

## A fajta és a műtrágyázás hatása a búzalisztek extenzográfus paramétereire

Boros Norbert<sup>1</sup> – Borbélyné Varga Mária<sup>2</sup> – Győri Zoltán<sup>2</sup>

Debreceni Egyetem

<sup>1</sup>Műszaki Kar, Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék

<sup>2</sup>Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertudományi, Minőségbiztosítási és Mikrobiológia Intézet, Debrecen  
nboros@mk.unideb.hu

### ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen tanulmányunkban a műtrágyázás hatását vizsgáltuk a búzalisztből készült tészták extenzográfus jellemzőire. Az őszi búza sütőipari minősége elsősorban a fajta, tehát a genotípus által meghatározott, azonban a műtrágyázás jelentős mértékben képes befolyásolni azt. Négy őszi búza fajta esetében vizsgáltuk a műtrágyázás extenzográfus mutatókra gyakorolt hatását. A fajták lisztjének fehérjetartalma eltérő volt (11,8, 13,0, 14,3 és 13,07%). Vizsgálatunk során megállapítottuk, hogy a tészták reológiai tulajdonságait az alkalmazott műtrágyaadag jelentős mértékben befolyásolja, azonban a különböző fajták eltérő módon reagálnak a műtrágyaadagok növelésére. Pearson korrelációval vizsgáltuk a liszt fehérjetartalma és az extenzográfus jellemzők közötti kapcsolat szorosságát, mely eredményeként megállapítottuk, hogy a liszt fehérjetartalma és az extenzográfus paraméterek között szoros kapcsolat található.

**Kulcsszavak:** extenzográf, reológiai tulajdonságok, fehérjetartalom, műtrágyázás

### SUMMARY

*In present paper we have examined the effect of mineral fertilization on the extensograph characteristics of wheat-flours. The baking quality of winter wheat is largely determined by cultivar, but it can be influenced by fertilization. Flours were from 4 cultivars grown at six nitrogen fertilizer. The average flour protein content of cultivars was very different (11.8, 13.0, 14.3, and 13.07%, respectively). We have found that the extensograph properties of dough are affected by mineral fertilization, nevertheless, different cultivars distinctly react to the increase of fertilizer doses. We estimate the correlation between flour protein content and extensograph properties, based on our investigations, it became obvious that the correlation between flour protein content and extensograph parameters is really strong.*

**Keywords:** extensograph, rheological properties, protein content, fertilization

### BEVEZETÉS

A tészták reológiai jellemzőit a gliadin és glutenin fehérjék mennyisége és egymáshoz viszonyított aránya határozza meg. A két sikéalkotó fehérje jelentős mértékben befolyásolja a tészta feldolgozhatóságát és a végtermék minőségét.

Az őszi búza sütőipari minőségét befolyásoló tényezők közül a genotípus (fajta) a legjelentősebb,

mivel a sikérfehérjék mennyiségét és minőségét a genotípus határozza meg a legnagyobb mértékben. A fajták közötti eltérések a sikér fehérjék mennyiségére és arányára nézve igen jelentős. A genetikai tényezők mellett azonban más tényezők, pl. termesztési év, termőhely, éghajlat, időjárási körülmények, valamint az alkalmazott agrotechnika, azon belül is elsősorban a műtrágyázás jelentős mértékben befolyásolja a sikérjellemzők alakulását (Pepó et al., 2005; Győri és Sipos, 2006; Baric et al., 2007; Drezner et al., 2007).

Az őszi búza lisztek minőségi paramétereiben mutatkozó eltérések a glutenin fehérjék összetételétől függ, azon belül is elsősorban a nagy és kis molekula tömegű glutenin alegységek arányától (Gupta et al., 1992).

Parades-López et al. (1985) megállapították, hogy a búzalisztből készült tészta sütőipari jellemzői nitrogén műtrágyázással befolyásolhatók. A műtrágyázás jelentős hatása nem csak a termésmennyiség növekedésében jelentkezik, hanem a liszt sütőipari minőségére és a minőség stabilitásra is hatással van (Tóth et al., 2006; Pepó, 2007). Nitrogén műtrágya használatával javult a búzaliszt sütőipari minősége, elsősorban a kis molekula tömegű gliadin alegységek mennyiségének növekedésének köszönhetően (Peltonen és Virtanen, 1994). Gupta et al. (1992) azt találták, hogy a liszt fehérje tartalmának növekedésével egy időben a glutenin fehérje mennyisége nem változott, ezzel szemben a gliadin fehérje mennyisége növekedett, míg az albumin és globulin fehérjék mennyisége csökkent. Hasonló eredményt kapott Doekes és Wenkes (1982), akik megállapították, hogy a növekvő nitrogén műtrágyázás hatására növekedett a gliadin fehérjék aránya a glutenin fehérjékhez képest.

