

**SZEMLE****Review****Az árpa söripari tulajdonságainak vizsgálata**

TÓTH NIKOLETTA-MURÁNYI ISTVÁN-BÓDI ZOLTÁN

Károly Róbert Főiskola, Fleischmann Rudolf Kutatóintézet, Kompolt

**Összefoglalás**

A szerzők ismertetik a legfontosabb söripari tulajdonságok vizsgálatait az őszi árpánál. A klasszikus minőségi kritériumok, mint a fehérjetartalom és az osztályozottság mellett a dolgozat további, a söripar számára fontos jellemzőket is bemutat. Szemlélteti az egyes minőségi tulajdonságokra ható tényezőket. E tulajdonságok ismerete és összefüggése, valamint az őszi és tavaszi sörárpa termesztéstechnológiája fontos mind az árpanemesítők, mind a növénytermesztők számára.

**Kulcsszavak:** árpa (*Hordeum vulgare* L.), söripari minőség

**Investigation of the technological properties  
of brewing barley**

N. TÓTH-I. MURÁNYI-Z. BÓDI

Research Institute of Fleischmann Rudolf, Károly Róbert College, Kompolt

**Summary**

Our aim is to review and specify the methods of analyzing the main technological traits of winter malting barley. Besides protein content and grading as classical quality criteria,

our study intends to introduce other properties which are also important to brewers and maltsters. It shows those factors which have effects on these technological properties. Knowledge of these attributes and the interactions between the traits and cropping technologies of winter and spring barley have a very important role for barley breeders and producers.

**Key words:** barley (*Hordeum vulgare* L.), technological properties of brewing barley

A sörárpatermesztésben a klasszikus minőségi kritériumok, mint az alacsony fehérjetartalom, az osztályozottság, a hektolitertömeg és a csírázóképeség minden termesztő számára közismert. A kompolti Fleischmann Rudolf Kutatóintézetben több mint 5 éve folyik vizsgálat a sörárpa genotípusok (elismert fajták, fajtajelöltek és törzsek) söripari technológiai tulajdonságainak meghatározására. E vizsgálatok elősegítik a söripar számára legmegfelelőbb fajták előállítását (őszi és tavaszi sörárpa egyaránt) a hagyományos célok (termőképesség, betegségrezisztencia, stb.) elérése mellett.

### Söripari tulajdonságok jelentősége és vizsgálata

A malátázás a gabonafélék mesterségesen létrehozott, illetve szabályozott környezeti feltételek közötti csíráztatása (Wolf-Hall 2007). Célja elsősorban azoknak az enzimeknek az aktiválása, amelyek csírázáskor a gabonaszemben tárolt tartalék anyagok meghatározott átalakulásait irányítják (Narziss 1981, Kunze 1983). A malátakészítéssel elsősorban azt szeretnénk elérni, hogy az árpaszemek keményítőtartalmát az alkoholos erjedés feltételeinek megteremtéséhez – azaz az élesztők számára hozzáférhető – cukrokká alakítsuk, valamint a malátában képződő enzimek mennyiségét gyarapítsuk (Basa 1998). A keményítő cukrokká történő lebomlása a cefrefőzés során is folytatódik.

A malátázásra kerülő árpatelekeknek idegen anyagtól mentesnek, egészségnek kell lenniük. A különböző gombafertőzések termékei kellemetlen ízanyagaik következtében okoznak minőségromlást, a *Fusarium*-fertőzés sörvadulást okoz, az anyarozs méreganyagai miatt okoz problémát (Basa 1998, Linko et al. 1998). A *Fusarium*-fertőzés deoxynivalenol (DON), és egyéb mikotoxinok képződéséhez vezet (Haikara 1983, Flannigan et al. 1985, Schwarz et al. 1995).

A szemszín a malátagyártók számára szintén fontos paraméter. Jobban kedvelik a világos színű árpát. A szemfoltosság kétféleképpen jelenhet meg. Az egyik a sárgásodás vagy karamell színűre változás, amelyet enyhe záporok okozhatnak. A másik a szürke foltok és fekete pontok megjelenése, amely heves

esőzések után alakulhat ki, és gombafertőzések okozhatják. Gombával fertőzött szemeknek a malátagyártás során kisebb lesz a csírázási rátájuk, és hosszabb a nyugalmi idejük. A sörgyártás során kisebb lesz e szemek extrakt tartalma, de a gombás fertőzés hatással lesz a fermentációra és a habtartósságot szintén befolyásolja. Túlhabzás, illetve túlzott CO<sub>2</sub> képződés figyelhető meg az üveg felbontásakor (*Amaha és Kitabatake* 1981).

Ahhoz, hogy a sörárpat a malátagyártásban és a sörgyártásban fel lehessen használni, számos minőségi követelménynek kell megfelelnie. Megközelítőleg 10–15 fizikai és kémiai paraméter van, amely jellemző az árpára, a malátára, illetve a sörlére (*Nielsen és Munck* 2003). Az árpa és a maláta söripari tulajdonságait számos környezeti/klimatikus tényező befolyásolja (*Briggs* 1978, *Henry és Johnston* 1991, *Eagles et al.* 1995, *Verma és Nagarajan* 1996, *Molina-Cano et al.* 1997, *Mather et al.* 1997). Természetesen lehetőség van nagy terméshozamot és kiváló malátaminőséget produkálni a megfelelő fajta megválasztásával, viszont csak abban az esetben, ha a termesztési feltételek, illetve a termesztéstechnológia is megfelelő (*Kovacevic et al.* 2006a, 2006b).

Azon paraméterek meghatározása, amelyek leginkább kifejezik az árpa söripari tulajdonságát, igen összetett feladat (*Monnez et al.* 1987, *Briggs* 1998, *Fox et al.* 2003, *Bertholdsson* 2004), és az egyes országokban is más-más paramétereket tekintenek fontosabbnak (*Briggs* 1998, *Fox et al.* 2003). Ezért a sörárpa, illetve az abból készült maláta minőségének meghatározásánál azt nézik, hogy e tulajdonságok bizonyos határértékek közé esnek-e (*Tomcsányi* 1998).

### Sörárpa malátázáshoz történő előkészítése

A betakarítás után az árpát megfelelő körülmények között azonnal tárolni kell. A tárolást a betakarítástól a malátázásig alacsony hőmérsékleten és száraz körülmények között kell végrehajtani azért, hogy az árpa nedvességtartalma 12,0–12,5% között maradjon. Emiatt a tárolás alatti szárítás majdnem minden esetben szükséges. A nedvességtartalomnak sörárpa esetében különösen nagy szerepe van, mert a nedves árpa elveszti csírázóképeségét a tárolás folyamán (*Basa* 1998). A tárolás alatt az árpamintákat pamut, illetve papír tasakokban, zsákokban tartjuk. A tisztítás, a súly-, és a nedvességtartalom mérését követően az árpa minőségi tulajdonságait határozzuk meg.

