DEBRECENI EGYETEM
AGRÁR- ÉS GAZDÁLKODÁSTUDOMÁNYOK CENTRUMA
MEZŐGAZDASÁG-, ÉLELMISZERTUDOMÁNYI ÉS KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI KAR

HANKÓCZY JENŐ NÖVÉNYTERMESZTÉSI, KERTÉSZETI ÉS ÉLELMISZERTUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

Doktori Iskola vezető:
Prof. Dr. Pepó Péter
egyetemi tanár, az MTA doktora

Témavezető:
Borbélyné Dr. Varga Mária
egyetemi docens

Doktori PhD értékezés

EXTENZOGRÁF ALKALMAZÁSA A LISZTVIZSGÁLATOKBAN

Készítette:
Boros Norbert

Debrecen
2011

EXTENZOGRÁF ALKALMAZÁSA A LISZTVIZSGÁLATOKBAN

Értekezés a doktori (Ph.D.) fokozat megszerzése érdekében
a Élelmiszertudományok tudományágban

Írta: Boros Norbert okleveles agrármérnök

Készült a Debreceni Egyetem Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszertudományok doktori iskolája
(Élelmiszeranalitika, élelmiszerbiztonság programja) keretében

Témavezető: Dr. Borbélyné Dr. Varga Mária

A doktori szigorlati bizottság:

elnök:	Dr. Thyll Szilárd C.Sc.
tagok:	Dr. Kovács Erzsébet C.Sc.
	Dr. Simon László D.Sc.

A doktori szigorlat időpontja: 2011. június 9.

Az értekezés bírálói:

Dr. ……..……	……..
Dr. ……..……	……..
Dr. ……..……	……..

A bírálóbizottság:

elnök:	Dr. ……..……	……..
tagok:	Dr. ……..……	……..
	Dr. ……..……	……..
	Dr. ……..……	……..
	Dr. ……..……	……..

Az értekezés védésének időpontja: 20…….

'Whatever I have tried to do in life, I have tried with all my heart to do it well; whatever I have devoted myself to, I have devoted myself completely; in great aims and in small I have always thoroughly been in earnest.'

(Charles Dickens)

Tartalomjegyzék

Rövidítések jegyzéke **5**
1. Bevezetés, témafelvetés **6**
2. Irodalmi áttekintés **8**
2.1. A tészták reológiai tulajdonságainak vizsgálata 8
2.2. Az extenzográf alkalmazása a lisztminták minőségének vizsgálatában 11
2.3. Az alveográf alkalmazása a lisztminták minőségének vizsgálatában 17
2.4. A liszt tartalékfehérjéinek hatása a tészta reológiai jellemzőire 19
2.5. A műtrágyázás hatása a búzaliszt sütőipari minőségére 26
2.6. Különböző alapanyagok hatása a búzaliszt reológiai jellemzőire 29
2.7. Adalékanyagok hatása a búzaliszt reológiai jellemzőire 31
2.8. Fagyasztott tészták vizsgálata extenzográffal 31
2.9. Extenzográf alkalmazása a hazai és külföldi minősítő rendszerekben 32
3. Anyagok és módszerek **36**
3.1. A kísérleti terület talajadottságai 36
3.2. A kísérletben szereplő fajták 36
3.3. A kísérletben alkalmazott műtrágyakezelések 38
3.4. Analitikai vizsgálatok 38
3.4.1. A liszt minőségi jellemzőinek vizsgálata 38
3.4.2. A tészta reológiai jellemzőinek vizsgálata 39
3.4.3. A cipó minőségi jellemzőinek vizsgálata 39
3.5. Az adatok statisztikai elemzése 40
4. Eredmények értékelése **41**
4.1. A fajták extenzográfos eredményeinek évenkénti értékelése 41
4.2. Az extenzográfos eredmények változása a pihentetési idő függvényében 44
4.3. Az extenzográfos jellemzőket befolyásoló tényezők vizsgálata 48
4.3.1. A fajta hatása az extenzográfos jellemzőkre 50
4.3.2. A műtrágyázás hatása az extenzográfos jellemzőkre 51
4.3.3. Az évjárat hatása az extenzográfos jellemzőkre 52
4.3.3.1. A lisztek fehérje jellemzőinek és eséssszámának alakulása a vizsgált években…… 56
4.4. A liszt fehérjetartalma és az extenzográfos paraméterek közötti kapcsolat 58
4.4.1. A fajta hatása az extenzográfos és fehérje jellemzőkre 58

4.4.2. A műtrágyázás hatása az extenzográfos és fehérje jellemzőkre 59
4.4.3. A liszt fehérjetartalma és az extenzográfos jellemzők közötti korrelációk… 61
4.5. A tészta reológiai tulajdonságait meghatározó tényezők értékelése 63
4.6. A farinográfos és extenzográfos jellemzők közötti összefüggések vizsgálata. 64
4.7. Az extenzográfos és alveográfos vizsgálat eredményeinek összevethetősége 72
4.7.1. A reológiai jellemzőket meghatározó faktorok 74
4.7.2. Az extenzográfos és alveográfos paraméterek közötti korrelációk vizsgálata 80
4.8. Az extenzográfos jellemzők és a cipó tulajdonságok közötti összefüggések vizsgálata 82
4.8.1. A cipó minőségének becslése a reológiai jellemzők alapján 86
5. Következtetések 90
6. Összefoglalás 94
7. Új tudományos eredmények 99
8. Gyakorlatban hasznosítható tudományos eredmények 101
Irodalomjegyzék 102
Mellékletek 119
Köszönetnyilvánítás 124
Nyilatkozat 125
Nyilatkozat 125
Publikációk jegyzéke 126

Rövidítések jegyzéke

Rövidítés	Jelentés	
	Angol	Magyar
Extenzográfos jellemzők		
E	extensibility	nyújthatóság
R_5	resistance at a constans extension of 5 cm	5 cm-es megnyúláskor mért ellenállás
R_{max}	maximum resistance	legnagyobb ellenállás
A	area under the curve	görbe alatti terület
R_5/E	ratio of resistance at a constans extension of 5 cm to extension	5 cm-es megnyúlásakor mért ellenállás/nyújthatóság aránya
R_{max}/E	ratio of maximum resistance to extension	legnagyobb ellenállás/nyújthatóság aránya
Alveográfos jellemzők		
P	maximum pressure or strength	erősség
L	extensibility	nyújthatóság
G	index of swelling	duzzadási index
Ie	elasticity index	elaszticitási index
W	deformation energy	energia
P/L	P/L ratio	P/L arány
Farinográfos jellemzők		
WA	water absorption	vízfelvevő képesség
AT	arrival time	duzzadási idő
DT	departure time	ellágyulási idő
DDT	dough development time	tészta kialakulási idő
ST	stability time	stabilitás
DS	degree of softening	ellágyulás mértéke
MTI	mixing tolerance index	dagasztás tűrési index
FQN	farinograph quality number	farinográfos minőségi szám
PA	planimetric area	planimetrált terület
TB	time to breakdown	letörési idő

1. Bevezetés, témafelvetés

A becslések alapján a gabonafélék adják a világ élelmiszertermelésének közel 60%-át. Annak ellenére, hogy az ipari országok csökkentették a gabonából készült termékek fogyasztását, a gabonák szerepe a humán táplálkozásban változatlanul meghatározó. Ez a tény a gabonák magas energiatartalmának, jó tárolhatóságának és a gabonából készült termékek változatosságának köszönhető. Bár a szénhidrátok (különösen a keményítő) a gabonaszem fő alkotói, jelentős mennyiségben tartalmaznak fehérjéket, lipideket és fontos vitaminokat, ásványi anyagokat (Lásztity 1999).

A világon mintegy 708 millió hektáron termesztenek különböző gabonaféléket, ebből a búza termésterülete több mint 225 millió hektár. A Földön évente megtermelt gabona összmennyisége megközelíti a 2,5 milliárd tonnát, amiből 682 millió tonna a búza mennyisége (FAO 2009).

A világ tíz legnagyobb búza termesztő országai: Kína, India, Egyesült Államok, Oroszország, Franciaország, Kanada, Németország, Ukrajna, Ausztrália és Pakisztán. Ezek az országok termelik a világ búza termésének több mint 70%-át (485 millió tonna). Magyarország termőterületeinek jelentős részén, közel 2,9 millió hektáron termesztünk gabonát, az évente betakarított mennyiség 13,6 millió tonna. A búza termőterülete kb. 1,15 millió hektár, melyen évente összesen több mint 4,4 millió tonna búzát, zömében őszi búzát termesztünk (FAO 2009).

A búza szerepe a világ népességének élelmiszerrel való ellátása szempontjából nagyon jelentős. A világ élelmiszer ellátásában mintegy 966 millió tonna gabonát használnak fel élelmiszer alapanyagként, amiből 45% búza (434 millió tonna), 54% rizs (523 millió tonna) a fennmaradó 1% egyéb gabonafélékből tevődik össze (kukorica, árpa, rozs, zab, tritikálé). Magyarországon 1,22 millió tonna gabonát hasznosítunk élelmiszer alapanyagként, ebből a búza mennyisége a legnagyobb. Évente mintegy 1,15 millió tonna búza, 82 ezer tonna rizs és 2,5 ezer tonna kukorica kerül élelmiszeripari felhasználásra (FAO 2007). Az adatokból jól látszik, hogy hazánkban a búza élelmezésben betöltött szerepe kiemelkedő.

Emellett a búza az egyik legfontosabb exportcikkünk, a kukorica után a második legnagyobb mennyiségben és értékben exportált termékünk. 2008-ban 2,1 millió tonna búzát exportáltunk (660 millió $ értékben), mely 38%-a a termelt mennyiségnek (5,6

millió tonna). Az exportált búza mennyisége alapján Magyarország az előkelő tizenegyedik helyet foglalja el a búzát exportáló országok között.

A búza minősége számos különböző dolgot jelent az emberek számára: a termesztőnek a jó termésátlagot, a molnárnak a magas lisztkihozatalt, a péknek az állandó minőséget, a nemesítőnek rezisztenciát, a gabonakémikusnak a búza különleges fehérjéit, lipidjeit, szénhidrátjait és enzimjeit (Lookhart and Wrigley 1997).

A búza egyedülálló abban a tekintetben, hogy számos emberi fogyasztásra alkalmas termék készíthető belőle, úgymint kenyér (kovászos és kovásztalan), különböző tésztaféleségek, kekszek, pékáruk és gabonapelyhek. Minden egyes termék meghatározott és eltérő reológiai sajátosságokkal (erősség, nyújthatóság, túldagasztással szembeni ellenállás) jellemezhető tésztát igényel (Uthayakumaran et al 2007).

A különböző sütőipari termékek készítéséhez eltérő minőségű lisztre van szükség. A liszt fehérjetartalmának és fehérje összetételének jellemzése valamint a tészta reológiai jellemzőinek vizsgálata nélkülözhetetlen ahhoz, hogy meg tudjuk határozni a lisztek alkalmasságát az egyes termékek gyártásához.

A dolgozat célja annak vizsgálata, hogy az extenzográfot, hogyan tudjuk használni a búza minőségének meghatározásában. Nagyon érdekes annak tanulmányozása, hogy a különböző extenzográffal meghatározott reológiai jellemzőket a fajta (genetikai tényezők), a műtrágyázás, vagy éppen a termesztési év időjárása befolyásolja-e nagyobb mértékben. Fontosnak tartom annak vizsgálatát, hogy az egyes extenzográfos mutatók a búzaminősítésben már általánosan használt fehérje és sikérjellemzőkkel, milyen korrelációban állnak. Továbbá szükséges az extenzográffal meghatározott jellemzők más reológiai vizsgálatok eredményeivel való összevethetőségének meghatározása. Annak érdekében, hogy információt kapjunk arról, hogy az egyik vizsgálat eredményei alapján minőségi kategóriába sorolt búzafajta, vagy búza tétel ugyanolyan minőségűnek találtatna-e, ha azt egy másik reológiai jellemzőket vizsgáló készülékkel határoznánk meg.

Az extenzográfos vizsgálat során rengeteg adatot kapunk a tészta reológiai jellemzőire vonatkozóan. Különböző fehérjetartalmú fajták reológiai jellemzőinek és cipó tulajdonságainak eredményeit összehasonlítva meg szeretném állapítani, hogy a farinográfos, alveográfos és extenzográfos paraméterek közül, mely jellemzők alapján tudunk a legnagyobb megbízhatósággal következtetni a cipó minőségére.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A tészták reológiai tulajdonságainak vizsgálata

A reológia az anyagok áramlásával és deformációjával (alakváltozásával) foglalkozó tudomány. A reológiai jellemzők meghatározása során a különböző anyagokat meghatározott igénybevételnek tesszük ki adott időn keresztül és mérjük az anyag ellenállásának változását. A kapott értékek alapján jellemezni lehet az anyag rugalmasságát, nyúlékonyságát, keménységét, szilárdságát és ellenálló képességét (Dobraszczyk and Morgenstern 2003).

Az első feljegyzések, melyek a különböző élelmiszerek, köztük a kenyértészta fizikai jellemzőinek mérésére tett próbálkozásokról számolnak be a 18. századra tehetők. Beccari 1728-ban érzékszervi jellemzők alapján értékelte a búzából készült tészta minőségét és szerkezetét. Egy évszázaddal később Bolland (1836-ban), majd Kunis (1885-ben) Aleurométerrel vizsgálta a tészták minőségét (cited in Weipert 2006).

Karácsonyi et al (1970) ismertetik a tészták reológiai jellemzőinek meghatározására használt vizsgálatokat. A farinográf, valorigráf és a penetrométer mellett már említést tesznek az alveográfos, extenzográfos és mixográfos vizsgálatokról is.

A tészták reológiai jellemzőinek vizsgálata a 20. század elején rohamos fejlődésnek indult. Magyarország az Osztrák-Magyar Monarchia éléskamrája volt, és emellett Európa számos országába exportált búzát. A magyar búza fajták Észak-Amerikában is nagyon népszerűek voltak, néhány közülük rokonságban állt az amerikai búza fajtákkal. A magyar búza nagyon keresett volt kiváló minősége miatt. A termesztők ezért mindent megtettek, hogy minél nagyobb hozamú fajtákat nemesítsenek ki és termesszenek. Azonban ezeknek az új fajtáknak a minősége nem felelt meg a piaci elvárásoknak. Annak érdekében, hogy a búza fajták, illetve a búza tételek sütőipari jellemzőit meg tudják állapítani (a költséges és időigényes sütési próbák nélkül), a 20. sz. elején kifejlesztették az első dagasztást vizsgáló készüléket (Hankóczy) és az első tészta nyújthatóságot vizsgáló készüléket (Hankóczy, Rejtő, Gruzl). Ezek tekinthetők Amerikában a Swanson Working Mixográf és Európában a Brabender Farinográf és Extenzográf, továbbá a Chopin Alveográf előfutárának. A II. világháború után a helyzet megváltozott, Németországban a Brabender Farinográfot és Extenzográfot használták az

Észak-Amerikából (USA és Kanada) valamint Dél-Amerikából (Argentína) importált búza tételek minőségének meghatározására. E készülékek mellett a Chopin Alveográfot használták a különböző búza tételek minőségének összehasonlítására és ellenőrzésére (Mueller 1964 and 1966, Wassermann 1993, cited in Weipert 2006).

A reológiai vizsgálatok célja általában a következő:

- az anyagok mechanikai jellemzőinek meghatározása,
- a reológiai jellemzők alapján következtetni az anyag molekuláris szerkezetére és kémiai összetételére,
- előre jelezni az anyagok viselkedését a gyártás, feldolgozás során,
- a reológiai jellemzők felhasználása a minőségellenőrzésben (Dobraszczyk and Morgenstern 2003).

A reológiai vizsgálatok jól alkalmazhatóak a viszko-elasztikus anyagok (mint pl. búzalisztből készült tészták) jellemzésére. A tészta reológiai tulajdonságai rendkívül fontosak, mind a tészta megmunkálhatósága, mind pedig a végtermék minősége szempontjából. Számos módszer áll rendelkezésre a búzalisztből készült tészták reológiai tulajdonságainak vizsgálatára (Bloksma and Bushuk 1988).

Ha a liszthez vizet adunk és összekeverjük őket, eredményül tésztát kapunk, egy olyan összefüggő anyagot, amiben a sikér egy háromdimenziós hálót alkot. A sikérháló szálakból és hártyákból áll, a keményítő szemcsék ebbe a hálóba ágyazódnak be (Bloksma 1990b).

A reológiai paraméterek a tészta elaszticitását és viszkozitását jellemzik (Walker and Hazelton 1996, Faridi 1985, Faubion and Hoseney 1990).

A tészta viszkozitása és konzisztenciája a liszthez adott víz és egyéb összetevők mennyiségétől, valamint a dagasztás intenzitásától függ. A sütőipari termékek méretét és térfogatát elsősorban a tészta gázvisszatartó képessége határozza meg. A gázvisszatartó képesség (ami a kenyér, vagy más termékek készítése során elengedhetetlen) a tészta viszkozitásától és konzisztenciájától függ. A pék igyekszik egy optimális konzisztenciájú tésztát készíteni, ami elég sűrű ahhoz, hogy a tészta megmunkálható legyen (dagasztás, formázás) és megtartsa az alakját. Emellett elég lágynak kell lennie ahhoz, hogy lehetővé tegye a képződő széndioxid által okozott méretbeli növekedést (Weipert 2006).

A legáltalánosabban használt reológiai vizsgálatokat és azok összefüggését a tészta készítése és feldolgozása során tésztát érő hatásokkal Dobraszczyk and Morgenstern (2003) széleskörűen áttekintették. A gabonakutatásokban alkalmazott vizsgálati módszerek alapvetően két típusba (empirikus és fundamentális) sorolhatóak (Bloksma and Bushuk 1988).

Schofield and Scott Blair (1932) vezették be a fundamentális reológiai módszerek használatát a tészták vizsgálatára. Bloksma (1962) bevezette az un. creep and recovery vizsgálatokat a tészták nyíróerővel szembeni ellenállásának meghatározására.

A dinamikus (oszcilláló) mérések által kapott eredmények széles körben használtak a búzalisztből készült tészták fundamentális reológiai jellemzőinek tanulmányozására. Faubion et al (1985) részletesen áttekintették a tészták fizikai tulajdonságainak tanulmányozására használt dinamikus reológiai vizsgálatokat.

Az empirikus reológiai vizsgálatok azokat a jellemzőket mérik, amelyek összefüggésben állnak azokkal a tulajdonságokkal melyek közvetlenül meghatározzák a sütési tulajdonságokat (Bloksma 1990b, Győri and Sipos 2006). Az empirikus reológiai jellemzőket vizsgáló készülékek két csoportba sorolhatók: az egyik, amelyek a tészta dagasztás alatti viselkedését vizsgálják, úgymint farinográf és a mixográf, a másik a tészta nyújthatóságát és nyújtással szembeni ellenállását vizsgáló (load-extension) készülékek, úgymint az extenzográf és az alveográf (Bloksma and Bushuk 1988, MacRitchie, 1992, Sipos et al 2008).

A Brabender Extenzográf egyike a számos empirikus reológiai készülékeknek, mely méri a tészta nyújthatóságát és nyújtással szembeni ellenállását meghatározott pihentetési idő elteltével (Preston and Hoseney 1991). Az extenzográfos vizsgálat képes meghatározni a tészta nyújthatóságát és nyújtással szembeni ellenállását, ami alapján következtetni lehet a liszt kenyérkészítési jellemzőire, valamint a végtermék minőségére (Bloksma 1990a, 1990b).

Az extenzográfos vizsgálat során a tésztát többféle hatás éri, fellép egy nyíró hatás, majd különösen a vizsgálat későbbi szakaszában főleg egytengelyű nyújtásnak van kitéve. Ezzel szemben az alveográfos vizsgálat során a tészta kéttengelyű nyújtása történik. Ezeknek a készülékeknek a gyakorlati alkalmazás nagyon elterjedt, és folyamatosan használják őket a búzalisztből készült tésztákkal végzett kutatásokban. (Janssen et al 1996).

Az empirikus reológiai vizsgálatokkal kapcsolatban meg kell említeni, hogy a vizsgálatok eredményei nehezen számíthatók át fundamentális reológiai paraméterekké,

valamint a tészta deformációjának típusa és mértéke e készülékek esetében gyakran nagyon nagy és a tésztát érő hatások nagyon különbözőek. Emellett a tészta viselkedése alapján az elaszticitási és viszkozitási jellemzők nehezen különíthetők el (Bloksma and Bushuk 1988).

Janssen et al (1996) szerint az empirikus vizsgálatok során a tészta deformálódása nagymértékű és nehezen meghatározható, ami azt eredményezi, hogy a vizsgálat alatt jelentősen megváltozhatnak a tészta fizikai jellemzői.

A reológiai jellemzőket vizsgáló készülékeket a vizsgálat menete alapján statikus és dinamikus csoportba lehet sorolni. A statikus műszerek (extenzográf, alveográf, laborográf) a tésztát előírt körülmények között végzett pihentetést követően vizsgálják, míg a dinamikus vizsgálati módszerek (farinográf, valorigráf, mixográf) a tészta tulajdonságait a dagasztás és a túldagasztás alatt rögzítik (Szalai 2001).

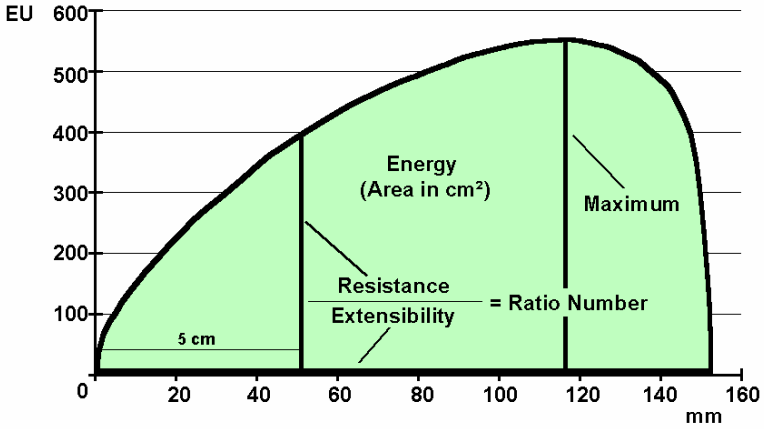
A reológiai tulajdonságoknak függetlennek kellene lenniük a vizsgált minta méretétől, alakjától és attól, hogy milyen módszerrel határozták meg azokat. Megnyugtató lenne azt hinni, hogy a kenyér rugalmassága vagy a tészta nyújthatósága, amit egy adott laboratóriumban mértünk azonos azzal, amit a világ bármely részén egy másik laboratóriumban mérnének, még akkor is, ha más módszerrel határozzák is meg azt más méretű vagy alakú mintán (Dobraszczyk and Morgenstern 2003).

2.2. Az extenzográf alkalmazása a lisztminták minőségének vizsgálatában

Az extenzográf széles körben használt a malom és sütőiparban, valamint az alkalmazott és alapkutatásokban a lisztek minősítésére és értékelésére a tészta fizikai jellemzői (különösen a tészta erősség) alapján (Bloksma 1990a, 1990b).

A malom és sütőipar számára döntő jelentőségű az állandó minőségű liszt használata. Az állandó minőség iránti igény szükségessé tette olyan objektív vizsgálati módszerek kifejlesztését, amelyek információkat adnak a liszt minőségére vonatkozóan, és hűen tükrözik a sütési eljárás különböző fázisaiban a tészta viselkedését. A különböző sütőipari termékek különböző igényeket támasztanak a liszt minőségével és a tészta tulajdonságaival szemben. Az extenzográf alkalmas a tészta nyújtási tulajdonságainak mérésére, különösen a nyújtással szembeni ellenállás (rezisztencia) és a nyújthatóság megállapítására (1. ábra), ezáltal megbízható információkat szolgáltat a tészta sütési viselkedésére vonatkozóan.

Az extenzográf a hosszú ideig tartó vizsgálat következtében, kiválóan alkalmas a liszthez adagolt adalékanyagok, úgymint aszkorbinsav, enzimek és emulgeáló szerek hatásának vizsgálatára, ezáltal lehetővé téve az egyes lisztek reológiai tulajdonságainak megállapítását és a felhasználási célnak megfelelő „reológiai optimumhoz” való igazítását. A „reológiai optimum” a tészta fizikai tulajdonságát jellemzi, ami az adott feldolgozási feltételek között az optimális sütési eredményt szolgáltatja (Rasper and Preston 1991).



1. ábra: **Extenzogram a mérési pontokkal**

Az extenzogram alapján a következő jellemzők határozhatók meg:

- nyújthatóság (E)
- 5 cm-es megnyúlásakor mért ellenállás (R_5)
- nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás (R_{max})
- görbe alatti terület (A)
- 5 cm-es megnyúlásakor mért ellenállás/nyújthatóság aránya (R_5/E)
- nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás/nyújthatóság aránya (R_{max}/E)

A búzalisztből készült tésztákat a tészta erőssége alapján négy kategóriába lehet besorolni: gyenge, közepes, erős, és nagyon erős. Általánosságban azok, amelyeknél a görbe alatti terület 80 cm^2-nél kisebb a gyenge, amelyeknél 80-120 cm^2 azok a közepes kategóriába, amelyek területe 120-200 cm^2 közötti erős, a 200 cm^2-nél nagyobb görbe alatti területű lisztek a nagyon erős kategóriába sorolhatók (Rasper and Preston 1991).

Kokelaar (1994) szerint a jó minőségű tésztának egy bizonyos mértékig nyúlékonynak, optimális nyújtással szembeni ellenállásúnak és nagy szakítószilárdságúnak kell lennie.

Az extenzográfos vizsgálat részleteit különböző szabványok tartalmazzák:

- AACC Standard No. 54-10
- ISO 5530-2
- ICC Standard No. 114/1

Két általánosan elfogadott módszer létezik, ezek az American Association of Cereal Chemists (AACC 1983, Method 54-10) és az International Association for Cereal Chemistry (ICC 1980, Standard No. 114.) módszere. Mindkét eljárás során 300 g lisztből, 6 g sóból és a szükséges vízből a farinográf nagy dagasztó csészéjében 30 °C-on az 500 BU konzisztencia eléréséig tésztát készítünk. Az ICC módszer szerint a tészta dagasztása pontosan 5 percig tart, ezzel szemben az AACC módszer alapján a tésztát 1 percig dagasztjuk, majd 5 percig pihentetjük, ezt követően, pedig a kívánt konzisztencia eléréséig dagasztjuk. Ennek következtében az ICC módszernél a tészta munkája és az oxigén hatása közel állandó, azonban az AACC módszernél a tészta kialakulás optimális, de a bevitt munka és az oxidálódás különböző. Ezek a különbségek eltérő extenzográfos értékeket eredményezhetnek ugyanazon liszt vizsgálata során. A dagasztást követően a két módszer lényegében megegyezik egymással.