Boehm et al. (2004) friss és fagyasztott tésztákat vizsgáltak annak érdekében, hogy meghatározzák a nitrogén trágyázás hatását a tészták fagyasztva történő eltarthatóságára. Megállapították, hogy a nitrogén trágyázás nem gyakorolt szignifikáns hatást a friss és fagyasztott tészták extenzográfus görbe alatti terület nagyságára, valamint a tésztaminőség nem változott a nitrogén műtrágya adag növelésére.

Scheromm et al. (1992) szerint a glutenin alegységek aránya nem változik a nitrogén trágyaadag növelésével. Doekes és Wenkes (1982) megállapították, hogy a nitrogén trágyázás hatására csak a gliadin fehérje mennyisége növekedett.

Valamennyi liszt minta azonos mennyiségű albumin és globulin fehérjét tartalmazott. A lisztek glutenin tartalma az összes fehérjetartalomtól is függött, és fajtanként is eltérő volt. A glutenin tartalom befolyásolta a liszt sütőipari minőségét és a búza szemkeménységét.

A nitrogén trágyázás hatása jelentősen nagyobb volt a dagasztási és extenzográfus jellemzőkre, mint a kéntrágyázásé (de Ruiter és Martin, 2001). A kéntrágyázásnak önmagában nem volt kimutatható hatása a farinográffal és extenzográffal meghatározott téstajellemzőkre.

Vizsgálatunk célja a búzalisztból készült tészta extenzográfus jellemzőit befolyásoló tényezők közül a genotípus (fajta) és a műtrágyázás hatásának összehasonlító értékelése két egymást követő évből származó őszi búza mintákon.

### ANYAG ÉS MÓDSZER

A minták a Debreceni Egyetem Látóképi kísérleti területéről származtak, kisparcellás tartamkísérletben a genotípus és a műtrágyázás hatását vizsgáltuk a búzalisztek extenzográfus jellemzőire két egymást követő évben (betakarítás ideje: 2007 és 2008). A kísérleti terület talaja mészlepedékes csernozjom, 70-90 cm-es humuszréteggel, a talaj humusztartalma 2,8-3,0%. A talajvízszint 6-8 m között található. A talaj közepes nitrogén- és foszfortartalma, káliumtartalma magas. A KCl-os pH-ja 6,2. A kísérletben az alábbi kezelést alkalmaztuk: kontroll, 30 kg ha<sup>-1</sup> nitrogén, 22,5 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> és 26,5 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O és ezen adagok kétszeresét, háromszorosát, négyszeresét és ötszörösét, minden kezelést négy ismétlésben vizsgáltunk. A vizsgálathoz négy őszi búza fajtát választottunk ki, feltétel volt, hogy mind a két évből rendelkezzenek extenzográfus eredményekkel, valamint törekedtünk rá, hogy a vizsgált fajták fehérjetartalma eltérő legyen.

Összesen 192 lisztmintát vizsgáltunk extenzográfus jellemzőkre. A vizsgált négy őszi búza fajta (GK Óthalom, Lupus, Saturnus és Sixtus) átlagos lisztben mért fehérjetartalma eltérő volt: 11,8; 13,0; 14,3 és 13,0%. A lisztminták előállítására LABOR MIM FQC 109 típusú malmon történt. A vizsgált extenzográfus mutatók: nyújthatóság (mm), standard (5 cm-es megnyúláskor mért ellenállás) nyújtással szembeni ellenállás (BU), legnagyobb

nyújtással szembeni ellenállás (BU) és görbe alatti terület nagysága (cm<sup>2</sup>). A tészta reológiai jellemzőit Brabender Extenzográffal határoztuk meg az AACC Standard No. 54-10 (AACC International 2000) módszer alapján a 135 perces pihentetési időt követően. A búzalisztek fehérjetartalmát Inframatic 8620 készülékkel határoztuk meg, és szárazanyagra vonatkozóan adtuk meg.

Az adatok statisztikai elemzését SPSS 11.0 szoftverrel végeztük el. Egytényezős variancia analízissel vizsgáltuk a fajta, a műtrágyázás és az évjárat hatását a búzalisztek extenzográfus jellemzőire. Az egyes kezelések és fajták közötti eltérések értékeléséhez megállapítottuk a legkisebb szignifikáns eltérés mértékét (LSD, P<0,05 szinten). A kezelések és fajták közötti homogén csoportok meghatározását Duncan range teszttel végeztük el. Az extenzográfus jellemzők és a liszt fehérjetartalma közötti kapcsolat vizsgálatát Pearson korrelációval határoztuk meg.

### EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

Az őszi búza lisztek reológiai tulajdonságainak az egyik meghatározási módja az extenzográfus vizsgálat. Az extenzográf alkalmas a tészta nyújtási tulajdonságainak mérésére, különösen a nyújtással szembeni ellenállás (rezisztencia) és a nyújthatóság megállapítására, ezáltal megbízható információkat szolgáltat a tészta sütési viselkedésére vonatkozóan. Az 1. táblázatban foglaltuk össze a vizsgált lisztminták extenzográfus paramétereit, valamint a lisztek fehérjetartalmára vonatkozó értékeket. A táblázat adatai alapján megállapíthatjuk, hogy a vizsgált fajták lisztjeinek extenzográfus eredményei nem kiemelkedők, hanem egy átlagos sütőipari célnak, elsősorban kenyérbélesztéshez megfelelőek. A közepesnek mondható átlag értékekhez viszonylag nagy szórás értékek tartoznak, a CV% értékek 14,8 és 35,1% közöttiek az extenzográfus mutatókra vonatkozóan, és 11,5% a liszt fehérjetartalma esetében. A mért adatok nagy szórása egyrészt a fajták közötti jelentős eltéréseknek, másrészt a műtrágyázás jelentős befolyásoló hatásának tulajdonítható. A vizsgált minták két évjáratból származtak (2007 és 2008), ezáltal a két évjárat eltérő időjárási körülményei is növelik a szórás értékeket.

1. táblázat

Eltérő genotípusú búzák extenzográfus jellemzői

Tulajdonság(1)	Mértékegység(2)	Szélső értékek(3)	Átlag(4)	Szórás(5)	CV%(6)
Nyújthatóság(7)	mm	131-198	164	24,2	14,8
Standard nyújtással szembeni ellenállás(8)	BU	180-285	224	66,5	29,7
Legnagyobb nyújtással szembeni ellenállás(9)	BU	261-466	360	112,5	31,3
Görbe alatti terület(10)	cm <sup>2</sup>	45-101	75,2	26,4	35,1
Fehérjetartalom(11)	g/100 g sz.a.	10,8-15,1	13,0	1,5	11,5

Table 1: Extensograph properties of different genotyp wheat

Attribute(1), units(2), range(3), mean(4), standard deviation(5), coefficient of variation(6), extensibility(7), standard resistance to extension(8), maximum resistance to extension(9), area under the curve(10), flour protein content(11)

**A fajta, a műtrágyázás és az évjárat extenzográfus paraméterekre gyakorolt hatása**

Az extenzográfus adatok varianciaanalízise alapján (2. táblázat) a fajta (A tényező) a vizsgált extenzográfus jellemzők mindegyikére szignifikáns hatással volt, a szignifikancia szint  $P < 0,05$  a legnagyobb nyújtással szembeni ellenállásra vonatkozóan, míg a többi jellemző esetében  $P < 0,001$ . A műtrágyázás (B tényező) a standard nyújtással szembeni ellenállás tekintetében nem volt szignifikáns hatással, viszont nagymértékben

befolyásolta a tészták nyújthatóságát és a görbe alatti terület alakulását. A termesztési év (C tényező) érdekes módon nem gyakorolt szignifikáns hatást a tészták extenzográfus görbe alatti terület mutató alakulására annak ellenére, hogy az összes többi mutatót jelentős mértékben befolyásolta. A vizsgált tényezők interakciójának hatása minden extenzográfus jellemzőre szignifikáns volt. A fajta és műtrágyázás együttes hatása  $P < 0,01$  szinten érvényesült annak ellenére, hogy a műtrágyázásnak önmagában nem volt meghatározó hatása a minták standard nyújtással szembeni ellenállására.

