

Sörkészítés technológiájának kidolgozása kölesből

1. Bevezetés

A gabonafélék és származékaik ősidőktől fogva jelentős részét képezik az emberiség táplálékforrásának. A coeliákias betegség már az ókorban is ismert volt. A szó a görög „koilia”-ból ered, jelentése has. Az első tüneteket a görög gyermekorvos, kappadókiai Aretaiosz írta le a Kr. utáni I. században, aki a földművelésből élők gyermekeinél azonosított a betegséghez hasonló problémákat. Tőle ered az elnevezés is. Ekkor azonban még nem ismerték pontos jellemzőit. 1888-ban Londonban az angol Samuel Gee írta le részletesen csecsemőknél a kórképet. Gee először krónikus gyomorrontásként írta le, ami bármelyik korban előfordulhat. Felismerte azt, hogy a páciens gyengesége, és sápadtsága miatt lehet, hogy a bélpanasz fölött könnyen átsiklanak. Kimondta, hogy ilyen panaszokkal rendelkező embereknek szigorú diétát kell tartani. A döntő felfedezést 1950-ben a holland gyermekorvos Van Dicke tette, aki észrevette, hogy a lisztérzékenység kiváltásáért a kalászos gabonafélékben (búza, árpa, rozs, zab) levő glutén egyik fehérjéje, a gliadin a felelős. Kutatótársával, a biokémikus Van de Kamerral együtt megfigyelte, hogy a háború alatti gabonaféltéses időkben a coeliákias gyermekek állapota jelentősen javult, majd a háború után a búzalisztből készült kenyér fogyasztása után ismét súlyos klinikai tünetek alakultak ki a gyermekeknél. 1956-ban dr. Frazer megalkotta a betegség biokémiai magyarázatának elméletét, miszerint a vékonybél nem tud termelni egy enzimet, amely a gliadint bontaná.

Napjainkban kissé felgyorsultak a coeliakia témakörében folyó tudományos kutatások. A nyugati szakirodalom közölt egy olyan tudományos cikket, amelyben leírják, hogy egy a lisztérzékenység kezelésére alkalmas tablettát előállítására készülődnek a kutatóorvosok. Ebben a gliadint bontó enzimet használnák fel a betegség kezelésére. Ezután joggal reménykedhetünk abban, hogy a már kb. 3000 éve ismert betegség kezelésére talán lesz egy olyan gyógyszer, amelyet csak egyszerűen bevéve megoldódhatnak a coeliákiasok mindennapi gondjai.

A coeliákia, azaz a gluténérzékenység a magyarok több, mint egy százalékát sújtja; a betegség kialakulását okozó gént pedig a népesség mintegy harminc százaléka hordozza (<http://www.weborvos.hu/>)

A glutén egy olyan gabonafehérje, ami glutelinből (gluteninből) és prolaminból áll. A prolamin (rossz biológiai minőségű fehérje) gabonától függően másképp nevezik: gliadin (búza és a rokonai), secalin (rozs), hordein (árpa), avenin (zab), zein (kukorica), kafirin (köles), oryzin (rizs).

A lisztérzékenység nem allergia, hanem élelmiszer-intolerancia (glutén-, prolamin-, gliadin-intolerancia), ami genetikailag meghatározott, és nem gyógyítható, diétával viszont kezelhető. Ez az érintetteknek egy egész életen át tartó diétát jelent. (Thalacker, Bößendorfer et al. 2006).

A betegség tünetei néha nem elég feltűnőek, meghatározóak ahhoz, hogy az érintettek tudják magukról, hogy lisztérzékenyek. Gyakori hasmenés, puffadás, sápadtság, testsúlyvesztés, izomgörcs, csont- és ízületi fájdalmak jellemzik.

A diéta során szigorúan kerülni kell a gluténtartalmú ételeket. A cöliákias betegek többek között olyan sört sem fogyaszthatnak, ami gluténtartalmú gabonából készült; a forgalomba kerülő termékek nagy része tartalmaz árpamalátát. Tekintve a betegség előfordulásának az arányát, lenne kereslet a gluténmentes sörökre.

Gluténmentes sör előállítható hajdinából, kölesből, cirokból és más gluténmentes (ill. elenyészően alacsony gluténtartalmú) gabonákból, mint amarant, teff és quinoa. Magyarországon kapható árpából készült gluténmentes sör is, amiből utólag speciális módszerrel vonják ki az allergén fehérjét (Neumarkter Lammsbräu, Glutenfrei).

A kölesből előállított sörhöz gazdaságosan természetű az alapanyag; az indiai köles Afrikában és Indiában őshonos – bírja a szárazságot és a magas hőmérsékletet. Olyan területeken is megél, ahol például búza, kukorica, árpa termesztése nem megoldható. Az indiai köles a Föld köles termesztésének 50 %-át kiteszi több, mint 260 000 km²-en. indiai kölest használnak kisipari, tradicionális sörfőzésre („opálos” lager sör) leginkább a Szaharától délre eső területeken; kis mennyiséget malátáznak Zimbabweban a cirokot kiegészítendő.

Gluténmentes sör további előállítási lehetőségei, és kutatások témája, a glutén enzimatis lebonthatása a sörfőzés során és a glutén fehérje extrakciója a kész sörökből palackozás előtt (mint pl. a Magyarországon is kapható Neumarkter Lammsbräu). Ezek a módszerek tudományosan még nem elfogadottak. Másik megoldás más cukortartalmú alapanyagokból és aromákból, alkoholból a sör előállítása, mint például méz, izocukor, szirupok – ezeknek az ízvilága sajnos csak emlékeztet a sörre.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A lisztérzékenység

A lisztérzékenység egy autoimmun betegség, azaz a szervezet a saját alkotóelemeit (ebben az esetben antigének) „idegen testnek” érzékeli. Az antigének lehetnek például fehérjék, vagy poliszacharidok.

A betegség általában gyerekkorban jelentkezik (habár manapság ez egyre kevésbé igaz), tünetei a hasmenés, puffadás, rossz közérzet, hirtelen fogyás; többek között. A legsúlyosabb a következmény, ha nem észlelik időben a betegséget, hogy a vékonybél nyálkahártyája károsodik. Ebben az esetben a tápanyagok nem tudnak felszívódni, súlyos vitamin-, ásványi anyag- és tápanyaghiány alakul ki.

A betegség okozóját, a glutént csak az ötvenes években fedezték fel. A betegség eredete valószínűleg genetikai, habár más elméletekről is születtek szakirodalmak: új felfedezés, hogy a betegek 90 százaléka előzőleg adenovírusos fertőzésen esett át (<http://www.medimix.hu/>).

A betegség diagnosztizálása régebben nagyon nehéz volt, manapság immunkémia eljárásokat hívnak segítségül. Biztos diagnózist csak vékonybél biopsziával lehet fölállítani.

2.1.1. Gluténtartalom meghatározása élelmiszerekben

A betegség súlyossága, és a toleranciaszint egyénfüggő. Ezért nagyon nehéz megállapítani azt a határértéket, hogy mi számít „gluténmentesnek”. Az ilyen határértékek megállapításakor a problémás összetevőknél figyelembe veszik az „ADI” (Acceptable Daily Intake, - elfogadható napi beviteli mennyiség) értékeket. Az első lépés az ADI koncepció alkalmazása. Itt először állatkísérletekkel megállapítják a NOEL-értéket (No-observed-effect-level, - azaz nincs megállapítható hatás), amit osztanak egy biztonsági együtthatóval (legtöbbször 100), ebből lesz az ADI, mg/kg testtömeg mértékegységgel. Allergén-, vagy más egyéb intoleranciát okozó anyagok esetében ez a módszer nem használható, állatkísérletek nem alkalmasak erre a feladatra. Ehelyett bonyolult klinika megfigyeléseket és tesztek alkalmaznak embereken, ámbar a különböző egyének érzékenysége az adott anyagra különböző, ami megnehezíti az egyértelmű határértékek megállapítását. Annak ellenére, hogy gluténtartalmú gabonák és az abból előállított termékek (pl. sör) glutén-határértékekre nem vonatkozik semmilyen jogerős előírás, a sörök gluténmentes ill. „szegény gluténban” jelzője meghatározható. Ennek alapját képezi a Codex Alimentarius által ajánlott határérték, ami 20 mg glutén-200mg/kg élelmiszer.

A gluténtartalom megállapításában az immunkémiai rendszerek váltak be. A gyakorlatban leginkább az ELISA-módszert (Enzyme Linked Immunosorbent Assay) alkalmazzák. Ezt az enzimimmunesztet leginkább a különböző anyagok meghatározására használják élelmiszerek esetén, és ez a módszer elfogadott a MEBAK (Mitteleuropäische Brautechnische Analysenkommission) alapján. A gluténtartalom meghatározásakor a coeliákiáért felelős gliadin-mennyiséget állapítják meg, és szorozzák meg kettővel, mivel a glutén körülbelül 50 százaléka gliadin. Az immunkémiai tesztek mellett alkalmazzák a DNS-analitikát, ezen belül is a polimeráz-láncreakciót (PCR). Ez a módszer általában 10mg glutén/liter sör érzékelésére képes maximum.

2.2. Gluténmentes alapanyagok

2.2.1. A glutén

A glutén – népies nevén a siker - egy olyan gabonafehérje, ami glutelinből és prolaminból áll. A lisztérzékeny emberek a glutén gliadin részére érzékenyek. A gluténnek köszönhetően lesz a liszt és víz keverékéből ragadós, nyúlós, cukorszerű massa. A glutén emulgeál, stabilizál, formál, ez adja a kenyér szerkezetének tartását, és aromaanyagok „tárolására” is alkalmazzák.



1.ábra: Gluténliszt kukoricából

A glutén 90%-a aminosav, 8%-a lipid és 2%-a szénhidrát. Két Osborne-frakcióból épül fel: a glutelin alkálisókkal oldható, a prolamin 70%-os etanol oldattal. A glutén egynegyede glutenin, háromnegyede gliadin. A glutenin nagy molekulatömegű, míg a gliadin kis molekulatömegű, és elválasztás-technikai eljárásokkal, elsősorban elektroforézissel komponensekre bonthatók. (Lásztity, 1996, 1999):

Kis molekulatömegű (LMW, vagyis Low Molecular Weight) gliadin (prolamin) komponensek, amelyekre jellemző, hogy egy polipeptidláncból állnak, diszulfid kötéseik intramolekulárisak, molekulájuk globuláris jellegű; valamint

nagy molekulatömegű és kis molekulatömegű glutenin komponensek (HMW, vagyis High Molecular Weight és LMW), amelyekre jellemző, hogy több polipeptidláncból épülnek fel, melyeket intermolekuláris diszulfidkötések kapcsolnak össze, a molekula lineáris jellegű (Némedi 2009).

Az elektroforetikus mobilitásuk alapján további α -, β -, γ -, w- prolaminokat különböztethetünk meg, amelyek mennyiségi eloszlása minden gabonanövénynél más és más (Kasarda et al., 1983). Coeliakiásokra nézve az α - és β -típusú prolaminokat tartják elsősorban

toxikusnak (búza esetében 60%-át teszik ki a gliadin frakciónak), a γ -prolamin (30%-ot képvisel a gliadin frakción belül) kevésbé bizonyult toxikusnak (Némedi 2009).

Glutént tartalmaznak az alábbi élelmiszerek:

- Búza és búzaeredetű termékek (búzaliszt, korpa, töret, dara, csíra, csíraolaj, hidrolizált búzafehérje, búzafehérje alapú sütőipari térfogatnövelő szerek)
- Rozs és rozseredetű termékek
- Árpa és árpaeredetű termékek
- Tönkölybúza
- Gluténliszt

A zab és zaberetű termékek a legújabb vizsgálatok szerint nem okoznak coeliákiát (Thalecker, Böbendorfer et al., 2006)

A vizsgálatok a búza gliadinjára irányulnak a leginkább, mivel az emberi táplálkozásban ez a legjelentősebb. A búza glutén frakcióján belül a gliadin és a glutenin egymáshoz viszonyított aránya 1:1.

2.2.2 Gluténmentes gabonák

Sörfőzésre alkalmas, gluténmentes gabonák közé tartozik a köles, a hajdina, a cirok, az amaránt a quinoa, teff, kukorica és rizs. A kukorica- és rizssörök gyártása és fogyasztása elterjedt, ezért ezeket a dolgozatomban nem említem.

