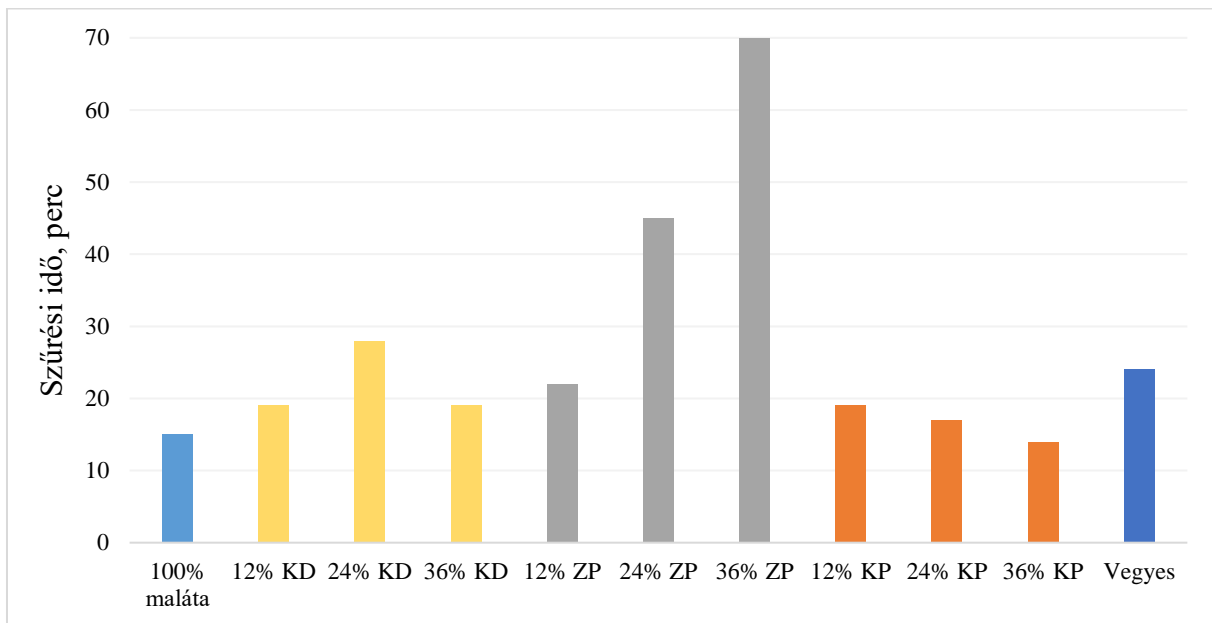
A kongresszusi cefrőzésnél 24% kukoricadara mintából 3 darab lett mérve, ugyanis az egyik cefrőzése során, nem megfelelő mennyiségű desztillált vízzel lett feltöltve, de az eredményeken nem befolyásolta szignifikánsan

A szűrési időt percben megadva mértük, addig ameddig a szűrőréteg teteje teljesen száraz nem lett. A szűrési időt 70 perc fölött nem mértük. Amennyiben a szűrés 1 órán belül végbemegy akkor a szűrés normális, ha 1 óra fölött szűrődik le, akkor hosszú a szűrési sebesség.

A szűrési időt azért kell figyelembe venni, mert a túlzott növekedése gazdasági szempontból hátrányos és az egész folyamatot lassítja. A szűrési idők átlagolt eredményeit mutatja be a 6. ábra.

Błażewicz *et al* (2007) eredményeivel összevetve, ahol 20-30-40% kukoricadara tartalmú sörleveket vizsgált a tiszta maláta szűrési idejére ellentétes eredményeket kaptunk. Błażewicz *et al* esetében többnyire csökkent a szűrési sebesség a pótanyag emelésével, míg a mi esetünkben növekedett. Az általuk használt két különböző malátaminta 90 illetve 45 perc szűrési sebességet eredményezett ellenben az általunk mért átlag 15 perccel.

6. ábra: A minták átlagos szűrési idejének összehasonlítása. Saját szerkesztés.



Az ábrán látható, hogy a pótanyagok hozzáadása általánosan növelte a szűrési időt az árpamalátához képest, kivéve a kukoricapehely minták esetében, ugyanis ott minimális növekedés tapasztalható.

A 36% kukoricapehely esetében a minimális növekedés azért lehetséges, mert a kukoricapehely előállításakor a kukorica elcsirizesedett és a cefrőzés során a pótanyag jelentős része lebontódott.

A kukoricadara esetében szokatlan, hogy a 36% pótanyagot tartalmazó minta jobban szűrődött, mint a 24% pótanyagot tartalmazó minta. Lehetséges, hogy a 24%-os minta esetében a minta csomósodott vagy nem sikerült jól megállapítani a szűrés végét és ezért lett ez a nem várt eredmény.

