

A keményítő tulajdonságainak hatása a búza feldolgozóipari minőségére

A keményítő a búzaszem meghatározó komponense, az endospermiumban a legnagyobb mennyiségben megtalálható poliszacharid. Tartalék tápanyagként fontos szerepet kap a szem csírázási folyamataiban, a liszt alkotóelemeiként pedig befolyásolja az élelmiszeripari termékek megjelenését, szerkezetét és minőségét. A keményítő fő alkotó elemei az amilóz és az amilopektin, glükóz (cukor) molekulákból épülnek fel. Szerkezetét tekintve az amilóz egy lineáris molekula, az amilopektin pedig egy nagyon nagy méretű, erősen elágazó láncmolekula. Ismert, hogy a búzakeményítőben az amilóz és az amilopektin aránya megközelítőleg 1:3, és ebben a tulajdonságban csak kis mértékű variabilitás fordul elő a vizsgált fajtól vagy a környezettől függően. A szerkezetbeli különbségek az amilóz és az amilopektin között ugyanakkor jelentősek, és ez befolyásolja a komponensek emészthetőségét. Mivel az amilóz a kevésbé emészthető, jelenléte megnöveli a rezisztens keményítő és ezzel együtt a rostanyag mennyiségét az élelmiszerben. Az amilóz/amilopektin arány megváltozása a keményítőszemcse szerkezetének és fiziko-kémiai tulajdonságainak, valamint a végtermék minőségének a megváltozását is eredményezi. Ennek részleteit az alábbiakban ismertetjük.

A tészta tulajdonságai

A tészta reológiai tulajdonságait, dagasztási igényét a sikefőhéjék mennyisége és minősége határozza meg. Az erős búzalisztek nagy fehérje tartalommal és jó sikefőhéjéssel eredményeznek megfelelő tészta tulajdonságokat, vagyis nagy vízfelvételt, farinográfus tészta -stabilitást és -ellenálló képességet, valamint extenzográfus nyújthatóságot. A puhaszemű, kis fehérjetartalmú, gyengébb sikefőhéjéssel búzalisztból készült tészta ugyanakkor kisebb vízfelvétellel, tészta-stabilitással és -rugalmassággal rendelkezik. A keményítő a tésztaiban natív állapotban van jelen és akár 46% vizet is megköt a tésztaakasztás során. A **kis amilóz tartalmú (waxy) és a nagy amilóz tartalmú búzalisztból** készült tészta szignifikánsan nagyobb **vízfelvétellel** rendelkezik, mint a normál



búzaliszt, de ez elsősorban a nagy mennyiségű fehérje és rostanyag jelenlétének köszönhető. A waxy és nagy amilóz tartalmú búzalisztek a puhaszemű búzátípushoz hasonlóan kisebb **tészta-stabilitással** rendelkeznek. A waxy búzát ragadósabb, kevésbé erős sikefőhéjéssel jellemezi, mint a normál búzát, miközben a nagy amilóz tartalmú búzaliszt valamivel erősebb és viszkózusabb tészta ad.

Sütőipari minőség

A sikefőhéjéssel és a keményítő tulajdonságok fontos szerepet játszanak a kenyér szerkezeti tulajdonságainak, texturájának a kialakításában. A waxy és a nagy amilóz tartalmú tészta gyenge erőssége a fogyasztók által kevésbé kedvelt kenyérminőséget eredményez. Emellett a nagy amilóz tartalmú búzából készült **kenyér térfogata** is kicsi, míg a waxy genotípusok kenyértérfogata kicsit nagyobb, mint a normál búzalisztból készült kenyéré. A lisztben a waxy búzakeményítő arányának növelésével a kenyérbélzet szerkezete porózusabbá válik, mivel az α -amiláz keményítőbontó enzim számára emészthetőbb komponensek jelenléte nagyobb mennyiségű gáz termelődését eredményezi. A tészta gázvisszatartó képessége ugyanakkor kicsi, ennélfogva kis amilóz tartalom mellett nagyon nehezen tudjuk megbecsülni a kenyér várható minőségét. A kenyér minőségét, annak eltarthatósága is jellemzi. Megállapították, hogy a