A hajdina (*Fagopyrum vulgare*) a keserűfűfélékhez tartozó, Közép-Ázsiából származó lisztes magvú növény. Héja vastag, ezért hántolva fogyasztják. Szemtermése barnás-feketés terméshéjjal borított, háromélű, legömbölyített gúla, levelei nyílhegyet formáznak (<http://szentfazek.freeblog>.)



2. ábra: Hajdina

A cirok (*Sorghum spp.*) Afrika egyik legfontosabb, történelmi időktől termesztett gabonája. Nagyon változékony, gazdaságilag mintegy 23 faja jelentős. Melegigényes. Hazánkban a dél-ázsiai tarka cirokot (*Sorghum bicolor*) termesztik, szemes- és silótakarmány, valamint ipari nyersanyag (kerítés, kosárfonás, seprű-, kefe- cellulózgyártás). Emberi fogyasztáson kívül takarmánynak, alkoholos italok és biofuel előállítására is használják (Hortobágyi T., 1980).

Az amaránt (*Amaranthus s.*) neve a görög amarantos névből származik, jelentése: ami sosem hervad, nem hervadó. Ez a nemzetség gyomokat is magába foglal, de leginkább értékes

zöldség, gabona, vagy dísznövény. Az amaránt magjainak átlagos fehérje-, zsír-, rost- és ásványi anyag-, valamint az esszenciális aminosavak közül a lizintartalma (izomépítésben és regenerációban szerepet játszó aminosav) nagyobb, míg a szénhidrátartalma kisebb a hagyományos gabonaféléknél.

A quinoa (*Chenopodium quinoa*) a köleshez leginkább hasonlító, egynyári növény. Több proteint tartalmaz, mint a többi gabonaféle, 100 grammjának átlagosan 16,2 százaléka fehérje. Különösen sok káliumot, magnéziumot, kalciumot, foszfort, vasat, B-, C-, E-vitaminokat és karotint tartalmaz. Leginkább Dél-Amerikában fogyasztják (<http://www.quinoa.net/>).

A teff (*Eragrostis tef*) Etiópiából származó, apró szemű (átlagosan 0.8 mm átmérőjű) gabonanövény. Magjának nagyon magas a kalcium tartalma, de tartalmaz foszfort, vasat, rezet, alumíniumot, báriumot, és tiamint is. Kitűnő az aminosav-összetétele, lizin tartalma magasabb, mint az árpáé, vagy búzáé. Gyakran a kölesfélékhez sorolják, ugyanúgy, mint a foniot (*Digitaria exilis*) (<http://chetday.com/teff.html>).

2.2.3. A köles

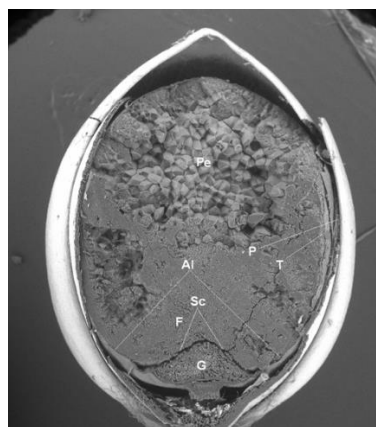


3. ábra: Köles

Manapság az emberek a kölest általában fel sem ismerik, még kevésbé gondolnák azt, hogy a teljes népesség harmadának ma is alapélelme, leginkább Afrikában, Indiában és más ázsiai területeken.

Az ókorban és a középkorban a különböző kölesfélék a legelterjedtebb gabonafélék közé tartoztak (<http://de.wikipedia.org/wiki/Hirse>). Különböző ásatások és

kutatások azt engedik feltételezni, hogy az őstörténeti időkben sokkal inkább volt elterjedtebb a köles kultiválása, mint a rizsé; leginkább Észak-Kínában és Koreában. Olyan több ezer éves leleteket találtak (agyagedényeket, köeszközöket), amik köles termesztésére utalnak, sőt, egy szinte tökéletes állapotban konzerválódott tésztaféleségre bukkantak rá, ami róka farkú kölesből készült (<http://en.wikipedia.org/wiki/Millet>).



4. ábra: Kölesmaláta keresztmetszete

Hosszú ideig Magyarországon a legkedveltebb gabonaféle volt, jellemzően az igénytelensége miatt. Hazánkban köleshez köthető leleteket találtak a csiszolt kőkorszak korai időszakából (Zánka-Vasúti ásatás). Honfoglaláskori őseink egyik kedvelt itala volt a „boza”, a kölessör. A köles könnyen tért hódított, a IX. századra az árpa,

búza, rozs és hajdina mellett ez volt a legkedveltebb. A köles- és hajdinatermesztés bukása 1850-re tehető, a nagy gabonakonjunktúra idejére. Korabeli adatok szerint 1870 és 1914 között a köles vetésterülete mintegy a negyedére csökkent. Ez leginkább arra vezethető vissza, hogy hazánkban egyre inkább teret hódított a rizs, a kukorica és a burgonya. A XX. század végére újra reneszánszát éli a köles; ez leginkább annak köszönhető, hogy divatba jött az egészséges, változatos táplálkozás (<http://www.kertpont.hu/>).

A köles (*Panicum miliaceum*) a zárwatermő, egyszikű növény, a perjevirágúak rendjébe és a pázsitfűfélék osztályához tartozik. Ázsia melegebb tájainak ma is fontos gabonája. Szárazság- és hőtűrő, talajokban nem nagyon válogat. Rövid tenyészidejű. 80-120 cm magas, levelei szélesek, szőrösek. (Hortobágyi T., 1976).

A toklász alapján négyfajta kölest különböztetünk meg; a vörös- (*P. miliaceum rubrum*), a fehér- (*P. miliaceum album*), a szürke- (*P. miliaceum griseum*) és a sárga kölest (*P. miliaceum luteum*). Hazánkban a piros, fehér és szürke köles a jellemző (http://www.kertpont.hu).

100 gramm kölesben átlagosan (ezek az adatok fajtától, talajtól függően változnak), 14 g víz, 5,1 g zsír (jelentős az esszenciális zsírtartalma), 70 g szénhidrát, 3,8 g ásványi anyag és 11,2 g fehérje van; leginkább metionin, cisztein és cisztin. Prolaminja a kafirin, ez lisztérzékenyeknek nem káros, ugyanúgy, mint a kukorica és a rizs prolaminja. Közepes biológia értékű fehérjét tartalmaz aminosav összetétele alapján. Keményítőtartalma a legalacsonyabb a zabot követően a gabonafélék között, körülbelül 57%. Az ásványi anyag tartalma a többi gabonához képest magas, kiemelendő a kalcium- és vastartalma (<http://szentfazek.freeblog.hu/>).

2.3 Különböző kölesfajták malátázása

2.3.1 Áztatás

Zarnkow és társai (2007) Bajorországban, Erdingben 2004-ben aratott fehér kölest (*Panicum miliaceum* L.) vizsgáltak. Három különböző áztatási fokkal (44, 48 és 52%), három különböző csírázási hőmérséklettel (16, 20 és 22°C) és három különböző csírázási idővel (5, 6 és 7 nap) malátáztak. 500 g-os adagokat mértek be, a műveletet egy 95%-os relatív nedvességtartalmú helyiségekben végezték. Az áztatás első két napján 5h voltak vízben a magok, a harmadik napon a végső nedvességtartalom elérésének érdekében (44, 48, 52%) még szükség esetén ezt folytatták. 50°C-on aszaltak 24 órán át, amit egy ötórás pihenő követett 65°C-on. Az alábbi táblázatban a számolt és mért eredmények minimuma és maximuma van feltüntetve. A mért és számított adatok jó korrelációt mutatnak.

1.táblázat A fehér köles beltartalmi értékei malátázás után

Fehér köles (<i>Panicum miliaceum</i> L.)						
			Mért		Számolt	
Mért adat	Mértéke.	Malátázatlan	Min.	Max.	Min.	Max.
Extrakttartalom	%	n.a.	54.8 (7/52/24)	66.5 (5/48/20)	57.3 (7/52/24)	66.3 (5/46/21)
Malátázási veszteség	%	n.a.	5.3 (5/44/16)	26.9 (7/52/24)	4.9 (5/47/16)	26.7 (7/52/24)
Elcsírizedési hőmérséklet	°C	73,4	64.0 (5/52/16)	71.6 (7/52/24)	64.2 (5/52/16)	71.5 (7/52/24)
α-amiláz aktivitás	E/g	<1	50 (7/44/24)	139 (5/48/20)	57 (7/44/24)	128 (5/48/22)
β-amiláz aktivitás	E/g	63,0	40 (5/52/16)	142 (6/48/20)	40 (5/44/16)	136 (6/44/22)
Határdextrin aktivitás	E/kg	725,0	824 (7/52/24)	2073 (6/48/20)	822 (7/52/24)	2090 (7/48/17)
Szín (EBC)	EBC	n.a.	3.9 (7/44/16)	8.6 (7/52/24)	4.0 (5/48/16)	8.5 (7/50/21)
Kolbach-szám	%	n.a.	26.9 (5/44/16)	45.9 (7/52/20)	27.2 (5/44/16)	44.9 (7/50/21)
Viszkozitás	mPa x s	n.a.	1.338 (5/52/24)	1.699 (7/52/24)	1.338 (5/52/24)	1.598 (7/44/24)
SZAN	mg/100ml	n.a.	149 (5/44/16)	365 (7/52/24)	153 (6/44/16)	362 (7/52/22)

2.3.2 Malátázás

Csírahosszúság

Pelembe és társai (2002) két különböző indiai kölest (*Pennisetum glaucom*) vizsgáltak. Az egyik típus SDMV 91018 Mozambikból (1997), 1997-ben learatva, a másik SDMV 89004(1998) Zimbabweből származott.

A köles tisztítása és szárítása után 500g-os adagokban végezték az áztatást. A nylon zacskóba helyezett ! magokat újra mérték, és négy különböző hőfokon áztatták (20, 25, 30 és 35°C-on), 8 órán keresztül; 2 óra áztatás utána mindig 2 óra (20-22°C-os) levegőztetést belefűzve.

Pelembe és társai (2002) úgy találták, hogy a csíra és a gyökér hosszúságát jelentősen befolyásolta a csíráztatási idő, hőmérséklet és a köles fajtája: hosszuk növekszik a csíráztatási idő növelésével. A 20°C-os csíráztatás eredményezte a legrövidebb csírát, a két legjobbnak a 30 és 35°C-os csíráztatás bizonyult. Az SDMV 89004 jelzésű kölesnek volt a leghosszabb csírája, de ez várható volt, mert ez a típus magasabb csírázási energiát mutatott (72 óra után 99,6%). Összefoglalva, a legmagasabb gyököcske és csíra arányszázalék (10,4%) – a kölesszem teljes tömegéhez képest - az alábbi körülmények között alakult ki: 5 nap csíráztatás 30°C-on az SDMV 91018 típusal.

Malátázási veszteség

Külföldi vizsgálatok szerint (Pelembé et. al, 2002) a köles típusa nem befolyásolta a malátázási veszteséget; nem úgy, mint a csírázási idő, és hőmérséklet. A veszteség a csírázási idő és a csírázási hőmérséklet növelésével nő. A legkisebb áztatási veszteséget a legalacsonyabb áztatási fokkal érték el. A legmagasabb veszteséget, 12.0%-ot 5 napos csírázás után 35°C-on mérték. A veszteség árpa esetében 6,5 és 10,5 % közötti értékű. Pelembé és társai szerint (2004) átlagosan valószínűleg nagyobb veszteségekre kell számítani köles malátázásakor, mint árpa malátázásakor.

Viszkozitás

Előnyösebb, ha a viszkozitás alacsony, mert könnyebb szűrni a sört. Zarnkow és társai (2007) 1,338-1,699 mPa x s közötti értékeket mértek, az árpa viszkozitása ennél nagyobb. Az eddigi tesztek eredményei azt mutatták minden cereáliánál és pszeudocereáliánál, hogy a viszkozitás a β -glükán tartalomtól függ. Mindazonáltal úgy tűnik, hogy a fehér köles viszkozitása a malátázás mértékétől függ (csírázási idő és hőmérséklet növelésével nő a viszkozitása). Ez a kölesben jelen levő más poliszacharidok miatt lehetséges.

α -amiláz aktivitás

A malátázás fő célja a magas amilolitikus aktivitás elérése, mert így magasabb extrakttartalom érhető el. A két fő enzimtípus, aminek köszönhetően jó extrakttartalmat nyerhetünk, az α - és β -amilázok. Az α -amiláz termelést a gibberelin sav katalizálja.