Első lépésként az árpa osztályozottságát mérjük, és kizárólag a 2,5 mm fölötti szemnagyságú árpát használjuk a további analízishez. Ezt követően az árpa ezerszemtömegét és fehérjetartalmát mérjük. Az EBC előírásainak megfelelően a 12,0% fölötti fehérjetartalmú árpa nem kerül malátázásra. A csírázási energiát

(GE) tavaszi árpa esetében három héttel, őszi árpa esetében hat héttel a betakarítás után végezzük. A csírázási energia a mag nyugalmi állapotáról ad kellő mértékű információt. Malátázásra azon anyagok kerülnek, amelyek csírázási energiája három nap elteltével nagyobb, mint 95%, illetve akkor kerül sor a malátázásra, amikor a vízerzékenység megszűnik.

A malátázást, illetve az ezt követő malátaanalízist az EBC előírásainak megfelelően végezzük. Ennek szabályait, illetve az ehhez szükséges módszereket az Európai Sörgyártók Szövetsége Analízis Bizottsága által publikált ANALYTICA-EBC (1998) című jegyzet tartalmazza.

### ***Osztályozás/Osztályozottság meghatározása (ANALYTICA-EBC 3.11)***

A sörgyártásban felhasználandó árpa esetén speciális követelmény a megfelelő szemnagyság, és osztályozottság. Az egyenletes oldódáshoz egy homogén magméret ideális, amelyet az árpatételek magméret szerinti osztályozásával érnek el (Basa 1998). A szemnagyságot a szemben található keményítőtartalom határozza meg. Minél nagyobb az árpaszem, annál magasabb a belőle előállítható maláta extrakttartalma. Minél kisebb a szem, így annak keményítőtartalma, annál rosszabb a sörárpa minősége, és a gyártás gazdaságossága is csökken. A szemnagyságot és az egyöntetűséget 2,8, 2,5, és 2,2 mm-es résnyílású rostalemezeken osztályozással határozzák meg. Az egységes árpáknak az első két rostalemezen fennmaradó része kb. 85% (Narziss 1981).

Az osztályozottságot többek között a Pfeuffer (Mess und Prüfgeräte) Sortimat típusú osztályozó berendezés segítségével határozzák meg, amely egymás fölött 2,8, 2,5 és 2,2 mm résnyílású rostalemezeket tartalmaz. A mérés során, a mintavételt követően mintánként 100 gramm árpát helyezünk az osztályozó berendezésbe (a felső rostalemezre), és azt 5 percen keresztül rázatjuk. Az 5 perces időtartam elteltével lemérjük az egyes rostákon fennmaradó árpamennyiség súlyát, és az eredményt az összes súly százalékában adjuk meg.

A 2,5 mm-nél nagyobb méretű szemeket teljes értékű árpának. A felvásárlási követelmény kielégítéséhez e részaránynak legalább 85%-nak kell lennie. Kizárólag a 2,5 mm, és az annál nagyobb hasi átmérőjű szemeket használjuk malátázásra.

### ***Az ezerszemtömeg meghatározása (ANALYTICA-EBC 3.4)***

Ezerszemtömeg alatt értjük 1000 árpaszem tömegét 14%-os víztartalom mellett. A jó sörárpa ezerszemtömege 40–48 g körül van. Minél nagyobb az ezerszemtömeg, annál nagyobbak és hasasabbak az árpaszemek, és így nagyobb azoknak extrakttartalma. Ezen kívül a nagy szemű árpánál viszonylagosan

csökken a héj aránya (*Kunze* 1983). Homogenizált árpából  $2 \times 40$  gramm tömegű adagokat mérünk le, majd megszámloljuk az így készített mintákban lévő árpaszemeket. Az idegen és fél szemeket külön válogatjuk, melyek tömegét a számlálásnál levonjuk. A számláláshoz a következő képletet alkalmazzuk. Szárazanyagra vonatkoztatva:

$$G_{1000} = (W * 1000 * (100 - M)) / (N * 100)$$

ahol:

$G_{1000}$  = ezerszemtömeg légszáraz árpára vonatkoztatva (gramm)

W = az árpaadag tömege az idegen és fél szemek tömegével korrigálva (gramm)

M = az árpa nedvességtartalma (%)

N = az adagban lévő árpaszemek száma

Az ezerszemtömeg eredményeket grammban fejezzük ki.

### Az árpa összes nitrogéntartalmának meghatározása

A sörárpa fehérjetartalma nem haladhatja meg a 11,5%-ot (*Bertholdsson* 1999), mivel a magasabb fehérjetartalom csökkenti az extrakttartalmat, és a végtermék, azaz a sör minőségét (*Rasmusson és Glass* 1965). Más szóval, a magasabb fehérjetartalom összefügg a maláta egyéb tulajdonságaival is (*Zhang et al.* 2006). 11,5% fölötti fehérjetartalom hatására az alacsonyabb keményítőtartalom a végtermékben kevesebb alkoholt eredményez, viszont a 9,5% alatti fehérjetartalom hatására az élesztőknek nem áll elegendő mennyiségű N forrás a rendelkezésükre (*Pettersson és Eckersten* 2007). A fehérjetartalom ezen kívül meghatározza a csírázás mértékét is, amely komoly problémákat okozhat abban az esetben, ha egyszerre több fajtát malátázunk, még akkor is, ha ezek átlag fehérjetartalma elfogadható (*Palmer* 2000).

Az árpa fehérjetartalmát nagymértékben befolyásolják a környezeti tényezők, és ez elsősorban akkor jelent problémát, ha sörárpáról van szó (*Bertholdsson* 1999). A 11,5% alatti fehérjetartalmat nehéz előidézni, mivel e tulajdonságot nagymértékben befolyásolja a környezet, illetve az árpatermesztés egyéb körülményei (*Bathgate* 1987, *Smith* 1990). A talaj magas nitrogéntartalma (*Varvel és Severson* 1987, *Weston et al.* 1993, *Eagles et al.* 1995), a szárazság (*Morgan és Riggs* 1981, *Coles et al.* 1991, *Birch et al.* 1997), illetve a magas hőmérséklet és a szárazság együtt (*Macnicol et al.* 1993, *Savin és Nicolas* 1996) növeli az árpa fehérjetartalmát. *Smith* (1990) szerint az árpa fehérjetartalmát a környezet nagymértékben befolyásolja. E környezeti tényezők: a talaj nitrogén tartalma (*Weston et al.* 1993, *Eagles et al.* 1995), és az időjárás (*Coles et al.* 1991,