2. táblázat

**A vizsgált őszi búza fajták extenzográfus jellemzőinek varianciaanalízise<sup>a</sup>**

Variancia forrása(1)	Szabadságfok(2)	Extenzográf paraméterek MS értékei(3)			
		Nyújthatóság (mm)(4)	Standard nyújtással szembeni ellenállás (BU)(5)	Legnagyobb nyújtással szembeni ellenállás (BU)(6)	Görbe alatti terület (cm <sup>2</sup> )(7)
Fajta (A)(8)	3	13198,2***	36022,6***	37415,8*	5902,3***
Műtrágyázás (B)(9)	5	4926,6***	5256,1 <sup>ns</sup>	50468,0*	5054,4***
Évjárat (C)(10)	1	17063,0***	135097,1***	173040,1***	388,2 <sup>ns</sup>
Kölcsönhatások(11)					
A×B	23	2992,2***	8397,6**	24466,3**	2222,5***
A×B×C	47	2092,1***	12085,8***	32915,4***	1963,9***

<sup>a</sup> Szignifikáns különbség  $P < 0,05$  (\*),  $P < 0,01$  (\*\*),  $P < 0,001$  (\*\*\*), nincs szignifikáns eltérés (ns)(12)

Table 2: Analysis of variance on the extensograph parameters of winter wheat cultivars

Source of variance(1), degrees of freedom(2), mean square values of the extensograph parameters(3), extensibility(4), standard resistance to extension(5), maximum resistance to extension(6), area under the curve(7), cultivar(8), fertilization(9), harvest year(10), interactions(11), <sup>a</sup>significant at  $P < 0,05$  (\*),  $P < 0,01$  (\*\*),  $P < 0,001$  (\*\*\*); nonsignificant (ns)(12)

Az extenzográfus jellemzők közül a tészták nyújthatóságára és a legnagyobb nyújtással szembeni ellenállására a fajta, a műtrágyázás, az évjárat és e tényezők interakciója egyaránt szignifikáns hatással volt. A standard nyújtással szembeni ellenállás mutatóra a műtrágyázás nem volt szignifikáns hatással, ezzel szemben a görbe alatti területre a fajta és a műtrágyázás egyaránt jelentős hatást gyakorolt. A vizsgált két évjáratból származó lisztminták görbe alatti területe tekintetében nem találtunk szignifikáns eltérést. A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a jó tápanyag-reakciójú fajták kiválasztásával, a termőhely adottságoknak megfelelő műtrágyaadagok kijuttatásával statisztikailag igazolhatóan javíthatók az extenzográfus mutatók, mely hatást az évjárat jelentős mértékben befolyásolja.

**A fajta hatása az extenzográfus paraméterekre**

A genotípus hatását a vizsgált fajták extenzográfus eredményeinek összehasonlítása alapján értékeltük. A négy őszi búza fajta fehérjetartalma jelentős mértékben különböző volt (3. táblázat). A legmagasabb fehérjetartalmú fajta a Saturnus (14,3%), a Lupus és Sixtus fehérjetartalma megegyező volt (13,0%), a legkisebb átlagos fehérjetartalmú fajta a GK Öthalom, melynek fehérjetartalma 11,8%. A fajták közötti eltérések szignifikánsak voltak ( $P < 0,05$ ). A fajták közötti eltérések érzékeltetése érdekében az eredményeket

Duncan rang teszttel elemeztük, a táblázatban az átlag érték utáni betű jelöli a fajták közötti eltérés szignifikáns voltát, az azonos betűkkel jelölt értékek között nincs szignifikáns eltérés  $P < 0,05$  szinten.

A fajták extenzográfus jellemzőit összehasonlítva megállapítottuk, hogy a genotípus jelentős mértékben meghatározza a búzalisztből készült tészták reológiai mutatóit. Az egyes fajták eltérő extenzográfus értékekkel jellemezhetőek. A görbe alatti terület alapján a Lupus és Saturnus kiemelkedők, e mutatójuk 80 cm<sup>2</sup> fölötti, ezzel szemben a másik két fajta eredménye jóval alacsonyabb, 65 cm<sup>2</sup> körüli. Meglepő, hogy a két kiemelkedően jó görbe alatti területtel jellemezhető fajta fehérjetartalma mennyire különböző. A Lupus fehérjetartalma csak átlagos (13,0%), míg a Saturnus fajtáé a legmagasabb (14,3%) a vizsgált fajták közül, és ráadásul ez a különbség szignifikáns ( $P < 0,05$ ). Ugyanez megállapítható a két alacsony görbe alatti területtel jellemezhető fajta vonatkozásában is, annak ellenére, hogy görbe alatti területük szinte azonos, a fehérjetartalmuk nagyon eltérő.