A zabpehely esetében jól láthatóan növekszik a szűrési idő arányosan a hozzáadott zab mennyiségével. Ennek az oka az, hogy a korábban is említett Cadenas *et al* (2021) kutatása is kimutatta, hogy a zab jelentős β -glükán tartalommal rendelkezik és ezek a rostok rontják a szűrési képességet és a viszkozitást.

Az elcukrosodási idők a 9. táblázatban láthatóak. Az elcukrosodási időt, a két legközelebbi mérési pont intervallumaként adtuk meg. A tiszta pilseni malátát tartalmazó minta elcukrosodási egybeesik a Weyermann® pilseni malátájának elérhető 15 perces elcukrosodási idejével.

9. táblázat: A különböző minták elcukrosodási ideje. Saját szerkesztés

Minta típusa	Elcukrosodási idő	Minta típusa	Elcukrosodási idő
100% Maláta	10-20 perc	36% Zabpehely	10-20 perc
12% Kukoricada	20-30 perc	12% Kukoricapehely	10-20 perc
24% Kukoricadara	50-60 perc	24% Kukoricapehely	10-20 perc
36% Kukoricadara	50-60 perc	36% Kukoricapehely	0-10 perc
12% Zabpehely	10-20 perc	Vegyes minta	30- 40 perc
24% Zabpehely	10-20 perc		

A táblázatból kiderül, hogy a kukoricadara növelte, a zabpehely és a kukoricapehely nem változtatta lényegesen az elcukrosodási időt. Ennek az oka a pótanyag előállításában rejlik, ugyanis a kukorica és zabpehely esetén a pótanyag már részben vagy teljesen elcsirizedett formában van jelen, ezáltal az enzim könnyebben hozzáfér a keményítőszerszkezethez és gyorsabban képes azt elcukrosítani.

A vegyes minta esetében növekedett az elcukrosodási idő, ebben az esetben is a kukoricadara a meghatározó tényező az idő növelésében.

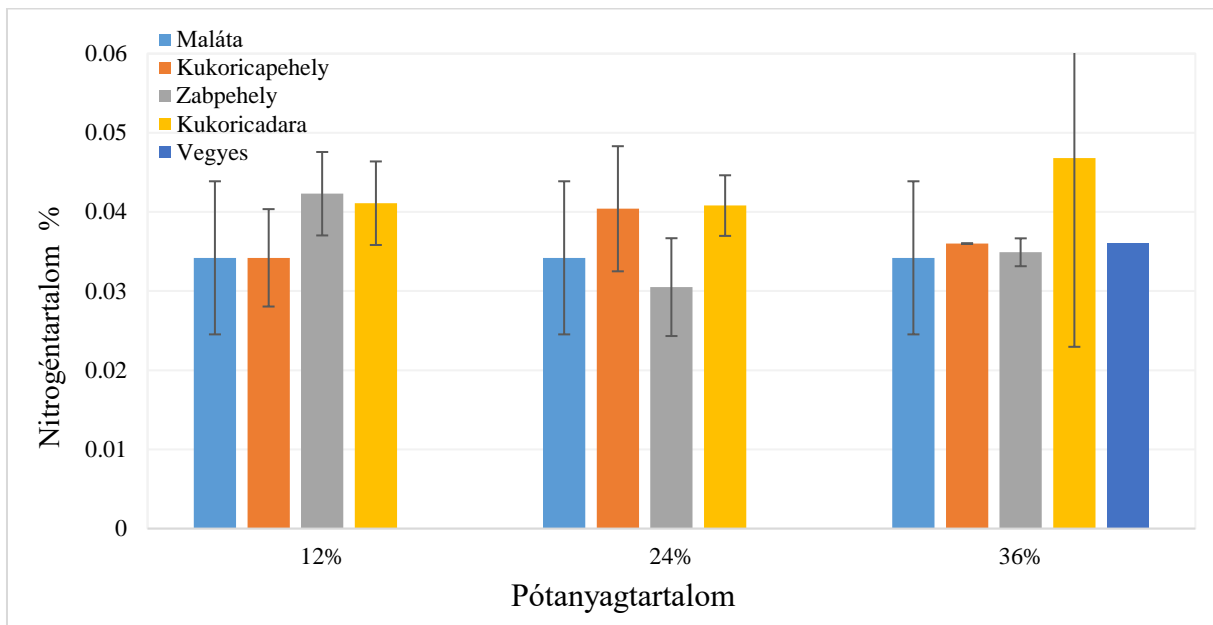
4.2 Fehérjemeghatározás

A fehérjemeghatározás során a sűrűség segítségével kiszámoltuk a minták tömegét, majd a képlettel megkaptuk a nitrogén és fehérjetartalmat.

A 7. és 8. ábrából látható, hogy a nitrogén és fehérjetartalom nem változik nagy mértékben, a kukoricadara esetében tapasztalható igazán növekvő tendencia. A 24% zabpehely és a (12% kukoricapehely) kivételével, minden esetben emelkedett a nitrogén és fehérjetartalma a sörlének. Az 1. táblázat alapján látható, átlagosan az árpamaláta fehérjetartalma nagyobb, mint a kukoricáé, emiatt az eredmény látszólagosan ellentmond.