*Grant et al.* 1991). *Qi et al.* (2006) és *Molina-Cano* (2000) szerint a N-trágyázás mértéke szoros összefüggésben áll az árpa összes fehérjetartalmával. A N-trágyázás idejének a malátatulajdonságra gyakorolt hatását *Chen et al.* (2006) is tanulmányozta. Szerinte, a nitrogént későbbi stádiumban kijuttatva, csökken a maláta minősége (csökken az extrakttartalom, és a Kolbach szám). Elmondhatjuk, hogy az árpaszem nyersfehérjetartalma nagymértékben függ tehát a kijuttatott N tartalmától, viszont ez termőhely és évszakfüggő is (*Conry* 1995, 1997). A kijuttatott N hozzáférhetősége függ az említetteken kívül attól, hogy a N-t milyen formában juttatják ki, illetve attól, hogy az milyen kölcsönhatásba kerül a talaj víztartalmától (*McTaggart* és *Smith* 1992). Az árpa fehérjetartalma és extrakttartalma között negatív korreláció, míg a fehérjetartalom és a diasztatikus erő között pozitív korreláció áll fenn (*Bishop* és *Day* 1993, *Arends et al.* 1995, *Howard et al.* 1996). Az árpa fehérjetartalmát a fentiekén kívül befolyásolja a kalászképzés és a szemkitelítődés ideje alatti hőmérséklet is, elsősorban akkor, amikor a napi hőmérsékleti maximum eléri a határértéket, 32 °C-ot (*Wardlaw* és *Wrigley* 1994). E hőmérsékleti maximum értékek 20–32 °C tartományban limitálják a szemkitelítődést is, elsősorban a lerövidült szemkitelítődési időszaknak köszönhetően (*Passarella et al.* 2002). Ez az oka annak, hogy a vetést minél hamarabb, kora tavasszal meg kell kezdeni. Kései vetés alacsonyabb terméshozamot, és magasabb nyersfehérje tartalmat eredményezhet abban az esetben, ha a vetés és a szemkitelítődés közötti idő alatt nő a hőmérséklet (*Pettersson* és *Eckersten* 2007). Ennek az az oka, hogy a N kevésbé érzékeny a magasabb hőmérsékletre, mint a C, így a N könnyebben felhalmozódik a szemben, magasabb fehérjetartalmat eredményezve (*Grashoff* és *d'Antuono* 1997). Az árpa összes nitrogéntartalmát, várható extrakttartalmát és  $\beta$ -glükán tartalmát a NIR technikán alapuló, Foss Tecator Infratec 1275 típusú transzmissziós spektrométer segítségével állapítjuk meg. A NIR módszer nagyon érzékenyen és pontosan követi a klasszikus módszerrel mért adatokat.

### ***Csírázási energia meghatározása (ANALYTICA-EBC 3.6.1)***

A csírázási energiát azon szemek százalékának a meghatározásával kapjuk, amelyek várhatóan teljesen kicsíráznak. Az árpa csírázókéességét genetikai és környezeti tényezők egyaránt befolyásolják (*Edney* és *Mather* 2004, *Ulonska* és *Baumer* 1976, *Briggs* 1998).

E paramétert a következő módszerrel állapítjuk meg. Üveglapra helyezünk egy szűrőpapírlapot, majd arra 100 darab árpaszemet rakunk. Az árpaszemeknek fél szemektől és idegen anyagoktól mentesnek kell lenniük. Ezt követően a szemeket szűrőpapírral letakarjuk, majd benedvesítjük. A mintákat, ha szük-

séges újrancedvesítjük. A kicsírázott szemeket eltávolítjuk, és 3 nap elteltével megszámloljuk a ki nem csírázott szemeket.

A csírázási energia meghatározása a következő képlet alapján történik:

$$CSE = 100 - n_3$$

ahol:

$$CSE = \text{csírázási energia (\%)}$$

$$n_3 = \text{a 3 nap alatt ki nem csírázott, vagy elhalt szemek száma}$$

A csírázási energia értékét %-ban adjuk meg.

A gazdaságos maláta-előállítás érdekében a csírázóképeségnek minimum 95%-nak kell lennie, egyébként a malátázás végeredménye nem értékelhető.

### Malátázás

Az árpa csírázóképesége a betakarítás után gyenge, a malátázáshoz szükséges csírázóképeséget csak bizonyos idő után nyeri el. Ehhez az árpaszemeket pihentetni kell. Ez az ún. „csíranyugalmi” állapot a mi klimatikus viszonyaink mellett általában négy-nyolc hét.

A malátagyártás célja és lényege: alapanyagot szolgáltatni a sörgyártásnak oly módon, hogy a sörárpszemek keményítőtartalmát az élesztők számára hozzáférhetővé kell tenni, ez egyrészt enzimatikus oldást jelent, másrészt a malátaszemek enzimekészetének gyarapítását jelenti (*Narziss 1981, Petters et al. 1988, Basa 1998*). Ezt a célt a malátaüzemek a sörárpa csíráztatásával, majd a csírázott szemek kíméletes szárításával (aszalásával) érik el (*Basa 1998, Campenhout et al. 1999*).

A végtermék, azaz a maláta minősége szorosan összefügg a malátázás folyamatával (*Campenhout et al. 1999*). Malátagyártásra számos gabonafélét használhatunk, a legmegfelelőbb azonban a kétsoros árpa, amelynek minden szeme szimmetrikus és egyenletesen fejlett (*Narziss 1981*). *Vejražka et al. (2008)* kétsoros és hatsoros árpaszemeket vizsgált a malátázás utáni darálásukhoz szükséges energiamennyiség szempontjából. Eredményeik szerint a hatsoros árpaszemek darálásához sokkal több energiára volt szükség, mint a kétsorosokéhoz, amely azt bizonyítja, hogy a hatsoros árpaszemek keményebbek, így, a malátázás alatt nem egyenletesen csíráznak (*Drost et al. 1980*).

A malátatulajdonságot meghatározó paraméterekhez sorolják a malátázás alatti áztatás végén történő vízfelvételt, valamint a levélcsíra kialakulásának mértékét is (*Gianinetti et al. 2005*). A levélcsíra kialakulásának mértéke egyébként a csírázás sebességét és egységességét (egyöntetűségét) jelöli, amely egy igen fontos előrejelzése a maláta minőségének (*Ulonska és Baumer 1976*,

*Swanston és Taylor 1990*). *Munck és Møller (2004)* szerint pedig, a csírázás sebessége fontos előrejelzése a maláta minőségének, mivel az az endospermium fizikai és kémiai szerkezetének indikátora is egyben. A csíráztatás legfontosabb feladata az oldás, a  $\beta$ -amiláz és az  $\alpha$ -amiláz aktiválása és képzése, mivel az utóbbiak nélkül nincs eredményes cukrosítás. A természetes keményítőt az amilázok maltózzá bontják (*Narziss 1981*). A fehérjék a malátázás során ezen enzimek segítségével aminosavakká és kisebb peptidekké bomlanak (*Baxter 1981, Enari és Sopanen 1986, Jones 2005*). A kiváló minőségű maláta előállításának feltétele a  $\beta$ -glükán megfelelő mértékű lebontása. A malátázás alatt 3,0–4,5%-ról 0,2–1,0%-ra csökken a poliszacharid mennyisége (*Sá és Palmer 2004*).