Ezeken a standard módszereken kívül van egy elfogadott gyors módszer is, mely a vizsgálati idő csökkentésével időt takarít meg, ezáltal a tészta pihentetési ideje a gyártás során rendelkezésre állóhoz válik hasonlóvá. Az így kapott eredmények szoros korrelációban állnak azokkal az eredményekkel, melyeket standard módszerekkel állapítottak meg.

Az extenzográf a farinográfos vizsgálat kiegészítéseként információkat ad a tészta azon jellemzőire vonatkozóan, amiket a farinográf nem vett fel, ezek pedig a tészta nyújthatósága, a tészta nyújtással szembeni ellenállása (rezisztencia), és ezek aránya (Brabender 1956, 1965, Brabender and Pagenstadt 1957). Az R_5 paraméter a tészta kezelhetőségi tulajdonságára utal és a készítés alatti toleranciájára (Brabender 1953).

1936-os bemutatása óta az extenzográfot széles körben használják a minőség ellenőrzésben és kutató laboratóriumokban a búzalisztek vizsgálatára. Az extenzográfos mérést a búzalisztből készült tészták fizikai jellemzőinek meghatározásához használják.

A leggyakrabban vizsgált paraméterek: R_{max} a maximális ellenállás (a görbe maximális magassága) extenzográf egységben kifejezve, R_5 a tészta 5 cm-es megnyúlásakor jelentkező ellenálló képesség (ellenállás) (néha különböző nyújtást alkalmaznak) extenzográf egységben kifejezve; E nyújthatóság (a görbe hossza) centiméterben kifejezve; R_{max}/E a maximális ellenállás és a nyújthatóság aránya; és A a görbe alatti terület négyzetcentiméterben kifejezve (Rasper and Preston (1991).

Ezek a paraméterek, kivéve az állandó nyújtással szembeni ellenállást, már szerepeltek Mueller (1936), Munz és Brabender (1940a, 1940b) korai extenzográfos tanulmányaiban. Dempster et al (1952, 1953, 1955) először használták a tészták összehasonlítására az állandó nyújtással szembeni ellenállását állandó terhelés mellett.

A gabona kereskedelemben a búza tételek minőségi besorolása nagymértékben függ a liszt fehérjetartalmától és a tészta reológiai jellemzőitől. Az extenzográffal meghatározott jellemzők közül két paraméter vizsgálata széleskörűen elterjedt, az egyik a nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás (R_{max}), a másik a nyújthatóság (E). A különböző sütőipari termékek különböző extenzográfos jellemzőkkel jellemezhető lisztet igényelnek. Például a száraztésztagyártáshoz alkalmas lisztnek nagy ellenállásúnak, míg a kekszgyártáshoz használt lisztnek kis ellenállásúnak és jól nyújthatónak kell lennie. A kenyérkészítésre alkalmas lisztnek mérsékelten nagy ellenállásúnak és jól nyújthatónak kell lennie ahhoz, hogy megfelelő minőségű kenyeret lehessen sütni belőle (Bangur et al 1997).

Belitz and Grosch (1987) szerint az extenzográfos vizsgálat során rajzolt görbe (extenzogram) a tészta stabilitásáról, gáztartó képességéről és a kelesztés alatti viselkedéséről ad információkat.

Hay (1993) a kelt tészta magassága és térfogata valamint a tészta reológiai tulajdonságai között szoros összefüggést talált, különösen az extenzográfos görbe alatti terület tekintetében. A vizsgálati eredmények emellett arra is rámutattak, hogy azonos lisztből készített kenyér sütőipari minőségéből nem lehet a kelt tészta minőségére következtetni.

Magnus et al (2000) szerint a liszt kémiai összetétele, valamint a tészta extenzográffal meghatározott reológiai jellemzői nagyobb mértékben meghatározzák a cipó minőségi jellemzőit, mint a kenyérkészítés módja.

A reológiai jellemzők, mint a farinográfos vízfelvevő képesség, extenzográfos nyújtással szembeni ellenállás és nyújthatóság aránya, valamint a görbe alatti terület

szoros korrelációban állnak a parotta tészta minőségi jellemzőivel, a tészta terülésével, az elszakításához és összenyomásához szükséges erő mértékével (Indrani and Venkateswara Rao 2000).

Doescher and Hoseney (1985) kekszgyártáshoz használt tészták reológiai tulajdonságainak vizsgálata során azt találták, hogy a tészta erőssége a kelesztési idő növekedésével párhuzamosan csökken. Vizsgálatuk alapján megállapították, hogy a tészta reológiai tulajdonságai a kelesztés első órájában változnak meg szignifikánsan.

Autio et al (2001) keményszemű búza fajtákon végzett vizsgálatuk során szoros korrelációt találtak a farinográffal és extenzográffal meghatározott reológiai jellemzők és a sütési teljesítmény között. Bockstaele et al (2008) a cipótérfogat és a liszt minőségi jellemzői közötti kapcsolatot vizsgálták. A cipó térfogat és a minőségi jellemzők közötti legmagasabb korrelációs értékeket a fehérjetartalom (r = 0,75), a farinográfos vízfelvevő képesség (r = 0,75) és a Zeleny szedimentációs érték (r = 0,74) esetében állapították meg. Hasonló korrelációs értékeket találtak más szerzők is a cipó térfogat és a liszt fehérjetartalma, valamint vízfelvevő képessége között (Konopka et al 2004, Park et al 2006).

Hrusková et al (2006) közepesen szoros korrelációt találtak az extenzográf görbe alatti terület és a farinográfos tészta stabilitás között (r = 0,48), valamint a tészta nyújthatósága és a cipó térfogat között (r = 0,56).

Pongráczné Barancsi et al (2009) szegedi nemesítésű őszi búza fajták extenzográfos jellemzőit vizsgálta három egymást követő évben. Az extenzográffal mért adatokat összehasonlították a SMS2 Texture Analyser készülékkel mért (Kieffer teszt) eredményekkel. A nyújtással szembeni ellenállás jellemzők között találtak közepesen szoros (r = 0,31-0,44) statisztikailag igazolható kapcsolatot. A többi vizsgált paraméter között nem találtak szignifikáns összefüggéseket.

A cipó térfogat pozitív korrelációban van a tészta legnagyobb nyújtással szembeni ellenállásával (R_{max}), stabilitásával, az alveográfos L és W értékekkel, valamint az extenzográfos görbe alatti területtel (A). Ezzel szemben a nyújthatóság, a farinográfos vízfelvétel és a dagasztással szembeni ellenállás tulajdonságok negatív korrelációban állnak a cipó térfogattal (Rubio et al 2005).

Az extenzográf és alveográfos vizsgálatok eredménye alapján Kokelaar et al (1996) megállapították, hogy a jó sütőipari minőségű lisztek nyújtással szembeni ellenállása nagyobb és jobban nyújthatóak a gyenge minőségű lisztekhez képest, de a reológiai

jellemzők között talált különbségek nincsenek közvetlen kapcsolatban a sütési próba eredményével.

Számos cikk foglalkozik a fundamentális és empirikus reológiai vizsgálatok összevethetőségével. Janssen et al (1996) az találták, hogy a négy eltérő módszerrel (dynamic oscillatory test, lubricated uniaxial compression test, extensigraph, and alveograph) vizsgált tészták reológiai viselkedésére vonatkozó információk egymást kiegészítik és az eredmények összhangban vannak egymással, annak ellenére, hogy különbözik az alkalmazott erő, valamint eltérő a deformáció mértéke és módja.

Pedersen et al (2004) kekszgyártáshoz alkalmas lisztek fehérje és reológiai jellemzőit vizsgálták. Megállapították, hogy a keksz minősége a farinográfos paraméterek, szedimentációs érték, és creep-recovery módszerrel vizsgált jellemzők alapján becsülhető a legjobban. A liszt fehérjetartalma, sikértartalma és extenzográfos jellemzői nem befolyásolják a keksz minőségi paramétereiben lévő eltéréseket.

A fundamentális reológiai jellemzők nem alkalmasak a búzalisztből készült tészták reológiai jellemzői és a tészta sütőipari feldolgozása alatti viselkedése közötti lehetséges összefüggések megállapítására, mivel az alapvető reológiai jellemzők által mért kismértékű deformációk teljesen eltérnek a kelesztés és sütés alatt végbemenő nagy deformációs változásoktól (Kokelaar et al 1996).

A nagy deformációt használó módszer alkalmasabb a lisztek közötti különbségek értékelésére, mint a kis deformációt alkalmazó vizsgálatok (Tronsmo et al 2003).

Kim et al (2008) egy másik szempontból vizsgálták a kis és a nagy deformációt alkalmazó módszereket. Megállapították, hogy a tészta nagy deformációját vizsgáló készülékek használatával az optimális, illetve alul vagy túl dagasztott tészták közötti különbségek, valamint az erős és gyenge sikérű lisztek közötti különbségek sokkal egyértelműben kimutathatóak.

Kokelaar et al (1996) szerint nem elegendő egyetlen teszt a lisztek sütési teljesítményének megállapítására, hanem különböző tesztek együttes használatával (egy fundamentális módszer az egytengelyű nyomás és egy empirikus módszer, ami vagy extenzográfos, vagy alveográfos vizsgálat) lehet a liszt reológiai jellemzőit meghatározni (szilárdság, nyújthatóság és nyújtással szembeni ellenállás).

2.3. Az alveográf alkalmazása a lisztminták minőségének vizsgálatában

Az alveográf Hankóczy Jenő ötlete alapján készült reológiai tésztavizsgáló készülék (Kosutány 1907), amelyet a francia Marcel Chopin szerkesztett meg az 1920-as években (Faridi and Rasper 1987).

Az alveográfot a búzalisztek kenyérkészítési minőségének értékelésére használják (Chen and D'Apollonia 1985, Khattak et al 1974). Az alveográfot Franciaországban fejlesztették ki elsősorban puhaszemű búzák sütőipari minőségének vizsgálatára. Napjainkban a készülék használata a világ minden részén elterjedt (Faridi and Rasper 1987, Németh et al 1994).

Az alveográfos vizsgálatot számos ország nemzeti búzaszabványa tartalmazza. Így például Anglia, Franciaország, Portugália és Spanyolország minősítési rendszere tartalmaz határértékeket az alveográfos mutatókra (Sipos et al 2007).

A keményszemű, magas fehérjetartalmú búzalisztek sütőipari minőségének alveográfos jellemzők alapján való megállapítása a korai kísérletek során nem volt sikeres. Khattak et al (1974) keményszemű vörös tavaszi búza fajták (hard red spring, HRS) reológiai jellemzőit alveográffal vizsgálták és azt találta, hogy a reológiai jellemzők és a cipó térfogat közötti korrelációs értékek alacsonyak és nem szignifikánsak. Véleményük szerint az alveográf nem alkalmas a HRS lisztek sütőipari minőségének meghatározására.

Preston et al (1987) és Dexter et al (1994) szerint a HRS lisztek minőségének alveográffal való vizsgálata során jelentkező problémákat részben a keményítő nagyfokú sérülése okozza. Megállapították, hogy a keményítő sérülés mértékének növekedésével csökken a tészta nyújthatósága (L érték) és növekszik az ellenállása (P érték). Weipert et al (1981) ezzel szemben eltérő eredményeket kapott, a legszorosabb korrelációt a cipó térfogat és a duzzadási index (G) között találta, míg a P és W értékek nem befolyásolták jelentős mértékben a cipó térfogatot.

Az amerikai és kanadai búzák kenyérkészítési minőségének vizsgálata során a legnagyobb hangsúlyt a buborék felfújásához és kiszakadáshoz szükséges levegő négyzetgyökének (G érték) meghatározására helyezték (Faridi and Rasper 1987).

Benedek és Győri (1995) kutatásuk során korreláció analízissel vizsgálták különböző őszi búza fajták alveográfos és egyéb minőségi paraméterei közötti összefüggéseket. Megállapították, hogy a különböző termőhelyen termesztett azonos búza fajták alveográfos paraméterei jelentősen eltérhetnek egymástól.

Bettge et al (1989) alveográffal határozták meg puha- és keményszemű búzák lisztjeinek kenyérkészítési minőségét. Azt tapasztalták, hogy az alveográfos L érték állt a legszorosabb korrelációban a cipó térfogattal. Rao et al (2010) a tészta nyújthatósága és a cipó térfogat között szignifikáns összefüggést találtak.

MacRitchie et al (1990) megállapították, hogy pozitív korreláció van a tészta erősség és a cipó térfogat között. A tészta erősség és a cipó térfogat közötti korreláció szignifikáns és pozitív, míg ugyanezen tészta erősséget jellemző paraméterek szignifikáns és negatív korrelációban állnak a cipó tömeggel (Alamri et al 2009).

Vida et al (1996) az alveográfos és más sütőipari minőséget meghatározó jellemzők közötti kapcsolatot főkomponens analízissel vizsgálták, elsősorban a P/L érték használhatóságát emelték ki. Tanács et al (2008) őszi búza fajták nedves sikértartalma, valorigráfos minősége és alveográfos paraméterei közötti korrelációkat vizsgálták. Az alveográfos jellemzők közül a W érték állt a legszorosabb korrelációban a sütőipari értékszámmal, azonban a korreláció annyira nem volt szoros, hogy W érték alapján nagy biztonsággal lehessen következtetni a lisztek valorigráfos minőségi értékére.

Matuz et al (1999), Tanács (2007) az évjárat hatását vizsgálták az alveográfos jellemzőkre. Megállapították, hogy az évjárat szignifikáns hatással van az alveográfos L, P/L, G és W értékekre. Szilágyi (2000) hasonló következtetésre jutott, varianciaanalízissel vizsgálta a búza minőségi mutatóira ható tényezőket, eredményeként szignifikáns eltérést talált (p <0,01) az egyes évjáratok között.

Véha és Gyimes (2004) a szemkeménység és az alveográfos mutatók közötti összefüggéseket vizsgálták, pozitív és közepesen szoros kapcsolatot találtak a szemkeménység és az alveográfos P, W értékek között.

Szoros összefüggés van a farinográfos (kialakulási idő, stabilitás), az alveográfos jellemzők (P, G és W), valamint a cipó térfogat között (Osella et al 2008).

Addo et al (1990) az alveográf görbe első deriváltja és a cipó térfogat között találták a legmagasabb korrelációs értékeket (r = -0,90), a görbe első deriváltja, a P érték és a vízfelvevő képesség együttesen több mint 90 %-ban megmagyarázta a cipó térfogatban jelentkező eltéréseket.

Egyes cikkek az alveográf sütemény és száraztészta készítési minőség megállapítására való használatára irányultak (Rasper et al 1986).

Ammar et al (2000), Edwards et al (2001), és Rao et al (2001) szerint a sikér erősség és az alveográfos tészta nyújthatóság a legfontosabb a durum búza sütési minőségének javítása szempontjából. A liszt fehérje és sikértartalma mellett a tészta minőségi

jellemzői, különösen az alveográf W érték fontos paraméter, mivel jelentős mértékben meghatározza a főtt tészta minőségét (D'Egidio et al 1990).

Az extenzográf és alveográf készülékekkel megállapított reológiai jellemzők jól tükrözik a lisztek sütőipari minőségében meglévő különbségeket. A két módszerrel meghatározott reológiai jellemzők egyes fajtáknál megegyezőek, míg más fajtáknál eltérőek (Kokelaar et al 1996).

Az Európában alkalmazott módszereket alapul véve, Győri (1998) egy új indexet dolgozott ki (Z-index), mely egyidejűleg kilenc minőségi mutatót egyszerre értékel: fehérjetartalom, sikértartalom, sikérterülés, Hagberg-féle eséssszám, Zeleny szedimentációs térfogat, farinográfos vízfelvevő képesség, alveográfos P/L és W érték.

2.4. A liszt tartalékfehérjéinek hatása a tészta reológiai jellemzőire

Általánosan elfogadott, hogy a búza tartalékfehérjéinek jellemzői teszik lehetővé, hogy a búzalisztből kenyér készíthető. A gabonafélék közül csak a kenyér búzák – kis mennyiségben a tritikálé – rendelkeznek olyan tartalékfehérjékkel, melyek vízzel érintkezve megfelelő összetartó képességű és ugyanakkor elasztikus tésztát adnak, ami alkalmas kelesztett kenyér készítésére (Lásztity 1996).

A búzaliszt kenyérkészítésre való alkalmassága nagymértékben a lisztben található sikérfehérjéktől függ. A sikér jelentősége a kenyérkészítés szempontjából elsősorban a sikér egyedülálló viszko-elasztikus tulajdonságainak köszönhető (MacRitchie et al 1990, Shewry et al 1992, Schofield 1994, Khatkar and Schofield 1997).

A fehérjék a búzaszem legfontosabb összetevői, mivel a legnagyobb mértékben azok határozzák meg a végtermék minőségét (Weegels et al 1996a). A fehérje mennyiségben és a fehérje összetételben meglévő különbségek jelentősen befolyásolják a végtermék minőségét (Weegels et al 1996a, Lafiandra et al 1999, Branlard et al 2001).

Számos kutatás foglalkozik a tészta reológiai sajátosságait és a végtermék minőségét meghatározó tényezők vizsgálatával. A liszt fehérjetartalma lineáris kapcsolatban áll a reológiai jellemzők mellett a cipó térfogattal is (Pomeranz 1987).

Uthayakumaran et al (2007) puhaszemű búza fajtákon végzett vizsgálatok alapján megállapították, hogy a tészta nyújtással szembeni legnagyobb ellenállása közepesen szoros korrelációban áll a fehérjetartalommal (r = 0,38), a Zeleny szedimentációs értékkel (r = 0,49) és a SDS-oldhatatlan glutenin fehérjetartalommal (r = 0,34). A tészták nyújthatósága és a fehérjetartalom, valamint szedimentációs érték közötti korrelációs értékek szintén közepesen szorosak (r = 0,61 és 0,72), viszont a SDS-

oldhatlan glutenin fehérjetartalom és az extenzográfos nyújthatóság között nem találtak szignifikáns kapcsolatot.

Régóta megállapították, hogy a búzaliszt sütőipari minősége a búza fehérjéinek mennyiségével és minőségével van kapcsolatban. A kutatások bebizonyították, hogy a búza fajták közötti különbségeket elsősorban a sikér minőségben jelentkező eltérések okozzák (Finney 1943, Booth and Malvin 1979, MacRitchie 1979).

A sikérfehérjék reológiai jellemzői szoros kapcsolatban állnak a búza kenyérkészítési minőségével, és a fajták közötti kenyérkészítési minőségben lévő különbségek a sikér reológiai jellemzőiben meglévő különbségekkel magyarázhatóak (Bloksma and Bushuk 1988, MacRitchie 1980).

A sikér reológiai jellemzői elsősorban a sikérben található fehérjék tulajdonságaitól és a köztük lévő kölcsönhatástól függnek. A sikérfehérjék alapvetően két csoportba sorolhatók úgymint gliadin és glutenin. A gliadin fehérjék adják a sikér viszkózus jellegét, míg a glutenin az erősséget és nyújthatóságot melyek nélkülözhetetlenek a kelesztés és sütés során keletkező gázok visszatartásában. A glutenin fehérje összetétele és fizikai jellemzői fontos szerepet játszanak a búzafajták sütőipari minőségének meghatározásában (Schofield 1994). A glutenin fehérjék esetében a polipeptid láncok kovalens kötésekkel, intermolekuláris diszulfid hidakkal vannak összekapcsolva (Kasarda 1989). A hidrofób kölcsönhatások és a hidrogén kötések biztosítják a glutenin szerkezetének stabilitását (Schofield and Booth 1983, Eliasson 1990).

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

A gliadin és glutenin fehérjék a sikér fő alkotói, melyek felelősek a tészta nyújthatóságáért és elaszticitásáért. A gliadin fehérjék monomer fehérjék, amik hidrogénkötésekkel és hidrofóbikusan kapcsolódnak, ezzel szemben a glutenin fehérjék nagy molekulatömegű polimer fehérjék, ami nagy molekulatömegű (HMW) és kis molekulatömegű (LMW) alegységekből áll, amiket diszulfidkötésekkel kapcsolódnak össze. A kutatások kimutatták, hogy a tészták fizikai jellemzőit elsősorban a gliadin és glutenin fehérjék közötti egyensúly határozza meg (MacRitchie 1987b, Kim et al 1988).

Khatkar et al (1995) vizsgálatai megerősítették azt a nézetet, miszerint a glutenin alegységek viszko-elasztikus jellemzői és a gliadin és glutenin fehérjék arányában meglévő különbségek okozzák a fajták sikér jellemzői közötti eltéréseket.

Pedersen és Jorgensen (2007) szerint a gliadin/glutenin arány a legfontosabb meghatározó tényező, amely befolyásolja a tészta funkcionális jellemzőit és a sütőipari minőséget. A gliadin és glutenin fehérjék aránya nagyon fontos, mivel a gliadin felelős a tészta nyújthatóságáért és puhaságáért, míg a glutenin a szilárdságáért, rugalmasságáért és ellenállóságáért (Janssen 1992).

Rao et al (2000, 2001) megállapították, hogy az extenzográfos nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás és a nyújthatóság aránya (R_{max}/E ratio), valamint az alveográfos P/L érték (tenacity to length ratio) nagyobb az erős sikérű fajták esetében összehasonlítva a közepesen erős sikérrel jellemezhető fajták azonos mutatóival.

Számos cikk foglalkozik a gliadin és alegységeinek jelentőségével a búzaliszt funkcionális tulajdonságaira vonatkozóan. Egyes kutatók szerint a gliadin befolyásolja nagyobb mértékben a cipó térfogatot (Hoseney et al 1969a, 1969b), míg mások szerint a glutenin, ami elsődlegesen meghatározza a kenyér minőségét (Orth and Bushuk 1972, MacRitchie 1978, 1985, 1987a, 1987b).

Khatkar et al (2002) vizsgálták a gliadin fehérjék hatását a tészta reológiai jellemzőire. Megállapították, hogy a gliadin fehérje és gliadin fehérje alegységek adagolása csökkenti a tészta erősséget (csökkenti a keverési időt, tészta stabilitást és a tésztakészítéshez szükséges munka mennyiségét).

Az egyes sikérfehérje alegységek és az alveográfos és extenzográfos reológiai jellemzők közötti összefüggéseket széles körűen vizsgálták az elmúlt húsz évben. Szoros összefüggést találtak a glutenin frakciók és a búzalisztek reológiai jellemzői, valamint a sütési tulajdonságai között (MacRitchie 1989, Payne 1987, Gupta et al 1991).

Gupta et al (1992) véleménye szerint az őszi búza lisztek minőségi paramétereiben mutatkozó eltérések a glutenin fehérjék összetételétől függnek, azon belül is elsősorban a nagy és kis molekulatömegű glutenin alegységek arányától.

A sikérfehérjéken belül különösen a nagy molekulatömegű glutenin fehérjék oldhatatlan frakciója befolyásolja a reológiai jellemzőit (MacRitchie and Lafiandra 1997, Weegels et al 1996a).

A lisztben található összes fehérje mennyiséghez viszonyítva a glutenin fehérjék mennyisége, vagy a liszt glutenin fehérje tartalma önmagában jobban megmagyarázza a tészták nyújthatóságában és ellenállásában található eltéréseket, mint a liszt fehérjetartalma (Gupta et al 1992, Gupta et al 1993, Singh et al 1990).

Cressey et al (1987) és Campbell et al (1987) szignifikáns összefüggést találtak a tészta nyújtással szembeni ellenállása és egyes gliadin és nagy molekulatömegű glutenin alegységek között.

Gupta et al (1992) kutatásaik során azt találták, hogy a tészták nyújtással szembeni legnagyobb ellenállása és nyújthatósága a HMW és LMW glutenin alegységek (polimer fehérjék) mennyiségével volt a legszorosabb korrelációban. Az extenzográf legnagyobb nyújtással szembeni ellenállással (R_{max}) szorosabb kapcsolatban van glutenin macropolymer molekulák mennyiségével, mint a fehérjetartalommal, vagy az Osborne-féle frakciókkal (glutenin, gliadin, albumin/globulin) (Weegels et al 1996a).

Ciaffi et al (1996) megállapították, hogy az oldhatatlan polimer fehérjék pozitív korrelációban állnak a tészta erejével (alveográf W érték) és ellenállásával (alveográf P érték).

Bangur et al (1997) vizsgálatai szerint a nyújthatóság tulajdonságban levő eltérések megmagyarázhatók a lisztek polimer fehérje tartalmában levő különbségekkel és kevésbé befolyásolt a molekula méret megoszlás által. Ezzel szemben a legnagyobb ellenállás jellemző esetében megállapították, hogy mind a fehérjék összetétele mind a molekulatömege nagyon meghatározó.

Dachkevich and Autran (1989) arról számolt be, hogy a nagy molekulatömegű fehérjék mennyisége szoros korrelációban áll az alveográf W és P értékekkel.

Sapirstein et al (2007) szerint az alveográf W és különösen P érték (szívósság, a tészta elaszticitására utaló paraméter) szoros korrelációban van a liszt oldhatatlan glutenin alegységek mennyiségével (r = 0,90 és 0,76).

Gobaa et al (2008) megállapították, hogy a HMW-GS fehérje tartalom növekedésével nőtt a tészta ellenállása, míg a LMW-GS fehérje alegységek arányának növekedése csökkentette a tészta nyújthatóságát (L érték). Ez azt sugallja, hogy a tészta erőssége nagymértékben függ a glutenin fehérjék mennyiségétől. A gliadin fehérje alegységek közül az α-gliadin alegységeknek van a legnagyobb hatása a nyújthatóságra. A több gliadint tartalmazó vonalakban a tészta ellenállása kisebb, nyújthatósága nagyobb.