Pelembé és társai (2002) szerint gyakorlatilag nem volt mérhető α -amiláz aktivitás a nem csíráztatott kölesben, a csíráztatási idő növelésével párhuzamosan viszont nőtt az érték. A legrosszabb eredményeket 20°C-os csíráztatás mellett kapták, 35°C-on jelentősen magasabb értékeket mértek. Mindazonáltal, 35°C-os csíráztatási hőmérséklet esetén a csíráztatási idő is növekedett. Összefoglalva, a 30-35°C-os csíráztatási hőmérséklet mellett voltak az α -amiláz értékek a legmagasabbak, ennek ellenére nem volt jelentős különbség 25°C és 35°C között. Az ideális körülmények ebben az esetben a következők voltak: 5 nap, 25°C, SDMV 89004.

Zarnkow és társai (2007) is úgy találták, hogy az aktivitást jelentősen befolyásolja a csírázási idő és hőmérséklet. 16°C-os hőmérsékleten az α –amiláz aktivitása 78 egység/g-ról 109 egység/g-ra, 20°C-on pedig 124 egység/g-ra emelkedett. A hőmérséklet további emelése itt azonban az aktivitás csökkenését eredményezte, 105 egység/g-ról 75 egység/g-ra. Ennek ellenére a vizsgálatok azt mutatták, hogy az áztatás mértéke nem befolyásolta az aktivitást. Zarnkow és társai a legmagasabb α –amiláz aktivitást (139 egység/g) az alábbi körülmények

között mérték: 20°C, 48%-os áztatási fok, 5 nap áztatás. Az árpánál a mért átlagok 200-250 egység/g. Ez visszavezethető a köles más típusú keményítőjére. Például, nagyobb a vízmegkötő képessége, magasabb az elcsirizedési hőfoka (64,0-71,6°C). Abból adódóan, hogy ennek a kölesfajtának a keményítőszemcséi kisebbek, mint az árpa keményítőszemcséi, és, hogy a magokban található α -amiláz nem egyezik, nincsenek pontos információk a köles α -amilázának az optimális működési hőmérsékletéről, optimális működési pH-járól, és optimális kalcium mennyiségről.

β -amiláz aktivitás

Külföldi eredmények (Pelembé et al., 2002) szerint a nem csíráztatott köles β -amiláz aktivitása nem volt mérhető, a csíráztatási idő növelésével ez az érték is növekszik. Az eredmények 20°C-on a legalacsonyabbak, és általában nagyobb számokat kapunk 35°C-on, de ugyanúgy lelassul a csírázás az utóbbi hőmérsékleten, ezért az időt kell növelni. Az optimális körülmények a következők Pelembé és társai (2002) szerint: 30-35°C-os hőmérséklet, 5 nap.

Zarnkow és társai (2007) 61 egység/g-nyi különbséget figyeltek meg a malátázatlan és malátázott köles között (63 egység/g és 124 egység/g), optimális körülmények között (44%-os nedvességtartalom, 22°C-on, 6 napos csíráztatás esetén). Mindazonáltal, ha az aszalás nagyon intenzív, a végső aktivitás mértéke kisebb lehet. A β -amiláz aktivitás az árpához képest a négyszeresére nőtt csíráztatás során, ha ez négy napig tartott. Az árpa malátázásából kiindulva, az aszalás a β -amiláz aktivitást a malátázatlan árpa β -amiláz aktivitására csökkentti. Tehát, ha aszalunk – és általában aszalunk – a technológiai folyamatok kevés kis hatással vannak a β -amiláz aktivitására. A β -amiláz mennyisége a kölesben közelebb áll a cirok és a hajdina enzim mennyiségéhez, mint az árpához. Ezt Zarnkow és társai ugyanúgy magyarázzak, mint az alacsonyabb α -amiláz értéket. Az árpához képest ez eltérő, mert ott malátázás során a β -amiláz aktivitás nem, vagy alig nő.

Kolbach-index

A Kolbach szám az oldható nitrogén és összes nitrogén tartalom aránya. Árpa esetén 15°C, és 45%-os áztatási fok mellett optimális, a Kolbach-index 38 és 42% közé esik. Magasabb malátázási hőfok alacsonyabb Kolbach-számot kapunk. Zarnkow és társai (2007) mérései alapján ez a jelenség fehér kölesnél is megfigyelhető volt. A hőmérséklet 7°C fokkal magasabb volt. A számolt Kolbach-szám végül 27,5 és 45,9% közé esett. A maximumot 7 nap után kapták, 52%-os áztatási fok mellett, 20°C-os áztatási hőmérséklettel.

Szabad-alfa-amino-nitrogén-tartalom (SZAN)

A aminosavak koncentrációja és összetétele jelentősen befolyásolja a sör végleges ízét. Megnövelt áztatási fokkal, és hosszabb csírázási idővel nőtt a SZAN, a maximum értéket 21 és 22°C esetén érték el. Árpánál a kritikus érték a 100 mg/l.

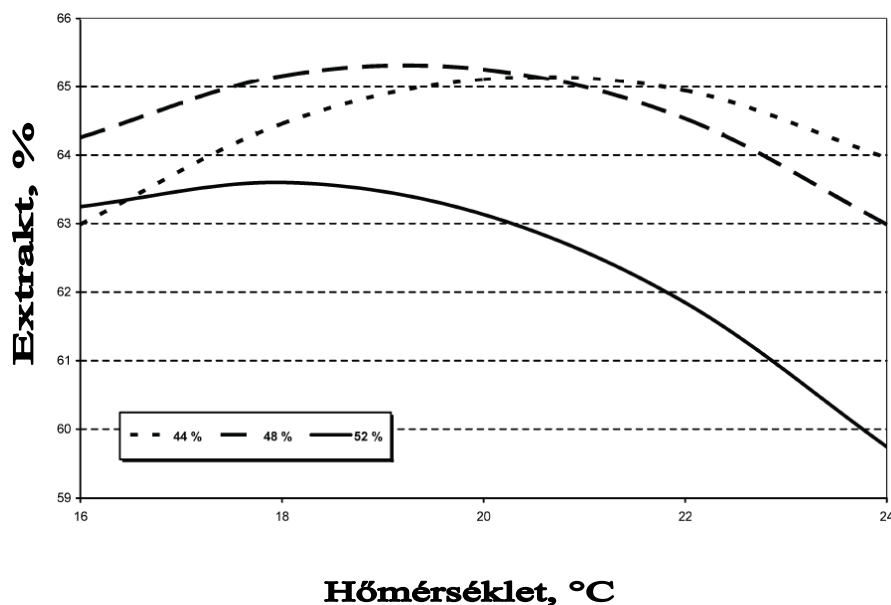
Malátázási veszteség

A köles típusa nem befolyásolja a malátázási veszteséget, nem úgy, mint a csírázási idő, és hőmérséklet. A veszteség a csírázási idő és a csírázási hőmérséklet növelésével nő. A legmagasabb veszteséget, 12.0%-ot 5 napos csírázás után 35°C-on mérték (Zarnkow et al., 2007).

Extrakttartalom

A kihozható extrakttartalom a maláta legfontosabb paramétere. A kinyert extraktok kongresszusi cefrézést használva 54,8 és 66,5% között mozogtak (ez árpa esetén több, mint 81%). Az optimális körülmények a következők: 5 nap, 46%-os áztatási fok és 21°C.

5.ábra A köles Kongresszusi cefrészésének extrakt eredményei (Zarnkow et al., 2007).



Magas csírázási hőmérséklet és magas áztatási fok kombinációja alacsony extrakttartalmat eredményezett. Alacsonyabb áztatási fok esetén nőtt az extrakttartalom.

Alacsony hőmérsékleten az extrakttartalom növekedett, ellenben magas hőmérsékleten csökkent az idő előrehaladtával, konstans, jó extraktokat kaptak 20°C-on. Az árpához (80%<) képest az extrakttartalom alacsony, ez avval magyarázható, hogy a kölesnek magasabb az oldhatatlan héjfrakciója (körülbelül 26%, míg az árpáé kb. 18%).

Optimális értékek

Az optimális körülmények Pelembe és társai (2002) mérései alapján: minél magasabb diasztatikus energia, α -amiláz-, β -amiláz aktivitás és SZAN-értékek eléréséhez, minél kevesebb malátázási veszteség mellett: 25-30°C, 3-5 nap csíráztatás. Ha csírázásnak gyorsabban le kell folynia, például 1-3 nap alatt, akkor a hőmérsékletnek magasabbnak kell lenni: 30-35°C-nak.

Zarnkow és társai (2007) eredményei az alábbi táblázatban találhatóak:

	Mértékegység	Számolt értékek	Mért értékek
Maláta extrakt	%	65,3	64,8
Viszkozitás	mPa x s	1,367	1,383
α -amiláz aktivitás	egység/g	106	111
β -amiláz aktivitás	egység/g	105	102

Ezt 5 napos csírázási idővel, 44%-os nedvességtartalommal és 22°C-os áztatási és csírázási hőmérséklettel érték el.

A kapott eredmények közötti különbség betudható a különböző fajtájú köleseknek, ezért valószínűleg szintén más értékek alkalmazandók a Magyarországon termesztett köleseknél.

2.3.3 Cefrőzés

Eneje és munkatársai Pennisetum maiwa fajtát vizsgáltak. A különböző cefrőzési eljárások eredményei az alábbi táblázatban láthatóak:

2.táblázat Pennisetum maiwa köles beltartalmi értékei

	Malátázatlan köles	Infúziós cefrőzés
Nedvességtartalom, %	10,8	5,7
Össznitrogén tartalom, %	1,7	1,4
Csirizedési hőmérséklet, °C	75	72
Ezerszemtömeg, g	20,1	-
Csírázási energia, %	96,0	-
Malátázási veszteség, %	-	18,3
Forró víz extract, (1°/kg)	-	203-215
Szín, °EBC	-	6,0
Összes oldható Nitrogén, %	-	0,58
SZAN, mg/l	-	168
	Dupla dekokciós/kétcefrés eljárás	Dekantálás
Forró víz extrakt (1°/kg)	265	320
Szín (°EBC)	6.5	9.8
pH	5.4	5.4

Összes oldható Nitrogén, %	0.52	0.48
SZAN, mg/l	158	148
Min. szűrési idő, perc/100ml	28	22

Eneje és társai (2001) a legmagasabb extrakttartalmat dekantálásos cefréléssel érték el, 65°C-on. Valószínűleg azért, mert az infúziós eljárásnál a keményítő, mivel magas a csirizedési pontja kevésbé tud elcsirizedni, míg a dekantálás során a külön felforralt köles szem őrlemény cefréből teljesen feltárt szemcsék kerülnek vissza a maláta cefrébe, növelve a kihozatalt. Más külföldi eredmények szintén *Pennisetum maiwa*-t malátázva, infúziós eljárással cefrélve 10,0°P-os extrakttartalmat kaptak (Agu, 1995).

A magas össznitrogén tartalom és magas SZAN érték arra enged következtetni, hogy a köles fehérjéi érzékenyek a hidrolízisre malátázás és cefrézés során (Eneje, 2001).

3. táblázat Különböző őrlésmódok eredményei

	Dekokciós eljárás				Dekantálás			
	Száras őrlés		Nedves őrlés		Száras őrlés		Nedves Őrlés	
	Finom	Durva	Finom	Durva	Finom	Durva	Finom	Durva
Forró víz extrakt, 1°/kg	260-265	252-259	263-268	255-269	278-285	269-277	296-320	287-311
Szín, °EBC	7,5	7,5	7,0	7,0	8,0	8,0	8,5	8,5
Össznitrogén tart., %	0,52	0,52	0,53	0,53	0,48	0,48	0,48	0,48
SZAN, mg/l	158	157	158	156	147	146	147	147
Viszkozitás, cP	1,25	1,10	1,19	1,02	1,32	1,29	1,22	1,18
Min. szűrési idő, perc/100ml	29	24	28	23	30	26	29	24

Ahogy várható volt, finom őrléssel több extrakt nyerhető. Érdekes, hogy a nedves őrlés során magasabb extraktot nyertek, alacsonyabb °EBC-vel. A dekantálás során magasabb viszkozitást tapasztaltak. Ennek ellenére elképzelhető, hogy ezzel a cefrézési eljárással több β -glükán szabadul föl, növelve a viszkozitást. A SZAN és össz.nitrogén értékeket nem befolyásolta, hogy a malátát nedvesen, vagy szárazon őrlték.

Ezek alapján elmondható, hogy olyan gabonák, amelyek csirizedési hőmérséklete magasabb, mint az árpáé, optimálisan dekokciós eljárással cefrézhetőek.