Rendkívül érdekes annak vizsgálata, hogy az egyes fajták hogyan érik el a kiemelkedő görbe alatti terület értékeit. A görbe alatti terület tekinthető a legfontosabb extenzográfus paraméternek, a fajtákat e mutató alapján értékelik és sorolják be különböző minőségi kategóriákba, és határozzák meg az egyes végtermékekhez szükséges liszt minőségi követelményeit. A két 80 cm<sup>2</sup> fölötti görbe alatti területtel jellemezhető fajta nyújthatósága és standard

nyújtással szembeni ellenállása igen eltérő ( $P < 0,05$ ), egyedül a legnagyobb nyújtással szembeni ellenállásuk azonos (380 BU). A Lupus nyújthatósága kiemelkedő (184 mm) (legmagasabb a fajták között), ezzel szemben a Saturnus nyújthatósága (168 mm) csak átlagos.

A Saturnus standard nyújtással szembeni ellenállása nem a legnagyobb, e mutató tekintetében is átlagos (230 BU), azonban az átlagos nyújthatóságának és nyújtással szembeni ellenállásának köszönhetően a görbe alatti területe közel azonos a Lupus fajtáéval.

3. táblázat

**A fajta hatása a tészta extenzográfus jellemzőire<sup>a</sup>**  
(Az összes vizsgált trágyakezelésre vonatkozóan  $n=192/$ , 2007-2008)

Fajta(1)	Nyújthatóság (mm)(2)	Standard nyújtással szembeni ellenállás (BU)(3)	Legnagyobb nyújtással szembeni ellenállás (BU)(4)	Görbe alatti terület (cm <sup>2</sup> )(5)	Fehérjetartalom (g/100 g sz.a.)(6)
Öthalom	143,9c	259,8a	361,7a,b	66,4b	11,8c
Lupus	184,1a	204,1c	377,3a	88,0a	13,0b
Saturnus	168,0b	229,5b	381,1a	81,0a	14,3a
Sixtus	161,9b	200,7c	320,1b	65,5b	13,0b
LSD <sup>b</sup>	16,1	25,3	57,2	14,5	1,2

<sup>b</sup> Legkisebb szignifikáns eltérés ( $P < 0,05$ )(7)

Az átlagérték utáni eltérő betű szignifikáns eltérést jelent ( $P < 0,05$ )(8)

Table 3: The effect of cultivar on the extensograph properties (regarding all studied fertilizer level in 2007 and 2008)

Cultivar(1), extensibility(2), standard resistance to extension(3), maximum resistance to extension(4), area under the curve(5), flour protein content(6), least significant difference ( $P < 0,05$ )(7), means within a row followed by different letters are significantly different ( $P < 0,05$ )(8)

### A műtrágyázás hatása az extenzográfus jellemzőkre

Az extenzográfus mutatókat az alkalmazott műtrágyakezelés jelentős mértékben befolyásolta. A kontroll eredményekhez képest a műtrágyázás minden vizsgált minőségi jellemző esetében javította a búzaliszt minőségét. A kijuttatott műtrágyaadag mennyiségének növelésére az egyes mutatók eltérő mértékben reagáltak (4. táblázat). A tészta nyújtással szembeni standard ellenállása a műtrágyaadag növelésével javult, azonban a különböző műtrágyaszintek között nem volt statisztikailag igazolható ( $P < 0,05$ ) eltérés. A műtrágyaadag növelésével a minták görbe alatti terület mutatója javult egészen a  $N_{120}+PK$  kezelési szintig, ekkor mértük a legmagasabb értéket (89,3 cm<sup>2</sup>), a műtrágyaadag további növelése már nem növelte a görbe alatti terület nagyságát.

A kontroll és a legalacsonyabb műtrágyaadaggal kezelt csoport eredménye tért el szignifikáns mértékben a többi kezelés görbe alatti terület eredményétől. A tészta nyújthatósága és legnagyobb nyújtással szembeni ellenállása a műtrágyaadag növelésére nagyon hasonló módon reagált, mindkét mutató egyenletesen javult. A nyújthatóság esetében a legnagyobb ( $N_{150}+PK$ ) műtrágyaadag mellett mértük a legmagasabb értéket (176,7 mm), ezzel szemben a legnagyobb nyújtással szembeni ellenállás értéke a  $N_{120}+PK$  kezelési szinten volt a legmagasabb, hasonlóan a görbe alatti terület és a standard nyújtással szembeni ellenállás extenzográfus paraméterekhez. A búzalisztek fehérjetartalma a műtrágyaadag növelésének hatására fokozatosan javult, a legmagasabb fehérjetartalmat (13,9%) a legnagyobb műtrágyaadag esetén mértük.