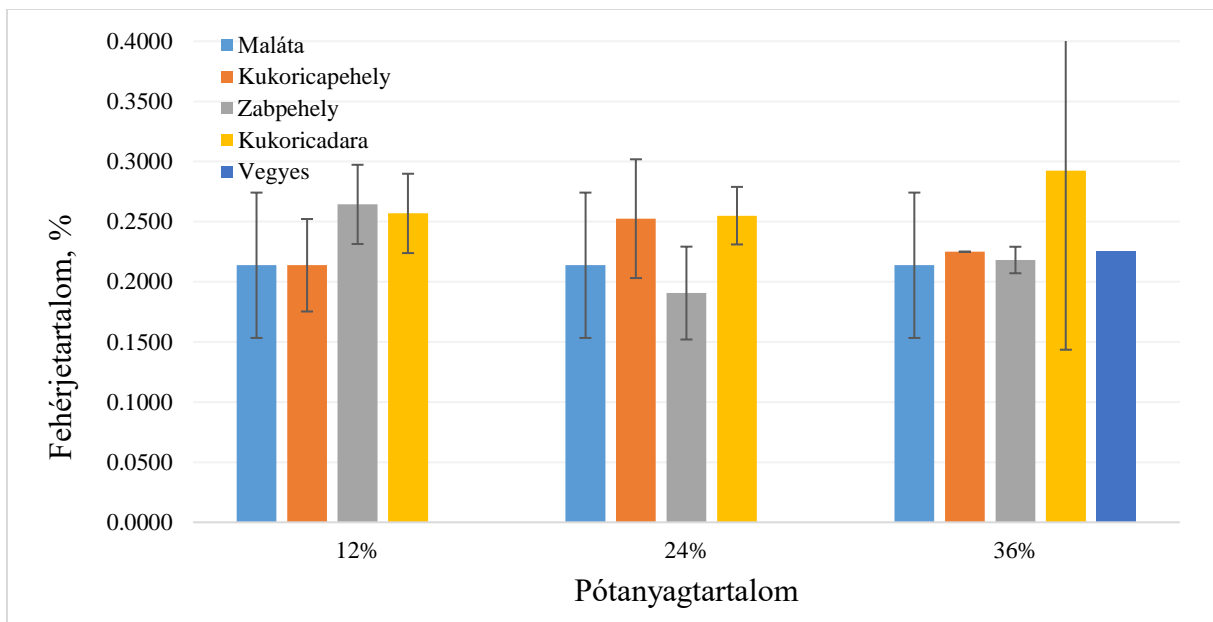
A mérés során Kjeldahl – módszerrel végeztük a mérést, ami fehérjeként veszi figyelembe az összes nitrogéntartalmú vegyületek a mintában, ezért az ellentmondásnak az lehet az oka, hogy a cefrőzés során a maláta enzimek könnyebben bontották le a kukorica fehérjéit. Ez alapján a növekvő fehérjetartalom inkább tükrözi a jobb fehérjebontást, mintsem a magasabb fehérjetartalmat a pótanyagoknál.

7. ábra: A minták árpamalátához viszonyított nitrogéntartalma. Saját szerkesztés.



A 8. ábra mutatja be a mért nitrogéntartalomból számított fehérjetartalmat. A fehérjetartalom a nitrogéntartalomból számolható, emiatt az arányok és különbségek megegyeznek a nitrogéntartalomnál mért eltérésekkel.

8. ábra: A minták árpamalátához viszonyított fehérjetartalma. Saját szerkesztés.



Az eredmények alapján a fehérje és nitrogéntartalomra a legnagyobb hatással a kukoricadara volt, míg a legkisebb eltérést a zabpehely mutatta. A kukoricadara fehérjetartalma 6-10%, a zab fehérjetartalma 12-17% míg az árpamalátáé 10-12%. Ez alapján látható, hogy