Optimális cefrézés

Eneje és társai arra az eredményre jutottak, hogy a köles optimális cefrézése azonos a cirok optimális cefrőzésével. Ez azért lehetséges, mert mindkettő csirizedési hőmérséklete magasabb az árpa csirizedési hőmérsékleténél.

Eneje és társai jó extrakt eredményeket kaptak infúziós eljárást alkalmazva, mert a köles keményítőjének a csirizedési hőmérséklete malátázás során némileg csökkent. Magasabb extrakttartalmat nyertek dekantálással ill. dekokciós cefrézéssel, mert a keményítő elcsirizedett a főzés során. Annak ellenére, hogy dekantálással magasabb extrakttartalmakat mértek, az össz. oldható nitrogén és a SZAN értékek csökkentek, mert a fehérjék denaturálódtak cefrézés közben.

Dekantálással sötétebb cefrét kaptak. Általában elmondható, hogy nedves őrléssel jobb extraktkihozatali eredményeket lehet kinyerni.

Eneje és társai arra a következtetésre jutottak, hogy az optimális cefrézési eljárás kölesnek a dekantálás (Eneje et. al, 2001).

3. Kísérleti célkitűzés

Célunk a hazai termesztésű kölesfajták vizsgálata, minősítése, malátázásának optimalizálása, sörlé készítésének kidolgozása. Munkáink során kétfajta kölessel dolgoztam; Fertődi 2 (sárgaszemű) fehér kölessel, és GKT Piroska vörös kölessel. Ezeket a Szegedi Gabonakutató Kht. bocsátotta rendelkezésemre.

A minták vizsgálatát MEBAK és EBC módszerek alapján végeztük, Söripari Labormódszerek metodikája segítségével. A szakirodalomból vett adatok alapján kezdtem a malátázást és cefrézést; ezek optimalizálására teszek kísérletet és javaslatot. Kétfajta malátával rendelkeztem; egyet házilag malátáztunk, egyet a Borsodi Sörgyár mikromalátázójában készítettek el nekünk.

Részletes kísérleti célok:

1. Malátázás optimalizálása
 - Áztatási idő és hőmérséklet megállapítása
 - Magok vízfelvételének nyomonkövetése
 - Aszalás hőmérsékletének és idejének meghatározása
2. Kölesszemből készített maláta minősítése

- Fehérjetartalom meghatározása
 - PHADEBAS-teszt
 - Kongresszusi sörle készítése
 - Négycefrés Hartong módszer elvégzése
 - Szabványos sörlevek extrakttartalmának megmérése
3. Cefrészési programok készítése az extrakttartalom növelésének céljából
- Fehérjepihenők idejének és hőmérsékletének optimalizálása
 - B-amilázos pihenő optimalizálása
 - α -amilázos pihenő optimalizálása
 - Szűrhetőség vizsgálata szűrési teszttel

4. Anyagok és módszerek

4.1. Szárazanyag tartalom meghatározás

A módszer alapelve

Az őrlött mintát szárítószekrénybe helyezve tömegállandóságig szárítjuk.

A mérés menete

A malátát szabványosított őrlőberendezésen finom őrleménnyé aprítjuk. Az őrleményből ismert tömegű óraüvegre analitikai mérlegen 5 g-ot bemérünk. Ezt a mintát 120°C-ra előmelegített szárítószekrénybe tesszük, és tömegállandóságig szárítjuk. A mintát exikátorban hagyjuk kihűlni. A minta kihűlése után újra lemérjük a tömegét.

4.1.2 Ezerszemtömeg meghatározása

A módszer alapelve

Ezer szemnyi vörös és fehér köles leszámolása után a magok tömegének lemérése.

A mérés menete

Több párhuzamos mérés elvégzése szükséges. Mind fehér, mind vörös kölesből leszámolunk 1000-1000 darabot. A hibás szemeket nem számoljuk: az idegen- és félszemeket különválasztjuk. A leszámolt mennyiség után tömegmérés végzése.

4.1.3 Hektolitertömeg

A módszer alapelve

Ismert űrtartalmú edényben a köles tömegének meghatározása, majd átszámítása hektolitertömeggé.

A mérés menete

Egy adott térfogatú köles mennyiség tömegét meghatározzuk, majd hektoliterre vonatkoztatjuk.

4.1.4. Osztályozottság vizsgálata

A módszer elve:

Mechanikai rázással történő szemnagyság szerinti osztályozás, majd a frakciók mérése után a szemnagyság szerinti eloszlás %-os kifejezése.

A módszer menete:

A mérést rázószervezetre helyezhető, szabványos méretű szitasorral végezzük, melyek lyukátmérője növekvő sorrendben: 2,2; 2,5; 2,8; 3,55 mm. Az egyes szitákon fennmaradó mennyiségek tömegét elektronikus mérleggel mérjük meg.

4.1.5. Üvegesség-vizsgálat

A módszer alapelve

Az elvágott kölesszemek vágási felületének érzékszervi vizsgálata.

A mérés menete

50 kölesszemet 24 óráig szobahőmérsékleten vízben áztatunk. Áztatás után 40°C-nál alacsonyabb hőmérsékleten lassan megszáritjuk a kölest, majd vágókéssel vágjuk a szemeket. Az üveges szemek arányát százalékban adjuk meg.

4.1.6 Csirizedési pont meghatározása

A módszer alapelve

Köleskeményítőt melegítve mérjük a viszkozitás változását.

A mérés menete

A kölesből őrleményt kell készíteni és a keményítőrészt szeparálni kell. A tiszta keményítőt annyi desztillált vízzel kell elkeverni, hogy híg oldat legyen belőle (1:4). Az így kapott keményítőt Brabender viszkoamilográfba helyezve folyamatosan melegítjük 1,5°C/perc sebességgel, 95°C-ig, majd ezen a hőmérsékleten tartjuk egy órán át. 1,5°C/perc sebességgel ezután lehűtjük 50°C-ig, és megint ezen a hőmérsékleten tartjuk egy órán át, majd lehűtjük szobahőmérsékletűre. Rövid időközönként leolvassuk a Brabender egységben kifejezett viszkozitást és a hozzá tartozó hőmérsékletet. A csirizedési hőfok a keményítő azon hőmérséklete, ahol a legviszkózusabbnak bizonyul.



4.1.7 Csírázási energia meghatározása Aubry-módszerrel

A módszer alapelve

A szokásos malátázási körülmények biztosítása esetén azon szemek százalékának meghatározása, amelyek várhatóan teljesen kicsíráznak.

A mérés menete

100 szem kölest ki kell válogatni – idegen szemeket, félszemeket, egyéb idegen anyagokat előzőleg el kell távolítani – és egy üveglapra helyezett szűrőpapírra kell tenni. Utána lefedjük egy szűrőpapírral és az egészet benedvesítjük, nagyon fontos a megfelelő nedvességtartalom biztosítása. A lemezt bezárjuk egy szekrénybe. A mintákat mindennap ellenőrizni kell, ha szükséges, újra kell nedvesíteni. Minden egyes ellenőrzéskor a kicsírázott szemeket eltávolítjuk, majd három nap múlva megszámláljuk a ki nem csírázott szemeket – így lehet megállapítani a csírázási energiát. A vizsgálathoz legalább 300-400 szemmel kell elvégezni.

4.2 Malátavizsgálatok

A malátázás 3 folyamatból állt:

- az áztatásból,
- a csíráztatásból,
- és a szárításból.

Az elkészített maláták malátázási körülményeit a következő táblázat tartalmazza.

4. táblázat: A maláták malátázási körülményei

Maláta	Áztatási körülmények	Áztató víz hőmérséklete	Csíráztatás ideje	Csíráztatás hőmérséklete	Aszalás ideje	Aszalás hőmérséklete
Házi 1	12h áztatás	20 °C	96h	20 °C	48h	40 °C
Házi 2	4h áztatás 4h levegőztetés 4h áztatás	20 °C	90h	15 °C	48h	45 °C
Házi 3	5h áztatás 24h levegőztetés 24h áztatás	20 °C	84h	15 °C	50h	50 °C
Gyári	12h áztatás levegőztetés 24h áztatás	15 °C	96h	15 °C	48h	40 °C

4.2.1 Szárazanyag tartalom meghatározás

A 4.1.1 fejezetben ismertettek alapján

4.2.2 Standard (Kongresszusi malátalé) módszer

A módszer alapelve

A maláta extrakttartalmának vizsgálatára alkalmas eljárás, amely szabványosított, és a mérési eredmények összehasonlíthatóságát biztosítja. Laboratóriumban standardizált cefrézési folyamattal készítjük a sörlét finom illetve durva őrleményből.

A mérés menete

A mérés során, szabványosított malátaőrölő berendezésen finom és durva őrleményeket kell készíteni, kétszer 50g malátából. Ismert tömegű cefréző poharakba 200 ml 45°C-os desztillált vízzel csomómentesen el kell keverni.

Automata programvezérlésű cefrézőbe helyezünk 100 fordulat/perc fordulatszámú kevertetés közben 45°C hőmérsékleten tartjuk 30 percig, majd 1°C/ perc sebességgel 25 perc alatt 70°C-ra emeljük a hőfokot. A 70°C elérésekor 100 ml azonos hőmérsékletű desztillált vízzel egészítjük ki.

A cefréből a 70°C-os hőmérséklet elérése után 10 perccel, majd utána ötpercenként mintát veszünk és jódpróbákat végzünk 0,02 n-os jódoldattal az elcukrosodási idő meghatározásához. Addig kell mintákat venni, amíg a jódpróba eredménye negatív nem lesz. A program végén a cefrét visszahűtjük 20 °C-ra, és kiegészítjük 450g-ra.

Szűrési időt is meghatározunk, ehhez a lehűtött cefre teljes mennyiségét redős szűrőpapíron megsűrjük és mérjük a teljes szűrlet lefolyásának idejét; a cefre extrakttartalmát sőranalizátorral tudjuk meghatározni.

4.2.3 Szűrési teszt

A módszer alapelve

A teszt a nagyüzemekben előforduló legrosszabb esetet modellezi, és ez alapján következtet a szűrési folyamat lefolyására. Előrejelzést ad az enzimaktivitás hiányáról, a túl magas keményítőtartalomról, és a túl magas koncentrációról.

A mérés menete

75g durván őrölt malátát ismert tömegű cefréző poharakba töltünk. Hozzáadunk két részletben 300 cm³, 65°C-os csapvizet, majd csomómentesen elkeverjük. Automata programvezérlésű cefrézőben a vizet 65°C-ra előmelegítjük, behelyezzük a cefréző poharakat, és 30 percig 65°C-on tartjuk a hőfokot. Ezután 1°C/perc sebességgel 72°C-ra emeljük a hőmérsékletet 7 perc alatt, és a fordulatszámot 100 fordulat/percre emeljük. 60 percig így főzzük a cefrét, majd lehűtjük 20°C-ra. A cefréket 450g-ra egészítjük ki, redős szűrőpapírra öntjük, és a 30. és 60. percben leolvassuk a szűrt mennyiséget.

4.2.4 Négycefrés módszer Hartong-Kretschner szerint

A módszer alapelve

A maláta oldódási fokának meghatározására négy különböző hőfokon végzünk cefrézést, majd az így kapott extrakttartalmakat viszonyítjuk a kongresszusi módszerrel készült malátalé extrakttartalmához.

A mérés menete

Minden egyes cefrőzéshez 50 g finomdarát mérünk be a cefrítő poharakba a homogenizált maláta őrleményből. 20-, 45-, 65- és 80°C-on végezzük külön-külön a párhuzamos cefrítéseket. A 65°C-os és 80°C-os cefrítéseknél a cefrítő poharakat a cefrítő kádba helyezük és előmelegítjük. A bekeverést (cefrítést) úgy kell elvégezni, hogy a cefrítő poharak tartalma azonnal elérje a cefrítés hőmérsékletét, és a hőmérsékletet pontosan tartani kell. A cefrítő poharakba 350 cm³ (20°C-os cefrítésnél 380 cm³) vizet adunk, melynek a hőfoka az alábbi táblázat szerinti legyen.