4. táblázat

**A műtrágyakezelés hatása a tészta extenzográfus jellemzőire<sup>a</sup>**  
(Az összes vizsgált fajtára vonatkozóan  $n=192/$ , 2007-2008)

Műtrágyaadag (kg/ha)(1)	Nyújthatóság (mm)(2)	Standard nyújtással szembeni ellenállás (BU)(3)	Legnagyobb nyújtással szembeni ellenállás (BU)(4)	Görbe alatti terület (cm <sup>2</sup> )(5)	Fehérjetartalom (g/g sz.a.)(6)
Kontroll	142,8d	208,4a	301,1c	54,9b	11,3d
$N_{30} + PK$	159,0c	209,7a	324,1b,c	65,9b	12,4c
$N_{60} + PK$	165,0c,d	234,2a	378,8a,b	78,6a	13,2b
$N_{90} + PK$	168,8a,b,c	224,1a	370,7a,b	79,9a	13,4a,b
$N_{120} + PK$	174,6a,b	240,5a	408,8a	89,3a	13,8a,b
$N_{150} + PK$	176,7a	224,3a	376,9a,b	82,8a	13,9a
LSD <sup>b</sup>	11,7	ns	54,7	12,7	0,7

<sup>b</sup> Legkisebb szignifikáns eltérés ( $P < 0,05$ )(7)

Az átlagérték utáni eltérő betű szignifikáns eltérést jelent ( $P < 0,05$ )(8)

Table 4: The effect of fertilization on the extensograph properties (regarding all studied cultivars in 2007 and 2008)

Fertilizer treatment(1), extensibility(2), standard resistance to extension(3), maximum resistance to extension(4), area under the curve(5), flour protein content(6), least significant difference ( $P < 0,05$ )(7), means within a row followed by different letters are significantly different ( $P < 0,05$ )(8)

**A liszt fehérjetartalma és az extenzográfus paraméterek közötti kapcsolat**

A búzalisztek fehérjetartalma alapvetően meghatározza a lisztből készült termék minőségét, ezért az egyik legáltalánosabban használt minőségi mutató. A fehérjetartalom alapján jellemezhetjük az egyes fajtákat, meghatározhatjuk a búzalisztek minőségét és a lisztből készíthető termékek körét. A búzaliszt fehérjetartalma érzékenyen reagál a műtrágyaadag növelésére (4. táblázat). Azonban az egyes fajták fehérjetartalma igen eltérő, emellett az egyes fajták eltérő módon és mértékben reagálnak a műtrágyaadag növelésére, ezért az optimális

műtrágyaadag meghatározásánál figyelembe kell venni az egyes fajták sajátosságait is.

A lisztek fehérjetartalma és extenzográfus mutatói szoros kapcsolatban állnak egymással (5. táblázat). A legmagasabb korrelációs együttható értéket a tészták extenzográfus nyújthatóságra vonatkozóan találtuk ( $r=0,994^{***}$ ,  $r^2_{adj}=0,984$ ). A görbe alatti terület, a legnagyobb nyújtással szembeni ellenállás és a liszt fehérjetartalma közötti korreláció is rendkívül szoros ( $r=0,977^{**}$ ,  $r^2_{adj}=0,944$  és  $r=0,935^{**}$ ,  $r^2_{adj}=0,844$ ). A liszt fehérjetartalma és a tészta standard nyújtással szembeni ellenállása között szintén szoros korrelációt állapítottunk meg ( $r=0,798^{ns}$ ,  $r^2_{adj}=0,545$ ), mely korreláció nem szignifikáns  $p<0,05$  szinten.

5. táblázat

**A liszt fehérjetartalma és az extenzográfus jellemzők közötti kapcsolat<sup>a</sup>**

Tulajdonság(1)	r	r <sup>2</sup>	r <sup>2</sup> <sub>adj</sub>	Becslés hibája(2)
Nyújthatóság(3)	0,994***	0,987	0,984	0,16
Standard nyújtással szembeni ellenállás(4)	0,798 <sup>ns</sup>	0,636	0,545	8,65
Legnagyobb nyújtással szembeni ellenállás(5)	0,935**	0,875	0,844	15,71
Görbe alatti terület(6)	0,977**	0,955	0,944	2,96

<sup>a</sup> Szignifikáns különbség  $P<0,05$  (\*),  $P<0,01$  (\*\*),  $P<0,001$  (\*\*\*), nincs szignifikáns eltérés (ns)(7)

Table 5: Pearson correlation between extensograph properties and flour protein content

Attribute(1), std. error of estimate(2), extensibility(3), standard resistance to extension(4), maximum resistance to extension(5), area under the curve(6), <sup>a</sup>significant at  $P<0.05$  (\*),  $P<0.01$  (\*\*),  $P<0.001$  (\*\*\*); nonsignificant (ns)(7)