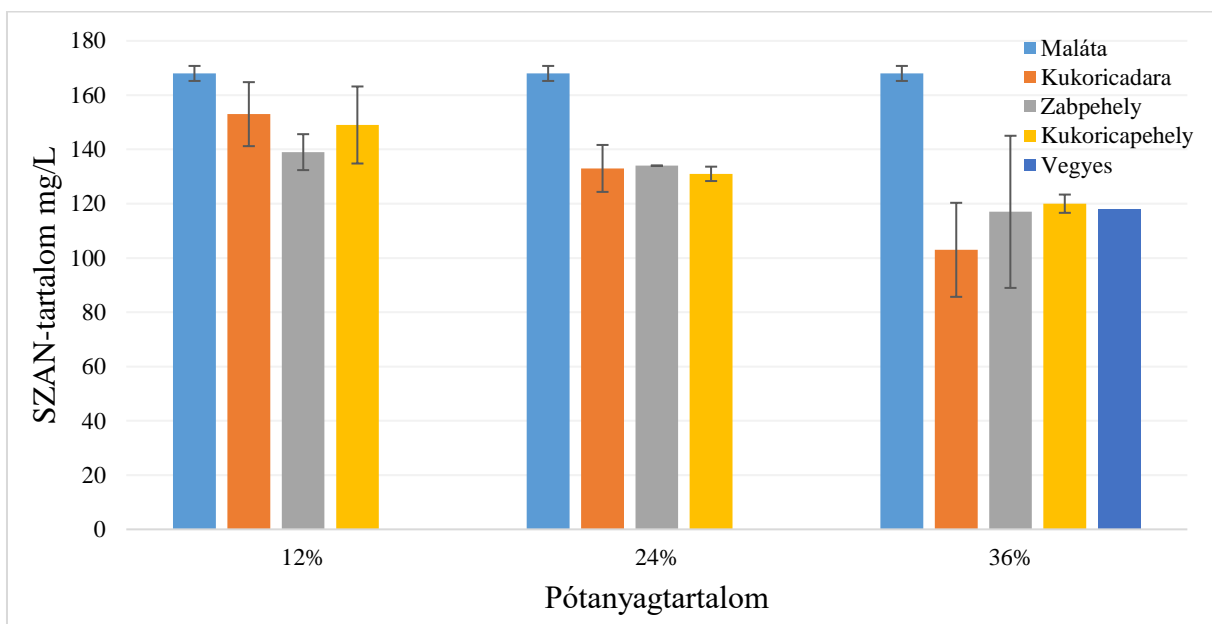
Tehát ha kukoricadarával helyettesíti az árpamalátát, akkor szükségszerűen kevesebb fehérjét visz be, és abból kevesebb fog hasznosulni.

4.3 SZAN meghatározás

A SZAN meghatározás alátámasztotta, hogy a pótanyagok nem juttatnak szabad aminosavakat a cefrébe. A legtöbb SZAN-t a 100% pilseni malátát tartalmazó minta tartalmazta. A pótanyagok növelésével a SZAN csökkent, tehát jól látható, hogy a sörlében jelenlevő SZAN a malátából ered, ezt mutatja a 9. ábra. A pótanyagok közt többnyire nincs nagy eltérés, a 12% zabpehelynél van kisebb eltérés és a 36% kukoricadaránál, ez betudható akár mérési pontatlanságnak vagy a kukoricadara esetében egy bizonyos mennyiség felett drasztikusabban változik a SZAN tartalom ezt szemlélteti a 10. ábra.

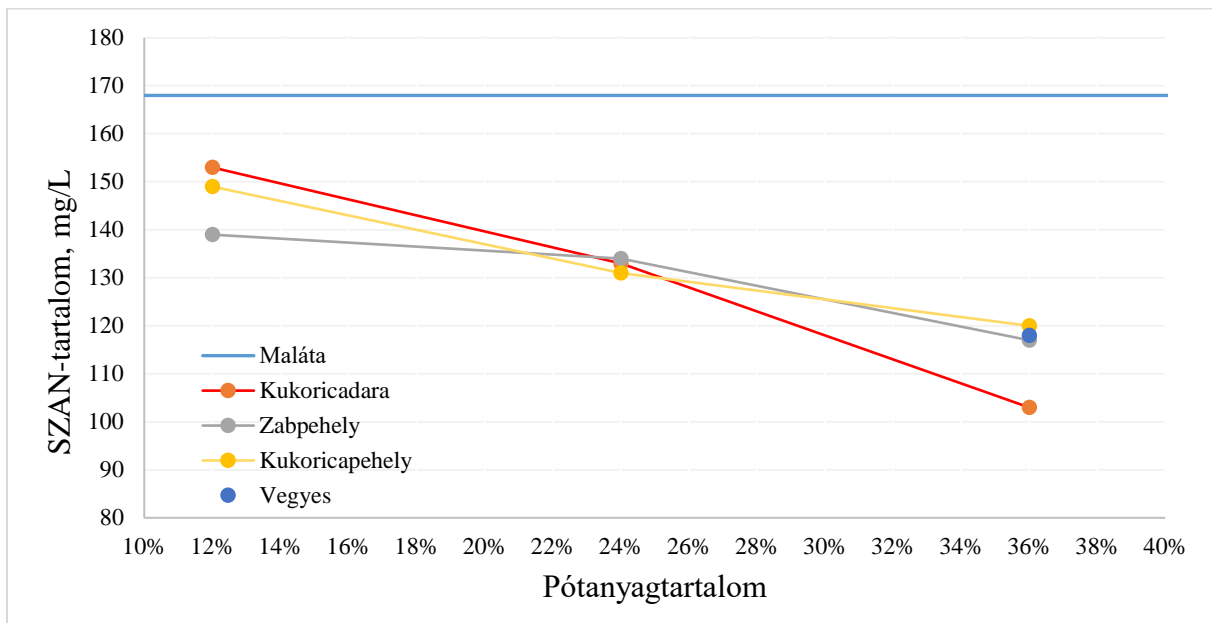
A referencia maláta 168 mg/L SZAN tartalommal rendelkezik. A 12% pótanyagtartalomnál a KP 149, ZP 139, KD 153 mg/L, 24%-nál KP 131, ZP 134 KD 133 mg/L, 36%-nál KP 120, ZP 117, KD 103, vegyes 118 mg/l volt.