5.táblázat: A Hartong cefrítésnél hozzáadandó víz hőfoka a cefrítés hőfokától függően

Cefrítés hőfoka	Víz hőfoka
20°C	20°C
45°C	46-47°C
65°C	67°C
80°C	82-83°C

A finom darát a vízzel csomómentesre keverjük, belehelyezzük a poharakat a cefrítő berendezésbe. Minden egyes pohárba keverőt teszünk, mely 200 fordulat/perc sebességgel forog. A 80°C-os cefre keverőjének a fordulatszámát 5 perc után 100 fordulat/percre állítjuk át. 30 perc elteltével minden egyes cefrítő pohárba (a 20°C-os kivételével) 50 cm³ megfelelő hőmérsékletű desztillált vizet töltünk, közben a cefrítő pohár belső faláról és a keverőről a cefrét beleöblítjük a pohárba. A 20°C-os cefrítéskor 55 perc, a többi cefrítésnél 60 perc hőntartás után fejezzük be a cefrítést. A 45°C-os és a 65°C-os cefrítést 20°C-ra hűtjük, majd 450 g-ra egészítjük ki desztillált vízzel. Redős szűrőn szűrjük és a szűrlet első 100 cm³-ét visszavisszük a szűrőbe. A 20°C-os cefrítést dekantáljuk. A 80°C-os cefrítést forrón szűrjük vagy hűtjük és centrifugáljuk. A cefre extrakttartalmát söranalizátoron határozzuk meg.

4.2.5 Phadebas módszerrel történő enzimaktivitás mérés

A módszer alapelve

Vízben nem oldódó, kékre festett keményítő polimert tartalmazó tablettákat inkubálnak malátakivonattal vagy mikroba eredetű enzimmel. A kivonatban lévő α -amiláz lebontja a keményítőt és a kék festék így oldatba megy. A kék oldat extinkciója az alfa-amiláz aktivitás kifejezője. Szükség van marha szérumalbuminra, ami meggátolja a mintában a vegyületek egyébként interferáló kölcsönhatását.

A mérés menete

Sörlé minták készítése:

A cefréző poharakba 5 g maláta finomőrleményt mérünk, hozzáadunk 1,25 g NaCl-t, majd 250ml-re kiegészítjük bidesztillált vízzel. A cefrét 20°C-on 60 percig extraháljuk állandó keverés mellett cefréző berendezéssel. Ezután redős szűrőpapíron kémcsövekbe szűrjük a mintákat. A kipipettázott 1 cm³-es mintákból 100-szoros hígításokat készítünk 0.2 %-os (m/V) marha szérumalbumint valamint 0.5 %-os NaCl-t tartalmazó oldattal. A marha szérumalbuminnal való kiegészítésre azért volt szükség, mert élelmiszeripari minőségű tabletták helyett klinikai felhasználású tablettákat alkalmaztam. A mágneses keverőtesteket és a Phadebas tablettákat előre megszámozott üveg kémcsövekbe tesszük, majd hozzáadunk 5 cm³ puffert. Ezután a mágneses keverőre helyezett vízfürdőbe téve 10 percig 45°C-on előinkubáljuk állandó keverés mellett. Az előinkubálás után 1 cm³ hígított malátakivonatot mérünk 30 másodperc eltérésekkel a számozás sorrendjében. Pontosan 15 perc után hozzáadunk minden egyes mintához 2 cm³ 1 %-os (m/v) nátrium-hidroxid oldatot a számozás sorrendjében 30 másodperc eltérésekkel, és az adagolás után azonnal összekeverjük. 15 percig hagyjuk 20°C-os vízfürdőben a mintákat, majd redős szűrőpapíron kiszűrjük a nem oldódó részeket. Az extinkciót 620 nm-en olvassuk le, 10 mm-es küvettákat használva, bidesztillált vízzel szemben. A mérési sorozattal egy időben vakpróbát is készítünk, a malátakivonat helyett 1 cm³ 0.5%-os (m/v) NaCl oldatot használva.

Megjegyzés:

4.2.6 Egyéb cefrézések

A cefrézéseket leíró diagramok az I. számú mellékletben találhatóak.

4.3 Sörlevek vizsgálata

4.3.1 Színmeghatározás spektrofotométerrel

A módszer alapelve

Fotométerrel pontosan 430nm hullámhosszon mérjük az abszorbanciát, majd az értékeket megszorozzuk a megfelelő faktorról, így a szint EBC egységben kapjuk meg.

A módszer menete

A mintákat szükség szerint hígítani kell oly mértékben, hogy a leolvasott abszorpció érték 0,8 alatt legyen, majd kovaföldes szűrőn szűrjük a mintákat. A szűrés elhagyható, ha hígított minta zavarossága kisebb 1 EBC egységnél. Sörlémintáknál 0,1% kovaföld adagolása utáni előszűrést kell végezni. A küvettát megtöltjük desztillált vízzel, és a

fotométert 0,00 abszorpció értékre állítjuk. A többi küvetát a vizsgálandó mintával megtöltve mérjük az abszorpció értékét.

4.3.2 Szabad α -amino nitrogén /SZAN/ meghatározása, ninhidrides módszerrel

A módszer alapelve

A ninhidrin aminosavakkal meghatározott (6,7) pH-jú közegben színreakciót ad. A szín mélysége egyenesen arányos a szabad α -amino-nitrogén (SZAN) koncentrációval.

A módszer menete

A vizsgálandó mintát desztillált vízzel hígítjuk, ha malátalét vagy sörlevet vizsgálunk, 100-szoros, ha sört, 50-szeres hígítást készítünk. A hígított vizsgálandó oldat 2-2ml-ét kémcsövekbe pipetázzuk, 1-1ml szín-reagenst adunk hozzá. A kémcsöveket üveggolyóval fedjük a párolgási veszteségek elkerülésére, majd 16 percre állandóan forró vízfürdőbe helyezzük.

Ugyanígy 2-2 ml-t mérünk a hígított standardból kémcsövekbe, 1-1ml reagenst adunk hozzá, lefedjük üveggolyóval, 16 percre ezt is forró vízbe helyezzük. Utána 20 percig 20°C-os vízfürdőben hűtjük a kémcsöveket. A hűtés után minden egyes kémcsőbe 5ml hígító oldatot pipetázunk, majd az adagolás után 30 percen belül, 570nm-en olvassuk le az abszorbanciát, 2ml desztillált vízből, 1ml szín-reagensből és 5ml hígító-oldatból készült referencia mintával szemben.

4.3.3 Fehérjetartalom meghatározás, Kjeldahl-módszerrel

A módszer alapelve

A Kjeldahl módszer lényege, hogy a mintát erős savval feltárjuk, majd desztillációval különválasztjuk a nitrogéntartalmú anyagokat. Ezek mennyiségét pedig titrálással mérjük.

A módszer menete

A kölesből kb. 1,5g mintát mérünk be, ehhez 1,5g CuSO₄-et, valamint 5g K₂SO₄-et adunk. Ezt követően a kémcsövekbe töltjük a mintát és horzsakövet adagolunk hozzá, majd megkezdjük a roncsolást. Onnantól, hogy a minták elérték a tiszta zöld színt, még 30 percen keresztül folytatjuk a melegítést. Hűtés után 100cm³ csapvízzel visszaoldjuk a kikristályosodott sókat. 100cm³ NaOH-t adunk hozzá, majd desztilláljuk a mintát 5 percen keresztül. A szedőfolyadék 80cm³ 4%-os bórsav oldat.

A desztillátumot 0,1 mólos sósavval titráljuk – amíg zöldből lilába nem csap át, a fogyást feljegyezzük.

4.3.4 Szénhidráttartalom meghatározás

A mérés alapelve és menete

A szénhidrát analízise HPLC-vel történik. A nagynyomású-folyadékromatográfiában a szétválasztás a tömör töltetű oszlopon történik. A vizsgálandó elegy oldatát, 600-1000 PSI nagyságrendű nyomással visszük fel. A minta a mozgó fázis (eulens) áramlásának hatására végighalad az oszlopon, miközben az oldat egyes komponensei eltérő fizikai és kémiai tulajdonságainak köszönhetően különbözőképpen kötődnek az oszlop töltetéhez, más időben hagyják el az oszlopot, ahol egy detektor érzékeli az egyes komponenseket.

Az RI detektorok működésének alapja az elválasztó oszlopból kiáramló mozgó fázis törésmutatójának mérése. A kimenőjel abból a törésmutató-értékkülönbségből adódik, ami az eredeti, azaz a tiszta mozgó fázisra mért törésmutató-érték és a mindenkori - és a mérendő minta komponen(seke)t oldatban tartó – mozgó fázis törésmutatója között kialakul. Az összetevők minőségére a retenciós időből, mennyiségükre a kromatogramon kapott csúcsok alatti területből következtethetünk.

Felhasznált anyagok:

Álló fázis: Aminex HPX-42C oszlop mozgó fázis: desztillált víz; törzsoldat komponensek (glükóz, fruktóz, maltóz, maltotrióz), 0,45 µm-es mikroszűrő

Eszközök, mérés jellemzői:

HPLC: WATERS HPLC, WATERS 600 pumpa, WATERS 410 R1 detektor

Oszlop: Aminex HPX-42C ,WATERS automata injektor

t futtatás, gyümölcs = 16 perc, T_{detektor} = 40°C

T_{oszlop} = 80°C V_{áramlási} = 0,8 ml/min

Első lépésben a törzsoldatok injektálásával kalibrálunk, megfelelő hígítási sort készítve. A mintákat 0,45 µm-es mikroszűrőn leszűrjük. A meghatározott térfogatú mintákat beinjektáljuk, lefuttatjuk őket, majd a kapott kromatogramokat kiértékeljük.

4.3.5 Mérés söranalizátorral

A söranalizátor részei

- Söranalizátor alap berendezés (Alcolyzer Plus) (felső egység)
- Sűrűségmérő (DMA 4500 típusú) (alsó egység)

Szükség esetén kiegészíthető pH- és színmérővel, illetve automata mintaadagolóval.

A mérés alapelve

Sűrűségmérő: a minta (sör, sörlé) sűrűségét egy oszcilláló U csöves sűrűségmérő állapítja meg.

Sőranalizátor: a NIR (közei infravörös) spektrum egy keskeny, alkoholra specifikus tartományát méri egy erre az alkalmazásra kifejlesztett nagy felbontású spektrométer, majd egy megfelelő algoritmus segítségével számolja ki az alkohol koncentrációját.

A sőranalizátor berendezés az így kapott két értékből – a sűrűségből és az alkoholtartalomból – speciális egyenletek (úgy nevezett Tabarié képlet) segítségével számolja ki (származtatja) a többi paraméter (kb. 30 paramétert). Ezek közül a sörök analízisének az alábbiak a legfontosabbak:

- alkohol (térf. %)
- alkohol (tömeg %)
- Er: valódi extrakt-tartalom (tömeg %)
- Ea: látszólagos extrakt-tartalom (tömeg %)
- p: valódi extrakt-tartalom (Plato %)
- RDF: valódi erjedésfok (%)
- ADF: látszólagos erjedésfok (%)
- energia tartalom (különböző mértékegységben kifejezve: kcal/kg, kcal/100ml, kJ/100ml)

A mérés menete

A berendezés előkészítése: buborékmentes vízzel a mérés megkezdése előtt ellenőrizni kell a berendezést. Amennyiben a sűrűségmérő által mért sűrűség érték 0,99810 és 0,99820 g/cm³ között van, illetve a sőranalizátor 0,03 %V/V alkohol koncentrációt jelez, meg lehet kezdeni a berendezés használatát.

A mérés: a mintát buborék mentesíteni kell, és kb. 20 cm³-t fecskendezünk a sűrűségmérőn található beadagoló nyílásba. Ez a mennyiség elegendő arra, hogy feltöltse az egész rendszert. A sőranalizátoron lehet elindítani a mérést, a Start gomb megnyomásával. A berendezés automatikusan 20°C-ra temperálja a mintát, majd elindítja a mérést. A legfontosabb adatok közvetlenül a képernyőn olvashatók, a többi a gép memóriájából kereshető ki.

5. Eredmények kiértékelése

5.1 Köles analízis

5.1.1 Szárazanyag tartalom meghatározás

A szárazanyag tartalomból tudunk a kinyerhető extrakttartalomra következtetni. Sok víz esetén más, értékesebb komponensben lehet szegényebb a mag.

A köles szárazanyag tartalma jóval magasabb az árpa szárazanyag tartalmánál.

A fehér köles átlagos szárazanyag tartalma 90,41%, a vöröse 90,77%. Árpa esetén minimum 85,5%-os szárazanyag tartalom szükséges ahhoz, hogy jó minőségű, sokáig eltartható árpáról beszéljünk, ezért azt mondhatjuk, hogy a köles szárazanyag tartalma megfelel az árpának állított követelményeknek.

5.1.2 Ezerszemtömeg meghatározása

Az ezerszemtömeg a magok méretéről és sűrűségéről, keményítőtartalmáról ad tájékoztatást. Minél nagyobbak a szemek, és minél kevesebb a szemek között a levegő, annál magasabb ez az érték.