**A tészta reológiai tulajdonságait meghatározó tényezők értékelése**

A búzaliszt fehérjetartalmát és extenzográfus mért reológiai paramétereit a vizsgált tényezők közül a genotípus és a műtrágyázás befolyásolja a legnagyobb mértékben. A két tényező hatásának erősségét a vizsgált minőségi paraméterek megoszlása alapján értékeltük (6. táblázat). A liszt fehérjetartalma nagyobb változatosságot mutat a genotípus alapján, összehasonlítva a műtrágya kezelés alapján megállapított szélső értékekkel. Az extenzográfus paraméterek megoszlása a fehérjetartalomhoz hasonlóan a genotípus, tehát fajtánként mutat nagyobb változatosságot, kivételt

képez ez alól a legnagyobb nyújtással szembeni ellenállás, amely esetében a műtrágyakezeléseknél a szélső értékek közötti távolság nagyobb. Ez azzal magyarázható, hogy a legnagyobb nyújtással szembeni ellenállás eredmények a műtrágyakezelés hatására jelentős mértékben javultak, és az egyes kezelések közötti eltérések szignifikánsak voltak ( $P<0,05$ ) (4. táblázat). A fajták közötti eltérések e tulajdonság tekintetében nem jelentősek, a négy fajta közül három – GK Öthalom, Lupus, Saturnus – nagyon hasonló legnagyobb nyújtással szembeni ellenállással jellemezhető (361,7 BU-381,1 BU), egyedül Sixtus eredménye (320,1 BU) tér el a többi fajtától statisztikailag igazolható mértékben.

6. táblázat

**A tészta reológiai tulajdonságait meghatározó tényezők hatása az eredmények megoszlására**

Tulajdonság(1)	Átlag(2)	Szórás(3)	Szélső értékek(4)		
			Összes(5)	Genotípus(6)	Műtrágyázás(7)
Nyújthatóság (mm)(8)	164	24,2	131-198	144-184	143-177
Standard nyújtással szembeni ellenállás (BU)(9)	224	66,5	180-285	201-260	208-241
Legnagyobb nyújtással szembeni ellenállás (BU)(10)	360	112,5	261-466	320-381	301-409
Görbe alatti terület (cm <sup>2</sup> )(11)	75,2	26,4	45-101	66-88	55-89
Fehérjetartalom (g/100 g sz.a.)(12)	13,0	1,5	10,8-15,1	11,8-14,3	11,3-13,9

Table 6: Variation of the dough properties among 4 genotypes in six fertilization levels

Attribute(1), mean(2), standard deviation(3), range(4), overall(5), genotype(6), fertilization(7), extensibility(8), standard resistance to extension(9), maximum resistance to extension(10), area under the curve(11), flour protein content(12)

## KÖVETKEZTETÉSEK

Az extenzográfus adatok varianciaanalízise alapján megállapítottuk, hogy a fajta az extenzográfus jellemzők mindegyikére szignifikáns hatással volt. A műtrágyázás a standard nyújtással szembeni ellenállás tekintetében nem volt szignifikáns hatással, viszont nagymértékben befolyásolta a tészták nyújthatóságát és a görbe alatti terület nagyságát. A termesztési év nem gyakorolt szignifikáns hatást a tészták extenzográfus görbe alatti terület jellemzőire annak ellenére, hogy a többi extenzográfus mutatót jelentős mértékben befolyásolta. A vizsgált tényezők interakciójának hatása minden extenzográfus jellemzőre szignifikáns volt.

A fajták extenzográfus jellemzőit összehasonlítva megállapítottuk, hogy a genotípus jelentős mértékben meghatározza a búzalisztból készült tészták reológiai mutatóit. Az extenzográfus mutatókat az alkalmazott műtrágyakezelés is nagymértékben befolyásolta. A kontroll eredményekhez képest a műtrágyázás minden vizsgált minőségi jellemző esetében javította a búzaliszt minőségét. A kijuttatott műtrágyaadag mennyiségének növelésére az egyes mutatók eltérő mértékben reagáltak. A tészták nyújtással szembeni standard ellenállása a műtrágyaadag növelésével javult, azonban a különböző műtrágyaszintek között

nem volt statisztikailag igazolható ( $p < 0,05$ ) eltérés. A vizsgált reológiai mutató a műtrágyaadag növelésével a  $N_{120}+PK$  kezelési szintig javult, kivételt képez az extenzográfus nyújthatóság, mely esetében a legnagyobb ( $N_{150}+PK$ ) műtrágyaadag mellett mértük a legmagasabb értéket. A lisztek fehérjetartalma a műtrágyaadag növelésének hatására fokozatosan javult, a legmagasabb fehérjetartalmat (13,9%) a legnagyobb műtrágyaadag esetén mértük.