9. ábra: A minták SZAN-tartalmának változása az árpamalátához viszonyítva.
Saját szerkesztés



A legnagyobb csökkenés a 36% kukoricadara esetében volt. Azáltal, hogy a maláta egy részét kukoricára cseréltük, amely alacsonyabb fehérjetartalommal rendelkezik a továbbiakban a SZAN-t is jól láthatóan csökkentette. A zabpehely és kukoricapehely esetében mérsékeltebb volt a csökkenés, ez szintén az előállítási módra vezethető vissza. A csökkenő SZAN tartalom a későbbiekben esetlegesen ízhibák kialakulásához vezethet. A diacetil és az általa okozott ízhiba kialakulása szorosan összefügg a SZAN-tartalommal.

10. ábra: A minták SZAN-tartalmának változása az árpamalátához képest. Saját szerkesztés.



A korábban említett Błażewicz *et al* (2007) mérési eredményekkel összevetve a 20% pótanyagtartalomra 162 mg/L, 30% pótanyagtartalomra 148 mg/L, 40% pótanyagtartalomra 136 mg/L, míg tiszta malátára 215 mg/L SZAN-tartalmat kaptak. A mi esetünkben már a tiszta malátára mért SZAN-tartalom is alacsonyabb volt, de a csökkenő tendencia hasonlóan megjelenik.

5. Következtetések és értékelésük

A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a pótanyagok alkalmazása a cefrőzés során befolyásolja a technológiai folyamatokat és az ez által kapott sörlé tulajdonságait. A felhasznált pótanyagok eltérő módon változtatták a sörléket, ezek az eltérő hatások elsősorban a pótanyagok kémiai tulajdonságából, szerkezeti felépítésétől és a pótanyag típusából erednek.

A kukoricapehely esetében a szűrési idő minimálisan változott. Az extrakttartalom a pótanyag növelésével arányosan nőtt, ami a pehely gyártása során végbemenő technológiai lépéseknek köszönhető. Gyártás során hőkezelésen megy keresztül, ami elcsirízesíti a kukorica keményítőjét, így könnyebben feltárható lesz a keményítő a cefrőzés alatt. A fehérje és nitrogéntartalom a pótanyag hozzáadásával enyhén nőtt, tehát a kukoricapehely jól használható pótanyagként akár 36%-os összetétellel is.

A kukoricadara esetében a szűrési idő hosszabbodott, de itt nem lehet egyértelműen megállapítani az eredmények alapján, hogy milyen mértékben, itt szükséges több mérést elvégezni, hogy egyértelműen látszódjon. Az extrakttartalom csökkent, ennek az oka az, hogy a dara előállításánál nem kap hőkezelést a kukorica, ezáltal a csirízesedés nem megy végbe és a keményítőkészlet nincs akkora mértékben feltárva. A fehérje és nitrogéntartalom enyhén nőtt, ennek az oka hasonlóan a kukoricapehelyhez feltehetően abból adódik, hogy a kukorica fehérjéi könnyebben bontódnak, mint az árpamaláta fehérjéi. A kukoricadara használatakor ajánlott egy előkészítő lépést alkalmazni a csirízesedés hiánya miatt.

A zabpehely esetében a szűrési idő jelentősen nőtt a pótanyag növelésével arányosan. Ennek az oka elsősorban a zab összetétele és azon belül is a magas β -glükán tartalom volt. 12-24% esetében még elfogadható volt, de a 36% pótanyagnál már hosszú volt. Az extrakttartalom csökkent, ennek oka a zab szerkezetében rejlik, ugyanis a keményítője nehezebben feltárható, mivel a csirízesedési pontja 52-62°C, míg kukoricáé 62-80°C fok. A fehérje és nitrogéntartalom nagy mértékben nem változott.

A három vizsgált pótanyagot egyenlő arányban tartalmazó minta eredményei többnyire a három minta átlagát adták vissza, ami utalhat arra, hogy a kedvező és kedvezőtlen tulajdonságai a pótanyagoknak kiegyenlítették egymást.

A SZAN eredmények alapján elmondható, hogy a pótanyagok a malátához képest kisebb mértékben járultak hozzá a szabad α -amino-nitrogén készlethez.

A vizsgált pótanyagok közül a legtöbb pozitív tulajdonsággal a kukoricapehely rendelkezett, ezt követte a kukoricadara, majd a legkevésbé előnyös a zab volt. A zab esetében érdemes lenne elvégezni ugyan ezeket a méréseket hozzáadott enzimekkel, hogy magasabb β -glükán bontás mellett, hogyan változna az extrakt-, SZAN- és fehérjetartalom.