keményítő lebomlása valószínűleg a fő oka a **kenyérbélzet romlásának**, de az még sokáig vitatott kérdés volt, hogy az amilóz vagy az amilopektin-e a keményítő azon komponense, mely leginkább hozzájárul ehhez a romláshoz. Megállapították, hogy a waxy búzakeményítő bekeverésével a kenyérbélzet több nedvességet tart meg, a kenyér romlása gátolt, és ezzel a fogyaszthatóság tartama nő. A kenyér bélzete szignifikánsan puhább marad hétnapos tárolás és újramelegítés után is a normál kenyéréhez képest. A waxy búzaliszt hozzájárul továbbá ahhoz, hogy puha, viszkózus és ragadós kenyérbélzet jöjjön létre, mely a japán fogyasztók által nagyon kedvelt. Így módon tehát a waxy keményítő sütőipari alkalmazásának előnye, a kenyér romlásának lassítása és élettartamának meghosszabítása, valamint egy olyan újfajta szerkezetű kenyér létrehozása, mely puha, viszkózus és ragadós kenyérbélzettel rendelkezik. A jó minőségű végtermék előállítására alkalmas, optimális amilóz/amilopektin arányt ezigdig még nem állapították meg. Megállapították azonban, hogy 20%-nál kevesebb waxy **búzaliszt bekeverése** a kenyérélettartam jelentős mértékű megnövekedését eredményezi. Nagyobb waxy keményítő tartalom (50%-ig) ugyanakkor kisebb kenyértérfogatot és sokkal porózusabb kenyérszerkezetet eredményez, valamint a hagyományos búzánál nagyobb mértékű keményítő lebomlást. Ha azonban maximum 40%-ban helyettesítjük waxy búzaliszttel a normál típust, akkor nagyobb kenyértérfogatot és ragadósabb, nyúlósabb szerkezetű kenyeret kapunk. A végtermékek eltarthatóságának javítására, valamint texturájának és egyes funkcionális tulajdonságainak módosítására ez tehát a megállapított optimális arány. Hasonlóképpen a nagy amilóz tartalmú búzalisztnak is egyedi tulajdonságai vannak. Bár lisztje önmagában gyenge tészta- és sütőipari-minőséget eredményez, megfelelő arányú bekeverésével javítható a hagyományos búzaliszt néhány táplálkozási és funkcionális tulajdonsága. A nagy amilóz tartalmú búzaliszt legfeljebb 50%-ban helyettesítheti a normál búzalisztet anélkül, hogy az a kenyérmi-

nőség rovására menne, ugyanakkor a rostanyag tartalmat szignifikánsan növelné.

Tésztaipari minőség

Az egyik legfontosabb tartós étel sok ázsiai országban a **metélt (noodle) tészta**, melynek minősége és típusa rendkívül sokféle lehet nyersanyagtól és gyártási módszertől függően. A puha és rugalmas étkezési minőséggel rendelkező, japán 'white salted noodles' (udon) puhaszemű búzából készül, míg a kínai típusú kemény és rugalmas szerkezetű 'ramen' és 'yellow alkaline noodle' tésztaféléket keményszemű búzából és hajdina lisztből állítják elő. A tésztafélék étkezési tulajdonságaira a búzakeményítő és a liszt tulajdonságai egyaránt hatással vannak. Lisztkeverékek vizsgálatával megállapították, hogy a főtt tészta keménysége az amilóz tartalom növekedésével és a fehérje tartalom csökkenésével nő, míg a tészta tapadóssága csökken. Az ázsiai 'white salted noodle' előállításához a liszt optimális amilóz tartalma 21-24%. Ennek eléréséhez általában hagyományos keményszemű búza lisztjét keverik waxy búza lisztjével, hogy csökkentsék az amilóz tartalmat. Az alacsonyabb amilóz tartalom (waxy) nagyobb keményítő duzzadást biztosít, amelynek eredményeként kialakuló nagy viszkozitású keményítő jobb minőségű 'white salted noodle' tésztafele (Japán, Korea) előállítását teszi lehetővé. A nagy amilóz tartalmú liszteknek kicsi a viszkozitása, ezért jó minőségű 'yellow alkaline noodle' (Kína) előállítására alkalmasak. Tapasztalatok szerint, amennyiben a keményszemű búza lisztjét 50%-ban keverjük nagy amilóz tartalmú búza lisztjével, úgy a durum tészta szerkezeti tulajdonságaihoz hasonló tésztát kapunk. Összetételét tekintve ez a tészta a nagy amilóz tartalom miatt nagy rostanyag tartalommal is rendelkezik, ezért valójában 'yellow alkaline noodle' tészta előállítására csak korlátozottan használják. A nagy amilóz tartalmú búzaliszt alkalmazási lehetőségeinek megállapítása továbbra is kutatás tárgyát képezi.