A lisztek fehérjetartalma és extenzográfus mutatói szoros kapcsolatban állnak egymással. A legmagasabb korrelációs együttható értéket a tészták extenzográfus nyújthatóságra vonatkozóan találtuk ( $r=0,994^{***}$ ,  $r^2_{adj}=0,984$ ). A görbe alatti terület, a legnagyobb nyújtással szembeni ellenállás és a liszt fehérjetartalma közötti korreláció is rendkívül szoros ( $r=0,977^{**}$ ,  $r^2_{adj}=0,944$  és  $r=0,935^{**}$ ,  $r^2_{adj}=0,844$ ). A liszt fehérjetartalma és a tészta standard nyújtással szembeni ellenállása között szintén szoros korrelációt állapítottunk meg ( $r=0,798^{ns}$ ,  $r^2_{adj}=0,545$ ), mely korreláció nem szignifikáns  $p < 0,05$  szinten.

A liszt fehérjetartalma nagyobb változatosságot mutat a genotípus alapján, összehasonlítva a műtrágya kezelés alapján megállapított szélső értékekkel. Az extenzográfus paraméterek megoszlása szintén a genotípus alapján mutat nagyobb változatosságot, kivételt képez ez alól a legnagyobb nyújtással szembeni ellenállás.

## IRODALOM

- Baric, M.-Sarcevic, H.-Keresa, S.-Habus Jercic, I.-Rukavina, I. (2007): Genotypic differences for nitrogen use efficiency in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Cereal Research Communications*, 35: 213-216.
- Boehm, D. J.-Berzonsky, W. A.-Bhattacharya, M. (2004): Influence of nitrogen fertilizer treatments on spring wheat (*Triticum aestivum* L.) flour characteristics and effect on fresh and frozen dough quality. *Cereal Chemistry*, 81: 51-54.
- de Ruiter, J. M.-Martin, R. J. (2001): Management of nitrogen and sulphur fertiliser for improved bread wheat (*Triticum aestivum*) quality. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 29: 287-299.
- Doekes, G. J.-Wennekes, L. M. J. (1982). Effect of nitrogen fertilization on quantity and composition of wheat flour protein. *Cereal Chemistry*, 59: 276-278.
- Drezner, G.-Dvojkovic, K.-Horvat, D.-Novoselovic, D.-Lalic, A. (2007): Environmental impacts on wheat agronomic and quality traits. *Cereal Research Communications*, 35: 357-360.
- Gupta, R. B.-Batey, I. L.-MacRitchie, F. (1992): Relationships between protein composition and functional properties of wheat flours. *Cereal Chemistry*, 69: 125-131.
- Györi, Z.-Sipos, P. (2006): Investigation of wheat quality on different samples. *Buletinul USAMV-CN. Cluj-Napoca. Romania. Nr. 62/2006.* (Ed.: L. A. Marghitas). 258-263. ISSN 1454-2382.
- Parades-López, O.-Covarrubias-Alvarez, M. M.-Baraquin-Carmona, J. (1985): Influence of nitrogen fertilization on the physicochemical and functional properties of bread wheats. *Cereal Chemistry*, 62: 427-430.
- Peltonen, J.-Virtanen, A. (1994): Effect of nitrogen fertilizers differing in release characteristics on the quantity of storage protein in wheat. *Cereal Chemistry*, 71: 1-5.
- Pepó, P. (2007): The role of fertilization and genotype in sustainable winter wheat (*Triticum aestivum* L.) production. *Cereal Research Communications*, 35: 917-920.
- Pepó, P.-Sipos, P.-Györi, Z. (2005): Effects of fertilizer application on the baking quality of winter wheat varieties in a long term experiment under continental climatic conditions in Hungary. *Cereal Research Communications*, 33: 825-832.
- Scheromm, P.-Martin, G.-Bergoin, A.-Autran, J. C. (1992): Influence of nitrogen fertilization on the potential bread-baking quality of two wheat cultivars differing in their responses to increasing nitrogen supplies. *Cereal Chemistry*, 69: 664-670.
- Tóth Á.-Sipos P.-Györi Z. (2006): A GK Óthalom és a Fatima őszi búzafajták (*Triticum aestivum*) alveográfus minőségének alakulása az évjárat, és különös tekintettel a műtrágyázás hatására, nyolc év eredményei alapján. *Növénytermelés*. 55: 15-26.