Az albumin és globulin fehérjékkel összehasonlítva a SDS oldhatatlan fehérjék aránya szorosabb korrelációban van a legtöbb általuk vizsgált reológiai paraméterrel (alveográfos L érték r = 0,5 és 0,7, W érték r = 0,2 és 0,5, extenzográfos nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás r = 0,4 és 0,7, valamint görbe alatti terület tekintetében

0,5 és 0,7 korrelációkat találtak). A gliadin fehérjék és a tészta reológiai jellemzői között nem találtak szignifikáns összefüggéseket (Rubio et al 2005).

A tészta keverési toleranciája csökkent a gliadin fehérjék hatására, azonban a tészta legnagyobb ellenállása növekedett a különböző gliadin frakciók hozzáadásának hatására. Lineáris kapcsolatot találtak a tészta legnagyobb ellenállása és a cipó térfogat között. A gliadin fehérjével, vagy gliadin fehérje alegységekkel való kiegészítés alapvetően javította a cipó térfogatot (Khatkar et al 2002).

Gupta et al (1991) 48 ausztráliai és 53 a világ más részeiből származó genotípusú búzafajtánál a kis és nagy molekulatömegű (LMW és HMW) glutenin alegységek jelenlétének a tészta minőségére gyakorolt hatását vizsgálták. Megállapították, hogy a világban termesztett búzáknál a nagy molekulatömegű alegységek jóval szorosabb korrelációban állnak (r = 0,75, p <0,001) a tészta maximális ellenállásával (R_{max}), mint a kis molekulatömegű alegységekkel (r = 0,56, p <0,001). Az ausztrál búzafajtáknál viszont a kis molekulatömegű glutenin alegységek szorosabb korrelációban állnak (r = 0,72, p <0,001) a tészta maximális ellenállásával (R_{max}), összehasonlítva a nagy molekulatömegű alegységekkel (r = 0,48, p <0,01). A tészta nyújthatósága azonos szinten korrelál a kis (r = 0,44, p <0,001) és a nagy molekulatömegű alegységekkel (r = 0,43, p <0,001) a világban, de Ausztráliában csak a kis molekulatömegű alegységeknél találtak szignifikáns korrelációt (r = 0,54, p <0,001).

Scanlon et al (1990) szerint a tészta nyújthatósága a lisztek fehérje-összetétele alapján jobban becsülhető, mint a gliadin tartalom alapján. Magas szignifikáns (p <0,001) korreláció található a liszt minősége (különös tekintettel a tészta nyújtással szembeni ellenállására) és a gliadin fehérjék, valamint a nagy molekulatömegű glutenin alegységek mennyisége között (Campbell et al 1987, Cressey et al 1987).

Gupta et al (1992) megállapították, hogy a minőségi paraméterek kizárólag a glutenin mennyiségétől (a fehérjében és a lisztben található glutenin) függ. A két jellemző közül is a lisztben található glutenin mennyisége áll szorosabb korrelációban az extenzográfos nyújthatósággal, a farinográfos tészta kialakulási idővel és a kenyér térfogatával.

Zhang et al (2007) tavaszi búzával végzett vizsgálatuk eredményeként megállapították, hogy az 1B/1R transzlokációs vonalakban szignifikánsan nagyobb az ω-gliadinok mennyisége, és kisebb a gluteninek és a kis molekulatömegű glutenin alegységek mennyisége, azonban nem találtak szignifikáns eltérést a tésztatulajdonságokban és a kenyér minőségben a transzlokációt nem tartalmazó

vonalakhoz képest. A transzlokációt nem tartalmazó vonalak között mérsékelt és magas korrelációs koefficienseket találtak a glutenin és frakciói, valamint a farinográfos tészta kialakulási idő (DT, r = 0,85-0,92), a stabilitás (ST, r = 0,81-0,93) és az extenzográfos maximális rezisztencia (R_{max}, r = 0,90-0,93) között. A gliadin : glutenin fehérjék aránya szignifikáns és negatív összefüggést mutatott a tészta reológiai tulajdonságaival és a kenyér minőségével.

Az 1BL/1RS transzlokációval rendelkező búzák lisztjei gyengébb minőségűek, ami megmutatkozik az alacsonyabb fehérjetartalmukban is. Ezen tészták keverés során mért ellenállása kisebb, kisebb a nyújthatósága, nagyobb a nyújtással szembeni ellenállás és a nyújthatóság (R/E) aránya, és kisebb a cipó térfogata. A genetikai hatások és a termesztési környezet szignifikáns hatással volt valamennyi minőségi paraméterre (Fenn et al 1994).

Zhang et al (2007) szerint a genotípus hatások szignifikánsak a fehérje frakciók mennyiségére nézve, és alapvetően meghatározzák a liszt tulajdonságokat és a kenyér minőségi paramétereit. Az összes vizsgált paraméter esetében megállapították, hogy a genotípusok közötti variancia sokkal magasabb, mint a különböző termőhelyek közötti variancia mértéke.

A publikációk gyakran ellentmondásos összefüggésekről számolnak be a funkcionális vizsgálatok (pl. extenzográf, farinográf, alveográf és sütési próba) és a gliadin fehérje alegységek aránya között (Wrigley et al 1981, Branlard and Dardevet 1985, Huebner and Bietz 1986, Campbell et al 1987, Fullington et al 1987, Scanlon et al 1990, Dong et al 1992, van Lonkhuijsen et al 1992, Taladriz et al 1994).

Az összes fehérjetartalom és a glutenin fehérjék domináns szerepe a funkcionális vizsgálatokban kétségtelenül megnehezíti a gliadin szerepét elkülöníteni a gluteninétől (Branlard and Dardevet 1985, Wieser 1994).

Egyes kutatások a glutenin makro polimerek keverés és reológiai vizsgálat során lezajló változását tanulmányozzák. A glutenin makro polimer (GMP) fehérjék széttörnek a keverés során, újra épülnek a pihentetés során, ez a glutenin makro polimerekben lezajló változás elsősorban a tészta nyújtással szembeni legnagyobb ellenállását befolyásolja (Weegels et al 1996b, 1997).

Aussenac et al (2001) kutatása megerősítette a glutenin polimerek mennyiségének és molekulatömeg szerinti megoszlásának változását a tészta keverése és pihentetése alatt. A tészta keverése során a fehérjék mennyisége és aránya, valamint a glutenin

alegységek összetétele, azon belül is az SDS-oldhatatlan fehérjék összetétele is megváltozott.

2.5. A műtrágyázás hatása a búzaliszt sütőipari minőségére

A búza minőségét befolyásoló tényezők lehetnek belső és külső tényezők. A belső tényezők a genetikai tulajdonságok, a külső tényezők a termesztéstechnológia és a klimatikus tényezők (Győri és Győriné 1998). A genetikai háttér alapvetően meghatározza a búzaszem fehérjetartalmát, de a környezeti tényezők, úgymint a nitrogén műtrágyázás, a tenyészidőszak alatti csapadék és hőmérsékleti viszonyok jelentős mértékben képesek azt befolyásolni.

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 sikérfehérjék mennyiségére és arányára nézve igen jelentősek. 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 sikér jellemzők alakulását (Pepó et al 2005, Győri and Sipos 2006, Baric et al 2007, Drezner et al 2007).

A búza sütőipari minősége elsősorban a szem fehérjatartalmától függ. A búzaszem fehérjetartalmát pedig a genotípus határozza meg, amit a környezeti tényezők (elsősorban a szemtelítődés időszaka alatti klimatikus tényezők), a talaj tápanyagtartalma, a kijuttatott nitrogén mennyisége és a kijuttatás ideje módosítanak (Wuest and Cassman 1992, Gooding and Davies 1997, Triboi et al 2006).

Souza et al (2004) szerint a fajta az elsődlegesen meghatározó, a termőhely hatása csak másodlagos. A gabonanövények közül az őszi búza a tápanyagellátásra, a trágyázásra az egyik legigényesebb és legjobban reagáló kultúra (Pepó 2002).

Parades-Lopes et al (1985) megállapították, hogy a búzalisztből készült tészta sütőipari jellemzői nitrogén műtrágyázással befolyásolhatók. A műtrágyázás jelentős hatása nem csak a termés mennyiség növekedésében jelentkezik, hanem a liszt sütőipari minőségére és a minőség stabilitásra is hatással van (Tóth et al 2006, Pepó 2007).

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 extenzográfos görbe alatti terület nagyságára, valamint a tészta minőség nem változott a nitrogén műtrágya adag növelésére.

Nitrogén trágyázással javítani lehet a búzaliszt fehérjetartalmát és minőségét. A kutatások azt igazolták, hogy a megfelelő időben kijuttatott nitrogén trágyázás szignifikánsan javítja a búza sütőipari minőségét (Wuest and Cassman 1992, Borghi et al 1997, Gooding and Davies 1992).

A nitrogén trágyázás minden vizsgált termesztési területen és évben növelte a liszt fehérjetartalmát és sütőipari minőségét. Azonban megfigyelhető volt, hogy a liszt fehérjetartalmának és minőségének alakulása nagymértékben függ az adott évjárat időjárási körülményeitől, azon belül is elsősorban a szemtelítődés időszakában lehullott csapadék mennyiségétől (Lloveras et al 2001).

Tóth et al (2006) megállapították, hogy a műtrágyázás hatására a különböző őszi búza fajták eltérő módon reagálnak. A megfelelő tápanyag-reakciójú fajták kiválasztása és a fajtához igazodó műtrágya adag kijuttatásával az alveográfos jellemzők jelentős mértékben javíthatók, azonban az egyes évjáratok között jelentős eltérések lehetnek, ami az időjárási tényezők jelentőségére hívja fel a figyelmet.

A műtrágyázás hatására jelentős mértékben növekszik a fehérjetartalom és a nedves sikértartalom. A legjobb sütőipari minőséget a 120-150 kg N + PK műtrágyázási szinteken érték el a vizsgálatban szereplő fajták (Pepó 2003, Balogh and Pepó 2008).

A minőségi tulajdonságok (sikértartalom, valorigráfos érték) a nagyobb műtrágyaadagok (90-150 kg N + PK) kijuttatásakor kedvezőbbek, mint a kontroll és 30-60 kg N + PK műtrágyázás esetében (Balogh and Pepó 2006).

A nitrogén műtrágyázás hatása nem függ a fajtától és a termőhelytől, valamint a fajta és a termőhely, mint főtényezők hatásához képest a fajta-termőhely interakciók kevésbé jelentősek (Souza et al 2004).

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 and Wennekes (1982), akik megállapították, hogy a növekvő nitrogén műtrágyázás hatására növekedett a gliadin fehérjék aránya a glutenin fehérjékhez képest.

A nitrogén trágyázás a legjelentősebb környezeti tényező, ami befolyásolja a búzaszem fehérjetartalmát és fehérje-összetételét. A nitrogén trágyázás legfontosabb hatása mennyiségi: növekedett a szem összes fehérjetartalma, valamint az egyes fehérje típusok és alegységek mennyisége. A szem fehérjetartalmának növekedésével párhuzamosan nőtt a gliadin és glutenin fehérjék mennyisége és a gliadin/glutenin

fehérjék egymáshoz viszonyított aránya. A gliadin fehérjék nagyobb arányban nőttek a szem fehérjetartalmának növekedésével (Triboi et al 2000).

A glutenin fehérjék mennyiségének növekedésekor megfigyelhető, hogy mind a nagy molekulatömegű (HMW), mind a kis molekulatömegű (LMW) alegységek mennyisége növekedett, és az egymáshoz viszonyított arányuk (HMW/LMW) nem változott (Triboi et al 2003).

Nitrogén műtrágya használatával javult a búzaliszt sütőipari minősége, elsősorban a kis molekulatömegű gliadin alegységek mennyiségének növekedésének köszönhetően (Peltonen and Virtanen 1994).

Scheromm et al (1992) szerint a glutenin alegységek aránya nem változik a nitrogén trágyaadag növelésével. Doekes and Wennekes (1982) megállapították, hogy a nitrogén trágyázás hatására csak a gliadin fehérje mennyisége növekedett. Valamennyi lisztminta azonos mennyiségű albumin és globulin fehérjét tartalmazott. A lisztek glutenin tartalma az összes fehérjetartalomtól is függött, és fajtánként eltérő volt. A glutenin tartalom befolyásolta a liszt sütőipari minőségét és a búza szemkeménységét.

Daniel and Triboi (2001) megállapították, hogy a hőmérséklet emelkedés és a nitrogén adag növelés hatására növekedett a liszt fehérjetartalma, azon belül is a gliadin fehérjék mennyisége.

Pedersen and Jørgensen (2007) a liszt fehérje és sikér tartalma részben a genetikai háttér (fajta), részben az alkalmazott nitrogén műtrágyázástól függ. A liszt fehérje és sikér tartalma nőtt a nitrogén trágyázás hatására. A fajták közötti különbségek és a kijuttatott nitrogén adagok egyaránt befolyásolják a sikér viszko-elasztikus jellemzőit. A sikér viszkózus jellemzőinek az erősödése a gliadin fehérjék mennyiségének növekedésének a következménye.

A fehérjefrakciók egymáshoz viszonyított arányát a termesztési körülmények, és a genotípus-környezet interakciók jelentősen befolyásolhatják (Graybosch et al 1996, Zhu and Khan 2001).

A tavasszal kijuttatott nitrogén- és kéntartalmú műtrágya hatása termőhelyenként és fajtánként eltérő volt. A kéntrágyázás önmagában nem befolyásolta szignifikánsan a liszt fehérjetartalmát, azonban a fehérjetartalom növeléséhez a kén jelenléte a talajban elengedhetetlen (Thomason et al 2007). A nitrogén trágyázás hatása jelentősen nagyobb volt a dagasztási és extenzográfos jellemzőkre, mint a kéntrágyázásé (de Ruiter and Martin 2001). A kéntrágyázásnak önmagában nem volt kimutatható hatása a farinográffal és extenzográffal meghatározott tészta jellemzőkre.

2.6. Különböző alapanyagok hatása a búzaliszt reológiai jellemzőire

Az extenzográfot széleskörűen használják különböző alapanyagok búzalisztek reológiai tulajdonságaira kifejtett hatásának vizsgálatára.

Preston (1989) szerint a nátriumion sói kis mennyiségben (0,05-0,10 M) javítják a tészta erősségét, nagyobb koncentrációban (0,5-1,0 M) csökkentették azt, és növelték a farinográfos vízfelvételt.

Indrani and Venkateswara Rao (2007) megállapították, hogy tojás hozzáadására az nyújtással szembeni ellenállás és nyújthatóság aránya valamint a görbe alatti terület nagysága megnövekedett. Amikor olajat adtak a tésztához az extenzográfos és mixográfos jellemzők romlása volt megfigyelhető, jelezve a tészta erősségének szignifikáns csökkenését.

A sütőipari termékek jelentős forrásai a tápanyagoknak, úgymint az energia, fehérje, vas, kalcium és számos vitamin. A hagyományos kenyér és a különféle kekszek 7-8% fehérjét tartalmaznak, ami nagyon alacsony. A legtöbb sütőipari termék könnyen dúsítható és erősíthető olcsó fehérjékkel, különféle vitaminokkal és ásványi anyagokkal a célcsoportok és a lakosság érzékeny részének speciális igényeihez igazodva. (Indrani et al 2007)

Egyre nagyobb az érdeklődés a búzalisztek magas lizin tartalmú anyagokkal történő dúsítása iránt (pl. szója, feketeszemű bab), amelyek képesek javítani a sütőipari termékek esszenciális aminosav tartalmát. Hallén et al (2003) szerint a szójaliszt növeli a búzából készült kenyér táplálkozási értékét, javítja a fehérje minőségét, mert lizint tartalmaz, amiből a búzában kevés található. Maforimbo et al. (2004) megállapították, hogy a fizikailag kezelt (hántolt és 3 percig gőzölt) szójalisztet (PMSF, physically modified soy flour) tartalmazó tészta nagyobb ellenállást mutatott a nyújtással szemben (R_{max}), nagyobb toleranciát, jobb keverési stabilitást, nagyobb vízfelvevő és vízmegkötő képességet, mint a nyers szójalisztet tartalmazó szójából és búzából készült tészta.

Yousseff and Bushuk (1986) a lóbabból készült lisztet és fehérje készítményt kevertek a búzaliszthez. A farinográfos és extenzográfos vizsgálatok alapján megállapították, hogy a búzaliszthez kevert nem búza összetevők szignifikánsan megváltoztatták a tészta reológiai tulajdonságait.

Doxastakis et al (2005) spagetti készítése során a búzadarát különböző mennyiségű csillagfürt fehérjével helyettesítették a fehérjetartalom növelése érdekében. A hozzáadott csillagfürt fehérjék hatására csökkent a tészta kialakulási idő és a maximum

konzisztencia érték, ez a gyengítő hatás feltételezhetően a búzadara sikérvázának és a csillagfürt fehérjék között fellépő kölcsönhatásnak tulajdonítható. A tolerancia index viszonylag kicsi volt az összes mintánál, jelezve, hogy a búzadara minták sikérje kellően rugalmas és nyújtható volt.

A paradicsom mag liszt hatására javult a vízfelvevő képesség, nőtt a tészta kialakulási idő, a tészta stabilitása, és ezzel ellentétben csökkent a tészta nyújthatósága, a nyújtással szembeni ellenállása és a tészta energiája. A paradicsom mag liszt javította a gázképződést, a nedvességtartalmat és a kenyér keresztmetszetét (Yaseen et al 1991).

Az almapép az almalégyártás melléktermék, gazdag forrása a rostoknak és polifenoloknak (emészthető rost tartalma 51,1%). Az almapép antioxidáns tartalma miatt fontos szerepet játszhat a betegségek megelőzésében. Az almapépet keverték be búzalisztbe 5%, 10%, 15%-os arányban és vizsgálták a tészta reológiai tulajdonságait. A vízfelvétel szignifikánsan növekedett, a tészta stabilitása csökkent és a tolerancia index nőtt, jelezve a tészta ellágyulását. A nyújtással szembeni ellenállás szignifikánsan megnőtt 336-ról 742 BU-ra, ezzel szemben a tészta nyújthatósága 127-ről 51 mm-re csökkent (Sudha et al 2006).

Indrani et al (2007) a WPC (whey protein concentrate), mint funkcionális alapanyag használatának lehetőségeit vizsgálták az indiai tradicionális termékben. A búzaliszt 5, 10 és 15%-át tejsavó fehérjével helyettesítették, és megvizsgálták az így készült tészták farinográfos, extenzográfos, amilográfos jellemzőinek változását, valamint a kész parotta minőségére és mikro szerkezetére gyakorolt hatását.

A farinográfos adatok azt mutatták, hogy ha a búzalisztet WPC-vel helyettesítették csökkent a farinográfos vízfelvétel. Az extenzográfos nyújtással szembeni ellenállás és a görbe alatti terület növekedett a tejsavó arányának 10%-ig történő növelésével, azonban a nyújthatósági értékek csökkenése volt megfigyelhető, ha a tejsavó szintet 15%-ra növelték. Ez valószínűleg a glutén tartalom gyengülésének tulajdonítható, valamint a savófehérjék és a búza fehérje frakciók közötti kölcsönhatásnak, ami rideg tésztát eredményez (Indrani et al 2007).

Zadow (1981) vizsgálatai során hasonló eredményeket kapott, megállapította, hogy amikor kenyérkészítés során savófehérjét adtak a liszthez az eredményül kapott tészta gyengébb és kevésbé nyújtható lett.

2.7. Adalékanyagok hatása a búzaliszt reológiai jellemzőire

Napjainkban az adalékanyagok használata a sütőiparban mindennapos gyakorlat. Ezek használatának célja, hogy javuljon a tészta feldolgozási tulajdonságai, javuljon a friss kenyér minősége és a kenyér hosszabb ideig legyen eltartható. E célok érdekében különböző adalékanyagokat használnak, az utóbbi időben pedig enzimeket, amiknek köszönhetően a vásárlók körében keresett, adalékanyagoktól mentes termékeket állítanak elő (Rosell et al 2000).

Kenny et al (1999) fagyasztott tésztákon vizsgálták az aszkorbinsav, SSL (sodium stearoyl lactylate) és DATEM (diacetyl tartaric acid esters of monoglycerides) adalékanyagok hatását a tészta extenzográfos jellemzőire.

Di Cagno et al (2002) a tejsavtermelő baktériumok és az exogén enzimek (glükóz-oxidáz, lipáz, endo-xylanáz, proteáz) közötti kölcsönhatást vizsgálták.

Rosell et al (2000) különböző hidrokolloidok (nátrium-alginát, κ-karragenán, xantán-gumi és hidroxipropil metilcellulóz) hatását vizsgálták a tészta reológiai tulajdonságaira és a kenyér minőségére. Megállapították, hogy a hidrokolloidok növelik a tészta nyújthatóságát.

El-Hady et al (1996) megállapították, hogy az aszkorbinsav önmagában, vagy kálium-bromáttal, vagy nátrium-sztearoil-2-laktiláttal együttesen alkalmazva javította a végtermék minőségét. A liszthez kevert adalékanyagok hatására nőtt a tészta gázképző képessége, ezáltal javult a kenyérbél szerkezete, és nagyobb lett a tészta magassága. Az oxidálószerek hatására nőtt a fagyasztott tészta nyújtással szembeni ellenállása, és csökkent a nyújthatósága.

Maforimbo et al (2004) hasonló eredményeket kaptak, vizsgálatuk során az aszkorbinsav 250 mg/kg-ról 500 mg/kg-ra történő növelésével a nyújtással szembeni ellenállás növekedett (p <0,05) mind a nyers szójalisztből és fizikailag módosított szójalisztből készült tészta esetében is. Az aszkorbinsav csökkentette a szója-búza tészta nyújthatóságát 135 min pihentetés után (p <0,05).

2.8. Fagyasztott tészták vizsgálata extenzográffal

A fagyasztott tészták alkalmazása egyre fontosabb része a sütési technológiának. A fagyasztott tésztából sütött kenyér minőségét vizsgálva, számos tanulmány bizonyította, hogy a tészta minősége a fagyasztva tárolás során fokozatosan romlik (Inoue and

Bushuk 1991, 1992, Inoue et al 1994, 1995, El-Hady et al 1996). Két tényezőt határoztak meg a sütési minőség csökkenésének lehetséges okaként: az első a gázképződés csökkenése, amit az élesztők aktivitásának csökkenése okoz, a második a tészta erősségének fokozatos csökkenése.

Inoue and Bushuk (1991) a kelesztett és keletlen tészták extenzográfos vizsgálata alapján megállapították, hogy a kelesztett tészták sikér szerkezete a fagyasztás során nagyobb mértékben sérülhet, mint a keletlen tésztáknál. Véleményük szerint a lisztek fehérje tartalmánál fontosabb a fehérjék minősége (Inoue and Bushuk 1992).

Inoue et al (1995) megállapították, hogy a kiolvasztott tészta nyújtással szembeni ellenállása (R_{max}) és a gáztermelő képessége szignifikánsan csökkent az első napot, a három felengedés-visszafagyasztást és a 70. napot követően, ezzel szemben a tészta nyújthatósága csak a tárolás 70. napja után nőtt szignifikánsan.

Számos kutatás vizsgálta a tészták reológiai jellemzőinek változását a fagyasztva tárolás során. Kenny et al (1999), Inoue and Bushuk (1991) és Inoue et al (1995) arról számolt be, hogy fagyasztás hatására csökkent a tészta nyújtással szembeni ellenállása.

Inoue and Bushuk (1992) azt állapították meg, hogy a tészta nyújtással szembeni ellenállása fokozatosan csökken a fagyasztva tárolás során.

Ezzel szemben más szerzők a nyújtással szembeni ellenállás növekedését figyelték meg a fagyasztás, fagyasztva tárolás és fagyasztás-felolvasztás hatására (Varriano-Marston et al 1980, Wolt and D'Apollonia 1984).

Kenny et al (1999) fagyasztott tésztákon végzett kísérletek alapján megállapították, hogy a tészta nyújtással szembeni ellenállása pozitív korrelációban áll a cipó térfogattal (r = 0,86).

2.9. Extenzográf alkalmazása a hazai és külföldi minősítő rendszerekben

A búzalisztből készített tészta reológiai tulajdonságait a magyar szabvány szerint farinográffal vagy a francia kenyértípus jellemzésére kifejlesztett alveográffal határozzuk meg. A farinográfos vizsgálat a legelterjedtebben használt tésztavizsgálati módszer, mely egyaránt jellemzi a tészta kialakulását, stabilitását és ellágyulását. Ezen tulajdonságok alapján a különböző búzaminták minőségi csoportokba sorolhatók (A_1-től C_2-ig). A farinográfos tulajdonságok alapján azonos csoportokba sorolt minták között a tapasztalatok szerint további tulajdonságbeli különbségek lehetnek. E megállapítás nem meglepő, hiszen a farinográf nem jellemzi a tészta valamennyi tulajdonságát, így

például nem jellemzi közvetlenül a tészta nyújthatóságát sem. A tészta nyújthatóságára a sikérterülés, a farinográfos ellágyulás és stabilitás adatok valamint az alveográfos P és L értékek közvetetten utalnak ugyan, közvetlen mérésre azonban az extenzográfot, illetve a Texture Analyser (Stable Micro Systems) készüléket használják világszerte (Rakszegi et al 2005).

Az exportpiacokra irányuló értékesítés esetén, illetve a hazai értékesítések esetében is egyre gyakrabban felmerül az igény az alveográfos és extenzográfos paraméterek vizsgálatára (Sipos et al 2007).

Pongráczné Barancsi (2009) nagyon jó áttekintést adott a különböző sütőipari termékek gyártásához szükséges lisztek extenzográfos paramétereinek kívánatos értékeiről (1. táblázat). A határértékek 135 perces pihentetést követően mért adatokra vonatkoznak.