A malátázási folyamatot megelőzően egyenként 500 gramm – kizárólag 2,5 mm, illetve az annál nagyobb szemnagyságú árpamagvakat tartalmazó – mennyiségű árpamintákat helyezünk a Phoenix Biosystems típusú, ausztrál eredetű automata mikromalátázó berendezésünkbe. A mikromalátázást tavaszi és őszi árpa esetében is az EBC (Európai Sörgyártók Szövetsége) előírásainak megfelelően végezzük. A folyamatot követően a malátán maradt gyökércsírát manuálisan eltávolítjuk. A gyökércsira eltávolítását követően a malátamintákat műanyag tároló edényekbe helyezzük, légmentesen lezárjuk, és a mérést megelőzően legalább 2 napig szobahőmérsékleten tároljuk. Erre azért van szükség, mert a frissen aszalt maláta zavaros vagy opálos sörlevet ad, és a későbbiekben nehézségeket okoz a cefreszűrési és erjesztési folyamatokban is.

### **Maláta söripari tulajdonságainak meghatározása**

A maláta söripari tulajdonságainak meghatározását az Európai Sörgyártók Szövetsége (EBC) előírásainak megfelelően végezzük, és a következő paramétereket vizsgáljuk:

- nedvességtartalom (%),
- extrakttartalom (%),
- extraktdifferencia (%),
- összes fehérjetartalom (%),
- oldható nitrogén tartalom (%),
- Kolbach-szám (%),
- viszkozitás (mPa\*s),
- cukrosodási idő (perc),

- szín (EBC),
- zavarosság (EBC),
- szűrési idő (perc),
- friabilitás (%).

### Sörlé előállítása laboratóriumi körülmények között

#### **Őrlés (ANALYTICA-EBC 4.5.1) és a nedvességtartalom (ANALYTICA-EBC 3.2) meghatározása**

A sörlé előállítás első műveleti lépése a maláta őrlése, a benne található extrakt-tartalom kinyerése érdekében. Erre azért van szükség, hogy a maláta így feltárt beltartalmi anyagait az enzimek lebonthassák. Az őrlés mechanikus aprítás, amelyben kímélni kell a héjat, mert a cefre szűrésekor szűrőanyagként szükség lesz rá. A maláta oldottsága befolyásolja a felaprítás fokát. A jól oldott malátában a finom dara és a liszt aránya növekszik, benne sok enzim található. A rosszul oldott maláta nehezebben aprítható, amelyet a durva dara nagyobb részaránya mutat. A malátát Bühler Miag típusú darálón megőröljük. A cefrézéshez szükséges 50 gramm mennyiségű malátát finomra (0,2 mm), illetve újabb 50 gramm mennyiséget durvára (1 mm) daráljuk. A nedvességtartalom meghatározásához 5 gramm finomra őrlött malátát mérünk ki, melyet mérlegedényben, Binder típusú szárítószekrényben, 106 °C-on szárítunk, 3 órán keresztül. A szárítást követően a malátaőrleményt szobahőmérsékletre hűtjük, majd analitikai mérlegen a súlyát lemérjük. A maláta nedvességtartalmát a következő képlet alapján számítjuk ki:

$$M = ((W_1 - W_2) / W_1) * 100$$

ahol:

M = nedvességtartalom (%)

W<sub>1</sub> = malátadara tömege szárítás előtt (gramm)

W<sub>2</sub> = malátadara tömege szárítás után (gramm)

#### **Bekeverés (ANALYTICA-EBC 4.5.1)**

A finom és durva szemnagyságúra őrlött malátaőrleményeket cefréző poharakba helyezünk, melyekhez egyenként és óvatosan (két részletben), megközelítőleg 46 °C hőmérsékletű, 200 ml desztillált vizet adagolunk, és üvegbottal elkeverjük. A bekeverést úgy kell elvégezni, hogy a víz és az őrlemény között a lehető legtökéletesebb keveredés jöjjön létre. A cefrét azonnal az előzőleg 45 °C-ra felfűtött cefréző berendezésbe helyezük.

***Cefrézés és a cukrosodási idő mérése (ANALYTICA-EBC 4.5.1)***

A bekeverést a cefrézés követi, amelynek célja a maláta oldható anyagainak ki-nyerése, a nem oldható komponensek oldatba vitele. A cefrézés legfontosabb enzimes folyamata a keményítőkészítés, melyet két enzim, az  $\alpha$ - és a  $\beta$ -amiláz végez. A cefrézésben 60–65 °C-os hőmérsékleten a  $\beta$ -amiláz enzim erjeszthető szénhidrátokra és  $\beta$ -határdextrinre bontja a keményítőt, míg az  $\alpha$ -amiláz 70–75 °C-os hőmérsékleten nem erjeszthető szénhidrátokra bontja azt. A cefrézéshez Lochner-Dr. Braun Instruments LB 8-Electronic típusú berendezést használunk. A folyamatot Kongress eljárással végezzük:

- 30 percen keresztül 45 °C-on tartjuk a cefre hőmérsékletét,
- ezt követően percenként 1 °C-kal emeljük a hőmérsékletet, 25 percen keresztül,
- 70 °C elérésekor újabb 100–100 ml, 70 °C-os desztillált vizet adagolunk a cefréhez, és ettől a ponttól mérjük a cukrosodási időt,
- 1 órán keresztül 70 °C-on hagyjuk a hőmérsékletet,
- majd 10–15 perc alatt szobahőmérsékletre hűtjük azt.

A cukrosodási idő azt az időtartamot jelöli, amely alatt a cefrelében található keményítő teljes egészében cukrokká bomlik. A cukrosodás annál jobb, minél rövidebb idő alatt megy végbe. Mérése a következőképpen történik: fehér színű, lehetőleg porcelán tálra cseppentünk a finomra őrölt malátából készült cefreléből, majd azonnal a cefrelére cseppentünk 0,02 mol/l koncentrációjú jódoldatot. A jódoldatot előzőleg a következő módszerrel állítjuk elő: 1,27 gramm jódkristályt és 2,6 gramm kálium-jodidot 500 ml vízben feloldunk, majd barna üvegben, fénytől védve tároljuk. A keményítő jóddal kék komplexet alkot (amilóz: sötétkék; amilopektin: lila). A jódoldat cefrelére történő cseppentését 5 perces időközönként végezzük, egészen addig a pontig, amíg a jód oldat a cefrelével tiszta sárga elegyet alkot. Ettől a ponttól tekinthető a cukrosodás befejezettnek. Az eredményt percben fejezzük ki. A világos maláta cukrosodási ideje 10–15 perc, a sötété 15–30.

A cefrézést követően a cefrézőedények oldalát szárazra töröljük, majd a cefre tartalmát – desztillált víz hozzáadásával – 450 grammra egészítjük ki.

***Szűrés, valamint szín- és zavarosság mérés és szűrés idő meghatározás***

A cefrelé szűréséhez Schleicher & Schüll típusú, 320 mm átmérőjű, redős szűrőpapírt használunk. A cefrézőedényben lévő cefrelét üvegbottal a lehető leg-tökéletesebben elkeverjük, majd azonnal és lendületesen a műanyag tölcésbe helyezett szűrőpapírra öntjük. A szűrés kezdetén a leszűrt folyadékból meghatározott mennyiségű sörlét veszünk, melyet azonnal szín- és zavarosságmé-

résre használunk. Az azonnali mérésre azért van szükség, mert a sörlé színe a szűrést követően gyorsan változik, sötétedik.