A jó minőségű árpa ezerszemtömege 41-45g között van. A fehér köles átlagos ezerszemtömege 6,8g, a vörös kölesé 7,3g. Az alacsony számok a kölesszemek kis méretével magyarázhatóak.

5.1.3 Hektolitertömeg meghatározása

A gabonák hektolitertömegéből következtethetünk arra, hogy mekkora helyet fognak foglalni tárolás során.

A sörárpa esetén ez az érték legalább 65kg/hl kell, hogy legyen. A fehér köles átlagos hektolitertömege 69,1kg/hl, a vöröse 74,6kg/hl, ami a kölesszemek alakjából és kisebb méretéből adódik. A homogén szemcseeloszlás és gömbölyű alak miatt szorosan rendeződnek a szemek, ezért is magasabb ez az érték az árpáénál.

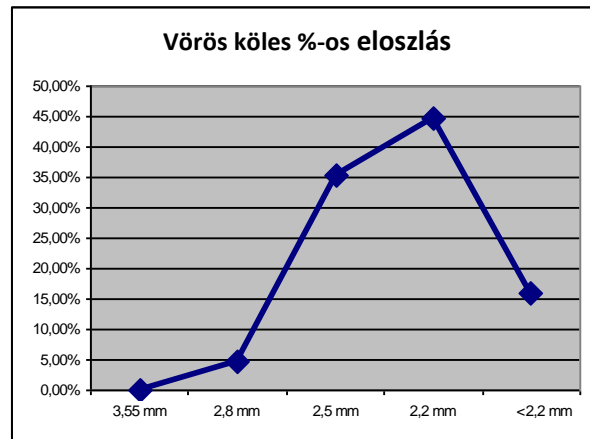
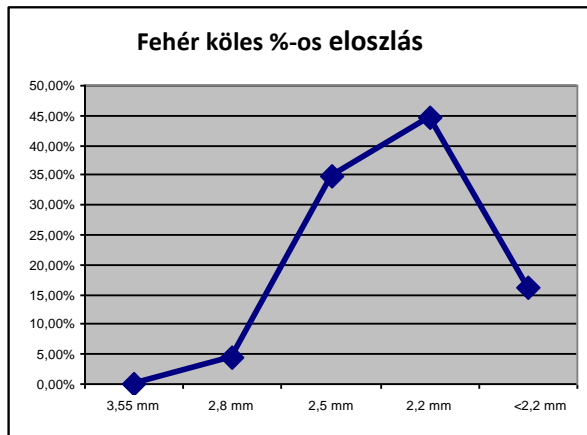
5. 1. 4. Oszályozottság vizsgálata

6. táblázat: Az egyes szitarostákon fennmaradó köles magok eloszlása

Szita lyukmérete	Fehér köles %-os eloszlás	Vörös köles %-os eloszlás
3,55 mm	0,08%	0,10%

2,8 mm	4,40%	4,60%
2,5 mm	34,80%	35,20%
2,2 mm	44,52%	44,70%
<2,2 mm	16,20%	15,90%

A táblázatból kiolvasható, hogy a köles szemek átmérője leginkább 2,2 mm, illetve a 2,5 mm között van. Árpa estén, első osztályúnak tekinthető, ha a 2,8 és 2,5 mm lyukátmérőjű



rostán fennmaradó szemek mennyisége legalább 85%. Az eredményből jól látszik, hogy a köles szemek jelentősen kisebbek ennél az értéknél, ezt a malátázás, az őrlés és a sörfőzés technológiájában nem szabad figyelmen kívül hagyni.

5.1.5 Üvegeség vizsgálat

Ennek a módszernek a segítségével képet kaphatunk arról, hogy mennyire életképesek a magok. A nem káros üveges szemek üvegesége megszüntethető áztatás során, a károsak csíráztatás után sem változnak.

Az árpaszemek esetén a maximum megengedett érték a 3%. A vörös kölesek között az üveges szeműek aránya 0,8%, a fehér kölesnél 0%, ez megfelel az elvárásoknak.

5.1.6. Csirizedési pont vizsgálata

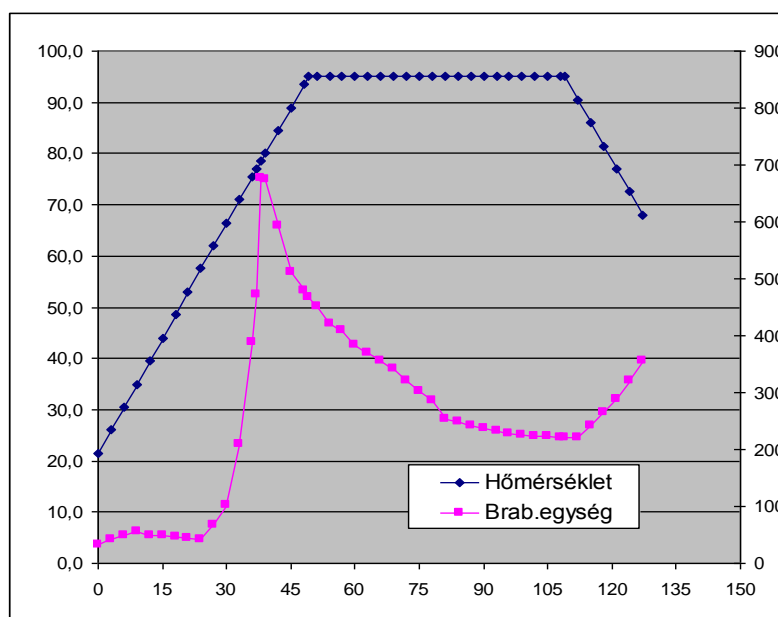
A keményítő elcsirizedésekor elérhetőbbé válik az enzimek számára, ezért fontos tényező az elcukrosítás folyamatánál.

A köles csirizedési hőmérséklete 78°C (mint az az alábbi táblázatból leolvasható), korábban említett külföldi mérések 73,4°C-ot említenek malátázatlan kölesre.

Összehasonlításképpen, az árpa elcsirizedési hőmérséklete 63°C. A Brabender amiloviszkozigráffal mért adatok:

7. táblázat Fehér köles keményítőjének amiloviszkozográfus értékei

Idő, perc	Hőmérséklet, °C	Brabender egység	Idő, perc	Hőmérséklet, °C	Brabender egység	Idő, perc	Hőmérséklet, °C	Brabender egység
0	21,5	33	42	84,5	592	87	95,0	241
3	26,0	42	45	89,0	512	90	95,0	238
6	30,5	49	48	93,5	480	93	95,0	232
9	35,0	55	49	95,0	468	96	95,0	228
12	39,5	50	51	95,0	452	99	95,0	225
15	44,0	48	54	95,0	422	102	95,0	224
18	48,5	46	57	95,0	409	105	95,0	223
21	53,0	45	60	95,0	384	108	95,0	220
24	57,5	42	63	95,0	369	109	95,0	220
27	62,0	68	66	95,0	355	112	90,5	222
30	66,5	102	69	95,0	342	115	86,0	242
33	71,0	210	72	95,0	320	118	81,5	265
36	75,5	388	75	95,0	302	121	77,0	289
37	77,0	472	78	95,0	286	124	72,5	322
38	78,5	677	81	95,0	253	127	68,0	356
39	80,0	674	84	95,0	248			



6.ábra A köles keményítőjének amilogramja

A β -amiláz optimális működési tartománya 62-65°C közé esik. Az enzim akkor tud rendszeresen működni, ha a keményítő elcsirizedett. A köles csirizedési hőmérséklete ennél magasabb, ezért ezt figyelembe kell venni az optimális cefrőzés kiválasztásakor.

5.1.7. Aurby-féle csírázási energia vizsgálata

A csírázási energiával a magok csírázási képességéről kaphatunk tájékoztatást. Optimális esetben a magok együtt csíráznak, gyorsan, és nagy arányban.

A sörárpa esetén a minimális érték a 90%, jó minőségű alapanyag legalább 95%-a képes csírárt hajtani. A fehér köles csírázási energiája 92%, a vöröse 94%, ezért elmondható, hogy a köles mintáink a gyengébb minőségű árpához hasonlíthatóak.

5.2 Köles maláta analízis

5.2.1 Nedvességtartalom meghatározás

8. táblázat Malátázások szakaszainak nedvességtartalma

A jó árpamaláta szárazanyagtartalma 95% körüli. A L1 malátázásnál a három lépés

	Áztatás végén (%)	Csírázás végén (%)	Aszalás végén (%)
L1	Vk 35,7	Vk 40,2	Vk 7,2
	FK 34,2	FK 39,6	FK 6,9
L2	Vk 39,1	Vk 44,3	Vk 6,2
	FK 38,6	FK 44,2	FK 6,1
L3	Vk 42,2	Vk 46,3	Vk 5,4
	FK 41,6	FK 45,9	FK 5,3
Gyári	Vk 38,2	Vk 41,3	Vk 6,1
	FK 37,3	FK 41,2	FK 6,0

során kevesebb, az L3-asnál több és az L2 beállításnál kb. ugyannyi nedvesség %-okat értünk el, mint a bőcsi, mikromalátázóban készített köleseknél. A tételek nedvességtartalmát az áztatási idő növelésével és levegőztetés mértékének fokozásával tudtuk emelni. Az adatokból jól látható, hogy ennek hatására a kölesek által az áztatás során felvett vízmennyiség jelentősen növekedett. A „L3” malátánál már 45-46% nedvességtartalmat sikerült elérni a csíráztatás végére, ami árpa esetén már elfogadható érték lenne.

L1, L2, L3 – laboratóriumi malátázások, csíráztató edényben, aszalás szárító szekrényben

Vk – vörös köles

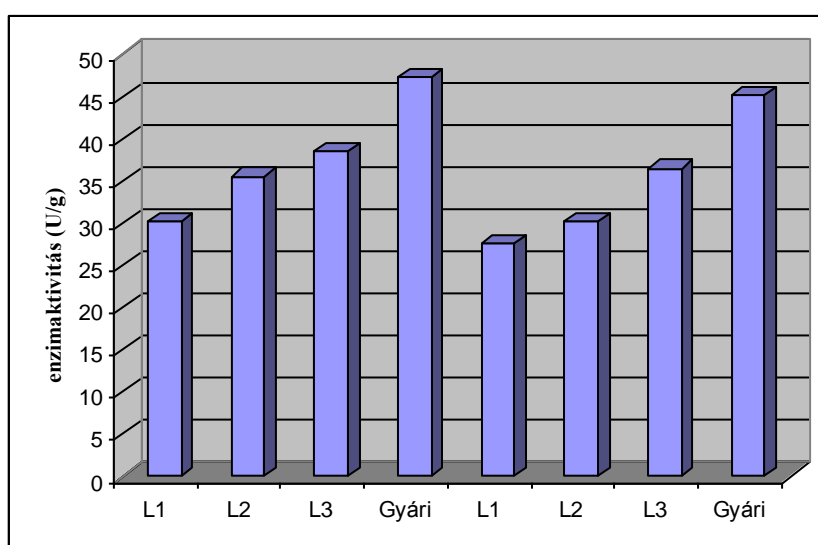
5.2.2 α -amiláz aktivitás mérése Phadebas-teszttel

A mérést Phadebas tabletákkal végeztem. Minden malátázás végén mérést végeztem, majd az α -amiláz értékeket egység/gramm mértékegységben adtam meg, melyeket egy standard egyenesről lehetett leolvasni.