1. táblázat

Sütőipari célra használt lisztek extenzográfos paramétereinek előírásai

Termék neve	Nyújthatóság (mm)	Nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás (BU)	Görbe alatti terület (cm^2)	Előírás
Keksz liszt	130-200	100-220	-	német specifikáció
Hagyományos sütőipari termékek	-	-	50-80	Réther (2004) nyomán
Speciális péksütemény liszt	120-180	350-550	-	német specifikáció
Hagyományos kenyérliszt	150-200	200-400	80<	cseh specifikáció
Pannon prémium kategória	-	-	120	Pótsa (2008) nyomán
Pannon standard kategória	-	-	75	Pótsa (2008) nyomán

Forrás: Pongráczné Barancsi et al (2009)

Az Amerikai Gabona Szövetség minden évben értékeli az Észak-Amerikában termett búza minőségét. A minősítés búza típusonként történik, keményszemű vörös őszi búza, keményszemű vörös tavaszi búza, keményszemű fehér búza, durum búza, puhaszemű fehér búza, puhaszemű vörös őszi búza.

Az általánosan használt minőségi mutatók (hektolitertömeg, sérült, csírázott szemek mennyisége, idegenanyag-tartalom, nedvesség-, fehérje-, hamutartalom, stb.) mellett számos reológiai jellemzőt vizsgálnak. Az elsődleges a farinográffal meghatározott tészta kialakulási idő, stabilitás, vízfelvevő képesség, az alveográfos jellemzők közül P,

L, és W érték, az extenzográfos jellemzők közül a nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás, nyújthatóság és a görbe alatti terület.

A farinográfos és alveográfos jellemzőket a fent említett valamennyi típusnál vizsgálják (durum búzánál a farinográfos vizsgálat helyett a mixográfot használják). Az extenzográfos vizsgálatot durum búza, puhaszemű vörös őszi búza mintákon nem végzik el. Ezzel szemben négy típusnál vizsgálják az extenzográfos jellemzőket (45 és 135 perces pihentetést követően mért adatok): keményszemű vörös őszi búza, keményszemű vörös tavaszi búza, és keményszemű fehér búza esetében, míg puhaszemű fehér búzánál csak a 45 perces pihentetés utáni adatokat vizsgálják (U.S. Wheat Associates 2010).

Kanadában a búza típusok minősítése során a reológiai vizsgálatok közül a farinográf és alveográf használat az általánosan elterjedt (amber durum búza esetében csak alveográffal vizsgálják a reológiai jellemzőket). A farinográf és alveográf mellett a keményszemű vörös őszi és tavaszi búzák esetében elvégzik az extenzográfos vizsgálatot. A vizsgált paraméterek: nyújthatóság, 5 cm-es megnyúláskor mért ellenállás, nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás és görbe alatti terület. A vizsgálatot az AACC 54-10 szabvány alapján végzik, azzal a módosítással, hogy a 90 perces nyújtást nem végzik el és az extenzográf beállítása eltér a szabványban meghatározottól (500 BU = 500g-os terhelés, szemben a szabvány által előírt 400 BU = 500g terheléssel) (Canadian Grain Comission 2010).

Franciaországban a fehérjetartalom és az alveográfos W érték a két legfontosabb minőségi paraméter. A búzát nem sorolják osztályokba a vetési idő (őszi, tavaszi), a szín (vörös, fehér) és szemkeménység (puha, kemény) alapján. Franciaországban nem a típus szerinti besorolás, sokkal inkább a fajta a meghatározó szempont. A fajtákat a felhasználás iránya alapján sorolják be kenyérkészítéshez kiváló liszt, kenyérkészítéshez megfelelő liszt, kekszgyártáshoz való liszt és egyéb felhasználású liszt kategóriákba. Az, hogy melyik fajta melyik kategóriába kerül az alveográfos vizsgálat és a sütési teszt alapján dől el (Leygue and Martin 1997).

Ausztráliában a búzának nagyon sokfajta igénynek kell megfelelnie. A piaci partnerek igényeinek kielégítése érdekében alkalmasnak kell lennie számos termék (Közel-Keleti keletlen kenyér, Ázsia tészta és gőzölt kenyér, valamint nyugati termékek, mint a kelesztett kenyér, sütemények és kekszek) gyártásához. A legfontosabb minőségi jellemzők a hektolitertömeg, nedvesség-, fehérjetartalom,

szemkeménység, mixográfos jellemzők, legújabban a fajtákat genetikai paraméterek alapján is minősítik (Cracknell and Wrigley 1997).

Az extenzográfos vizsgálatot a világ minden részén ismerik és használják, azonban általában nem szerepel a minden esetben elvégzendő vizsgálatok között. Ha összehasonlítjuk a három empirikus reológiai jellemzőket mérő készülék használatát, megállapíthatjuk, hogy a farinográf és az alveográf használata széleskörűen elterjedt. Az extenzográfos vizsgálatot elsősorban keményszemű búzákon végzik el, durum és puhaszemű búzák esetében pedig alveográffal határozzák meg a tészta nyújthatóságát, nyújtással szembeni ellenállását és erősségét.

3. Anyagok és módszerek

Az őszi búza minták a Debreceni Egyetem Látóképi kísérleti területéről származtak. Kisparcellás tartamkísérletben a genotípus és a műtrágyázás hatását vizsgáltuk a búzalisztek extenzográfos jellemzőire három egymást követő évben (2006, 2007 és 2008). A tartamkísérletet split-plot elrendezésben, egyenként 18 m^2 területű parcellákban végeztük. A kezelések hatását négy ismétlésben vizsgáltuk.

3.1. A kísérleti terület talajadottságai

A látóképi kísérleti terület talaja sík, kiegyenlített, talajgenetikailag a mészlepedékes csernozjom típusba tartozik. A terület talajfizikailag a vályog kategóriába sorolható, Arany-féle kötöttségi száma 43, kémhatása közel semleges, KCl-os pH-ja 6,2. A humuszréteg 70-90 cm vastagságú, a talaj humusztartalma 2,8-3,0%. A talaj közepes nitrogén és foszfor tartalmú, kálium tartalma magas. A talajvízszint 6-8 m között található. A talaj vízgazdálkodási tulajdonságait tekintve kedvező vízbefogadó és víztartó képességű.

3.2. A kísérletben szereplő fajták

A vizsgálatokhoz szükséges búza minták jelentős része a Dr. Pepó Péter professzor úr által irányított fajta-összehasonlító és műtrágyázási kísérletekből származtak. A Debreceni Egyetem Élelmiszertudományi, Minőségbiztosítási és Mikrobiológiai Intézetében évente 15-18 őszi búza fajta minőségi paramétereit vizsgálják.

A doktori munkám során ezek közül a fajták közül választhattam ki az extenzográfos vizsgálatok elvégzéséhez szükséges mintákat.

Az extenzográfos jellemzők vizsgálatát négy év mintáin végeztem el (2006, 2007, 2008 és 2009).

2006. évben nyolc őszi búza fajta extenzográfos jellemzőit határoztam meg, ezek a GK Öthalom, Lupus, Saturnus, Sixtus, Mv Suba, Mv Magvas, Mv Emese, GK Kalász fajták voltak. Sajnos ebben az évben az extenzográfos vizsgálatok elvégzéséhez nem minden trágyakezelés esetében maradt elegendő liszt mennyiség. Annak érdekében,

hogy valamilyen előzetes képet kapjunk az egyes fajták extenzográfos paramétereiről, valamint az eltérő műtrágya mennyiségek hatásának elemzését el tudjam kezdeni, az azonos fajtájú és műtrágyázottsági szintű minták összeöntésre kerültek. Ennek köszönhető, hogy a 2006. évben a mintaszám fajtánként eltérő. Nagyon jó tapasztalat volt számomra, hogy a következő években kellő mennyiségű mintát kérjek az extenzográfos vizsgálatok elvégzéséhez.

2007-ben inkább kevesebb fajtával, de mindenképpen kellő mennyiségű mintával folytattam az őszi búza fajták összehasonlító vizsgálatát. A vizsgált fajták ebben az évben: GK Öthalom, Lupus, Saturnus, Sixtus, Mv Suba és Mv Mazurka. Az előző évből öt fajtát bennhagytam a vizsgálatban, hatodik fajtaként újonnan került be Mv Mazurka. Mv Mazurka már 2006-ban is szerepelt a fajta-összehasonlító kísérletben, ahol kitűnt magas fehérje- és sikértartalmával. A magas fehérjetartalom alapján azt reméltem, hogy kiváló extenzográfos jellemzőkkel bíró fajta lesz. Sajnos e reményeimet nem váltotta be, nyújthatósága kiváló, azonban nyújtással szembeni ellenállása nagyon gyenge.

A következő évben (2008) a vizsgált fajták a GK Öthalom, Lupus, Saturnus, Sixtus, Mv Suba és GK Petur fajták voltak.

A három év során vizsgált fajták eltérő fehérje- és sikértartalmúak voltak, emellett farinográfos, alveográfos és extenzográfos jellemzőik alapján is nagyon különböztek egymástól. Ezen őszi búza fajták vizsgálata biztosította a dolgozat elkészítéséhez szükséges adatok jelentős részét.

2009-ben a vizsgálataim nem a fajták összehasonlítására és a műtrágyázás extenzográfos jellemzőkre gyakorolt hatásának megállapítására irányultak. Ebben az évben különböző fehérjetartalmú fajták reológiai jellemzőit vizsgáltam (farinográf, alveográf, extenzográf) és összehasonlítottam a lisztből készített cipó minőségi paramétereivel. Az eredmények alapján az extenzográfos vizsgálat használhatóságát szerettem volna megállapítani. A vizsgálatok elvégzéséhez nyolc őszi búza fajtából kaptam kb. 50-50 kg mintát. A Debreceni Egyetem Karcagi Kutató Intézete öt fajtát biztosított számomra, ezek a Hunor, Kondor, KG Bendegúz, KG Kunhalom és KG Széphalom fajták voltak. Három fajtát (Pannónia NS, Brutus, Antonius) Mike Ferenc magángazdálkodó bocsátotta rendelkezésemre.

3.3. A kísérletben alkalmazott műtrágyakezelések

A látóképi kísérletben az alábbi kezelést alkalmaztuk: kontroll, 30 kg ha^{-1} nitrogén, 22,5 kg ha^{-1} P_2O_5 és 26,5 kg ha^{-1} K_2O és ezen adagok kétszeresét, háromszorosát, négyszeresét, és ötszörösét. Minden kezelést négy ismétlésben vizsgáltunk (2. táblázat).

2. táblázat

A kísérlet során alkalmazott műtrágyakezelések

Kezelés	N	P_2O_5	K_2O
		(kg/ha)	
Kontroll	-	-	-
N_{30} + PK	30	22,5	26,5
N_{60} + PK	60	45,0	53,0
N_{90} + PK	90	67,5	79,5
N_{120} + PK	120	90,0	106,0
N_{150} + PK	150	112,5	132,5

A foszfor és kálium műtrágyák ősszel, legmélyebb talajmunkát megelőzően, a nitrogén műtrágya 50-50%-os megosztásban ősszel és kora tavasszal került kijuttatásra. A kísérletben elővetemény ként minden évben csemegekukorica szerepelt. A növényvédelmi beavatkozások során rendszeresen végeztek herbicides és fungicides kezelést.

3.4. Analitikai vizsgálatok

3.4.1. A liszt minőségi jellemzőinek vizsgálata

A búzamintákat az őrlés előtt 15,5%-os nedvességtartalomra nedvesítettem. A minták eredeti nedvességtartalma 11,5 és 12,5% közötti volt. A kondicionálást 25 °C-on, 18 órán át végeztem. A lisztmintákat a vizsgálatok megkezdése előtt szobahőmérsékleten 1 hétig pihentettem.

A lisztminták előállítása a sikér-, fehérjetartalom, Zeleny szedimentációs érték, Hagberg-féle esésszám, valorigráfos, farinográfos és extenzográfos vizsgálatokhoz LABOR MIM FQC 109 típusú laboratóriumi malmon történt (MSZ 6367/9:1989), 250 µm-es szitával. Az alveográfos vizsgálathoz szükséges lisztet CHOPIN LABORATORY MILL CD 1 (Tripette & Renaud, Villeneuve-la-Garenne, France) típusú malmon állítottam elő, 160 µm-es szitával.

A lisztminták nedvességtartalmát szárítószekrényben 105 °C-on való tömegállandóságig történő szárítással határoztam meg (MSZ 6369/4-1987). A lisztek fehérjetartalmát Kjeldahl módszerrel (MSZ EN ISO 20483:2007) Vapodest 50s készülékkel (C. Gerhardt GmbH & Co. KG, Königswinter, Germany) határoztam meg N x 5,7 és 100g szárazanyagra vonatkoztatva adtam meg. Az Hagberg-féle esésszámot Perten esésszám mérővel határoztam meg (MSZ ISO 3093:1995). A Zeleny-féle szedimentációs index megállapítását a MSZ EN ISO 5529:2010 szabvány alapján végeztem el.

3.4.2. A tészta reológiai jellemzőinek vizsgálata

A lisztek vízfelvevő képességét és farinográfos jellemzőit Brabender Farinográffal (Brabender GmbH & Co. KG, Duisburg, Germany) állapítottam meg (ISO/WD 5530-1). A tészta extenzográfos jellemzőit Brabender Extenzográffal (Brabender GmbH & Co. KG, Duisburg, Germany) határoztam meg az AACC Standard No. 54-10 (AACC International 2000) módszer alapján a 45, 90 és 135 perces pihentetési időt követően. A vizsgált extenzográfos mutatók: nyújthatóság (mm), 5 cm-es megnyúláskor mért nyújtással szembeni ellenállás (BU), legnagyobb nyújtással szembeni ellenállás (BU) és görbe alatti terület nagysága (cm^2). Az alveográfos jellemzőket Chopin Alveográffal mértem (Tripette & Renaud, Villeneuve La Garevne, France) az AACC Standard No. 54-30A (AACC International 2000) módszer alapján. A vizsgálta alveográfos mutatók P (tenacity) (mm), L (mm), G (swelling index) (ml)], P/L érték és W (deformation energy) (10^{-4} Joule).

3.4.3. A cipó minőségi jellemzőinek vizsgálata

A cipó készítéséhez a lisztek esésszámát malátaliszt hozzáadásával egységesen 250 s-ra állítottam be. A tésztát az ICC standard No. 131 szabványnak megfelelően 2000 g liszt felhasználásával készítettem el. A tészta dagasztását Stephan UM 12 keverőben (Stephan Machinery GmbH, Hameln, Germany) végeztem.

A tésztát a dagasztást követően 10 percig állni hagytam, majd 6 darab 400 g-os mintákra osztottam, átgyúrtam, formáztam és 30 percre 30±2 °C-os és kb. 85%

páratartalmú szárítószekrényben pihentettem, ezt követően átgyúrtam, majd 60 percre visszahelyeztem a szárítószekrénybe.

A cipókat 230 °C-on, 30 percig sütöttem, folyamatos gőzbefecskendezés mellett (mikrosütő kemence 2001LMS, Metefém, Budapest, Hungary). A cipó térfogatát, tömegét 1 órás pihentetést követően határoztam meg. A cipó térfogatát repcemag kiszorításos módszerrel, a cipó tömegét precíziós mérlegen mértem meg.

A cipó magasságának és bélzet szilárdságának vizsgálatát a sütés után három órával határoztam meg, ekkora a cipó már teljesen kihűlt. A cipóból 25 mm vastag szeleteket vágtam, a legmagasabb szeletet körbe rajzoltam és vonalzó segítségével lemértem a magasságát.

A cipó bélzet szilárdságát TA.*XTplus* állományvizsgálóval (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Surrey, UK) határoztam meg az AACC Method 74-09 alapján. A SMS P/36R próbatest 1,7 mm/perc sebességgel haladt, a kenyérszeletet 40%-os összenyomása (10 mm) mellett mérhető ellenállását vizsgáltam. A vizsgálat eredményét grammban adtam meg (1g erő = 0,00980665 N).

3.5. Az adatok statisztikai elemzése

Egytényezős varianciaanalízissel (ANOVA) vizsgáltam a fajta, a műtrágyázás és az évjárat hatását a búzalisztek extenzográfos jellemzőire. A kezelések és fajták közötti homogén csoportok meghatározását Duncan teszttel végeztem el. Az extenzográfos jellemzők és a liszt fehérjetartalma közötti kapcsolat vizsgálatát Pearson korrelációval határoztam meg (p <0,05).

A fajták alveográfos és extenzográfos jellemzőit egytényezős varianciaanalízissel (ANOVA) és Duncan teszttel hasonlítottam össze. Az extenzográfos és alveográfos jellemzők közötti kapcsolat vizsgálatát Pearson korrelációval határoztam meg. Az adatok varianciájának vizsgálatára főkomponens analízist (PCA, Principal component analysis) végeztem Varimax módszerrel. A főkomponens analízis egy matematikai eljárás, ami a számos kapcsolatban lévő változókat átalakítja egymással nem korreláló új változókká (főkomponensek). A PCA célja csökkenteni a változók számát, úgy hogy közben megőrizze az eredeti változatosságát a vizsgált adatoknak.

Az adatok statisztikai elemzését SPSS for Windows 13.0 (SPSS Inc., Chicago, USA) szoftverrel végeztem. A dolgozatban szereplő ábrákat Microsoft Office Excel 2007 programmal készítettem.

4. Eredmények értékelése

4.1. A fajták extenzográfos eredményeinek évenkénti értékelése

Az őszi búza lisztek reológiai tulajdonságainak az egyik meghatározási módja az extenzográfos 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.

A 2006. évben nyolc őszi búza fajtának határoztam meg az extenzográfos jellemzőit. A minták a látóképi fajta és műtrágyázási kísérletből származtak. A fajták reológiai eredményeit az 3. táblázat tartalmazza. Az egyes fajtáknál vizsgált lisztminták száma eltérő, ez azzal magyarázható, hogy a beérkező minta mennyisége gyakran nem volt elegendő a vizsgálat elvégzéséhez. Ebben az esetben az ugyanabból a fajtához tartozó, azonos műtrágyázási kezelésből származó minták esetenként összeöntésre kerültek, annak érdekében, hogy az extenzográfos vizsgálatot el lehessen végezni rajtuk.

3. táblázat

A vizsgált őszi búza fajták extenzográfos jellemzői[a]
(Az összes vizsgált trágyakezelésre vonatkozóan (n=97), 2006)

Fajta	n	E (mm)	R_5 (BU)	R_{max} (BU)	A (cm^2)	R_5/E	R_{max}/E
GK Öthalom	19	136 a,b	269 a	357 a	62 a	2,0 a	2,6 a
Lupus	12	148 a	134 c	171 c	35 c	0,9 c	1,1 c
Saturnus	12	147 a	128 c	165 c	35 c	0,9 c	1,1 c
Sixtus	9	145 a	104 d	128 d	27 c	0,7 c	0,8 c
Mv Suba	11	154 a	114 c,d	161 c	38 b,c	0,7 c	1,0 c
Mv Magvas	11	131 b	127 c	151 c	28 c	1,0 b,c	1,1 c
Mv Emese	12	150 a	184 b	253 b	50 b	1,2 b	1,7 b
GK Kalász	11	142 a,b	251 a	334 a	62 a	1,8 a	2,3 a
Átlag		144	173	228	44	1,2	1,6
Szórás		18,0	80,6	114,5	20,7	0,6	0,8
LSD[b]		8,7	18,9	40,8	11,7	0,3	0,4

[a] Az egyes oszlopokban azonos betűvel jelölt értékek nem különböznek egymástól szignifikáns mértékben (p <0,05).
[b] Legkisebb szignifikáns eltérés (p <0,05)

A nyújthatóság alapján a Mv-Suba kiemelkedik a többi fajta közül, nyújthatósága a legnagyobb a fajták között (154 mm). A leggyengébb nyújthatóságú fajták a Mv Magvas és a GK Öthalom volt, a többi öt fajta nyújthatósága nem tért el egymástól jelentős mértékben értékük 142-150 mm közötti.

A tészta 5 cm-es megnyúlásakor mért ellenállása a GK-Öthalom (269 BU) és a GK-Kalász (251 BU) fajtáknak a legmagasabb. A Sixtus és Mv Suba fajták ellenállása a legkisebb, kevesebb, mint 120 BU. A Lupus, Saturnus és Mv Magvas fajták nyújtással szembeni ellenállása közel megegyező, a köztük lévő különbségek minimálisak. Mv Emese fajta ellenállása átlagosnak tekinthető (184 BU).

A fajták közötti különbségek a nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás vizsgálata során is megfigyelhetőek. A GK Öthalom és GK Kalász ellenálló képessége a legmagasabb (357 és 334 BU), a Mv Emese fajtáé átlagos, a többi vizsgált fajta nyújtással szembeni ellenállása nagyon alacsony ebben az évben.

A görbe alatti terület nagysága alapján három fajtát emelhetünk ki, ezek a GK Öthalom, GK Kalász és a Mv Emese, e fajták esetén a görbe alatti terület értéke nagyobb, mint 50 cm^2. A többi fajta görbe alatti területe nagyon kicsi, és jól látható, hogy a tészta nyújtással szembeni ellenállása nagymértékben meghatározza a görbe alatti terület nagyságát.

A következő két évben (2007 és 2008) inkább kevesebb fajtával, de valamennyi műtrágyázási kezelésből kellő mennyiségű mintán négy ismétlésben vizsgáltam az extenzográfos jellemzőket. Ezekből az évekből hat-hat búzafajta reológiai sajátosságait határoztam meg, öt fajta közös volt mind a két évben (GK Öthalom, Lupus, Saturnus, Sixtus és Mv Suba). Hatodik fajtaként 2007-ben Mv Mazurka szerepelt a vizsgált fajták között, 2008-ban pedig GK Petur fajta került be a kísérletbe.

A vizsgált őszi búza fajták extenzográfos mutatói 2007-ben az alábbiak szerint alakultak (4. táblázat). Két fajta ért el kiemelkedő eredményt ezek a Suba és Saturnus (görbe alatti területük 99 és 95 cm^2 volt). A többi fajta görbe alatti területe nem tért el szignifikánsan egymástól. A két kiemelkedő fajta nyújthatósági és nyújtással szembeni ellenállási tulajdonságai nagyon hasonlóak voltak. Nyújthatóságuk kiváló, 5 cm-es megnyúlásakor mért ellenállásuk és nyújtással szembeni legnagyobb ellenállásuk a legjobbak között van. A GK Öthalom fajta nyújthatósága a legkisebb a fajták között, 5 cm-es megnyúlásakor mért ellenállása a legnagyobb a fajták közül, nyújtással szembeni legnagyobb ellenállása átlagos, ennek ellenére görbe alatti területe a legkisebb volt. A Lupus és Sixtus fajták a görbe alatti terület értékük alapján kiválóan alkalmasak kenyérkészítésre, sőt a 120 kg N műtrágyázási szinten ezek a fajták görbe alatti területe 84 és 86 cm^2 volt. Lupus nyújthatósága kiváló (172 mm), nyújtással szembeni ellenállása inkább kicsi, ezzel szemben Sixtus nyújthatósága és nyújtással szembeni ellenállása közepes. E két fajta példája nagyon jól szemlélteti, hogy bár a görbe alatti

terület szinte azonos az azt meghatározó tészta nyújthatóság és nyújtással szembeni ellenállás jellemzők nagyon eltérőek lehetnek.

4. táblázat

A vizsgált őszi búza fajták extenzográfos jellemzői[a]
(Az összes vizsgált trágyakezelésre vonatkozóan (n=144), 2007)

Fajta	n	*E* (mm)	R_5 (BU)	R_{max} (BU)	*A* (cm^2)	R_5/E	R_{max}/E
GK Öthalom	24	127 c	298 a	385 b,c	62 b	2,4 a	3,0 a
Lupus	24	172 a	193 c	339 c,d	74 b	1,1 c	2,0 c
Saturnus	24	167 a	268 a,b	455 a,b	95 a	1,6 b	2,7 a,b
Sixtus	24	155 b	241 b	382 b,c	75 b	1,6 b	2,5 b
Mv Suba	24	169 a	276 a,b	466 a	99 a	1,6 b	2,8 a,b
Mv Mazurka	24	175 a	179 c	293 c	68 b	1,0 c	1,7 c
Átlag		160	242	386	79	1,6	2,4
Szórás		22,7	76,1	132,5	29,8	0,6	0,9
LSD[b]		11,1	47,7	69,8	20,3	0,4	0,5

[a] Az egyes oszlopokban azonos betűvel jelölt értékek nem különböznek egymástól szignifikáns mértékben (p <0,05).
[b] Legkisebb szignifikáns eltérés (p <0,05)

A következő évi adatokat megvizsgálva némileg eltérő eredményeket kaptunk (5. táblázat). A 2008-ban betakarított búzamintákról elmondható, hogy jobb nyújthatóságúak (176 mm), 5 cm-es megnyúlásakor mért ellenállásuk és nyújtással szembeni legnagyobb ellenállásuk kisebb az előző évi eredményekhez képest.

Ebben az évben Lupus volt az egyedüli kiemelkedő fajta (görbe alatti területe 102 cm^2). Az előző évben nagyszerű két fajta közük Suba görbe alatti területe 87 cm^2, míg Saturnus görbe alatti terület nagyon alacsony 67 cm^2 volt. Lupus mind nyújthatóság, mind nyújtással szembeni ellenállás tekintetében kiemelkedő volt. GK Petur beváltotta a hozzáfűzött reményeket, valamennyi extenzográfos jellemző tekintetében átlagos vagy átlagosnál jobb eredményeket ért el.