Annak ellenére, hogy a mérések alapján a kukoricapehely volt a kedvezőbb a sörlé számára, a kukoricadara a preferált a nagyüzemekben, ugyanis a kukoricadara előállítási költsége, ezáltal piaci ára alacsonyabb.

6. Összefoglalás

A sörgyártás egyik legfontosabb technológiai lépése a cefrézés. Az alapanyagok nagy része itt kerül bele a sörbe. Cefrézés során a malátában és az egyéb pótanyagokban lévő makromolekulák, elsősorban keményítő, fehérjék lebontása történik, enzimatis folyamatok által. Az enzimek által lebontott molekulák oldhatóvá válnak így végbe tud menni a cefrézés, vagyis egy szilárd-folyadék extrakció. A cefrézés révén rendelkezésre álló fehérje és nitrogénvegyületek fontos szerepet játszanak a sörlében. A mennyiség és fehérje típusa határozza meg az erjesztésnél rendelkezésre álló nitrogénmennyiséget és a végtermék érzékszervi minőségeit, például a habtartósságot és zavarosságot.

A szakdolgozat célja a különböző gabona alapú pótanyagok, jelen esetben a kukorica és zab, miként befolyásolják a sörlé tulajdonságait a cefrézést követően, attól függően, hogy milyen arányban adjuk hozzá a malátához. A kukorica dara és pehely formában, míg a zabot csak pehely formában vizsgáltuk, illetve a három típusból egy vegyes mintát készítve vizsgáltuk. A pótanyagot három különböző százalékban adtuk hozzá a malátához, a vegyes minta esetében mindhárom pótanyag azonos arányban volt jelen. A mérések lehetőséget adtak arra, hogy a pótanyagok közül megtudjuk, hogy melyik pótanyag, milyen arányban változtatja a mért paramétereket. Az így kapott eredményekből következtettünk arra, hogy amennyiben érdemes, milyen összetételben ajánlott alkalmazni az adott pótanyagot.

A vizsgálatok alapja a kongresszusi cefrézés volt, ezáltal a mérések jól reprodukálhatók és összehasonlíthatók és értékelhetők. A mérések közt meghatároztuk a minták szűrési idejét, elcukrosodási idejét, extrakttartalmát, sűrűségét, fehérje-, nitrogén- és SZAN-tartalmát.

A mérési eredmények alapján megállapítható volt, hogy a pótanyagok arányának növelése egyértelműen csökkentette a SZAN-tartalmat, a legtöbb esetben csökkentette az extrakt- és fehérjetartalmat is, és növelte a szűrési időt is. A zabpehely esetében ez a magas β -glükán tartalom miatt volt, a kukoricadara esetében a dara előállítás módszeréből adódott a csökkenés. A kukoricapehely a SZAN kivételével inkább pozitív változtatást eredményezett.

Az eredmények alapján a kukoricapehely volt a legmegfelelőbb pótanyag. Ez az eredmény azonban felveti azt a kérdést, hogy a nagyüzemek miért a kukoricadarát létesítik előnyben, amire a magyarázat nem a minőségi paraméterekben, hanem a költségekben keresendő, ugyanis a kukoricadara előállítása jóval gazdaságosabb. Ezek az eredmények alátámasztották a szakirodalomban állított tényeket és megerősítik azt a tényt, hogy a pótanyagok nagyban hozzájárulnak az előállított sör tulajdonságaihoz.

7. Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni a segítséget konzulensemnek, Dr. Kun-Farkas Gabriella tanárnőnek, emellett Dr. Kiss Zsuzsanna és Dr. Kun Szilárd oktatóknak, akik iránymutatásukkal segítettek a szakdolgozatom elkészítését és segítettek a laboratóriumi méréseim elvégzését.