A nagy fehérjetartalmú árpák (11,5% felett) rosszabbul dolgozhatóak fel, mint a fehérjeszegények, csökkentik az árpa keményítőtartalmát, és olyan sört adnak, amely sötétebb színű és teljesebb, néha lapos ízű (Narziss 1981). A szín-mérést Lovibond Comparator 2000+ típusú műszerrel végezzük. A laboratóriumi sörlé színét EBC-egységekben fejezik ki: a világos malátáké 2,5–4,0, a közepes színű (bécsi) malátáké 5,0–8,0, és a sötét malátáké 9,5–21,0 EBC-egység.

A sör zavarosságainak keletkezésében fontos szerepük van a fehérjéknek, ezért is szükséges előnyben részesíteni a kisebb fehérjetartalmú sörárpákat (Kunze 1983). A sörlé átlátszóságát, azaz a zavarosság-mérést TURB 555 IR típusú műszerrel végezzük. Értékhatarei a következők: 0–2 EBC: ragyogó; 2–4 EBC: tiszta; 4–8 EBC: opálos; 8 EBC felett: zavaros.

A szűrést egészen addig végezzük, amíg a szűrőpapíron lévő szűrlemény száraz nem lesz, illetve abban az esetben fejezzük be, amikor már 2 óra elteltével is lassú szűrés mutatkozik. A szűrési időt a szűrési folyamat kezdetétől a fent említett pontig számítjuk. Normálisnak tekinthető a szűrési idő, ha 1 órán belül befejeződik, lassúnak, ha tovább tart 1 óránál. Fontos a gyors, tiszta lefolyás.

### ***A sörlé extrakttartalmának és extraktdifferenciájának meghatározása (ANALYTICA-EBC 4.5.1 és 4.5.2)***

Az árpának és a malátának számos – söripar számára fontos – tulajdonsága ismert, mégis a legfőbb paraméter az extrakttartalom (Wright 2000). Az extrakttartalom az enzimek segítségével vízdoldhatóvá tett alkotórészek teljes mennyiségét jelenti. Ez szárazanyagra számítva 72–80%, átlagosan 14,75%-kal nagyobb, mint az árpaeextrakt (Narziss 1981).

Az extrakttartalom szoros összefüggésben áll a friabilitással, viszont e két paraméter negatív korrelációban áll az árpa fehérjetartalommal, a maláta nitrogén tartalmával. Az árpa fehérjetartalmának növekedésével ugyanis csökken az extrakttartalom. Meghatározhatóak olyan ökológiai-agrotechnikai környezetek, ahol az extrakttartalom kedvezően vagy kedvezőtlenül fog alakulni. Így például, az extrakttartalom nagysága függ a N-trágyázás mértékétől, illetve idejétől (Wang et al. 2007). Verma et al. (2008) szerint az extrakttartalom számos árpa tulajdonsággal (hektolitertömeg, osztályozottság, fehérjetartalom, héjarány) és maláta tulajdonsággal (friabilitás, egyöntetűség, sörlé viszkozitása, szűrési idő, Kolbach-szám) áll akár pozitív, akár negatív korrelációban. Az általuk leírt korreláció analízis szerint az extrakttartalom szoros összefüggésben áll a

hektolitertömeggel, a 2,5 mm-nél nagyobb szemek arányával, ezerszemtömeggel, fehérjetartalommal, és a héjaránnyal (Verma *et al.* 2008, Briggs 1978).

A maláta extrakttartalmának meghatározása a következőképpen történik: a szűrést követően meghatározott mennyiségű sörlét (kb. 1 ml) adagolunk műanyagfecskendő segítségével a DMA 4500 típusú sűrűségmérő készülékbe. A műszer egy ún. rezgőkapillárisal rendelkezik, amely meghatározott frekvencián rezeg. Ez a frekvencia megváltozik, amint a mintatérbe folyadék kerül. Minél nagyobb a minta tömege, annál kisebb a frekvencia. Ezt a frekvenciát méri a műszer, és használja a sűrűség meghatározására. A készülékben beépített termosztát szabályozza a hőmérsékletet. Egy sűrűségmérés mindössze 1–3 percet vesz igénybe. A műszer az általa mért sűrűségértékből számítja ki a Plato értéket, melynek segítségével, a következő képletből határozzuk meg a sörlé extrakttartalmát:

$$E_1 = (P(M+800))/(100-P) \qquad E_2 = (E_1 * 100)/(100-M)$$

ahol:

$E_1$  = légszáraz extrakttartalom

$E_2$  = vízmentes extrakttartalom

P = extrakttartalom Plato (%) értékben

M = a maláta nedvességtartalma (%)

800 = a cefréhez, 100 gramm malátához adott desztillált víz mennyisége

A finom- és durvadara őrlemény extrakttartalma közötti különbség az extrakt-differencia, a maláta citolitikus oldását, egyidejűleg azonban a maláta enzimaktivitását is mutatja. Jól oldott malátánál ez a különbség 1,8% fölött nem lehet az EBC szerinti meghatározásban.

Mind a finom darából, mind a durva darából készült sörlé extrakttartalmát meghatározzuk, hogy ez által a következő képlet alapján kiszámíthassuk a sörlé extrakt-differenciáját is.

$$E_{diff} = E_f - E_c$$

ahol:

$E_{diff}$  = extrakt-differencia (finom és durva dara vízmentes extrakttartalma közötti különbség)

$E_f$  = a finom darából készült sörlé vízmentes extrakttartalma (%)

$E_c$  = a durva darából készült sörlé vízmentes extrakttartalma (%)

Az extrakttartalom és az extrakt-differencia értékeket százalékban adjuk meg.

### ***A sörlé dinamikai viszkozitásának meghatározása (ANALYTICA-EBC 4.8)***

A sörlé viszkozitása és a maláta béta-glükán tartalma között szoros pozitív korreláció áll fenn (Gianinetti et al. 2005, Lalic et al. 2007). Az árpa magas béta-glükán tartalma rontja a sörlé szűrhetőségét (Kunze 1983, Home 1993, Narziss 1993, Bamforth 1994). A béta-glükán tartalom a maláta tulajdonságát meghatározó tényező (Henry 1988, Stuart et al. 1988). A szűrést követően meghatározott mennyiségű sörlét adagolunk az automatizált gördülőgolyós AMVn típusú üvegkapilláris viszkoziméterbe. Méréskor betöltjük a mérendő folyadékot az üvegkapillárisba, melyben egy - a folyadék viszkozitásának megfelelő méretű - acélgolyó található. A viszkoziméter az ún. Stokes törvény alapján működik:

$$\pi = 3 \cdot d \cdot \pi \cdot v \cdot \eta$$

$$\eta = K \cdot (\rho_b - \rho_s) \cdot t$$

ahol:

$\eta$  = viszkozitás

$K = f(\alpha, d)$  konstans

$\rho_b$  = golyó sűrűsége

$\rho_s$  = minta sűrűsége

$t$  = esési idő

$d$  = golyó átmérője

$v$  = golyó sebessége

A dinamikai viszkozitás értékeket mPa\*s (millipascal × másodperc) mértékegységben adjuk meg. A kongresszusi sörlé dinamikai viszkozitása 1,48 és 1,75 között van, az átlagos malátáknál pedig 1,52–1,58 között.