5. táblázat

A vizsgált őszi búza fajták extenzográfos jellemzői[a]
(Az összes vizsgált trágyakezelésre vonatkozóan (n=144), 2008)

Fajta	n	*E* (mm)	R_5 (BU)	R_{max} (BU)	*A* (cm^2)	R_5/E	R_{max}/E
GK Öthalom	24	161 c	221 a	339 b,c	71 c	1,4 a	2,1 a
Lupus	24	196 a	215 a	416 a	102 a	1,1 b,c	2,2 a
Saturnus	24	169 b,c	190 b	308 c	67 c,d	1,1 b	1,8 b
Sixtus	24	168 b,c	161 c	258 d	56 d	1,0 c	1,5 c
Mv Suba	24	188 a	201 a,b	359 b	87 b	1,1 b,c	1,9 a,b
GK Petur	24	174 b	199 a,b	354 b	77 b,c	1,2 b	2,0 a,b
Átlag		176	198	339	76	1,1	1,9
Szórás		20,8	41,0	87,4	23,9	0,3	0,5
LSD[b]		12,4	22,0	46,8	14,7	0,2	0,3

[a] Az egyes oszlopokban azonos betűvel jelölt értékek nem különböznek egymástól szignifikáns mértékben (p <0,05).
[b] Legkisebb szignifikáns eltérés (p <0,05)

4.2. Az extenzográfos eredmények változása a pihentetési idő függvényében

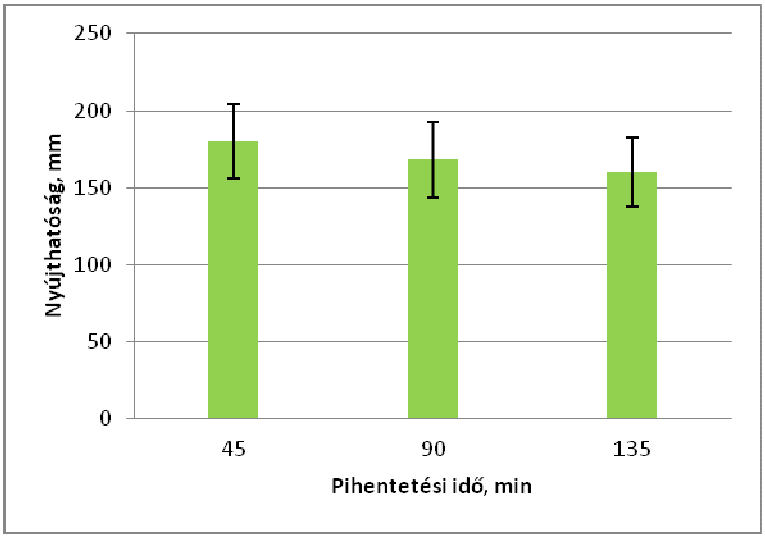
Az extenzográfos vizsgálat során egymást követő három nyújtása és elszakítása történik a tésztának (45, 90 és 135 perces pihentetés utáni vizsgálat). A tészta a farinográf 300 g-os csészéjében készül, ezt követően kettő darab 150 g-os tésztát mérünk ki, amelyeket gömbölyítés, hengerré formálás után az extenzográf pihentető kamrájába helyezünk. A pihentetés során számos változáson megy át a tészta, a sikérfehérjék összekapcsolódnak és sikérhálót alkotnak, a keményítő szemcsék megduzzadnak és beépülnek a sikérhálóba. A pihentetés alatt kialakul a tészta szerkezete. A tészta első nyújtása 45 percig tartó pihentetést követően történik. Minden mérést két ismétlésben végzünk el a két egyforma 150-150 g-os tésztadarabon, az eredmények értékelése során a két mérés átlagával számolunk.

Az első mérést követően az elszakított tésztát újra összegyúrjuk, gömbölyítjük, és henger alakúra formáljuk. Ezt követően visszahelyezzük a pihentető kamrába és újból 45 percig pihentetjük. A 45 perc letelte után mérjük a tészta nyújthatóságát, nyújtással szembeni ellenállását (90 perces pihentetést követő vizsgálat).

A harmadik, azaz a 135 perces pihentetés előtt a tésztát gömbölyítjük, formáljuk és újabb 45 percre az extenzográf pihentető kamrájába helyezzük. A 45 perc eltelte után ismét megmérjük a tészta nyújthatóságát, nyújtással szembeni ellenállását (135 perces pihentetést követő vizsgálat). A három egymást követő időpontban elvégzett vizsgálat során rengeteg információt kapunk a tésztáról.

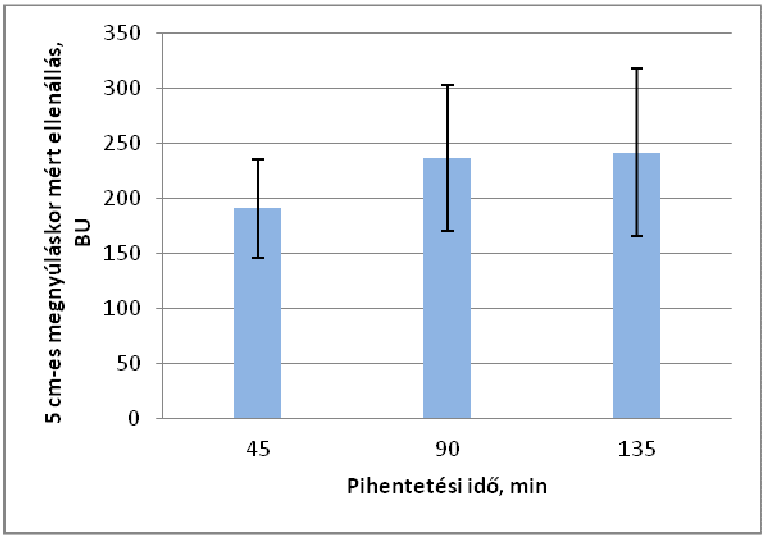
A magyarországi gyakorlatban elsősorban a harmadik, azaz a 135 perces pihentetést követően elvégzett vizsgálat eredményeit szokták figyelembe venni a liszt reológiai jellemzőinek minősítése során. Azonban a tészta nyújthatósága és ellenállása folyamatosan változik a vizsgálat során, amely információk nem elhanyagolhatóak a liszt reológiai jellemzőinek értékelése során. A vizsgált fajták eltérő pihentetési időt követően mért extenzográfos jellemzőit az 1-6. mellékletek tartalmazzák.

A tészták nyújthatósága a tészta újbóli elszakítása és pihentetése hatására fokozatosan csökkent (2. ábra). A legjobb nyújthatóságot az első vizsgálat alatt mutatták a minták (180 mm). Ezt követően egyre kisebb nyújthatósági értékeket tapasztaltam. A harmadik mérés során a minták átlagos nyújthatósága több mint 10%-kal csökkent az első mérés eredményéhez képest.



2. ábra: **A tészták nyújthatóságának változása a pihentetési idő függvényében (2007)**

A minták 5 cm-es megnyúlásakor mért ellenállása a pihentetési idő növelésével egyre nőtt (3. ábra), a tészták ellenállása a 135 perces pihentetési idő után volt a legnagyobb (242 BU, 2007-ben). 2006-ban és 2008-ban az eredmények azonos tendenciát mutatnak a 2007-ben tapasztaltakkal. A fajták között e tulajdonság tekintetében megfigyelhetők eltérések, ugyanis egyes fajták a 90 perces mérés során érték el a legnagyobb nyújtással szembeni ellenállás értékeket (pl. Mv Suba 2006-ban, Lupus 2007-ben, Mv Suba és GK Petur 2008-ban) (1-6. melléklet).

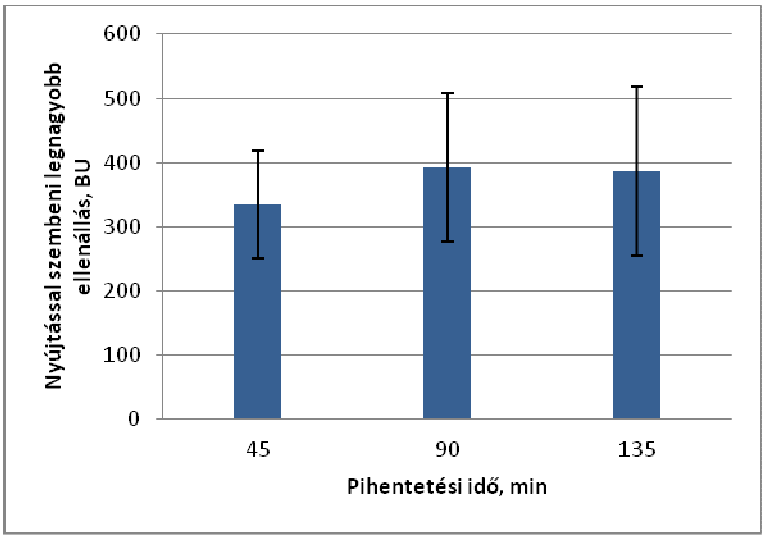


3. ábra: A **tészták 5 cm-es megnyúlásakor mért ellenállásának változása a pihentetési idő függvényében (2007)**

A vizsgált fajták nyújtással szembeni legnagyobb ellenállása a nyújthatósággal ellentétben nem nőtt a pihentetési idő növelésével párhuzamosan. Az egyes évek között kisebb eltérések figyelhetők meg, 2006-ban a vizsgált nyolc fajta közül négy esetében a 90 perces pihentetést követően mért ellenállási értékekhez képest csökkent a tészta ellenállása az utolsó mérés során (1. melléklet).

2007-ben a legmagasabb nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás értékeket a 90 perces mérés során tapasztaltam (4. ábra). Ebben az évben négy fajta esetében figyelhető meg az ellenállás csökkenése a 90 perces eredményekhez képest (Lupus, Saturnus, Sixtus, Mv Mazurka), a GK Öthalom fajta ellenállása azonos volt a 90 és 135 perces mérés során. Egyedül a Mv Suba fajta nyújtással szembeni legnagyobb ellenállása nőtt a pihentetési idő növekedésével (3. melléklet).

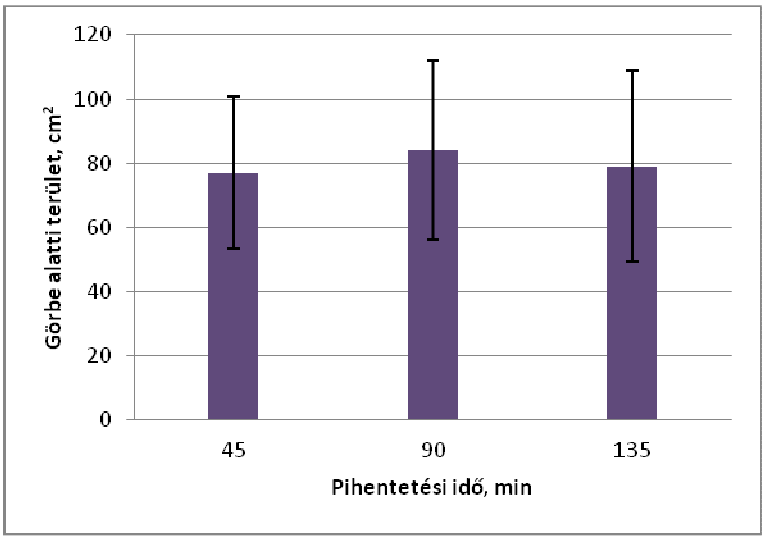
2008-ban az előbbi évihez hasonló tendenciát figyeltem meg, hatból öt fajta esetében (GK Öthalom, Saturnus, Sixtus, Mv Suba, GK Petur) a 135 perces mérés során megállapított ellenállási értékek kisebbek voltak a 90 perces mérés során kapott értékekhez képest (5. melléklet).



4. ábra: A **tészták nyújtással szembeni legnagyobb ellenállásának változása a pihentetési idő függvényében (2007)**

A minták görbe alatti területe hasonlóan a tészta 5 cm-es megnyúlásakor mért ellenállási jellemzőihez nem nőtt a pihentetési idő hatására (5. ábra). A legkisebb görbe alatti értékeket egy kivételtől eltekintve (Mv Mazurka 2008) minden esetben a 45 perces vizsgálat során mutatták a fajták. A fajták görbe alatti értéke az Mv Mazurka

fajta kivételével valamennyi fajta esetében a 90 perces pihentetést követően volt a legnagyobb, a következő mérés alkalmával kisebb értékeket mértem.



5. ábra: A **tészták görbe alatti területének változása a pihentetési idő függvényében (2007)**

Az Mv Mazurka fajta tésztájának viselkedése eltért a többi vizsgált fajtától, ugyanis ez a fajta a 45 perces mérés során érte el a legmagasabb extenzográfos értékeit (az 5 cm-es megnyúlásakor mért ellenállás kivételével minden vizsgált extenzográfos paraméter esetében). Az ezt követő mérések során a tészta nyújthatósága és nyújtással szembeni ellenállása fokozatosan csökkent.

4.3. Az extenzográfos jellemzőket befolyásoló tényezők vizsgálata

Az extenzográfos jellemzők értékelését három termesztési évből származó összesen 408 lisztminta vizsgálata alapján végeztem el. A fajta, a műtrágyázás és az évjárat hatásának vizsgálatát a 2007., 2008. évben vizsgált hat-hat fajta és a 2006-ban betakarított minták közül a mindhárom évben a kísérletben lévő öt fajta extenzográfos eredményein végeztem el.

A vizsgált minták extenzográffal meghatározott reológiai jellemzőire, a fehérje- és sikértartalmára valamint eséssszámára vonatkozó statisztikai alapadatokat a 6. táblázatban foglaltam össze.

6. táblázat

Eltérő genotípusú búzák extenzográfos jellemzői (2006-2008) (n=408)

Tulajdonság	n	Mértékegység	Szélső értékek	Átlag	Szórás
Nyújthatóság 135	345	mm	93-227	164	24,4
5 cm-es megnyúláskor mért ellenállás135	345	BU	40-480	210	72,9
Maximális ellenállás 135	345	BU	40-750	336	128,8
Görbe alatti terület 135	345	cm^2	6-160	71	29,4
Fehérjetartalom	408	g/100g sza	9,4-18,0	13,7	1,8
Sikértartalom	408	%	18-46	33	6,4
Sikér index	408		53-99	92	6,2
Zeleny index	408	ml	18-67	45	11,3
Eséssszám	408	s	182-539	386	49,1

Az adatok alapján megállapítható, hogy a vizsgált minták átlagos fehérje- és sikértartalma igen magas (13,7% és 33%), Zeleny értékük 45 ml, eséssszámuk 386 s volt. Az extenzográfos jellemzőkről elmondható, hogy a lisztminták görbe alatti területe átlagos, a tészták nyújthatósága jó, viszont a nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás alacsonyabb a kívánatosnál (400 BU vagy azt meghaladó érték a kívánatos).

A vizsgált fajták lisztjeinek extenzográfos eredményei nem kiemelkedőek, hanem egy átlagos sütőipari célnak, elsősorban kenyérkészítéshez megfelelőek. A közepesnek mondható átlagértékekhez viszonylag nagy szórás értékek tartoznak. Az adatok nagy szórása egyrészt a fajták közötti jelentős eltéréseknek, másrészt a műtrágyázás jelentős befolyásoló hatásának tulajdonítható. A vizsgált minták három évjáratból származtak (2006, 2007 és 2008), ezáltal a három évjárat eltérő időjárási körülményei is növelik a szórás értékeket.

Az extenzográfos adatok varianciaanalízise alapján (7. táblázat) a fajta (A tényező) a vizsgált extenzográfos jellemzők mindegyikére szignifikáns hatással volt (p <0,001). A műtrágyázás (B tényező) a tészta 5 cm-es megnyúlásakor mért ellenállás tekintetében kisebb mértékben volt hatással, viszont nagymértékben befolyásolta a tészták nyújthatóságát, nyújtással szembeni legnagyobb ellenállását és a görbe alatti terület alakulását. A termesztési év (C tényező) valamennyi extenzográfos mutatót jelentős mértékben befolyásolta. A vizsgált tényezők interakciójának hatása minden extenzográfos jellemzőre szintén szignifikáns volt (p <0,05), azonban az egyes tényezők befolyásolták egymás reológiai jellemzőkre kifejtett hatását.

7. táblázat

A vizsgált őszi búza fajták extenzográfos jellemzőinek varianciaanalízise

		Extenzográf paraméterek MS értékei			
Variancia forrása	Szabadságfok	E (mm)	R_5 (BU)	R_{max} (BU)	A (cm^2)
Fajta (A)	4	9489***	70910***	66642***	3285***
Műtrágyázás (B)	5	3901***	6750**	52678***	4876***
Évjárat (C)	2	19789***	225275***	812575***	34697***
Kölcsönhatások					
AxB	20	518***	4461**	12087*	599*
AxC	8	1390***	22619***	89814***	5023***
BxC	10	512***	4737*	17573*	725*
AxBxC	40	401***	5764***	1539***	684***

[a] Szignifikáns különbség p <0,05 (*), p <0,01 (**), p <0,001 (***), nincs szignifikáns eltérés (ns)

Az extenzográfos jellemzők közül a tészták nyújthatóságára mind a három vizsgált tényező és azok interakciói egyformán jelentős hatással voltak (minden esetben p <0,001). A nyújtással szembeni ellenállásra a fajta, a műtrágyázás, az évjárat és e tényezők interakciója egyaránt szignifikáns hatással volt, de eltérő mértékben. A tészta 5 cm-es megnyúlásakor mért ellenállása és a nyújtással szembeni legnagyobb ellenállása jellemzők esetében megfigyelhető, hogy a fajta-műtrágyázás interakció hatása kisebb, mint a külön-külön vizsgált tényezők hatása. Ez a változás arra utal, hogy a fajta meghatározó hatását a műtrágyázás jelentős mértékben tudja befolyásolni. A műtrágyázás-évjárat interakció hatása is kisebb, mint ugyanezen tényezők egyedi hatása. Ebből arra következtethetünk, hogy a kedvezőtlenebb időjárási viszonyok negatív hatása megfelelő, az adott fajta igényeihez igazodó műtrágyázással kompenzálható. A görbe alatti terület esetében is hasonló összefüggéseket találtam, miszerint a fajta, a műtrágyázás és az évjárat is nagyon meghatározó tényező, azonban

az ideális műtrágya szint megválasztásával a fajták közti különbségek csökkenthetők és az adott évjárat hatása mérsékelhető.

4.3.1. A fajta hatása az extenzográfos jellemzőkre

Az egyes fajták, műtrágyakezelések hatását és az évjáratok közötti eltéréseket egytényezős varianciaanalízissel és Duncan post-hoc teszttel elemeztem. Ez a teszt lehetővé teszi eltérő mintaszámú csoportok átlag értékeinek összehasonlíthatóságát a variancia figyelembe vétele mellett. A táblázatban az értékek utáni betű jelöli a fajták közötti eltérés szignifikáns voltát, az azonos betűkkel jelölt értékek között nincs szignifikáns eltérés (p <0,05).

A fajták extenzográfos jellemzőit összehasonlítva megállapítottam, hogy a genotípus jelentős mértékben maghatározza a búzalisztből készült tészták reológiai mutatóit. Az egyes fajták eltérő extenzográfos értékekkel jellemezhetőek. A genetikai háttér, vagy fajta hatás az extenzográfos jellemzőket három év átlagában vizsgálva is nagymértékben meghatározó tényező (8. táblázat).

8. táblázat

A fajta hatása a tészta extenzográfos jellemzőire
(Az összes vizsgált trágyakezelésre vonatkozóan (n=299), 2006-2008)

Fajta	n	E (mm)	R_5 (BU)	R_{max} (BU)	A (cm^2)
GK Öthalom	67	142 d	262 a	360 a	65 c
Lupus	60	177 a	190 c	336 a	78 a,b
Saturnus	60	164 b	209 b	338 a	72 b
Sixtus	57	159 c	185 c	290 b	59 c
Mv Suba	55	174 a	211 b	359 a	82 a
LSD[a]		4,6	19,2	46,1	6,5

[a] Legkisebb szignifikáns eltérés (p <0,05)

A legnagyobb változatosságot a nyújthatóság esetében tapasztaltam. Az öt fajta átlagos nyújthatóság alapján négy egymástól szignifikánsan eltérő csoportba (LSD = 4,6 mm) sorolható. A nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás alapján csak két csoportot különíthetünk el. A leggyengébb ellenállású tésztát a Sixtus fajtánál találtam (290 BU), a többi fajta nyújtással szembeni ellenállása nem tért el egymástól szignifikánsan (336-360 BU közötti). A görbe alatti terület nagysága alapján a fajták három elkülönülő csoportba sorolhatók. A legjobb eredményt a Mv Suba (82 cm^2) és Lupus (78 cm^2) fajták érték el három év átlagában.

Rendkívül érdekes annak vizsgálata, hogy az egyes fajták hogyan érik el a kiemelkedő görbe alatti terület értékeket. A görbe alatti terület tekinthető a legfontosabb extenzográfos 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^2 körüli görbe alatti területtel jellemezhető fajta nyújthatósága nagyon hasonló (Lupus 177 mm, Mv Suba 174 mm), szignifikánsan jobb a többi fajta átlagos értékétől. Nyújtással szembeni legnagyobb ellenállásuk szintén nagyon hasonló, Mv Suba legnagyobb ellenállása némileg nagyobb, mint a Lupus fajtáé. A lényegbeli különbség a két fajta között az 5 cm-re történő nyújtással szembeni ellenállás esetében van, Mv Suba ellenállása (211 BU) szignifikánsan nagyobb, mint a Lupus fajtáé (190 BU). Ez arra utal, hogy a nyújthatóság és a nyújtással szembeni ellenállás mutatók mellett a tészta 5 cm-re történő nyújtással szembeni ellenállása is fontos mutató (az irodalmak gyakran ezt az értéket nem említik).

Az adatokból azonban az is kitűnik, hogy a nagy nyújtással szembeni ellenállás önmagában nem elegendő a nagy görbe alatti terület eléréséhez. Egyik nagyon jó példa erre a GK Öthalom fajta, melynek nyújtással szembeni ellenállása (262 BU) és nyújtással szembeni legnagyobb ellenállása (360 BU) a legnagyobb a vizsgált fajták között, azonban nyújthatósága nagyon kicsi és ennek következtében a görbe alatti terület értéke is nagyon alacsony (65 cm^2).

4.3.2. A műtrágyázás hatása az extenzográfos jellemzőkre

Az extenzográfos mutatókat az alkalmazott műtrágyakezelések jelentős mértékben befolyásolták. A kontroll eredményekhez képest a műtrágyázás minden extenzográfos minőségi paraméter esetében javította a búzaliszt minőségét. A kijuttatott műtrágyaadag mennyiségének növelésére az egyes mutatók esetében eltérő mértékű változás volt megfigyelhető (9. táblázat).

A tészták nyújthatósága a műtrágyaadag növelésével egyenletesen javult, az egyes műtrágyaszintek közötti eltérések szignifikánsak. A nyújthatóság esetében a legnagyobb (N_{150} + PK) műtrágyaadag mellett mértem a legmagasabb értéket (173 mm).

9. táblázat

A műtrágyakezelés hatása a tészta extenzográfos jellemzőire[a]
(Az összes vizsgált fajtára vonatkozóan (n=299), 2006-2008)

Műtrágyaadag (kg/ha)	n	*E* (mm)	R_5 (BU)	R_{max} (BU)	*A* (cm^2)
Kontroll	49	145 e	192 c	278 d	52 e
N_{30} + PK	49	157 d	207 b,c	313 c	63 d
N_{60} + PK	50	163 c	217 a,b	343 b,c	72 c
N_{90} + PK	50	166 b,c	210 b,c	340 b,c	73 b,c
N_{120} + PK	51	170 a,b	232 a	386 a	84 a
N_{150} + PK	50	173 a	218 a,b	360 a,b	80 a,b
LSD[b]		5,7	22,0	35,1	8,0

[a] Az egyes oszlopokban azonos betűvel jelölt értékek nem különböznek egymástól szignifikáns mértékben (p <0,05).
[b] Legkisebb szignifikáns eltérés (p <0,05)

A tészták 5 cm-es megnyúláskor mért ellenállása a műtrágyaadag növelésével javult, a legnagyobb értékeket a N_{60} + PK, $N_{120-150}$ + PK műtrágyaszintek esetében mértem. A nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás érték a kontroll csoport esetében volt a legalacsonyabb (278 BU). A legmagasabb értékeket a két legnagyobb kijuttatott műtrágyaadagok ($N_{120-150}$ + PK) mellett érték el a fajták (386-360 BU). A kontrollhoz képest már a legkisebb adagú műtrágyaadag hatására is szignifikánsan javult a tészta ellenállása. A műtrágya adag további növelésére reagálva egyenletesen nőtt a tészta nyújtással szembeni legnagyobb ellenállása, azonban a fokozatos javulás ellenére az első három műtrágyaadag mellett a fajták eredményei között nincs szignifikáns eltérés.

A műtrágyaadag növelésével a minták görbe alatti terület mutatója javult egészen a N_{120} + PK kezelési szintig, ekkor mértem a legmagasabb értéket (84 cm^2), a műtrágyaadag további növelése már nem növelte a görbe alatti terület nagyságát. A kontroll és a legalacsonyabb (N_{30} + PK) műtrágyaadaggal kezelt csoport eredménye tért el szignifikáns mértékben a többi kezelés görbe alatti terület eredményétől.

A táblázat adatai alapján megállapítható, hogy a N_{120} + PK műtrágyaadag mellett kaptuk a legmagasabb extenzográfos értékeket. A műtrágyaadag további növelés csak a tészta nyújthatóságát javította, míg a többi mutató értéke romlott.

4.3.3. Az évjárat hatása az extenzográfos jellemzőkre

Az előbbi fejezetben bemutattam, hogy az egyes fajták extenzográfos jellemzői a különböző termesztési években eltérőek lehetnek. Az évjárat hatása valamennyi vizsgált extenzográfos jellemzőre jelentős hatással van (10. táblázat). Az évjárat hatását a

lisztminták extenzográfos jellemzőire három egymást követő évből származó lisztmintákon vizsgáltam. A vizsgált évek időjárási adatait a 7. és 8. mellékletben foglaltam össze.