7. táblázat α -amiláz aktivitás eredményei

Minta	Malátázás	α -amiláz aktivitás (U/g) Árpa 73,9 U/g
Vörös köles maláta	L1	30,2
	L2	35,6
	L3	38,6
	Gyári	47,3
Fehér köles maláta	L1	27,6
	L2	30,2
	L3	36,5
	Gyári	45,2

7. ábra Az α -amiláz aktivitás növekedése

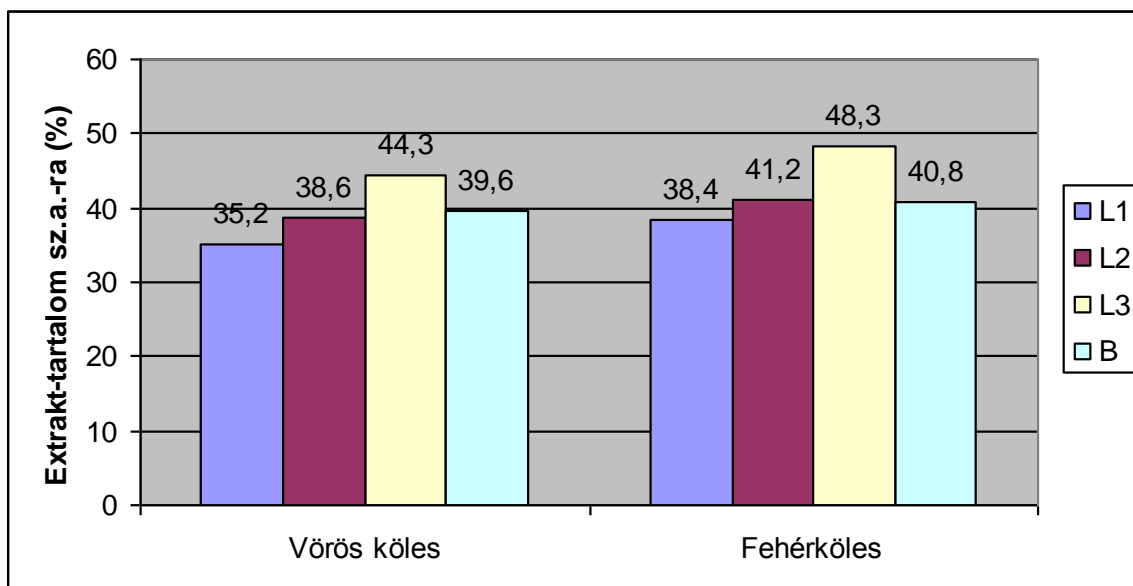


A kölesmaláták enzimaktivitása az árpamaláta átlagos enzimaktivitásának (73,9 U/g) csak tört része, mely adat arra enged következtetni, hogy a malátázási paraméterek további változtatásával (elsősorban a vízelvétel, oxigén ellátottság) javítható lenne ez az érték. A vízelvétel növelése és az aktivitás növekedése között egyértelmű az összefüggés.

5.2.3 Kongresszusi cefrőzés eredményei

A sörlevek extrakttartalma, extrakt differenciája, pH-ja, és színe

8. ábra Köles maláták extrakttartalma



A köles maláták kongresszusi cefrézéssel kapott sörleveinek extrakt tartalma mind durva, mind pedig finom őrleményeknél 40-45%-al alatta volt az átlagos árpamalátáénak (83%), mely értékek a magas csirizedési hőmérséklet miatti kis mértékű keményítő szemcse feltárással és az alacsonyabb amilolitikus enzimaktivitással magyarázható.

A finom őrleményből és a durva őrleményből készült sörlevelek szárazanyagra vonatkoztatott extrakttartalmának különbsége: vörös köles: 2,7, fehér köles: 1,8. Ezek az értékek arra utalnak, hogy a maláta oldottsága megfelelőnek tekinthető, bár az átlagos árpamaláta extrakt tartalmának a fele áll csak rendelkezésre a kölesmalátánál.

Sörlé		pH	Szín (EBC)	Szűrési idő perc	Cukrosodási idő
Átlag sörlé		5,7	4	28	25
Vörös köles	L1	4,8	5	38	-*
	L2	4,7	4	33	
	L3	4,8	5	28	
	Gyári	4,8	5	27	
Fehér köles	L1	4,6	4	42	-*
	L2	4,5	4	38	
	L3	4,5	3	26	
	Gyári	4,5	4	30	

Extrakt-differencia

Minta	Érték	Minősítés
-------	-------	-----------

Kontroll: 0,8 Nagyon jó

Vörös köles: 0,7 Nagyon jó

Fehér köles: 0,5 Nagyon jó

8. táblázat

*Jód próba mindig + maradt a maradék határdextrinek miatt

5.2.4 Malátaanalízis Hartong-Kretschner szerint

A maláta oldódási fokának meghatározására a sörfőzés jellemző hőmérsékletein végzünk cefrézést. Az így kapott extrakttartalmakat viszonyítjuk a kongresszusi módszerrel

készült malátalé extrakttartalmához, így jellemezni tudjuk a vizsgált mintát. A sörárpánál használatos táblázat köles esetén nem alkalmazható, ezért segédképletet kell használni.

Az eredmények kiértékeléséhez a maláta szárazanyagtartalmának, valamint a finomőrlemény extrakttartalmának ismerete szükséges. Ez utóbbit standard (kongresszusi) malátalé módszerrel kell elkészíteni és meghatározni.

9.ábra Hartong számok

Minta	Hartong számok			
	L1	L2	L3	Gyári
Malátázás				
Kontrol sörlé	3,6	4,1	4,3	-
Vörös köles	0,7	1,1	1,6	2,8
Fehér köles	0,6	1,2	2,0	2,4

Hartong-szám egy és tíz közé eshet; az ideális érték árpamaláta esetén 5,0. A Hartong számot árpamaláta esetén a következőképpen értékelhetjük:

0 – 3,5 : nem oldott (oldási határ alatt)

4,0 – 4,5: gyengén oldott vagy enzimszegény

5,0: megfelelően feldolgozott, jó maláta hordósörnek

5,5 – 6,5: jól oldott és enzimdús, ideális maláta palacksörnek

6,5 – 10,0: nagyon enzimdús, speciális maláta, a rosszul feldolgozott maláták följavítására alkalmas

Viszonyszámaink és a Hartong számok az alapanyag eltérő tulajdonságai miatt csak irányadóként értékelhetőek az árpamaláta minősítés szempontjai alapján, de így is látható, hogy köleseink viszonylag extraktszegény malátákat produkáltak, lehet, hogy a csíráztatási idő túl rövid volt.

5.2.5. Szabad α -amino nitrogén (SZAN) meghatározás

Ezzel a méréssel a kis molekulájú peptidek (1-3 C) mérése a cél. Az élesztők ezeket a fehérjéket növekedésre és szaporodásra használják fel. A SZAN tartalmat a következő képlet segítségével lehet számolni:

$$SZAN = \frac{E_{\text{vizsgálandó}}}{E_{\text{standard}}} \cdot 2 \cdot H$$

Ahol:

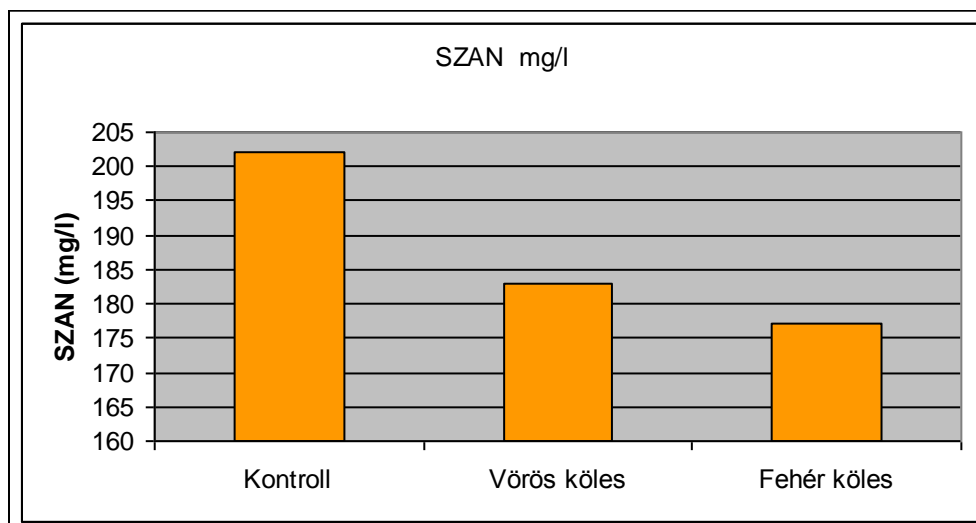
SZAN: a minta szabad α -amino Nitrogén tartalma, mg/l

$E_{\text{vizsgálandó}}$: a vizsgálandó sörlé, vagy sör extinkciója

E_{standard} : a standard oldat extinkciója

H: a vizsgálandó sörlé, vagy sör hígítása

10.ábra A köles cefrőzés átlagos SZAN értékei



Jó minőségű sörlé SZAN-tartalma 200-250 mg/l közé esik. Erjesztéshez a minimális mennyiség 100 mg/l. A köles SZAN-tartalma minden esetben meghaladja az átlagos értéket, megfelel az erjesztéshez

5.2.6. Fehérjetartalom meghatározás

A fehérjék a sör aromáját és habképződését befolyásolják. Ha azonban túl nagy mennyiségben vannak jelen, a sör könnyen befertőződik, ronthatják a kolloidstabilitást és opálossá válik a végtermék. A proteolitikus enzimek működését a fehérjetartalom alapján tudjuk értékelni. A Kjeldahl vizsgálatok során az alábbi eredményeket kaptam:

Minta	Bemért tömeg, g	Fogyás, cm ³
Malátázatlan fehér köles	1,5070	9,3
Malátázott házi fehér köles	1,0215	7,5
Malátázott bőcsi fehér köles	1,0006	8,2

Malátázatlan vörös köles	1,5001	7,4
Malátázott bőcsi vörös köles	1,0059	3,9
Malátázott házi vörös köles	1,0125	6,0
Vakpróba	2,0581	2,65

A fehérjetartalmat az alábbi képlet segítségével számoltam:

$$P\% = \frac{(Minta_{fogyás} - Vak_{fogyás}) \cdot f_{H_2SO_4} \cdot 0,0028016 \cdot 6,25 \cdot 100}{m_{Minta}}$$

Ahol:

- $f_{H_2SO_4}$: 1,4007 -
- $Minta_{fogyás}$: A titrálás során fogyott kénsav mennyisége, cm^3
- $Vak_{fogyás}$: A vakpróba fogyott kénsav mennyisége, cm^3
- m_{Minta} : A bemért minta tömege, g
- P%: Fehérjetartalom, %

Ezek alapján a számolt értékek; a fehérjetartalom a nitrogéntartalom 6,25-szöröse:

Minta	Fehérjetartalom, %	Nitrogéntartalom, %
Malátázatlan fehér köles	10,82	1,73
Malátázott házi fehér köles	11,64	1,86
Malátázott bőcsi fehér köles	13,60	2,18
Malátázatlan vörös köles	7,77	1,24
Malátázott bőcsi vörös köles	3,05	0,48
Malátázott házi vörös köles	8,22	1,31

A jó sörárpa fehérjetartalma 12% alatt van. Ezt az értéket a bőcsi fehér köles fehérjetartalma haladja meg, de a házilag malátázott fehér köles is vészesen megközelíti. Ennek ellenére a köles fehérjetartalma malátázás során jobban oldódik, mint az árpáé, mert utóbbinak az értéke 6-7% körül szokott lenni. Ezek az értékek igen jónak mondhatóak, a cefrőzés során a fehérjebontás megfelelően működött.

5.2.7. Szénhidrát összetétel

Minél magasabb a sörlé cukorkoncentrációja, annál nagyobb az extrakt tartalma, így annál több alkoholt tudunk fermentáltatni az élesztőkkel. Szintén fontos a szénhidrát-összetétel ismerete, mert ez alapján megállapíthatjuk, hogy a sörlé megfelelő táptalaj-e az élesztőnek. Ezzel a méréssel a különböző erjeszhető szénhidrátok típusait és arányát ismételhetjük meg. A mért eredmények a 2. számú mellékletben találhatóak.

A köles cukorösszetétele hasonlít az árpához, a maltóz mennyisége azonban alacsonyabb. Olyan gluténmentes póanyag használata javasolt, amely ezt a hiányosságot pótolni tudja.

5.2.8. Szűrési teszt

Ez a teszt a lehető legrosszabb körülményeket feltételezi szűréskor. Az alábbi eredményeket kaptam:

Minta	Szűrt mennyiség, 30 perc után, cm ³	Szűrt mennyiség, 60 perc után, cm ³
Fehér köles	115	125
Vörös köles	210	230

Ha szűrt mennyiségünk 170cm³-nél több, akkor problémamentes szűrésre számíthatunk. Ha 130cm³-nél, akkor problémák várhatóak. A fehér köles β -glükán tartalma magasabb, vagy a β -glükánáz enzim működése gátolt, a fehérjepihenők nem megfelelőek.

5.2.8. Optimális cefrőzés kiválasztása

A három különböző cefrőzési görbe, melyek sörleveit vizsgáltuk az 1. számú mellékletben találhatóak.