### ***A maláta összes fehérjetartalmának és oldható nitrogén tartalmának meghatározása***

Az árpa fehérjetartalma a maláta- és sörgyártás szempontjából meghatározó jelentőségű. A sörárpa fehérjetartalma függ a fajtától, illetve a termesztési körülményektől (talajösszetételtől, a vetésforgótól, a trágyázástól, és az időjárási viszonyoktól). A söripar számára a kevés fehérje a kedvező, a fehérjetartalom nem haladhatja meg a 12,5%-ot. A sörbe az árpaszem fehérjeanyagaiból megközelítőleg 1/3 résznyi kerül. A sörlé fehérjetartalma lényegesen befolyásolja a sör minőségét, fontos szerepe van a sör zavarosságainak keletkezésében. A fehérje- és keményítőtartalom között fordított arányosság áll fenn. A maláta extraktartalma csökken a fehérjetartalom növekedésével arányosan. A magasabb fehérjetartalmú sörárpák nehezebben dolgozhatók fel, emellett olyan sört adnak, amely sötétebb színű és teljesebb, néha laposabb ízű. A túl kis fe-

hérjetartalmú árpa csökkenti a sörlé habját, valamint annak telt ízét, és azoknak az aminosavaknak a nagy mértékű hiányát is okozhatja, amelyek az élesztőtáplálás szempontjából fontosak (Narziss 1981). A maláta összes fehérjetartalmát és oldható nitrogén tartalmát NIR technikán alapuló, Foss Tecator Infratec 1275 típusú transzmissziós spektrométer segítségével állapítjuk meg. A NIR módszer nagyon érzékenyen és pontosan követi a klasszikus módszerrel mért adatokat. A fehérjelebontásról tájékoztat a fehérjeoldódási fok („Kolbach-szám”). Kb. 10%-os fehérjetartalmú árpánál a 38–42%-os fehérjeoldódás kedvező. A Kolbach számot a következő képlettel számítjuk:

$$KI = (No/Fö) * 100$$

ahol:

KI = Kolbach szám

No = oldható nitrogén (%)

Fö = összes fehérjetartalom (%)

#### ***Friabilitás meghatározása (ANALYTICA-EBC 4.15)***

A friabilitás a maláta oldottságát jelzi (Basa 1998). Optimális értéke min. 75%, a 65%-nál alacsonyabb érték a maláta elégtelen oldódására utal (Narziss 1981).

Az alacsony friabilitás oka lehet az elégtelen csírázás, a nagy szemméret, és a magas fehérjetartalom is (Narziss et al. 1989, Edney et al. 1999). Az alacsony friabilitású malátából előreláthatólag magasabb viszkozitású sörlé készül (Bathgate 1983). Edney és Mather (2004) szerint a maláta friabilitása pozitív korrelációban áll az alfa-amiláz aktivitással, és a diasztatikus erővel, negatív korrelációban pedig a béta-glükán tartalommal és a sörlé viszkozitásával (Bathgate 1983). Verma et al. (2008) szerint a friabilitás szignifikáns pozitív korrelációban áll a homogenitással, a szűrési idővel, a Kolbach-számmal, az extrakttartalommal, a 2,5 mm-nél nagyobb szemek arányával, az ezerszemtömeeggel, a csírázási energiával, és negatív korrelációban áll a 2,2 mm-nél kisebb szemek arányával, fehérjetartalommal, héjaránnyal, és a sörlé viszkozitásával.

A friabilitást, azaz a maláta omlóosságának meghatározását Pfeuffer (Mess und Prüfgeräte) típusú friabiliméter segítségével végezzük. 50 gramm malátát mérünk ki mintánként, és a műszer segítségével 8 percen keresztül végezzük annak tördelését. A maláta friabilitását a következő képlet alapján határozzuk meg, majd az értéket százalékban adjuk meg:

$$F = 100 - (A * 2)$$

ahol:

F = friabilitás (%)

A = a tördelést követően a dobban maradt rész mennyisége (gramm)

## IRODALOM

- Amaha, M.–Kitabatake.*: 1981. Gushing in beer. [In: Pollock J. R. A. (ed.) *Brewing Science* 2.] Academic Press. London. 457–489.
- ANALYTICA-EBC*: 1998. Verlag Hans Carl, Getranke-Fachverlag, Nürnberg, Germany. ISBN 3–418–00759–7.
- Arends, A. M.–Fox, G. P.–Henry, R. J.–Marschke, R. J. Symons, M. H.*: 1995. Genetic and environmental variation in the diastatic power of Australian barley. *Journal Cereal Sci.* 21: 63–70.
- Bamforth, C. W.*: 1994.  $\beta$ -Glucan and  $\beta$ -glucanases in malting and brewing: Practical aspects. *Brew. Digest* 69. 5: 12–16.
- Basa Gy.*: 1998. A malátagyártás minőségi követelményei. *Gyakorlati Agrofórum.* 9. 3: 48–51.
- Bathgate, G. N.*: 1983. The relationship between malt „friability” and wort viscosity. *Journal of the Institute of Brewing.* 89: 416–419.
- Bathgate, G. N.*: 1987. Quality requirement for malting. *Aspects Appl. Biol.* 15: 18–32.
- Baxter, E. D.*: 1981. Hordein in barley and malt. A review. *Journal of the Institute of Brewing.* 87: 173–176.
- Bertholdsson, N. O.*: 1999. Characterization of malting barley cultivars with more or less stable grain protein content under varying environmental conditions. *European Journal of Agronomy.* 10. 1: 1–2.
- Bertholdsson, N. O.*: 2004. The use of environmentally stable grain characteristics for selection of high extract yield and low beta-glucan in malting barley. *European Journal of Agronomy.* 20: 237–245.
- Birch, C. J.–Fukai, S.–Broad, I. J.*: 1997. Estimation of responses of yield and GPC of malting barley to nitrogen fertilizer using plant nitrogen uptake. *Aust. J. Agric. Res.* 48: 635–648.
- Bishop, L. R.–Day, F. E.*: 1993. The effect of variety on the relation between nitrogen content and extract. *J. Inst. Brew.* 39: 545–551.
- Briggs, D. E.*: 1978. *Barley.* London: Chapman and Hall Ltd. 463–466.
- Briggs, D. E.*: 1998. *Malts and Malting.* Blackie Academic & Professional. London.
- Campenhout, Van L.–Shen, H. Y.–Iserentant, D.–Verachtert, H.*: 1999. The gas environment of germinating barley in various microbial states during malting. *Process Biochemistry.* 34: 929.
- Chen, J. X.–Dai, F.–Wei, K.–Zhang, G. P.*: 2006. The effects of timing of nitrogen fertilizer application on some grain and malt qualities of barley. *J. Zheijang Univ. Sci.* 7: 79–84.
- Coles, G. D.–Jamieson, P. D.–Haslemore, R. M.*: 1991. Effects of moisture stress on malting quality in Triumph barley. *J. Cereal Sci.* 14: 161–177.
- Conry, M. J.*: 1995. Comparison of early, normal and late sowing at three rates of nitrogen on the yield, grain nitrogen and screenings content of Blenheim spring malting barley in Ireland. *J. Agricult. Sci.* 125: 183–188.
- Conry, M. J.*: 1997. Effect of fertiliser N on the grain yield and quality of spring malting barley grown on five contrasting soils in Ireland. *Proc. R. Irish Acad.* 97: 185–196.