10. táblázat

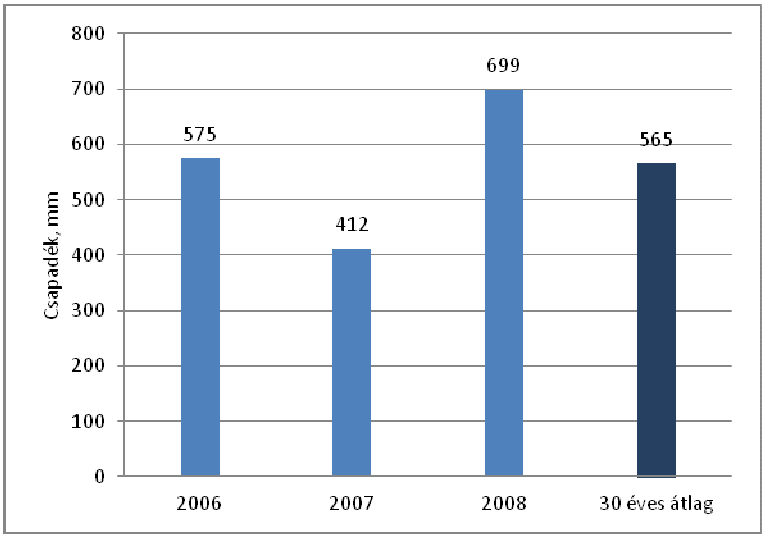
Az évjárat hatása a tészta extenzográfos jellemzőire[a]
(Az összes vizsgált fajtára vonatkozóan (n=299), 2006-2008)

Évjárat	n	*E* (mm)	R_5 (BU)	R_{max} (BU)	*A* (cm^2)
2006	63	145 c	166 c	218 c	43 b
2007	116	158 b	255 a	403 a	81 a
2008	120	177 a	198 b	336 b	76 a
LSD[b]		12,6	32,2	67,3	33,7

[a] Az egyes oszlopokban azonos betűvel jelölt értékek nem különböznek egymástól szignifikáns mértékben (p <0,05).
[b] Legkisebb szignifikáns eltérés (p <0,05)

A 10. táblázat adatai alapján megállapítható, hogy a liszt extenzográfos minősége alapján vannak jó, közepes és gyenge évek. A három vizsgált év közül 2007-ben érték el a fajták a legmagasabb átlagos görbe alatti értéket (81 cm^2), ebben az évben a minták nyújthatósága közepes volt, míg 5 cm-es megnyúláskor mért ellenállásuk és nyújtással szembeni legnagyobb ellenállásuk a legnagyobb volt (255 és 403 BU). A 2006-os évben betakarított búzaminták extenzográfos eredményei voltak a leggyengébbek, ebben az évben a minták nyújthatósága és nyújtással szembeni ellenállása nagyon alacsony volt. A 2008-as minták a görbe alatti terület alapján a közepesnek mondhatóak (76 cm^2), nyújthatóságuk kiemelkedő (177 mm), azonban 5 cm-es megnyúláskor mért ellenállásuk és nyújtással szembeni legnagyobb ellenállásuk (198 és 336 BU) elmarad a 2007-es minták eredményeihez képest.

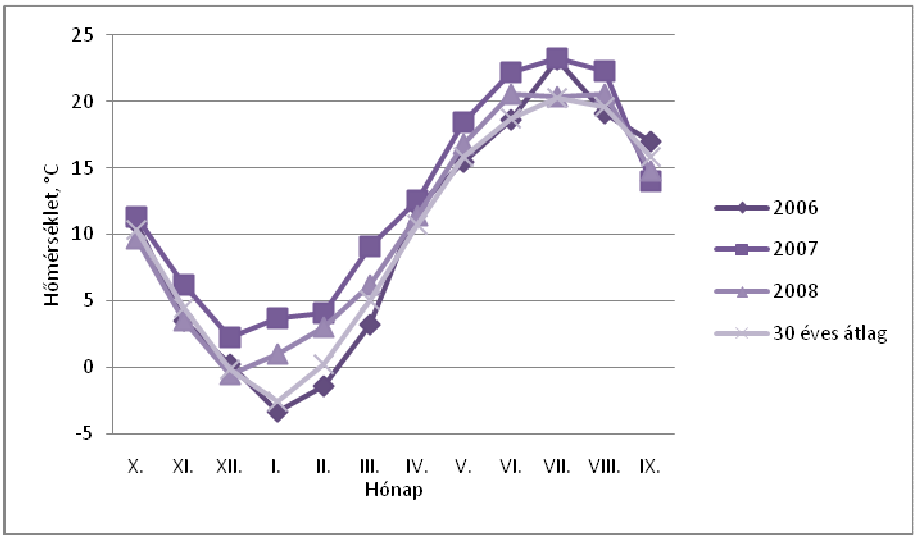
Az időjárási körülmények nagyon eltérőek voltak a tanulmányozott termesztési években. Az 6. ábrán jól látható, hogy a legkevesebb csapadék 2007-ben hullott, a legtöbb pedig 2008-ban. A 2006-os termesztési évben lehullott csapadék mennyiség átlagos volt és szinte megegyezett a 30 éves átlagos csapadék mennyiséggel.



6. ábra: A **csapadékmennyiség alakulása a vizsgált években**

A termesztési év átlagos napi középhőmérsékletének vizsgálata során megállapítottam, hogy a 2006-os év volt a leghidegebb és a középhőmérséklet nagyon hasonló a 30 éves átlaghoz (7. ábra).

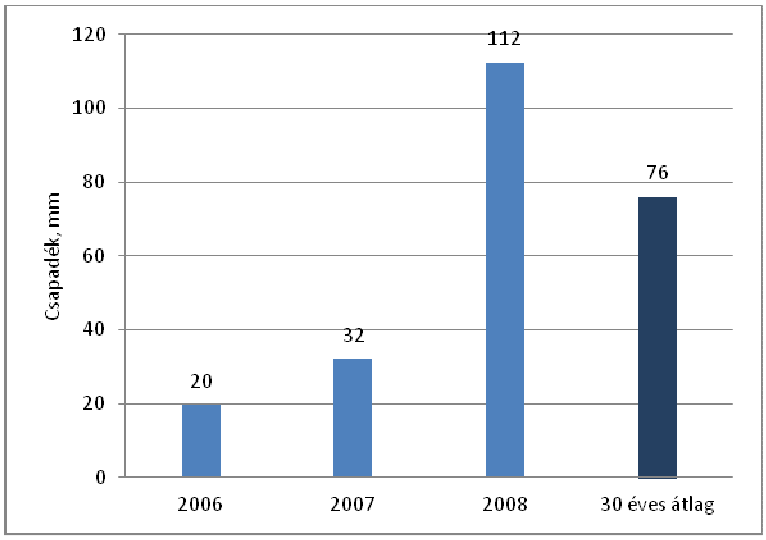
Azonban eltérés figyelhető meg a júliusi középhőmérséklet értékek között. 2006 júliusában a napi átlagos középhőmérséklet 23,2 °C volt, ami 3 °C-kal magasabb, mint a 30 éves átlagos júliusi középhőmérséklet (20,3 °C). Az átlagos napi középhőmérséklet értékek 2007-ben és 2008-ban magasabbak voltak, mind a 2006. évhez, mind pedig a 30 éves átlag értékekhez viszonyítva. A legnagyobb különbséget január, február és június hónapokban tapasztaltam.



7. ábra: A **napi középhőmérséklet alakulása a vizsgált években**

2007 volt a legmelegebb és legszárazabb a vizsgált évek közül, a nyári hónapokban az átlagos napi középhőmérséklet meghaladta a 22 °C-ot (22,2, 23,3 és 22,3 °C; június, július és augusztus hónapban). A tél nagyon enyhe volt 2007-ben és 2008-ban, az átlagos napi középhőmérséklet januárban és februárban +1 °C fölötti volt (3,7, 4,1 °C és 1,0, 3,0 °C; 2007 és 2008).

Az éves csapadékmennyiség eloszlása eltérő volt a vizsgált években. Jelentős különbség figyelhető meg az októberben és novemberben lehullott csapadék mennyiségben (8. ábra). A vetést követő első két hónap időjárása nagyon meghatározó a búza növekedésének megindulásának szempontjából, és hatással van arra, hogy mennyire tud megerősödni a növény a tél beállta előtt.



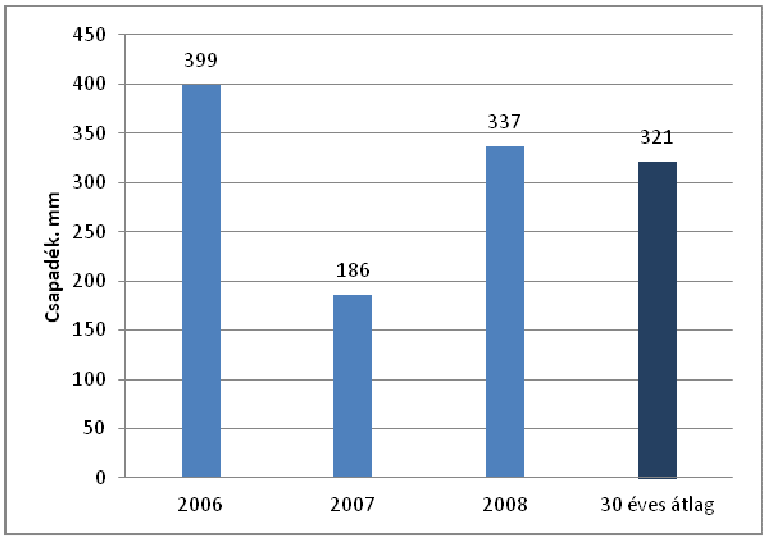
8. ábra: A **csapadék mennyisége október és november hónapban**

2006-ban hullott a legkevesebb csapadék október és november hónapban, annak ellenére, hogy az éves csapadék mennyiség átlagos volt (575 mm). Ebben az évben a csapadék eloszlása kedvezőtlen volt.

A legtöbb csapadék 2008-ban hullott október és november hónapban, 2007-ben ugyanezen időszak alatt közepes mennyiségű csapadék hullott (32 mm).

A tenyészidőszak alatt lehullott csapadékmennyiség közvetlenebb információt ad a növények vízzel való ellátottságáról, összehasonlítva az éves csapadék mennyiséggel. A 9. ábra azt mutatja, hogy a legtöbb csapadék a 2005/2006-os tenyészidőszak alatt hullott (399 mm). A 2006/2007-es tenyészidőszakban a csapadék mennyisége nagyon alacsony volt (213 mm-rel kevesebb csapadék hullott, mint az előző évben). A 2007/2008

tenyészidőszakban lehullott csapadék mennyisége (337 mm) közel azonos volt a 30 éves átlag csapadék mennyiséggel.



9. ábra: **A tenyészidőszak alatt lehullott csapadék mennyisége (októbertől júliusig)**

Az őszi búza fajták extenzográfos jellemzőit a tenyészidőszak alatti időjárási körülmények jelentős mértékben befolyásolják. A görbe alatti terület mind három évben vizsgált eredményeit összehasonlítva 2007-ben volt a legnagyobb (81 BU) (10. táblázat). Ez nagyon érdekes, mivel ez az év volt a legszárazabb és a legmelegebb a vizsgált évek közül. A tészta nyújthatósága és nyújtással szembeni legnagyobb ellenállása ebben az évben volt a legnagyobb.

2006-ban érték el a fajták a leggyengébb extenzográfos eredményeket, ebben az évben volt a tenyészidőszak alatt lehullott csapadék mennyisége a legnagyobb.

A vizsgált fajták extenzográfos eredményei 2008-ban nem voltak kiemelkedőek, a minták nyújthatósága nagyobb (177 mm), nyújtással szembeni ellenállásuk (198 BU) és nyújtással szembeni legnagyobb ellenállásuk (336 BU) viszont kisebb az előző évi eredményekhez képest.

4.3.3.1. A lisztek fehérje jellemzőinek és esésszámának alakulása a vizsgált években

A vizsgált években a lisztminták fehérjetartalma, sikér jellemzői, Zeleny indexe igen eltérő volt (11. táblázat). Az extenzográfos minőség szempontjából kedvező 2007. és 2008. év mintáiról elmondható, hogy átlagos fehérjetartalmuk 13% körüli,

sikértartalmuk 31 és 30% volt. E nem túl magas sikértartalom viszont kiemelkedően jó sikér indexel párosult. A lisztminták Zeleny indexe 43 és 42 ml (2007, 2008).

11. táblázat

Az évjárat hatása a vizsgált fajták fehérje és sikér jellemzőire, valamint esésszámára[a]
(Az összes vizsgált fajtára vonatkozóan (n=299), 2006-2008)

Évjárat	n	Fehérjetartalom (g/100g sza)	Sikértartalom (%)	Sikér index	Zeleny index (ml)	Esésszám (s)
2006	120	14,9 (1,7)	38 (5,1)	86 (6,8)	51 (11,4)	381 (38)
2007	144	13,3 (1,6)	31 (5,8)	94 (4,5)	43 (11,1)	395 (65)
2008	144	13,2 (1,4)	30 (5,2)	96 (2,9)	42 (9,5)	380 (36)
Átlag		13,7	33	92	45	386
Szórás		1,8	6,4	6,2	11,3	49

[a] Az átlag érték mögött a zárójelben a szórás érték látható.

A leggyengébb extenzográfos értékekkel jellemezhető 2006. év mintáinak fehérje- és sikértartalma kiemelkedően magas volt (14,9 és 38%), azonban a sikér index alacsonyabb a másik két év átlagos értékéhez viszonyítva. A lisztminták Zeleny indexe a 2006-os évben volt a legnagyobb (51 ml).

Az esésszám lehetne az egyik tényező, ami megmagyarázhatná az évjáratok között tapasztalt jelentős eltéréseket, azonban az adatokból jól látható, hogy az esésszám tekintetében a három vizsgált év nagyon hasonló. Az évjáratok közötti különbségek elsősorban a fehérje és sikér jellemzők közötti eltérésekkel magyarázhatóak.

4.4. A liszt fehérjetartalma és az extenzográfos paraméterek közötti kapcsolat

A búzalisztek fehérjetartalma alapvetően meghatározza a lisztből készült termékek 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 liszt fehérjetartalma mellet vizsgáltam a liszt további fehérje tulajdonságokat jellemző mutatóit is (sikértartalom, sikér index és Zeleny index).

4.4.1. A fajta hatása az extenzográfos és fehérje jellemzőkre

A lisztminták fehérje jellemzői és az extenzográfos paraméterei közötti összefüggéseket a 2007. és 2008. évből származó mintákon végeztem. A vizsgált fajták fehérje- és sikértartalma nagyon eltérő volt (12. táblázat). A legmagasabb fehérjetartalmú fajták a Saturnus (14,3%) és Mv Mazurka (14,5%) fajták voltak. Nedves sikértartalma is magas ezeknek a fajtáknak (33 és 37%, Saturnus és Mv Mazurka). Az Mv Suba fehérjataralma némileg alacsonyabb 13,9 %, azonban sikértartalma ugyanolyan magas, mint a Saturnus fajtáé (33%).

Az extenzográfos paraméterek közül a görbe alatti terület alapján Mv Suba és Lupus fajták voltak kiemelkedőek (92 és 88 cm^2). A két fajta fehérje jellemzői némileg eltérőek, az Mv Suba fajta fehérje- és sikértartalma elég magas, de nem kiemelkedő. Ezzel szemben a Lupus fajta fehérjetartalma a vizsgált fajták között közepesnek mondható (13%), sikértartalma pedig csak 29%. Ezek a különbségek megfigyelhetők a Zeleny index esetében is, mely érték az Mv Suba fajta esetében 48 ml, a Lupus fajta esetében 38 ml. A két fajtának a sikér index értéke nagyon hasonló (96 és 97, Mv Suba és Lupus).

A görbe alatti terület nagysága alapján két fajta van, amit még ki kell emelni, az egyik az GK Petur (77 cm^2) és a Saturnus (81 cm^2) fajták. Ezek a fajták igaz nem kiemelkedő, de nagyon jó minőségű tésztát adnak, amely kiválóan alkalmas az általános sütőipari felhasználásra. A Saturnus fehérje- és sikértartalma magas, azonban sikér indexe alacsony, ezzel szemben az GK Petur fajta fehérjetartalma csak 12,3%,

sikértartalma (28%), mely eredmények átlagosnak tekinthetők, az GK Petur a sikér index értéke alapján (98) kiemelkedő fajta.

Az előbb említett négy extenzográfos görbe alatti terület alapján kiemelkedő fajta (Lupus, Saturnus, Mv Suba és GK Petur) alapján elmondható, hogy eltérő fehérje és sikér jellemzőkkel bíró lisztből is készíthető megfelelő konzisztenciájú, jól nyújtható és optimális nyújtással szembeni ellenállású tészta.

4.4.2. A műtrágyázás hatása az extenzográfos és fehérje jellemzőkre

A műtrágyaadag növelésével egyenletesen növekedett a lisztminták fehérje- és sikértartalma (13. táblázat). A legalacsonyabb értékeket a kontroll csoport esetében találtam. A minták átlagos fehérjetartalma a kezeletlen csoport esetében 11,5%, a N_{30} + PK műtrágyaadag mellett 12,6%-ra nőtt. A legmagasabb fehérjetartalmat a legnagyobb műtrágyaadagok ($N_{120\text{-}150}$ + PK) kijuttatása mellett érték el a fajták (14,0 és 14,1%). A minták sikértartalma és Zeleny index értéke a fehérjetartalomhoz hasonló módon változott a növekvő műtrágyaadagok hatására. A sikértartalom és Zeleny érték a legnagyobb műtrágyaadag esetében volt a legmagasabb (34% és 49 ml).

A sikér index mutató az előbbiekben ismertetett fehérje és sikér jellemzőkkel ellentétben csökkent a műtrágyaadag növelésével egy időben. A legmagasabb műtrágyaadag kijuttatása mellett a minták fehérje- és sikértartalma, Zeleny index értéke a legmagasabb volt, míg a sikér index ekkor volt a legkisebb (92).

Az adatokból jól látható, hogy a búzaliszt fehérjetartalma érzékenyen reagál a műtrágyaadag növelésére. 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.

12. táblázat

A fajta hatása a tészta extenzográfos és fehérje jellemzőire
(Az összes vizsgált trágyakezelésre vonatkozóan (n=144), 2007-2008)

Fajta	n	*E* (mm)	R_5 (BU)	R_{max} (BU)	*A* (cm^2)	Fehérjetartalom (g/100g sza)	Sikértartalom (%)	Sikér index	Zeleny index (ml)
GK Öthalom	48	144	260	362	66	11,8	26	96	32
Lupus	48	184	204	277	88	13,0	29	97	38
Saturnus	48	168	229	381	81	14,3	33	92	46
Sixtus	48	162	201	320	66	13,0	30	94	42
Mv Suba	48	179	235	408	92	13,9	33	96	48
Mv Mazurka (2007)	24	175	179	293	68	14,5	37	91	52
GK Petur (2008)	24	174	199	354	77	12,3	28	98	44
Átlag		168	220	362	77	13,2	31	95	42
Szórás		23,1	64,6	114,0	27,0	1,5	5,5	3,9	10,3

13. táblázat

A műtrágyakezelés hatása a tészta extenzográfos és fehérje jellemzőire
(Az összes vizsgált fajtára vonatkozóan (n=144), 2007-2008)

Műtrágyaadag (kg/ha)	n	*E* (mm)	R_5 (BU)	R_{max} (BU)	*A* (cm^2)	Fehérjetartalom (g/100g sza)	Sikértartalom (%)	Sikér index	Zeleny index (ml)
Kontroll	48	147	204	302	56	11,5	24	98	29
N_{30} + PK	48	161	209	329	68	12,6	28	97	38
N_{60} + PK	48	172	218	361	78	13,5	32	95	44
N_{90} + PK	48	174	222	376	83	13,7	32	94	46
N_{120} + PK	48	179	237	411	92	14,0	33	93	48
N_{150} + PK	48	179	228	392	88	14,1	34	92	49
Átlag		168	220	362	77	13,2	31	95	42
Szórás		23,1	64,6	114,0	27,0	1,5	5,5	3,9	10,3

4.4.3. A liszt fehérjetartalma és az extenzográfos jellemzők közötti korrelációk

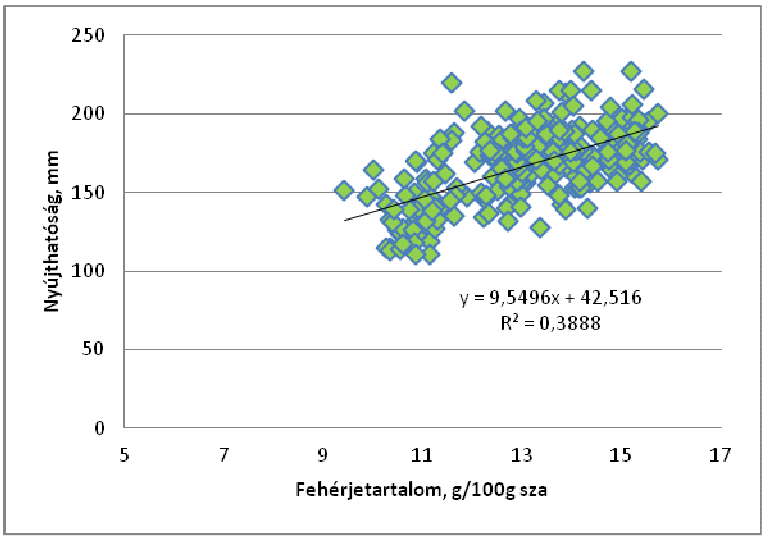
A lisztek fehérjetartalma és extenzográfos mutatói közepesen szoros kapcsolatban állnak egymással (14. táblázat). A legmagasabb korrelációs együttható értéket a tészták extenzográfos nyújthatóságra vonatkozóan találtam (r = 0,624***, r^2_{adj} = 0,387) (10. ábra). A tészta 5 cm-es megnyúlásakor mért ellenállása és a liszt fehérjetartalma között nem volt szinte semmilyen összefüggés megállapítható (r = 0,056). A nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás esetében is nagyon alacsony korrelációs értékeket kaptam (r = 0,186**, r^2_{adj} = 0,031). A nyújtással szembeni ellenállás jellemzők és a liszt fehérjetartalma közötti gyenge kapcsolat arra utal, hogy a fehérjék mennyisége nem befolyásolja meghatározó mértékben a tészta ellenállását.

14. táblázat

A liszt fehérjetartalma és az extenzográfos jellemzők közötti kapcsolat (n=282)[a]

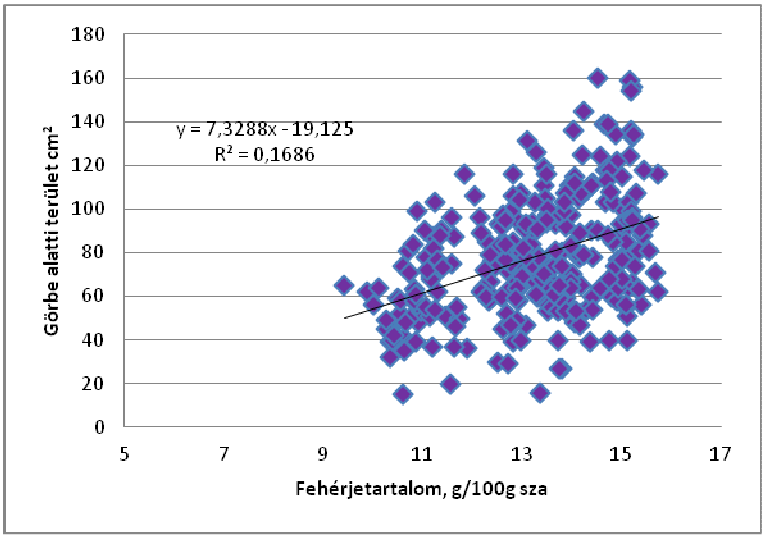
Tulajdonság	r	r^2	r^2_{adj}	Becslés hibája
Nyújthatóság	0,624***	0,389	0,387	18,1
5 cm-es megnyúláskor mért ellenállás	0,056[ns]	0,003	0,000	64,6
Nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás	0,186**	0,035	0,031	112,2
Görbe alatti terület	0,411**	0,169	0,166	24,627

[a] Szignifikáns különbség *p* <0,05 (*), *p* <0,01 (**), *p* <0,001 (***), nincs szignifikáns eltérés (ns)



10. ábra: **Fehérjetartalom és a tészta nyújthatóság közötti regresszió**

Közepesen szoros korrelációs értéket kaptam a liszt fehérjetartalma és a görbe alatti terület között (r = 0,411**, r^2_{adj} = 0,166) (11. ábra). Ez a korreláció annak ellenére, hogy csak közepesen szoros arra utal, hogy a fehérjetartalom növekedésével javulnak a minták extenzográfos mutatói. A növekvő műtrágyaadagok hatására egyenletesen növekedett a liszt fehérjetartalma (13. táblázat), aminek köszönhetően a minták reológiai jellemzői is fokozatosan javultak.



11. ábra: **Fehérjetartalom és a görbe alatti terület közötti regresszió**

4.5. A tészta reológiai tulajdonságait meghatározó tényezők értékelése

A búzaliszt fehérjetartalmát, és extenzográffal mért reológiai paramétereit a genotípus és a műtrágyázás jelentős mértékben befolyásolja. A két tényező hatásának erősségét a vizsgált minőségi paraméterek megoszlása alapján is értékeltem (15. táblázat).

A liszt fehérjetartalma nagyobb változatosságot mutat a genotípus alapján, összehasonlítva a műtrágya kezelés alapján megállapított szélső értékekkel. Az extenzográfos paraméterek megoszlása a fehérjetartalomhoz hasonlóan a genotípus, tehát fajtánként mutat nagyobb változatosságot, kivételt képez a görbe alatti terület nagysága jellemző, amely esetében a műtrágyakezeléseknél a szélső értékek közötti távolság nagyobb. Ez az eredmény némileg meglepő, hisz a görbe alatti terület nagysága szoros összefüggésben van a nyújthatósággal és a nyújtással szembeni ellenállás paraméterekkel, melyek nagyobb változatosságot mutattak a fajták között. A görbe alatti terület jellemző egyszerre értékeli a lisztminta nyújthatóságát és ellenállását. A táblázat adatai alapján megállapítható, hogy a görbe alatti terület esetében a genotípus és műtrágyázás szélsőértékek csak az alsó értékben különböznek. A műtrágyakezelés hatásának vizsgálatakor (13. táblázat) jól látható, hogy mind a tészta nyújthatósága, mind a nyújtással szembeni ellenállása a kontroll csoport esetében a legalacsonyabbak.

15. táblázat

A tészta reológiai tulajdonságait meghatározó tényezők hatása az eredmények megoszlására (n=288)

Tulajdonság	Átlag	Szórás	Szélső értékek		
			Összes	Genotípus	Műtrágyázás
Nyújthatóság (mm)	168	23,1	131-198	144-184	147-179
5 cm-es megnyúláskor mért ellenállás (BU)	220	64,6	120-285	179-260	204-237
Nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás (BU)	362	114,0	166-499	293-408	302-411
Görbe alatti terület (cm^2)	77	27,0	36-116	66-92	56-92
Fehérjetartalom (g/100g sza)	13,2	1,5	9,9-15,4	11,8-14,5	11,5-14,1

4.6. A farinográfos és extenzográfos jellemzők közötti összefüggések vizsgálata

A farinográfos jellemzőknek az extenzográfos vizsgálat szempontjából hatalmas jelentősége van. Az extenzográfos vizsgálatot minden esetben megelőzi a farinográfos vizsgálat. A farinográffal meghatározott vízfelvevő képesség és tészta kialakulási idő paramétereket felhasználjuk az extenzográfos vizsgálathoz szükséges tészta készítése során. A farinográf és az extenzográf eredmények közötti összefüggések vizsgálata során az ISO/WD 5530-1 szabványban foglalt farinográf jellemzőket használtam.