X.táblázat: A vizsgált sörlevek extrakttartalma

Minta	Extrakt, P%
Fehér köles, C1	5,9
Fehér köles, C2	8,6
Fehér köles, C3	8,1
Vörös köles, C1	5,6
Vörös köles, C2	8,2
Vörös köles, C3	7,9

X.táblázat: A vizsgált sörlevek átlag szűrési ideje

Minta	Szűrési idő, perc
Kontroll	40
Fehér köles	64
Vörös köles	48

Becefrzési hőmérséklet

A becefrzési hőmérsékelt kiválasztásakor figyelembe kell venni, hogy a köles enzimaktivitása kisebb az árpánál; a csirizedési pontja azonban magasabb. Alacsonyabb

becéfrzési h3m3rs3klet javasolt. A 35°C-os pihen33 a 2. c3fr3z3sn3l el33seg3ti a kem3ny3t33 felt3r3s3t

Elcukros3t3s

A vizsg3lt v3r3s k33les 3s feh3r k33les csirizesed3si h3m3rs3klete azonos volt; 78°C, azonban ez a β -amil3z m33k3d3si optimum3n k33v3l esik (62-65°C). 78°C-os pihen33 bevezet3s3vel megn33 a sz3r3si id33, ami rontja a gazdas3goss3got, ez3rt a 68°C-os pihen33t javaslom, dekokci3s elj3r3ssal – 3gy folyamatosan elcukros3that33 a kem3ny3t33tartalom, 3s a β -amil3z is tud m33k3d3ni.

A c3fr3z3s befejez3se

A k33c3fr3z3si h3m3rs3kleten az enzim3s folyamatok lez3r3r3nak, mert az enzimek mindegyike inaktiv3l3dik. A k33les α -amil3za nem egy h33stabil enzim, amint v33get vet3nk a m33k3d3s3nek, le3ll3tj3k a az elcukros3t3st 3s ezzel r33gz3tj3k a cukorkoncentr3ci33t.

Az eredm3ny3k azt mutatj3k, hogy a magas k33c3fr3z3si h3m3rs3klet cs3kkenti az extraktot. Dekokci3s elj3r3st alkalmazva azonban (teh3t 78°C-os v33gs33 h3m3rs3klet) r33gz3thetj3k a cukorkoncentr3ci33t, 3s egyszerre n33velhetj3k az exktraktot is.

Optim3lis c3fr3z3s

Az optim3lis c3fr3z3s kiv3laszt3sakor a legfontosabb t33nyez33 a k33nyerhet33 extrakttartalom. Azonban m33s faktorokat is figyelembe kell venni, t33bb3k k33z3tt megfelel33 33sszet3tel33 3s koncentr3ci33j33 sz33nhidr3t3k3t kell az 33leszt33nek biztos3t3ni, 3gyelni kell a m33veleti id33re (amit a sz3r3si- 3s c3fr3z3si id33 hat3roz meg), a feh3rj3k megfelel33 m33rt3k33 bontotts3g3ra, mert ez befoly3solja a s33r habtart3ss3g3t 3s v33gs33 arom3j3t.

Semmik33ppen sem elhanyagolhat33 szempontok az 33rz3kszervi jellemz33i a s33rnek, hiszen ez egy 33lvezeti cikk. Ez3rt t33rekedni kell arra, hogy a glut33nmentess3g ne menj3n az 33zvil3g k33r3ra.

A vizsg3latok alapj3n a C2 jelz3s33 s33rl3 az optim3lis. Evvel az elj3r3ssal nyerhet33 ki a legtöbb extrakt. A SZAN-tartalom egyik esetben sem 33ri el a k33v3nt 33rt33keket, 3ltal3ban 200 mg/L al33 esik.

Javaslat tov33bbfejleszt3sre

A v33lasztott c3fr3z3si program extraktja alacsony, a s33rl3 sz33rhet33s3ge rossz.

A vizsgált sörlevek szénhidrát-összetétele nem különbözik nagymértékben az árpa szénhidrát-összetételétől, de javasolt gluténmentes póttanyag alkalmazása, mint például cukor, izocukor, rizs, kukorica.

Az infúziós cefrézési eljárás helyett a dekokciós javasolt, mivel a köles csirizedési hőmérséklete nagymértékben meghaladja a β -amiláz működési optimumát.

A szűrési idő hosszabb idejű, alacsonyabb pihenővel csökkenthető, mert ilyen hőfokokon a fehérjék jobban lebomlanak, a sörlé ezáltal könnyebben elválasztható a törkölytől.

6.Összefoglalás

A külföldi – leginkább dél-afrikai és indiai - kutatások gazdaságossági és mezőgazdasági okokból irányulnak az „újra” felfedezett gabonák felé, mint a hajdina, cirok és köles. Észak-Amerikában és Európában viszont évről évre nő a lisztérzékenyek száma, ezért egyre nagyobb igény mutatkozik olyan sörök iránt, amelyek gluténmentes alapanyagokból készülnek.

Méréseim során külföldi eredményeket próbáltam alkalmazni magyar termőhelyű kölesre, és ennek megfelelően optimalizálni ezeknek malátázását és cefrőzését, a gazdaságossági szempontokat szem előtt tartva. Céлом volt a lehető legmagasabb extrakttartalmú sörlét előállítani, analitikai és érzékszervi szempontokat is figyelembe véve.

A kölest az árpa minősítési vizsgálatának vettem alá, ez segített rámutatni a két gabona különböző jellemzőire.

A legtöbb problémát a magasabb csirizedési hőmérséklet okozta, mivel ez kívül esik a β -amiláz működési optimumán. Lehetséges megoldást jelent olyan cefrézési módszer, amely során magasabb hőfokon, de dekokciós eljárással történik a feltárás, így növelve az extraktot.

Különböző cefrézési módszereket teszteltem, az ebből nyert sörleveket analitikai mérésekkel vizsgáltam és kapott eredmények alapján választottam ki az optimális módszert. A legfontosabb paramétereket vettem figyelembe: nitrogéntartalom, cukorösszetétel, szűrhetőség és nem utolsósorban az extrakttartalmat.

Az így kapott cefre tovább vizsgálható, az optimális erjesztési körülmények megtalálásának érdekében. Így egy olyan technológia dolgozható ki, ami ipari alkalmazásra is megfelelő.

IRODALOMJEGYZÉK

Magyar nyelvű

1. Hortobágyi T. (1980): A növények fejlődéstörténeti rendszere. In: Hortobágyi T. (ed.) Agrobotanika. Mezőgazdasági kiadó, Budapest
2. Simon T. (1979): Harasztok. In: Hortobágyi T. (ed.) Növényrendszertan. Tankönyvkiadó, Budapest, 652.
3. Hajdina, Köles - Internet:
<http://szentfazek.freeblog.hu/categories/gabona/>
4. Lisztérzékenyek Világnapja - Internet:
http://www.weborvos.hu/regionalis_hirek/liszterzekenyek_vilagnapja/72906/
5. Őseink eledele - Internet:
<http://www.kertpont.hu/index.php3?menu=cikk&cikkid=958>

Idegen nyelvű

- BÁNÁTI, D. (2005): A lisztérzékenység (gabonaallergia) és a gluténmentes élelmiszerek jelentősége, In: Bánáti, D., Molnár, I. (ed.): *Gluténmentes élelmiszerek, Élelmiszer-biztonsági közlemények II.*, Budapest: Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet, 8. p.
- Eneje, L.O., Obiekeze, S.O., Aloh, C.U., Agu, R.C. (2001): Effect of milling and mashing procedures on millet (*Pennisetum maiwa*) malt wort properties. *Process Biochemistry*, 36 (8-9), 723-727.
- NZELIBE H.C., NWASIKE C.C. (1995): The brewing potential of „ACHA” (*Digitaria exilis*) malt compared with pearl millet (*Pennisetum typhoides*) malts and sorghum (*Sorghum bicolor*) malts. *Journal of The Institute of Brewing*, 101 (September-October) 345-350. p.
- Pelembe, L.A.M., Dewar, J., Taylor, J.R.N. (2002): Effect of Malting Conditions on Pearl Millet Malt Quality. *Journal of the Institute of Brewing*, 108 (1), 7-12.
- Pelembe, L.A.M., Dewar, J., Taylor, J.R.N. (2004): Effect of Germination Moisture and Time on Pearl Millet Malt Quality – With Respect to Its Opaque and Lager Beer Brewing Potential. *Journal of the Institute of Brewing*, 110 (4), 320-325.
- Thalecker, R., Bößendörfer, G., Birkenstock, B. (2006): Über den Glutengehalt des Bieres. *Brauwelt*, 146 (41-42), 1230-1235.
- Zarnkow, M., Keßler, M., Burberg, F., Back, W., Arendt, E.K., Kreis, S. (2007): The Use of Response Surface Methodology to Optimise Malting Conditions of Proso Millet (*Panicum*

miliaceum L.) as a Raw material for Gluten-Free Foods. Journal of the Institute of Brewing, 113 (3), 280-291.

Zarnkow, M., Mauch, A., Back, W., Arendt, E.K., Kreis, S. (2007): Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.): An Evaluation of the Microstructural Changes in the Endosperm during the Malting Process by Using Scanning-Electron and Confocal Laser Microscopy. Journal of the Institute of Brewing, 113 (4), 355-364.

Quinoa – Internet:

<http://www.quinoa.net/>

Karen Railey: Whole Grains: Teff (*Eragrostis*) – Internet:

<http://chetday.com/teff.html>

BARNA, M. (2000): Bevezetés a táplálékallergia és intolerancia problémakörébe, In: Barna M. (ed.): COLLIN, P., THORELL, L., KAUKINEN, K., MÄKI, M. (2004): The safe threshold for gluten contamination in gluten-free products. Can trace amounts be accepted in the treatment of coeliac disease, Aliment. Pharmacol. Ther., 19 1277 - 1283. p.

DEÁK T. (2008): Élelmiszer-mikrobiológia, Mezőgazda kiadó

FASANO A., TRONCONE R., BRANSKI D. (2008): Frontiers in coeliac disease Pediatr Adolesc Med. Basel, Karger, vol 12, 181 – 187 p.

HORACSEK, M. (2005): A gluténmentes élelmiszerek nemzetközi szabályozásának aktuális kérdései, In: Bánáti, D., Molnár, I. (ed.): *Gluténmentes élelmiszerek, Élelmiszer-biztonsági közlemények II.*, Budapest: Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet, 33 – 36. p.

KANEVRA P., SONTAG-STROHM T., AND LEHTONEN P. (2005): Determination of Prolamins in Beers by ELISA and SDS-PAGE, J. Inst. Brew. 111 (1), 61 – 64. p.

KASARDA, D. D., AUTRAN, J.-C., LEW, E. J.-L., NIMMO, C. C., SHEWRY, P. R. (1983): N-terminal amino acid sequences of ω -gliadins and ω -secalins. Implications for the evolution of prolamin genes, Biochim. biophys. acta, 747

(1-2) 138 – 150. p.

KAUKINEN K., COLLIN P., HOLM K., RANTALA I., VUOLTEENAHO N., REUNALA T., MÄKI M. (1999): Wheat starch-containing gluten-free flour products in the treatment of coeliac disease and dermatitis herpetiformis: A long-term follow-up study. Scand. J. Gastroenterol. 34: 163 – 169. p.

LÁSZTITY, R. (1981): Gabonafehéjék, Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 41 – 48. p.; 133 – 143. p.

LÁSZTITY, R. (1996): The Chemistry of Cereal Proteins, Boca Raton: CRC Press Inc., 23 – 47. p.; 142 – 147. p.; 159 – 162. p.; 185 – 189. p.; 249 – 253. p.; 282 – 283. p.

LÁSZTITY, R. (1999): Cereal Chemistry, Budapest: Akadémiai Kiadó, 73 - 84. p., 174 – 176. p.; 222 – 225. p.; 267 – 272. p.

NÉMEDI E. (2009): Molekuláris biológiai módszerek fejlesztése gluténmentesség ellenőrzésére, (Doktori értekezés), Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet
Budapest, 9 – 23. p.

POLGÁR, M. (2005): A coeliakia és gabonaallergia jellegzetességei, diagnosztikus és étrendi konzekvenciái gyermek és felnőtt korban, In: Bánáti D., Molnár I. (ed.): *Gluténmentes élelmiszerek, Élelmiszer-biztonsági közlemények II.*, Budapest: Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet, 14 – 18. p.

RODLER I. (2005): Gluténmentes élelmiszerek élelmiszer-biztonsági kérdései és jelentősége a coeliakiás betegek életminőségében, In: Bánáti, D., Molnár, I. (ed.): *Gluténmentes élelmiszerek, Élelmiszer-biztonsági közlemények II.*, Budapest: Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet, 21. p.

VEITH K. N. (2009): Evaluation of four sorghum hybrids through the development of gluten-free beer, KANSAS STATE UNIVERSITY

Manhattan, Kansas, 25 – 26. p.