- Drost, B. W.–Aalbers, V. J.–Pesman, L.*: 1980. Prediction of brewing quality by malt modification determination. Symposium on the Relationship between Malt and Beer. Helsinki. 224–234.
- Eagles, H. A.–Bedgood, A. G.–Panozzo, J. F.–Martin, P. J.*: 1995. Cultivar and environmental effects on malting quality in barley. *Aust. J. Agric. Res.* 46: 831–844.
- Edney, M. J.–Bassily, E.–Symons, S.*: 1999. Relationships between barley size as measured with image analysis and malt quality. [In: Campbell, I. (ed.) *Proceedings of the Fifth Aviemore Conference on Malting, Brewing and Distilling.*] Institute of Brewing. London. 254–257.
- Edney, M. J.–Mather, D. E.*: 2004. Quantitative trait loci affecting germination traits and malt friability in a two-rowed by six-rowed barley cross. *Journal of Cereal Science.* 39. 2: 284–286.
- Enari, T. M.–Sopanen, T.*: 1986. Mobilisation of endospermal reserves during the germination of barley – centenary review. *Journal of the Institute of Brewing.* 92: 25–31.
- Flannigan, B.–Morton, I. G.–Naylor, R. I.*: 1985. Fusarium mycotoxins and the malting of barley. In: Lacey J. (ed.) *Trichotheceles and other Mycotxins.*] Wiley. New York. 171–184.
- Fox, G. P.–Panozzo, J. F.–Li, C. D. Lance, R. C. M.–Inkerman, P. A.–Henry, R. J.*: 2003. Molecular basis of barley quality. *Aust. J. Agric. Res.* 54: 1081–1101.
- Gianinetti, A.–Toffoli, F.–Cavallero, A.–Delogu, G.–Stanca, A. M.*: 2005. Improving discrimination for malting quality in barley breeding programmes. *Field Crops Research.* 94. 2–3: 189–200.
- Grant, C. A.–Gauer, L. E.–Gehl, D. T.–Bailey, L. D.*: 1991. Protein production and nitrogen utilization by barley cultivars in response to nitrogen fertilization under varying moisture conditions. *Can. J. Plant Sci.* 71: 997–1009.
- Grashoff, C.–D'Antuono, L. F.*: 1997. Effect of shading and nitrogen application on yield, grain size distribution and concentrations of nitrogen and water soluble carbohydrates in malting spring barley (*Hordeum vulgare* L.). *Eur. J. Agron.* 6: 275–293.
- Haikara, A.*: 1983. Malt and beer from barley artificially contaminated with Fusarium in the field. [In: *Proc. 19<sup>th</sup> Congr. Eur. Brew. Conv. London.*] IRL Press. Oxford. 401–408.
- Henry, R. J.–Johnston, R. P.*: 1991. Influence of genotype and environmental interaction on malting quality. [In: Munck, L. (ed.) *Barley Genetics VI. Proc.: Sixth International Barley Genetics Symposium, July 22–27, 1991.*] Helsinborg, Sweden. 478–480.
- Henry, R. J.*: 1988. Changes in  $\beta$ -glucan and other carbohydrate components of barley during malting. *J. Sci. Food Agric.* 42: 333–341.
- Home, S.*: 1993.  $\beta$ -glucans in malting and brewing. VTT Publicaions 142. Espoo. Finland. 48. + approx. 46.
- Howard, K. A.–Gayler, K. R.–Eagles, H. A.–Halloran, G. M.*: 1996. The relationship between D hordein and malting quality in barley. *J. Cereal Sci.* 24: 47–53.
- Jones, B. L.*: 2005. Endoproteases of barley and malt. *Journal of Cereal Science.* 42: 139–156.

- Kovacevic, V.-Banaj, D.-Kovacevic, J.-Lalic, A.-Jurkovic, Z.-Krizmanic, M.*: 2006a. Influences of liming on maize, sunflower and barley. *Cereal Research Communications*. 34. 1: 553-556.
- Kovacevic, V.-Lalic, A.-Kovacevic, V.-Banaj, D.*: 2006b. Respons of barley to ameliorative fertilization. *Cereal Research Communications*. 34. 1: 565-568.
- Kunze, W.*: 1983. A sörfőzés és a malátázás technológiája. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó. 7-127.
- Lalic, A.-Kovacevic, J.-Simic, G.-Drezner, G.-Guberac, V.*: 2007. Environmental effects on grain yield and malting quality parameters of winter barley. *Cereal Research Communications*. 35. 2: 711-712.
- Linko, M.-Haikara, A.-Ritala, A.-Penttilä M.*: 1998. Recent advances in the malting and brewing industry. *Journal of Biotechnology*. 65: 86.
- Macnicol, P. K.-Jacobsen, J. V.-Keys, M. M.-Stuart, I. M.*: 1993. Effects of heat and water stress on malt quality and grain parameters of Schooner barley grown in cabinets. *J. Cereal Sci.* 18: 61-68.
- Mather, D. E.-Tinker, N. A.-LaBerge D. E.-Edney, M.-Jones, B. L.-Rossnagel, B. G.-Legge, W. G.-Briggs, K. G.-Irvine, R. B.-Falk, D. E.-Kasha, K. J.*: 1997. Regions of the genome that affect grain and malt quality in a North American two-row barley cross. *Crop Sci.* 37: 544-554.
- McTaggart, I. P.-Smith, K. A.*: 1992. The effect of fertiliser and soil nitrogen on the overall uptake of nitrogen in the plant, and the grain nitrogen content of spring-sown malting barley. HGCA Project Report. 46: 126.
- Molina-Cano, J. L.-Francesch, M.-Perez-Vendrell, A. M.-Ramo, T.-Voltas, J.-Brufau, J.*: 1997. Genetic and environmental variation in malting and feed quality of barley. *J. Cereal Sci.* 25: 37-47.
- Molina-Cano, J. L.-Rubió, A.-Igartua, E.-Gracia, P.-Montoya, J. L.*: 2000. Mechanisms of malt extract development in barleys from different European regions. II. Effect of barley hordein fractions on malt extract yield. *J. Inst. Brew.* 106: 117-123.
- Monnez, J. M.-Flayeux, R.-Muller, P. - Moll, M.*: 1987. An approach to the estimation of brewing quality in barley and malt. *J. Inst. Brew.* 93: 477-486.
- Morgan, A. G.-Riggs, T. J.*: 1981. Effects of drought on yield and grain and malt characters in spring barley. *J. Sci. Food Agric.* 32: 339-346.
- Munck, L.-Møller, B.*: 2004. A new germinative classification model of barley for prediction of malt quality amplified by a near infrared transmission spectroscopy calibration for vigour „on line” both implemented by multivariate data analysis. *J. Inst. Brew.* 110: 3-17.
- Narziss, L.-Reicheneder, E.-Edney, M. J.*: 1989. Importance of beta-glucan size and concentration in malting. *Monatsschrift für Brauwissenschaft*. 42: 430-437.
- Narziss L.*: 1981. A sörgyártás. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó. 17-220.
- Narziss, L.*: 1993.  $\beta$ -Glucan and filterability. *Brauwelt. Int.* 5: 435-442.
- Nielsen, J. P.-Munck, L.*: 2003. Evaluation of malting barley quality using exploratory data analysis. I. Extraction of information from micro-malting data of spring and winter barley. *Journal of Cereal Science*. 38. 2: 174.