Az értékelést a 2007. és 2008. évi adatokon végeztem el, a minták farinográfos jellemzőit a 16. és 17. táblázatban foglaltam össze. Nagyon érdekes, hogy az eltérő években a farinográfos jellemzők átlagértékei közel azonosak voltak.

A fajták között jelentős eltéréseket találunk. A liszt vízfelvevő képessége alapján elmondható, hogy 2007-ben három fajta volt kiemelkedő (16. táblázat). A Saturnus, Mv Suba és Mv Mazurka fajták mintáinak vízfelvétele 63% fölötti volt. A legkisebb vízfelvételű fajta ebben az évben a GK Öthalom fajta volt (56,9%).

2008-ban a legkisebb vízfelvevő képességű fajta az GK Petur (58,7%) volt (17. táblázat), ebben az évben a GK Öthalom fajta vízfelvétele (60,8%) jóval magasabb az előző évihez képest. A legmagasabb értékeket az Mv Suba és Saurnus fajták érték el (67,5% és 65,0%).

A vízfelvevő képesség a farinográfos mutatók közül nagyon fontos paraméter, és összefüggésben van a liszt fehérje- és sikértartalmával. 2007-ben a GK Öthalom fajta fehérjetartalma 10,9%, sikértartalma 23% volt, ezzel szemben 2008-ban fehérjetartalma 12,7%, sikértartalma 28,3% volt. Ez a fehérje- és sikértartalomban bekövetkezett javulás a liszt vízfelvevő képességének növekedését eredményezte.

A tészta stabilitása a másik farinográfos jellemző, amely fontos lehet az extenzográfos vizsgálat során. A vizsgált minták átlagos stabilitása 9,4 és 9,5 min volt (2007, 2008), azonban a fajták közti eltérések e tulajdonság esetében is jelentősek. 2007-ben a legjobb stabilitású fajta az Mv Suba volt a kiemelkedő 12,4 min eredménnyel, a másik átlag feletti stabilitású fajta a Saturnus (10,3 min).

A leghosszabb ideig stabil tésztájú fajták 2008-ban a GK Öthalom és Lupus fajta volt (10,3 és 10,4 min). A Sixtus és GK Petur fajták stabilitása ebben az évben a fajták átlaga alatti volt.

16. táblázat

A vizsgált őszi búza fajták farinográfos jellemzői 2007-ben (n=144)

Fajta	n	Vízfelvevő képesség (%)	Duzzadási idő (min)	Ellágyulási idő (min)	Tészta kialakulási idő (min)	Stabilitás (min)	Ellágyulás mértéke (FU)	Dagasztás tűrési index (FU)	Farinográf minőségi szám	Planimetrált terület (cm^2)	Letörési idő (min)
GK Öthalom	24	56,9	0,6	6,8	2,1	6,2	103	55	4,3	14,2	2,2
Lupus	24	60,1	0,8	10,1	2,6	9,3	77	36	7,3	9,6	4,8
Saturnus	24	63,8	1,2	11,4	5,2	10,3	76	37	9,8	6,3	4,6
Sixtus	24	61,6	1,1	10,4	4,7	9,3	84	44	8,8	8,4	4,0
Mv Suba	24	66,3	1,8	14,2	7,1	12,4	37	25	13,4	2,9	6,3
Mv Mazurka	24	64,3	2,1	11,5	6,1	9,5	63	38	10,4	5,4	4,3
Átlag		62,2	1,2	10,6	4,5	9,4	75	40	8,8	8,1	4,3
Szórás		3,3	0,6	3,1	2,2	2,8	30,2	15,1	3,4	4,8	2,0

17. táblázat

A vizsgált őszi búza fajták farinográfos jellemzői 2008-ban (n=144)

Fajta	n	Vízfelvevő képesség (%)	Duzzadási idő (min)	Ellágyulási idő (min)	Tészta kialakulási idő (min)	Stabilitás (min)	Ellágyulás mértéke (FU)	Dagasztás tűrési index (FU)	Farinográf minőségi szám	Planimetrált terület (cm^2)	Letörési idő (min)
GK Öthalom	24	60,8	1,0	11,3	3,1	10,3	78	25	9,2	7,8	6,1
Lupus	24	62,7	1,1	11,5	3,9	10,4	70	28	9,6	7,0	5,7
Saturnus	24	65,0	1,2	10,6	4,6	9,4	91	54	8,7	7,7	4,1
Sixtus	24	60,9	0,9	9,4	4,1	8,5	96	47	7,4	10,4	3,3
Mv Suba	24	67,5	1,4	11,1	4,6	9,7	74	32	9,7	6,6	5,1
GK Petur	24	58,7	0,8	9,6	3,4	8,8	96	49	6,7	10,8	3,3
Átlag		62,6	1,1	10,6	3,9	9,5	84	39	8,6	8,3	4,6
Szórás		3,4	0,4	2,5	1,5	2,4	25,7	26,4	2,6	4,1	1,8

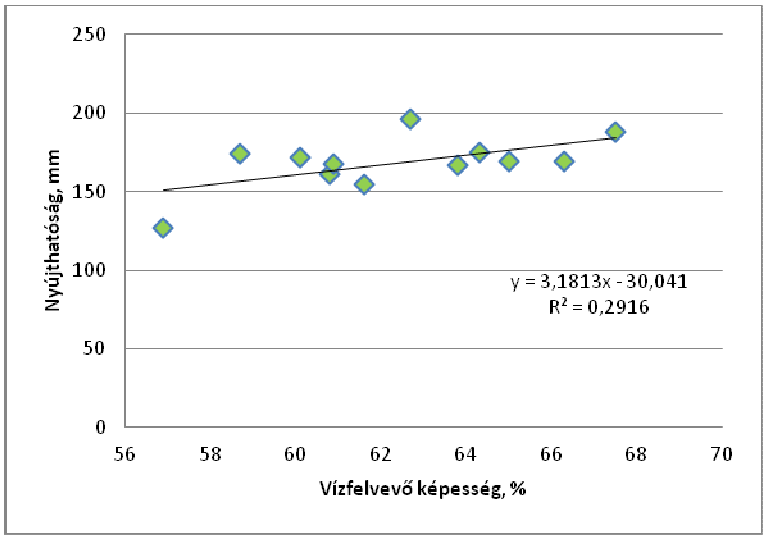
Az extenzográfos és farinográfos jellemzők közötti összefüggéseket Pearson-féle korreláció analízissel elemeztem a vizsgált őszi búza fajták 2007. és 2008. évi adatai alapján (18. táblázat). A táblázatban csak a szignifikáns (p <0,05) korrelációs értékeket tüntettem fel. A tészta extenzográfos nyújthatósága és farinográfos jellemzői között közepesen szoros kapcsolatot állapítottam meg. A legszorosabb kapcsolat a vízfelvevő képesség, az ellágyulási idő, a stabilitás, a farinográf minőségi szám, a planimetrált terület nagysága és a tészta nyújthatósága között találtam (ezeknél a mutatóknál r > 0,5).

18. táblázat

A farinográfos és extenzográfos jellemzők közötti kapcsolat (n=282)

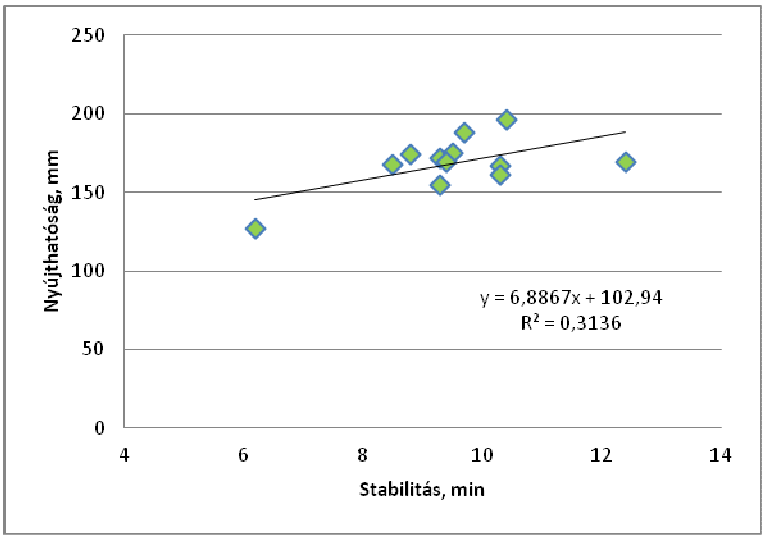
Tulajdonság	E (mm)	R_5 (BU)	R_{max} (BU)	A (cm^2)
Vízfelvevő képesség (%)	0,54		0,12	0,34
Duzzadási idő (min)	0,41		0,11	0,27
Ellágyulási idő (min)	0,59		0,29	0,48
Tészta kialakulási idő (min)	0,44		0,18	0,34
Stabilitás (min)	0,56		0,29	0,47
Ellágyulás mértéke (FU)	-0,47	-0,17	-0,36	-0,49
Dagasztás tűrési index (FU)	-0,35		-0,18	-0,30
Farinográf minőségi szám (mm)	0,59		0,24	0,45
Planimetrált terület (cm^2)	-0,60		-0,26	-0,46
Letörési idő (min)	0,49		0,20	0,37

A liszt vízfelvevő képessége és a tészta nyújthatósága közötti korreláció (r = 0,54) az egyik legmagasabb volt. A liszt vízfelvevő képességének növekedésével egyenletesen nő a tészta nyújthatósága (12. ábra).



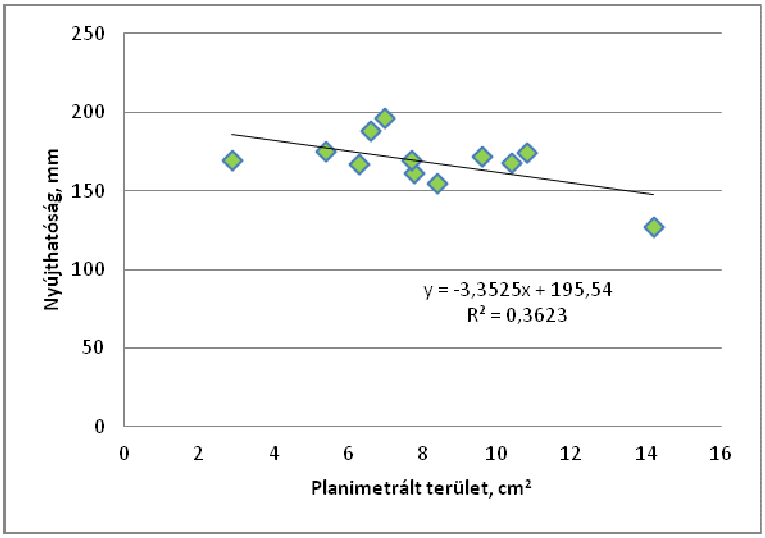
12. ábra: **A vízfelvevő képesség és a tészta nyújthatósága közötti regresszió**

A tészta stabilitása és extenzográfos nyújthatósága közötti korreláció (r = 0,56) szintén az egyik legmagasabb volt. A tészta stabilitásának növekedésével együtt a tészta nyújthatósága is növekedett (13. ábra).



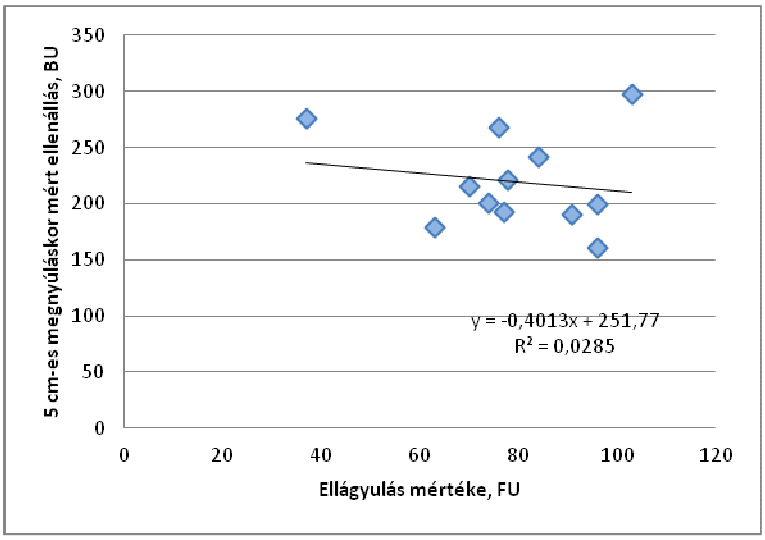
13. ábra: **A tészta stabilitás és nyújthatóság közötti regresszió**

A farinográfos jellemzők közül a planimetrált terület nagysága a magyarországi liszt minősítés egyik döntő jelentőségű paramétere. A planimetrált terület és a tészta nyújthatósága között negatív korrelációs értéket (r = -0,60) találtam. A 14. ábrán jól látható, hogy a planimetrált terület növekedésével párhuzamosan csökken a tészta nyújthatósága.



14. ábra: **A planimetrált terület nagysága és a tészta nyújthatóság közötti regresszió**

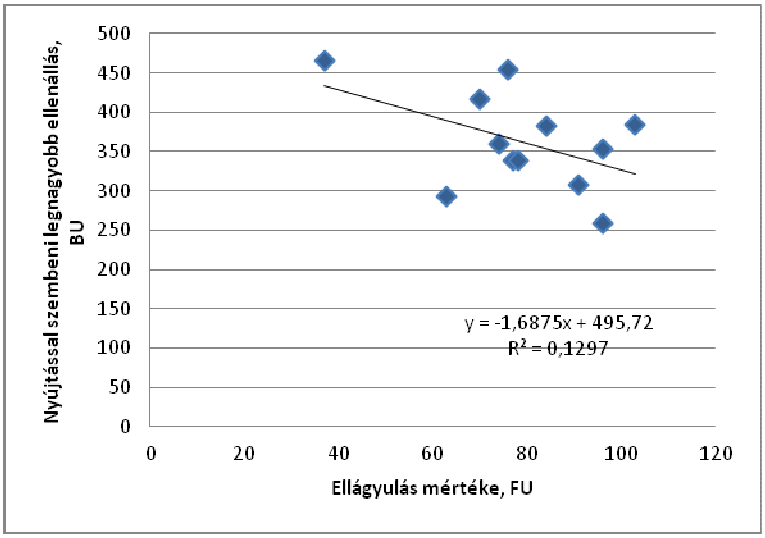
A tészta 5 cm-es megnyúlásakor mért ellenállása és a farinográfos jellemzők között gyenge kapcsolatot állapítottam meg. E nyújtással szembeni ellenállás mutató esetében csak a farinográffal meghatározott ellágyulás mértéke mutatóval kapcsolatban találtam statisztikailag igazolható összefüggést (r = -0,17). A két mutató gyenge és negatív korrelációban áll egymással (15. ábra).



15. ábra: **Ellágyulás mértéke és a tészta 5 cm-es megnyúlásakor mért ellenállása közötti regresszió**

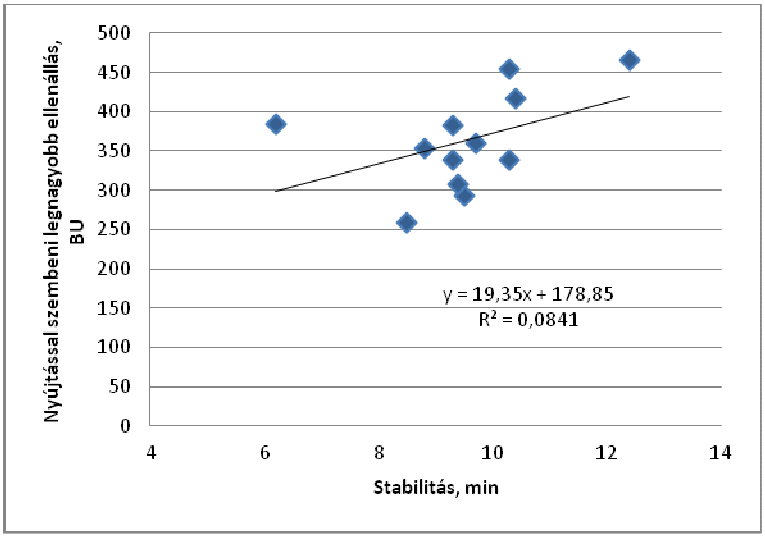
Az extenzográfos nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás esetében valamennyi vizsgált farinográfos paraméterrel kapcsolatban sikerült szignifikáns (p <0,05) összefüggést kimutatni, azonban a korrelációs értékek nagyon alacsonyak voltak.

A legmagasabb korrelációs értéket a nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás és a tészta farinográffal meghatározott ellágyulás mértéke között találtam (r = -0,36). Az ellágyulás mértéke mutató növekedésével a tészta nyújtással szembeni legnagyobb ellenállása fokozatosan csökkent (16. ábra).



16. ábra: **Az ellágyulás mértéke és a tészta legnagyobb ellenállása közötti regresszió**

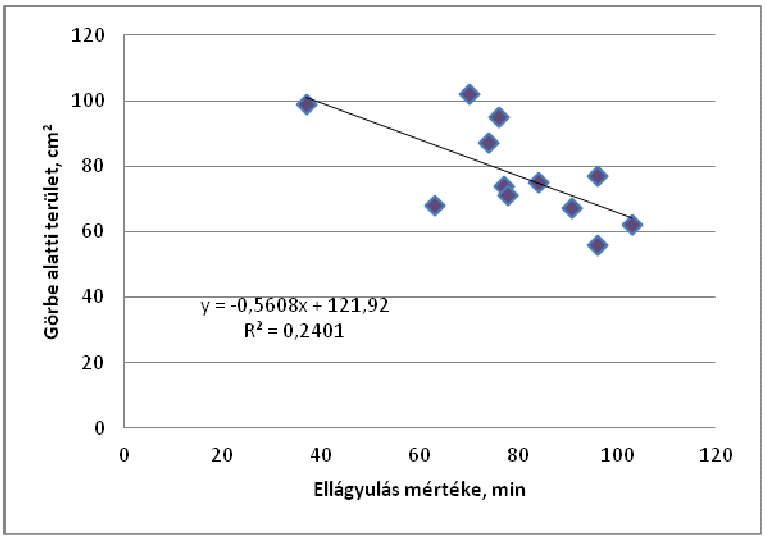
A tészta stabilitása és a nyújtással szembeni legnagyobb ellenállása között pozitív kapcsolatot találtam (r = 0,29), a nagyobb stabilitású tésztáknak az esetek többségében nagyobb a nyújtással szembeni legnagyobb ellenállása (17. ábra).



17. ábra: **A tészta stabilitás és nyújtással szembeni legnagyobb ellenállása közötti regresszió**

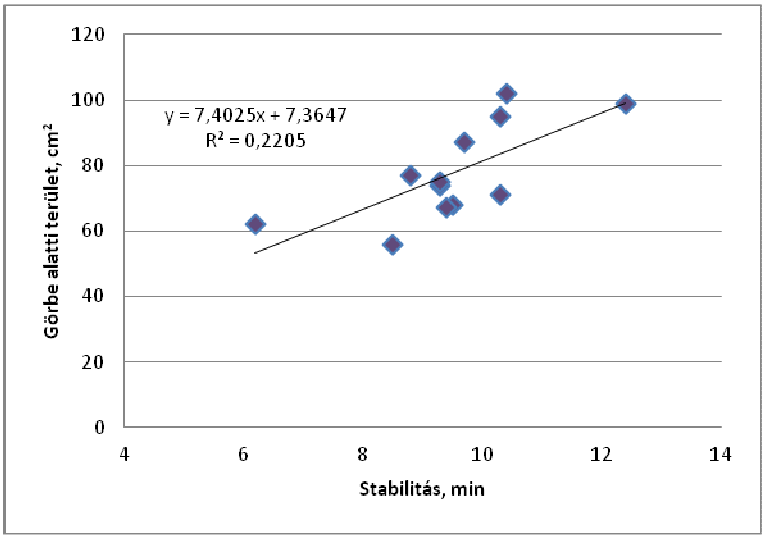
A görbe alatti terület és a farinográfos jellemzők között minden esetben szignifikáns kapcsolatot találtam (p <0,05). A korrelációs értékek általában közepesen erősek (ellágyulási idő, stabilitás, ellágyulás mértéke, farinográf minőségi szám, planimetrált terület), a többi mutató esetében gyenge korrelációs értékeket találtam.

A legmagasabb korrelációs értéket a görbe alatti terület és a tészta ellágyulás mértéke mutatók között találtam (r = -0,49). Az ellágyulás mértéke mutató növekedésével a tészta görbe alatti terület fokozatosan csökkent (18. ábra).



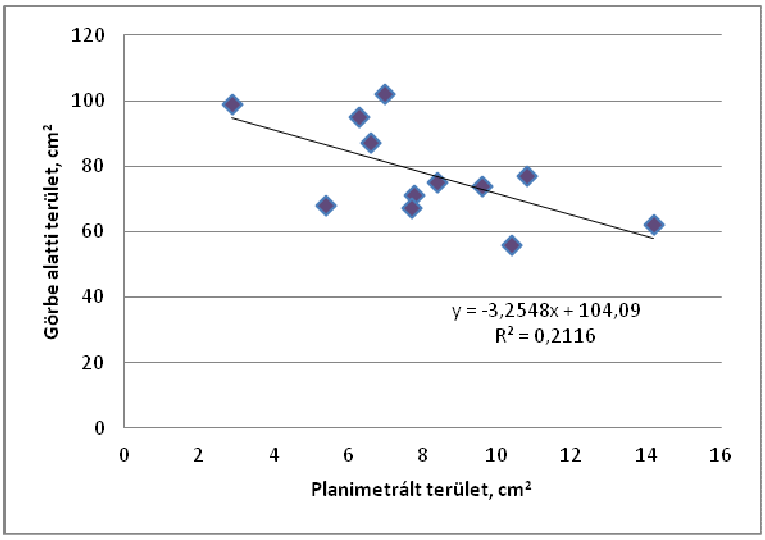
18. ábra: **Az ellágyulás mértéke és a görbe alatti terület közötti regresszió**

A tészta stabilitása is szoros kapcsolatban áll a görbe alatti terület nagyságával (r = 0,47). Minél nagyobb a tészta farinográfos stabilitása, annál nagyobb az extenzográffal mért görbe alatti terület nagysága (19. ábra).



19. ábra: **A tészta stabilitása és a görbe alatti terület közötti regresszió**

A planimetrált terület és a görbe alatti terület között közepesen erős, negatív korreláció találhat (r = -0,46). A planimetrált terület növekedésével a görbe alatti terület nagysága csökken (20. ábra).



20. ábra: **A planimetrált terület és a görbe alatti terület közötti regresszió**

A fentiek alapján elmondható, hogy az extenzográfos jellemzők a farinográfos mutatókkal gyenge, illetve közepesen erős korrelációban állnak. A legmagasabb korrelációs értékeket a vízfelvevő képesség, stabilitás, ellágyulás mértéke, planimetrált terület nagysága mutatók esetében állapítottam meg.

4.7. Az extenzográfos és alveográfos vizsgálat eredményeinek összevethetősége

Az extenzográfos és alveográfos vizsgálat egyaránt az empirikus reológiai vizsgálatok közé tartozik. Mind a két vizsgálat a tészta nyújthatóságát, nyújtással szembeni ellenállását és a tészta erősségét méri. A tészta elkészítésének módja alapvetően különbözik. Az extenzográfos vizsgálat esetében a tészta elkészítése során figyelembe vesszük a liszt vízfelvevő képességét és a tészta kialakulási időt, ezzel szemben az alveográfos vizsgálat során minden liszt esetében 50%-os vízfelvevő képességgel számolunk. Az extenzográfos vizsgálat során az optimális konzisztenciájú tészta vizsgálata a cél, míg az alveográfos vizsgálatnál az állandó liszt-víz arányú tészta vizsgálata történik. Úgy gondolom, hogy ez a legfontosabb eltérés a két vizsgálat között, azonban emellett meg kell említenem, hogy különböző a liszt szemcseméret, a só mennyisége és a mérési elv (egytengelyű, illetve kéttengelyű nyújtás).

Az előbbiek alapján jól látható, hogy a két vizsgálat nagyon eltérő, azonban a mért tulajdonságok nagyon hasonlóak (tészta nyújthatóság, nyújtással szembeni ellenállás, tészta erősség). Sajnos gyakori probléma, hogy nincs lehetőség mind a két vizsgálat elvégzésére (nem áll rendelkezésre elegendő lisztminta, vagy a laboratórium csak az egyik készülékkel rendelkezik).

A dolgozat egyik célja a két empirikus módszerrel meghatározott reológiai jellemzők összehasonlítása. Annak vizsgálata, hogy az extenzográffal és alveográffal meghatározott paraméterek alapján a vizsgált őszi búza fajták rangsora és reológiai sajátságai mennyire azonosak, vagy eltérőek. A vizsgált paraméterek mögött meghúzódó főkomponensek meghatározása statisztikai módszerekkel, melyek segítségével meg tudjuk magyarázni az eredmények közötti eltéréseket.

A két vizsgálat eredményeinek összehasonlító vizsgálatát a 2007-ben és 2008-ban betakarított mintákon végeztem el (n = 288). A minták extenzográfos eredményeit a 4.1. fejezetben ismertettem (4. és 5. táblázat).

2007-ben a vizsgált hat fajta alveográfos jellemzői (19. táblázat) alapján elmondható, hogy egyes jellemzők nagyon hasonlóan alakulnak, a fajták sorrendje szinte megegyezik az extenzográfos eredmények alapján megállapított sorrenddel. Az alveográfos W érték alapján megállapíthatjuk, hogy az extenzográfos görbe alatti terület alapján kiemelkedőnek talált Mv Suba és Saturnus fajták alveográfos W értéke is

magas, összehasonlítva a többi fajta eredményével. Az extenzográf görbe alatti terület alapján közepesnek minősített fajták Lupus és Sixtus alveográf W érték alapján ismét közepesen jónak minősíthetőek. A GK Öthalom fajta W értéke pedig hasonlóan az extenzográfos eredményéhez, ismét a legalacsonyabb.