8. Irodalomjegyzék

- Agriculture University Of Tirana, Devolli, A., University Of Tirana, Dara, F., Agriculture University Of Tirana, Stafasani, M., Agriculture University Of Tirana, Shahinasi, E., Agriculture University Of Tirana, Kodra, M., 2018. The Influence of Protein Content on Beer Quality and Colloidal Stability. *IJIAAR* 2, 391–407.
<https://doi.org/10.29329/ijjaar.2018.174.12>
- Ahma, G., Gashi, K., Idrizi, M., Rustemi-Ameti, H., Idrizi, X., Luma, R., Miftari, H., Alija, D., Ziberi, E., 2024. BARLEY AS A RAW MATERIAL FOR BEER PRODUCTION AND ITS PROCESSING TECHNOLOGY. *jftn* 7, 56–65. <https://doi.org/10.62792/ut.jftn.v7.i13-14.p2689>
- Bamforth, C.W., 1985. THE FOAMING PROPERTIES OF BEER. *Journal of the Institute of Brewing* 91, 370–383. <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.1985.tb04359.x>
- Beáta H.V., n.d. Az ásványi anyag tartalom tanulmányozása a sörgyártás műveleti lépései során.
- Błażewicz, J., and Zembold-Guła, A. (2007). MILLED CORN PRODUCTS IN WORTS PRODUCTION. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 57(4A), pp.41–44.
- Buiatti, S., 2009. Beer Composition: An Overview, in: *Beer in Health and Disease Prevention*. Elsevier, pp. 213–225. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373891-2.00020-1>
- Cadenas, R., Caballero, I., Nimubona, D., Blanco, C.A., 2021. Brewing with Starchy Adjuncts: Its Influence on the Sensory and Nutritional Properties of Beer. *Foods* 10, 1726.
<https://doi.org/10.3390/foods10081726>
- Cela, N., Condelli, N., Caruso, M.C., Perretti, G., Di Cairano, M., Tolve, R., Galgano, F., 2020. Gluten-Free Brewing: Issues and Perspectives. *Fermentation* 6, 53.
<https://doi.org/10.3390/fermentation6020053>
- Delcour J.A., Hosoney R. C., 2010. Principles of Cereal science and technology. AACC International Press
- Didier, M., Bénédicte, B., 2009. Soluble Proteins of Beer, in: *Beer in Health and Disease Prevention*. Elsevier, pp. 265–271. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373891-2.00024-9>
- EBC Analytica, 4.3.1 - Total Nitrogen of Malt: Kjeldahl Method (IM), 2004, 22 October 2018
- EBC Analytica, 4.5.1 - Extract of Malt: Congress Mash, 2004, 22 October 2018
- EBC Analytica, 4.10 - Free Amino Nitrogen of Malt by Spectrophotometry, 1997, 22 October 2018
- EBC Analytica, 8.10.1 - Free Amino Nitrogen in Wort by Spectrophotometry - Manual Method (IM), 2015, 23 October 2018
- Evans, D.E., Goldsmith, M., Damberg, R., Nischwitz, R., 2011. A Comprehensive Reevaluation of Small-Scale Congress Mash Protocol Parameters for Determining Extract and Fermentability. *Journal of the American Society of Brewing Chemists* 69, 13–27.
<https://doi.org/10.1094/ASBCJ-2011-0111-01>

- Evers, J.M., Hughes, C.G., 2002. ANALYSIS | Chemical Analysis, in: Encyclopedia of Dairy Sciences. Elsevier, pp. 34–40. <https://doi.org/10.1016/B0-12-227235-8/00015-8>
- Fox, G., 2018. Starch in Brewing Applications, in: Starch in Food. Elsevier, pp. 633–659. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100868-3.00016-0>
- Goldhammer T., 2008. The brewer's handbook : the complete book to brewing beer
- Kiss Zs., 2025. Sör- és szeszipari technológiák és minőségügy 1. előadásai
- Kordialik-Bogacka, E., Bogdan, P., Diowksz, A., 2014. Malted and unmalted oats in brewing. Journal of the Institute of Brewing 120, 390–398. <https://doi.org/10.1002/jib.178>
- Košutić, M., Djalović, I., Filipović, J., Jakšić, S., Filipović, V., Nićetin, M., Lončar, B., 2023. The Development of Novel Functional Corn Flakes Produced from Different Types of Maize (*Zea mays* L.). Foods 12, 4257. <https://doi.org/10.3390/foods12234257>
- Laus, A., Zarnkow, M., Gastl, M., Jacob, F., 2025. Review on Recent Advances and Novel Approaches in Milling and Mashing. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 24, e70239. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70239>
- Marconi, O., Sileoni, V., Ceccaroni, D., Perretti, G., 2017. The Use of Rice in Brewing, in: Li, J. (Ed.), Advances in International Rice Research. InTech. <https://doi.org/10.5772/66450>
- Picariello, G., Nitride, C., Mamone, G., Iimure, T., Addeo, F., Ferranti, P., 2013. Beer Proteomics, in: Toldrá, F., Nollet, L.M.L. (Eds.), Proteomics in Foods. Springer US, Boston, MA, pp. 399–424. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5626-1_21
- Pliansrithong, P., Usansa, U., Wanapu, C., 2013. Increasing of Nitrogenous Substances in Wort by Using Commercial Enzymes and Modifying Mashing Method 3.
- Poreda, A., Czarnik, A., Zdaniewicz, M., Jakubowski, M., Antkiewicz, P., 2014. Corn grist adjunct - application and influence on the brewing process and beer quality: Corn grist adjunct. J. Inst. Brew. 120, 77–81. <https://doi.org/10.1002/jib.115>
- Rani, H., Bhardwaj, R.D., 2021. Quality attributes for barley malt: “The backbone of beer.” Journal of Food Science 86, 3322–3340. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15858>
- Sayre-Chavez, B., Bettenhausen, H., Windes, S., Aron, P., Cistué, L., Fisk, S., Helgerson, L., Heuberger, A.L., Tynan, S., Hayes, P., Muñoz-Amatriaín, M., 2022. Genetic basis of barley contributions to beer flavor. Journal of Cereal Science 104, 103430. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2022.103430>
- Schnitzenbaumer, B., Arendt, E.K., 2013. A comparative study of oat (*Avena sativa*) cultivars as brewing adjuncts. Eur Food Res Technol 236, 1015–1025. <https://doi.org/10.1007/s00217-013-1965-2>
- Sebestyén, A., Kiss, Zs., Vecseri-Hegyés, B., Kun-Farkas, G., Hoschke, Á., 2013. Experiences with laboratory and pilot plant preparation of millet and buckwheat beer. Acta Alimentaria 42, 81–89. <https://doi.org/10.1556/AAlim.42.2013.Suppl.10>