Nemesítési programjaink az amilóz tartalom változatosságának növelésére

A köztermesztésben megjelenő fajták között ugyan nincs jelentős különbség amilóz tartalom tekintetében, olyan



Keményítő szemcsék

kis és nagy amilóz tartalmú búza mutáns genotípusokat azonban már állítottak elő, melyekben az amilóz és az amilopektin szintéziséért felelős enzimek egyes génjei nem működnek. Ilyen genotípusokat használtunk fel nemesítési célokra, hogy európai fajták genetikai hátterében növeljük az amilóz tartalmat. A keresztezéshez öt eltérő származású, agronómiai és minőségben különböző búzafajtát használtunk fel (Solstice, Lona, Koreli, Ukrainka, Yumai-34). Ezekkel a fajtákkal három visszakereszteztést végeztünk és közben minden generációban kb. 400 növényből DNS szinten kerestük a nagy amilóz tartalmú genotípusokat. Az így előállított utódokat kalászatutód sorokban elvetettük a szántóföldi kísérletekben, majd az agronómiai szelekciót követően vizsgáltuk a vonalak fizikai, beltartalmi és technológiai tulajdonságait. Eredményül a 2013. évben már sikerült azonosítanunk 8-10 olyan stabil vonalat, melyeknek amilóz tartalma (31-51%) meghaladja a normál búzáét. Megfigyeléseink szerint a nagy amilóz tartalom általában kisméretű búzaszemekkel jár együtt, ezért az ezerszem tömeg is fontos szelekciós szempont ebben a populációban. Keresztezéseket végeztünk már létező waxy genotípusokkal is acélból, hogy alacsony amilóz tartalmú genotípusokat állítsunk elő és befolyásoljuk a feldolgozóipari minőséget és az élelmiszerek eltarthatóságát. Ebben az esetben az F4 generációig kizárólag szántóföldi szelekció történt. Az F5 generációban már mértük 150 vonal amilóz tartalmát, amely alapján 33 vonalat szelektáltunk további vizsgálatokra. Ennek a 33 vonalnak 20% alatt volt az amilóz tartalma, míg a fehérje tartalmuk 10,6% és 16,6% között változott. Ez azt jelenti, hogy széles variációs lehetőség áll a rendelkezésünkre, hogy a jövőben megfelelő, akár többcélú szelekciót végezzünk és a vonalak egészségre kifejtett hatását is vizsgálhassuk.

Konklúzió

A fiziko-kémiai és biológiai módszerek fejlődésének köszönhetően számos waxy és nagy amilóz tartalmú búza fajtát hoztak már létre. Ezen fajták keményítőjének és lisztjének számos előnyös tulajdonsága van. Egyrészt javítják a élelmiszeripari termékek textúráját és minőségét, másrészt növelhető velük a végeredmény rostanyag tartalma és a rezisztens keményítő mennyisége, melynek pozitív egészségügyi hatásai is lehetnek. Ilyen fajták azonban kereskedelmi forgalomban Európában még nincsenek. Nemesítési programunk eredményeként olyan, a különböző általános vagy speciális feldolgozóipari célnak megfelelő tulajdonságokkal rendelkező búza genotípusok előállítását várjuk, amelyek végeredményben és elsősorban a végső felhasználók, azaz a fogyasztók egészségének megőrzéséhez járulnak hozzá. A területen elért eddigi eredmények várhatóan további kutatási témák indítását is lehetővé fogják tenni, mivel a búza minőségi tulajdonságait sok tényező befolyásolja. A búzaszem keményítő tartalma bár genetikailag meghatározott, de szintézisében számos enzim vesz részt, melyek befolyásolják nemcsak a végső mennyiséget, de az összetételt és a szerkezetet is. Ezen túl a környezetnek is jelentős hatása van a minőségi tulajdonságokra, ami miatt további genetikailag determinálható markerek azonosítására lesz szükség. Nem elhanyagolható szempont a keményítő számos feldolgozóipari felhasználási lehetősége sem (bioetanol előállítás, állati takarmányozás, műanyagok, filmek és ragasztóanyagok előállítás, élelmiszeripari felhasználás), amely újabb utakat nyit a keményítő kutatások folytatására.

Köszönetnyilvánítás

A publikáció a TÁMOP-4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című kiemelt projekt keretében az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

**Rakszegi Marianna –
Némethné Kisgyörgy Boglárka –
Láng László –
Bedő Zoltán**