- Palmer, G. H.*: 2000. Malt performance is more related to inhomogeneity of protein and b-glucan breakdown than to standard malt analyses. *J. Inst. Brewing.* 106: 189–192.
- Passarella, V.–Savin, R.–Slafer, G.*: 2002. Grain weight and malting quality in barley as affected by brief periods of increased spike temperature under field conditions. *Australian Journal of Agricultural Research.* 53. 11: 1219–1227.
- Petters, H. I.–Flannigan, B.–Austen, B.*: 1988. Quantitative and qualitative studies of the microflora of barley malt production. *J. Appl. Bacteriol.* 65: 279–297.
- Pettersson, C. G.–Eckersten, H.*: 2007. Prediction of grain protein in spring malting barley grown in northern Europe. *European Journal of Agronomy.* 27. 2–4: 205–214.
- Qi J. C.–Zhang, G. P.–Zhou, M. X.*: 2006. Protein and hordein content in barley seeds as affected by nitrogen level and their relationship to beta-amylase activity. *J. Cereal Sci.* 43: 102–107.
- Rasmusson, D. C.–Glass, R. L.*: 1965. Effectiveness of early generation selection for four quality characters in barley. *Crop Science.* 5: 389–361.
- Sá, de M. Roberta–Palmer, G. H.*: 2004. Assessment of Enzymatic Endosperm Modification of Malting Barley Using Individual Grain Analysis. *J. Inst. Brew.* 110. 1: 43.
- Savin, R. S.–Nicolas, M. E.*: 1996. Effects of short periods of drought and high temperature on grain growth and starch accumulation of two malting barley cultivars. *Aust. J. Pl. Physiol.* 23: 201–210.
- Schwarz, P. B.–Casper, H.–Beattie, S.*: 1995. Fate and development of naturally occurring Fusarium mycotoxins during malting and brewing. *J. Am. Soc. Brew. Chem.* 53. 3: 121–127.
- Smith, D. B.*: 1990. Barley seed protein and its effects on malting and brewing quality. *Plant Varieties Seeds* 3: 63–80.
- Stuart, I. M.–Loi, L.–Fincher, G. B.*: 1988. Varietal and environmental variations in (1–3), (1–4)- $\beta$ -glucan levels and (1–3), (1–4)- $\beta$ -glucanase potential in barley: relationship to malting quality. *J. Cereal Sci.* 7: 61–71.
- Swanston, J. S.–Taylor, K.*: 1990. The effects of different steeping regimes on water uptake, germination rate, milling energy and hot water extract. *J. Inst. Brew.* 96: 3–6.
- Tomcsányi A.*: 1998. A fehérjetartalom, mint a söripari érték mutatója. *Gyakorlati Agrofórum.* 9. 3: 52–53.
- Ulonska, E.–Baumer, M.*: 1976 Investigation of the value of water uptake and germination for the estimation of malting quality in barley. [In: Gaul, H. (ed.) *Proceedings of the Third International Barley Genetics Symposium, Barley Genetics III. Garching.*] Verlag Karl Thiemeig. München. 579–593.
- Varvel, G. E.–Severson, R. K.*: 1987. Evaluation of cultivar and nitrogen management's options for malting barley. *Agron. J.* 79: 459–463.
- Vejražka, K.–Psota, V.–Ehrenbergerova, J.–Hrstkova, P.*: 2008. Relationship between grain milling energy and malting quality of barley. *Cereal Research Communications.* 36. 1: 97–103.
- Verma, R. P. S.–Nagarajan, S.*: 1996. Environmental effects on malting quality of barley in India. [In: Slinkard, A.–Scoles, G.–Rossangel, B. (eds.) *Proc. VII. International Barley Genetics Symposium. July 30–August 6. 1996.*] University of Saskatchewan. Saskatoon. Canada. 44–46.

- Verma, R. P. S.–Sarkar, B.–Gupta, R.–Varma, A.*: 2008. Breeding barley for malting quality improvement in India. *Cereal Research Communications*. 36. 1: 135.
- Wang, J. M.–Chen, J. X.–Dai, F.–Wu, F. B.–Yang, J. M.–Zhang, G. P.*: 2007. Protein fractions in barley grains as affected by some agronomic factors and their relationships to malt quality. *Cereal Research Communications*. 35. 1: 129–140.
- Wardlaw, I. F.–Wrigley, C. W.*: 1994. Heat tolerance in temperate cereals: an overview. *Aust. J. Plant Physiol.* 21: 695–703.
- Weston, D. T.–Horsley, R.–Schwarz, P. B.–Goos, R. J.*: 1993. Nitrogen and planting date effects on low-protein spring barley. *Agron. J.* 85: 1170–1174.
- Wolf-Hall, C. E.*: 2007. Mold and mycotoxin problems encountered during malting and brewing. *International Journal of Food Microbiology*. 119. 1–2: 90–91.
- Wright, I.*: 2000. Malting barley for new millennium. [In: *Vivar, H. E.–McNab, A.* (eds.) *Breeding barley in the new millennium. Proc. International Symposium.*] CIM-MYT, Mexico. 28–33.
- Zhang, G. P.–Chen, J. X.–Dai, F.–Wang, J. M.–Wu, F. B.*: 2006. The effect of cultivar and environment on beta-amylase activity is associated with the change of protein content in barley grains. *J. Agron. Crop Sci.* 192: 43–49.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

Tóth Nikolett–Dr. Murányi István–Dr. Bódi Zoltán  
Károly Róbert Főiskola  
Fleischmann Rudolf Kutatóintézet  
Kompolt  
Fleischmann u. 4.  
H-3356