- Steiner, E., Gastl, M., Becker, T., 2011. Protein changes during malting and brewing with focus on haze and foam formation: a review. *Eur Food Res Technol* 232, 191–204.
<https://doi.org/10.1007/s00217-010-1412-6>
- Stewart, G.G., Russell, I., Anstruther, A., 2017. *Handbook of Brewing*. CRC Press.
- Stewart, G.G., Hill, A., Lekkas, C., 2013. Wort FAN – Its Characteristics and Importance during Fermentation. *Journal of the American Society of Brewing Chemists* 71, 179–185.
<https://doi.org/10.1094/ASBCJ-2013-0921-01>
- Yorke, J., Cook, D., Ford, R., 2021. Brewing with Unmalted Cereal Adjuncts: Sensory and Analytical Impacts on Beer Quality. *Beverages* 7, 4.
<https://doi.org/10.3390/beverages7010004>

9. Ábrák és táblázatok jegyzéke

1. ábra: A pótanyagok csoportosítása.	5
2. ábra: Anton Paar Alcolyzer Plus és DMA 4500 sűrűségmérő.....	19
3. ábra: A különböző minták árpamalátához viszonyított sűrűségváltozása.	23
4. ábra: A különböző minták árpamalátához viszonyított extrakttartalom-változása.	24
5. ábra: A minták extrakttartalmának százalékos változása az árpamalátához képest.....	25
6. ábra: A minták átlagos szűrési idejének összehasonlítása.	26
7. ábra: A minták árpamalátához viszonyított nitrogéntartalma.	28
8. ábra: A minták árpamalátához viszonyított fehérjetartalma.	28
9. ábra: A minták SZAN-tartalmának változása az árpamalátához viszonyítva.....	30
10. ábra: A minták SZAN-tartalmának változása az árpamalátához képest.	31
1. táblázat: Különböző söriparban használt gabonák keményítő és fehérjetartalma.	7
2. táblázat: A különböző gabonák és álgabonák csirízesedési pontjai.	8
3. táblázat: Malátázott és malátázatlan gabonák extrakttartalma.	9
4. táblázat: Az árpamalátában található enzimek, és a keletkezett termékek.	13
5. táblázat: A fehérjebontó enzimek pH és hőmérséklet optimuma és az inaktiválódási hőmérséklete.....	13
6. táblázat: Gabonákban található fehérjék az Osborne-féle csoportosítás szerint.....	15
7. táblázat: Az elkészített minták maláta-pótanyag összetétele.....	18
8. táblázat: A minták extrakttartalma és sűrűsége..	22
9. táblázat: A különböző minták elcukrosodási ideje.	27

10. Nyilatkozatok

Nyilatkozat a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Rimóczi Balázs
A Hallgató Neptun kódja: LG5M2X
A dolgozat címe: Különböző maláták fehérje-tartalmának vizsgálata, és a söripari cefrézés hatása annak oldódására
A megjelenés éve: 2025
A konzulens intézetének neve: Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem
A konzulens tanszékének a neve: Biomérnök és Erjedésipari Technológia Tanszék

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

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

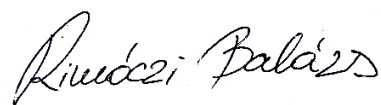
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

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

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

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2025. év 11. hó 3. nap



Hallgató aláírása

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Rimóczy Balázs
Neptun-kódja:	LG5M2X
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	X BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	Szakdolgozat
A munka címe:	Különböző maláták fehérje-tartalmának vizsgálata, és a söripari cefrézés hatása annak oldódására

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.
(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrektúra, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
Fordítás	ChatGPT, GPT-4o	----

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott eszköz verziója, elérhetősége	MI-neve,	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma
----	----	----	----	----

3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....

.....

.....

.....

4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: Budapest, 2025. 11. hó 10. nap

Rivóczy Balázs

Hallgató aláírása

Dr. Kőrösi Balázs

Konzulens/Témavezető aláírása

11. Konzulensi nyilatkozat

NYILATKOZAT

Rimóczy Balázs (hallgató Neptun azonosítója: **LG5M2X**) 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 védésre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: *Budapest, 2025. november 3.*


belső konzulens