19. táblázat

A vizsgált őszi búza fajták alveográfos jellemzői[a]
(Az összes vizsgált trágyakezelésre vonatkozóan (n=144), 2007)

Fajta	n	W (10^{-4} J)	P (mm)	L (mm)	G (ml)	P/L
GK Öthalom	24	144 d	46 d	72 c	17,8 c	0,7 b
Lupus	24	210 c	88 a	62 c	17,1 c	1,9 a
Saturnus	24	335 a	82 a	118 b	24,1 b	0,7 b
Sixtus	24	219 c	64 c	116 b	23,8 b	0,6 b
Mv Suba	24	290 b	86 a	108 b	23,1 b	0,8 b
Mv Mazurka	24	264 b	73 b	144 a	26,9 a	0,5 b
Átlag		244	73	103	22.1	0,9
Szórás		81,7	18,6	34,0	4,2	0,7
LSD[b]		44,7	9,0	25,7	2,8	0,3

[a] Az egyes oszlopokban azonos betűvel jelölt értékek nem különböznek egymástól szignifikáns mértékben (p <0,05).
[b] Legkisebb szignifikáns eltérés (p <0,05)

Jól látható, hogy a fajták sorrendje az Mv Mazurka kivételével megegyező. Az Mv Mazurka fajta alveográfos W értéke alapján egy kiemelkedő fajta, azonban extenzográfos görbe alatti területe nagyon alacsony. Ha a fajtákat nem csak az extenzográfos görbe alatti terület és a W érték alapján értékeljük, hanem a többi reológiai jellemzőt is megvizsgáljuk, megtaláljuk a magyarázatot. Az Mv Mazurka nyújthatósága mind a két módszer alapján nagyon jó, azonban a nyújtással szembeni ellenállás megítélésében jelentős különbséget találunk. Alveográfos P értéke közepes (73 mm), míg extenzográfos 5 cm-es megnyúlásakor mért ellenállása és legnagyobb ellenállása a legkisebb (179 és 293 BU).

Érdekes, hogy a legjobbnak talált fajták az Mv Suba és Saturnus nyújthatósága és L értéke, valamint a nyújtással szembeni ellenállása és a P érték alapján a fajták értékelése megegyezik, mind a két vizsgálat alapján jól nyújtható és nagy ellenállású tésztájú fajták. Jelentős eltéréseket találunk azonban a többi fajta nyújthatósága és ellenállásának megítélésében a két vizsgálat között. A Lupus fajta az extenzográfos vizsgálat alapján egy nagyon jól nyújtható, és gyenge ellenállású fajta, ezzel szemben alveográffal vizsgálva az L és P értéket megállapíthatjuk, hogy kifejezetten gyengén nyújtható, és nagy ellenállású fajta. A Sixtus fajta extenzográfos eredményei alapján közepes nyújthatóságú és ellenállású fajta, míg az alveográfos eredmények alapján jól nyújtható

fajta, és nyújtással szembeni ellenállása átlagostól kisebb. A GK Öthalom fajta nyújthatósága gyenge mind a két vizsgálat alapján, azonban a tészta nyújtással szembeni ellenállása extenzográf alapján közepes, míg alveográfos P értéke alacsony.

A fajták alveográfos jellemzői 2008-ban az extenzográfos jellemzőkhöz képest ellentétesen változtak, nőtt a fajták átlagos P értéke, csökkent az L és nőtt a W érték (20. táblázat). A W érték alapján három fajta volt kiváló minőségű a Lupus, Saturnus és Mv Suba (332, 313 és 303 10^{-4} J). E fajták közül egyedül a Lupus az, mely a görbe alatti terület mutató alapján ugyanilyen kiemelkedő minősítést kapott, ezzel szemben az Mv Suba fajta görbe alatti területe alapján jó minősítésű, míg a Saturnus fajta eredménye ebben az évben nagyon gyenge volt (67 cm^2).

20. táblázat

A vizsgált őszi búza fajták alveográfos jellemzői
(Az összes vizsgált trágyakezelésre vonatkozóan (n=144), 2008)

Fajta	n	W (10^{-4} J)	P (mm)	L (mm)	G (ml)	P/L
GK Öthalom	24	264 b	65 d	114 a	23.6 a	0.62 d
Lupus	24	332 a	80 c	114 a	23.6 a	0.75 c,d
Saturnus	24	313 a	89 b	103 a	22.5 a	0.90 c
Sixtus	24	236 b,c	87 b	79 b	19.6 b	1.21 b
Mv Suba	24	303 a	122 a	57 c	16.8 c	2.15 a
GK Petur	24	219 c	62 d	107 a	22.9 a	0.63 d
Átlag		278	84	96	21.5	1.05
Szórás		66.5	20.8	60.6	3.6	0.60
LSD[a]		38.9	6.9	21.2	2.7	0.28

[a] Legkisebb szignifikáns eltérés (p <0,05)

Ha összehasonlítjuk a fajták extenzográfos és alveográfos nyújthatóságra és nyújtással szembeni ellenállásra vonatkozó paramétereit azt tapasztaljuk, egyes fajtáknál a két módszerrel megállapított reológiai sajátosságok nagyon hasonlóak pl. Lupus, míg más fajtáknál (Saturnus, Mv Suba) jelentős eltérések vannak a két vizsgálat eredményei között. Míg az Mv Suba nyújthatósága az extenzográfos vizsgálat alapján kiváló (188 mm), addig alveográf L értéke alapján a legkevésbé nyújtható tésztájú fajta.

4.7.1. A reológiai jellemzőket meghatározó faktorok

A főkomponens analízist 2007. és 2008. évből származó minták reológiai eredményein végeztem el, az elemzés során valamennyi mért extenzográfos és alveográfos paramétert értékeltem. Ahhoz, hogy a vizsgált reológiai jellemzők

varianciájának több mint 80%-át meg tudjuk magyarázni, három tényezőre volt szükség (21. táblázat). Az első faktor magyarázza a paraméterek varianciájának 43,1 %-át, a második faktor 30,5 %-át, míg a 3. faktor 14,8 %-át képes megmagyarázni a vizsgált reológiai jellemzők varianciájának.

21. táblázat

A reológiai jellemzőket meghatározó faktorok

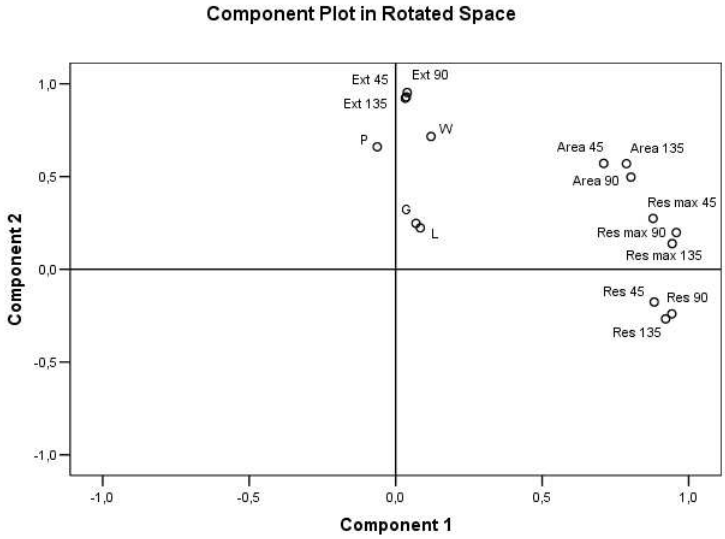
	Komponensek			
Tulajdonság	1	2	3	Extraction
Görbe alatti terület 45	0,71			0,87
Görbe alatti terület 90	0,79			0,95
Görbe alatti terület 135	0,80			0,90
Nyújthatóság 45		0,92		0,88
Nyújthatóság 90		0,95		0,92
Nyújthatóság 135		0,93		0,88
5 cm-es megnyúlásakor mért ellenállás 45	0,88			0,82
5 cm-es megnyúlásakor mért ellenállás 90	0,94			0,95
5 cm-es megnyúlásakor mért ellenállás 135	0,92			0,92
Nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás 45	0,88			0,87
Nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás 90	0,96			0,96
Nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás 135	0,94			0,91
W		0,72		0,63
P		0,66	-0,55	0,74
L			0,96	0,98
G			0,95	0,97
Extraction Sums of Squared Loadings				
Total				
% of Variance	43.1	30.5	14.8	
Cumulative %	43.1	73.6	88.4	

Extraction Method: Principal Component Analysis, 3 components extracted
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization

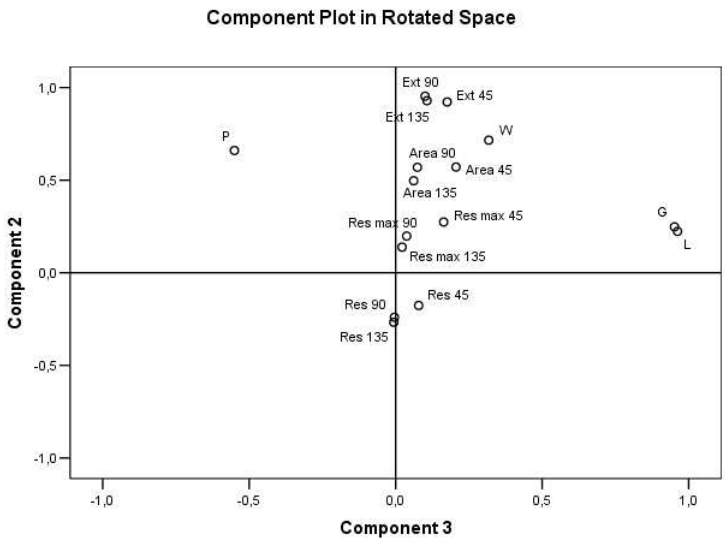
A táblázatból jól látható, hogy az egyes jellemzőket mely faktorok befolyásolják alapvetően (csak a 0,40 értéktől nagyobb értékek szerepelnek a táblázatban). Az 1. faktor kizárólag extenzográfos paraméterekre hat, ezek elsősorban a tészta nyújtással szembeni ellenállására utaló paraméterek úgymint az 5 cm-es megnyúlásakor mért és a nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás paraméterek. Az extenzográfos görbe alatti terület az 1. és 2. faktor által befolyásolt paraméter.

A 2. faktor egy közös faktor egyaránt hatással van extenzográfos és alveográfos jellemzőkre is. Ezzel szemben a 3. faktor csak az alveográfos paramétereket befolyásol úgy, mint P, L és G értékek.

Az alveográfos P értéket közel azonos mértékben a második és harmadik faktor határozza meg. Ez jelentős eltérés az extenzográffal meghatározott 5 cm-es megnyúlásakor mért és maximális nyújtással szembeni ellenállás jellemzőkhöz képest, amelyek esetében egyetlen faktor elegendő a varianciájuk megmagyarázásához, viszont ez az egyes faktor nem pedig a kettes vagy a hármas. A P érték érdekes módon az extenzográfos nyújthatósággal kerül egy faktorba, ami előre vetíti, hogy az alveográfos és extenzográfos nyújthatóság és nyújtással szembeni ellenállásra vonatkozó jellemzők igen eltérőek. A W értéket ellentétben az extenzográfos görbe alatti területtel, egyetlen faktor is képes megmagyarázni, ez a kettes faktor. Az 21. és 22. ábra az extenzográfos és alveográfos paraméterek helyzetét szemlélteti a faktorok által meghatározott térben.



21. ábra: **Extenzográfos és alveográfos jellemzők elhelyezkedése az 1. és 2. faktor által meghatározott térben**

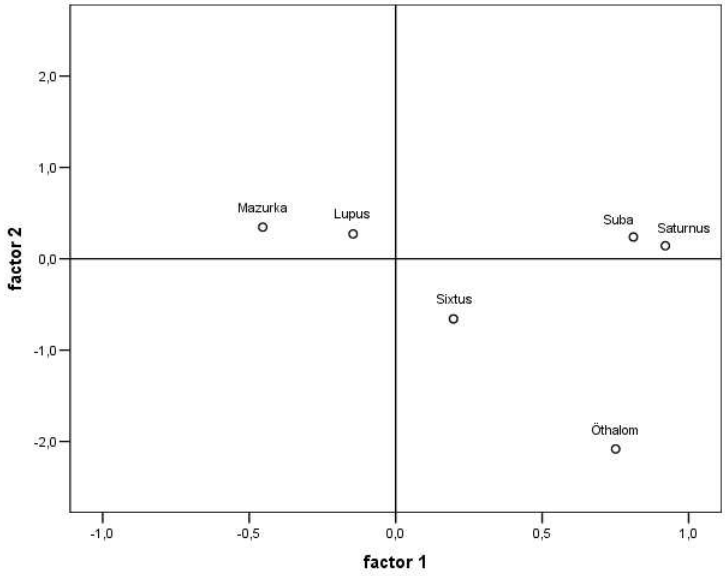


22. ábra: **Extenzográfos és alveográfos jellemzők elhelyezkedése az 2. és 3. faktor által meghatározott térben**

A fajták reológiai jellemzői és a reológiai jellemzők alapján megállapított főkomponensek közötti kapcsolat vizsgálatához, elvégeztem a minták főkomponens regressziós elemzését. A vizsgált fajták reológiai jellemzőinek értékelése a meghatározott főkomponensek alapján lehetőséget ad arra, hogy a fajtákat csoportosíthassuk a reológiai sajátosságaik alapján (23. ábra).

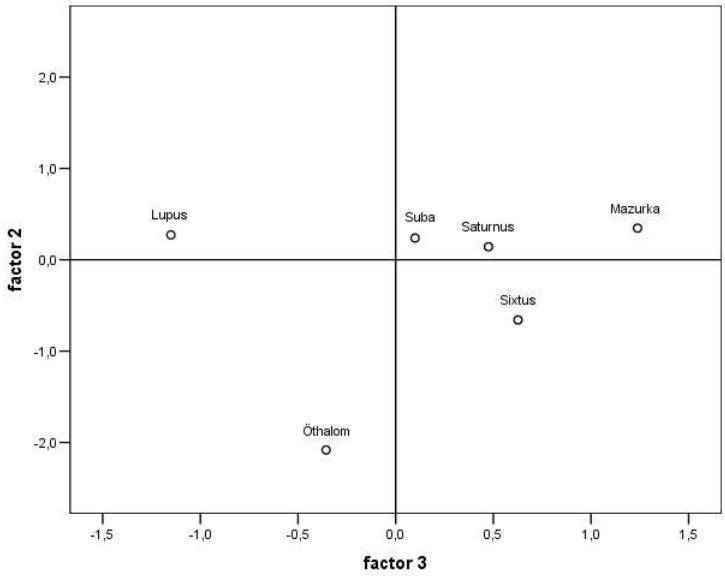
A fajták (GK Öthalom kivételével) a 2. faktor közelében helyezkednek el, ez arra utal, hogy a két faktor közül az 1. faktor befolyása (nyújtással szembeni ellenállás) nagyobb, a 2. faktor (nyújthatóság) alapján a fajták nem különböznek olyan mértékben. Az 1. és 2. faktor alapján (főleg extenzográfos jellemzők) a fajták három, illetve négy csoportra oszthatóak.

Az egyik csoportot az Mv Suba és Saturnus fajták alkotják. Ezeknek a fajtáknak volt a legnagyobb az 5 cm-es megnyúlásakor mért ellenállásuk és a nyújtással szembeni legnagyobb ellenállásuk (4. táblázat). A másik csoportot az Mv Mazurka és Lupus fajták alkotják, jól nyújtható és gyenge ellenállású tésztájú fajták. A Sixtus és GK Öthalom fajták elkülönülnek az előbbi két csoporttól. Sixtus nyújtással szembeni legnagyobb ellenállása közepes, azonban nyújthatósága gyenge. A GK Öthalom fajta nyújtással szembeni ellenállása hasonló az Mv Suba és Saturnus fajták ellenállásához, azonban nyújthatósága a leggyengébb a vizsgált fajták között.



23. ábra: **A vizsgált őszi búza fajták elhelyezkedése az extenzográfos és alveográfos jellemzők alapján megállapított 1. és 2. faktor által meghatározott térben (2007)**

A 2. és 3. faktor alapján elsősorban a fajták alveográfos jellemzői közötti eltérések értékelhetők. A 2. és 3. faktor alapján a fajták négy csoportra különülnek el (24. ábra).

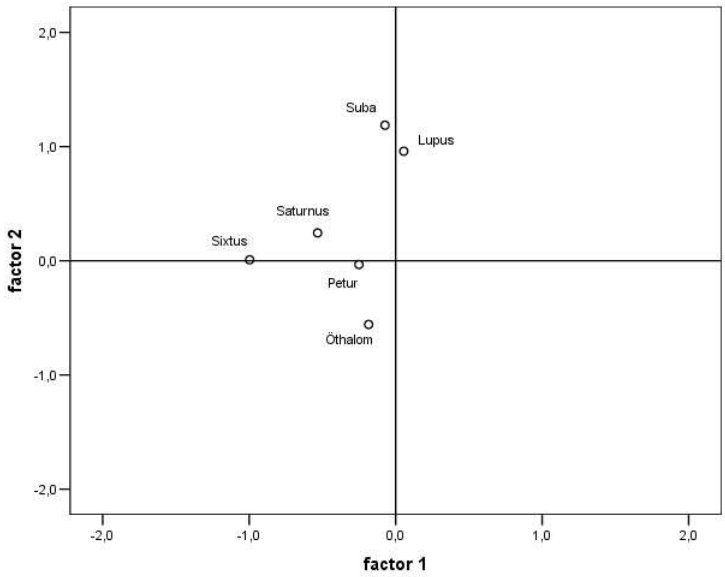


24. ábra: **A vizsgált őszi búza fajták összehasonlítása az extenzográfos és alveográfos jellemzők alapján megállapított 2. és 3. faktor által meghatározott térben (2007)**

Az első csoportot az Mv Suba, a Saturnus és az Mv Mazurka fajták alkotják, jól nyújtható (L érték) és nagy ellenállású (P érték) fajták (18. táblázat). A Sixtus fajta szintén nagyon jó nyújthatóságú, azonban P értéke elmarad az előbb említett fajtáktól.

A Sixtus fajta alveográfos jellemzőivel ellentétben a Lupus fajta tésztája kiváló ellenállású, azonban nyújthatósága nagyon gyenge. A GK Öthalom tésztájának mind a nyújthatósága, mind az ellenállása elmarad a többi fajta azonos értékeitől.

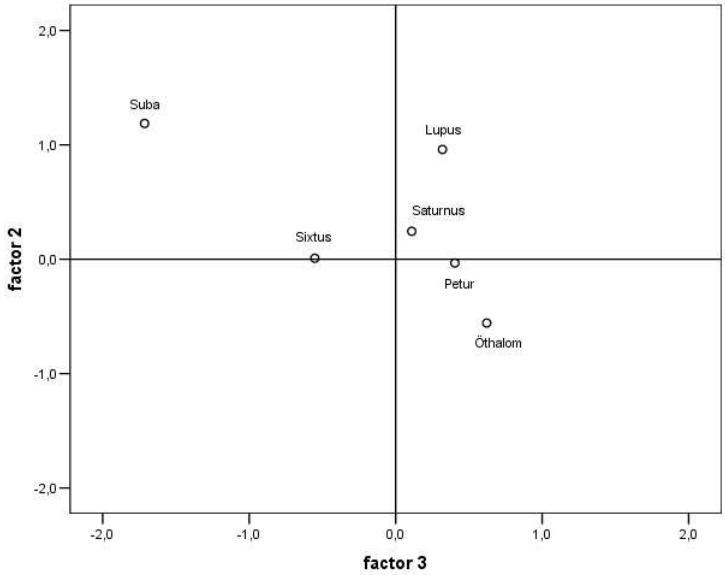
A következő évből származó mintákon is elvégeztem a főkomponens regressziós elemzést. Ebben az évben az Mv Mazurka helyett az GK Petur szerepelt a vizsgált fajták között. Az előző évhez képest 2008-ban mind az 1. mind a 2. faktor meghatározó szerepet kapott a fajták közötti extenzográfos paraméterek közötti eltérések értékelésében (25. ábra). Az extenzográfos jellemzőik alapján a fajták három csoportra oszthatóak.



25. ábra: **A vizsgált őszi búza fajták összehasonlítása az extenzográfos és alveográfos jellemzők alapján megállapított 1. és 2. faktor által meghatározott térben (2008)**

Az egyik csoportot az Mv Suba és a Lupus fajták alkotják. Ezeknek a fajtáknak ebben az évben nagy volt a nyújthatóságuk és nyújtással szembeni ellenállásuk (5. táblázat). A másik csoportot a Saturnus, a Sixtus és az GK Petur fajták csoportja, amelyről elmondható, hogy nyújthatóságuk és nyújtással szembeni ellenállásuk közepes. A többi fajtától némileg elkülönül a GK Öthalom fajta, nyújtással szembeni ellenállása közepes, azonban nyújthatósága alacsonyabb a többi fajtához képest.

A fajták alveográfos jellemzői (2. és 3. faktor) közötti eltérések alapján a fajták négy csoportra különülnek el (26. ábra). Az első csoportot a Lupus és Saturnus fajták alkotják, jól nyújtható (L érték) és nagy ellenállású (P érték) fajták (20. táblázat). A másik csoport (GK Petur és GK Öthalom) alacsony nyújthatóságú, viszont jól nyújtható tésztát adó fajták csoportja. A Sixtus fajta tésztája közepes ellenállású és közepesen jól nyújtható. A többi öt fajtától az Mv Suba teljesen elkülönül, tésztája nagy ellenállású, azonban nagyon gyenge nyújthatóságú.



26. ábra: **A vizsgált őszi búza fajták összehasonlítása az extenzográfos és alveográfos jellemzők alapján megállapított 2. és 3. faktor által meghatározott térben (2008)**

4.7.2. Az extenzográfos és alveográfos paraméterek közötti korrelációk vizsgálata

A két legfontosabb mutató az extenzográf esetében a görbe alatti terület, míg az alveográf esetében a W érték, melyek a tészta nyújtásához és elszakításához szükséges energia, illetve a buborék felfújásához és kilyukadásához szükséges munka nagyságára utalnak. Mind a két mutató magától értetődően függ a görbe hosszától és magasságától egyaránt. Az extenzográfos görbe alatti terület nagysága a korreláció értékek alapján elsősorban a tészta legnagyobb nyújtással szembeni ellenállástól függ (r = 0,91) rendkívül magas, a standard nyújtással szembeni ellenállás esetén (0,65), míg a nyújthatóság esetén csak r = 0,56 (22. táblázat). Ezzel szemben, ha megnézzük az alveográfos W és más alveográffal mért reológiai jellemzőket megállapíthatjuk, hogy a

tésztabuborék felfújásához és kiszakadásához szükséges munka közel azonos mértékben függ a nyújtással szembeni ellenállástól (P érték) és a nyújthatóságtól (görbe hossza, L érték), korrelációs értékek 0,52 és 0,50. Tehát egyik tulajdonságnak sincs kiemelkedő hatása a W érték nagyságra. Ezzel szemben az extenzográfos görbe alatti terület nagyságát a tészta legnagyobb nyújtással szembeni ellenállása (görbe maximuma) alapvetően meghatározza.

22. táblázat

Az extenzográfos és alveográfos reológiai jellemzők közötti korrelációk[a]

	A	*E*	R_5	R_{max}	R_5/E	R_{max}/E	W	P	L	G
E	0,56									
R_5	0,65	-0,21								
R_{max}	0,91	0,20	0,89							
R_5/E	0,28	-0,57	0,90	0,63						
R_{max}/E	0,63	-0,25	0,99	0,89	0,91					
W	0,45	0,61		0,23	-0,30					
P	0,20	0,44	-0,20		-0,38	-0,22	0,52			
L	0,24	0,30		0,14	-0,12		0,50	-0,34		
G	0,24	0,31		0,14	-0,14		0,52	-0,30	0,99	
P/L			-0,17		-0,18	-0,16	-0,16	0,70	-0,78	-0,78

[a] A táblázatban csak a statisztikailag igazolható korrelációs értékek vannak feltüntetve (p <0,05).

Másik nagyon jelentős eltérés a két mérés között, hogy az extenzográf esetében a legnagyobb nyújtással szembeni ellenállás és a nyújthatóság közötti korreláció pozitív (r = 0,20), tehát ha nő a tészta legnagyobb nyújtással szembeni ellenállása kismértékben növekszik a tészta nyújthatósága (a görbe hossza) is. Ezzel szemben az alveográf esetén megállapíthatjuk, hogy a tészta nyújtással szembeni ellenállása (P érték) és a nyújthatósága között (L érték) gyenge negatív korreláció található (r = -0,34), ez azt mutatja, hogy amennyiben növekszik a tészta ellenállása minden esetben csökken a nyújthatósága, vagy ha nő a nyújthatósága csökken a nyújtással szembeni ellenállása, tehát elképzelhetetlen, hogy egyszerre javuljon mind a két mutató. A két jellemző antagonista tulajdonságnak tekinthető.

Az extenzográfos 5 cm-es megnyúlásakor mért ellenállás gyenge negatív korrelációban áll a tészta nyújthatósággal.

Az extenzográfos és alveográfos mutatók közötti korrelációk vizsgálata alapján megállapíthatjuk, hogy az extenzográfos görbe alatti terület és az alveográfos W érték között közepes korreláció van (r = 0,45). Az alveográfos W érték szorosabb korrelációban van az extenzográfos nyújthatósággal (r = 0,61), mint a görbe alatti terület nagyságával.

4.8. Az extenzográfos jellemzők és a cipó tulajdonságok közötti összefüggések vizsgálata

A vizsgálatokhoz nyolc őszi búza fajta mintáin végeztem el a farinográfos, extenzográfos és alveográfos méréseket. A fajták különbözőek voltak fehérjetartalmukban és reológiai jellemzőikben.

A fajták kiválasztásánál elsődleges szempont volt, hogy fehérjetartalmukban különbözőek legyenek. A minták fehérjetartalma 10,9 és 15,4% közötti volt (23. táblázat). A legmagasabb fehérjetartalmú fajták az Antonius, a KG Kunhalom és a KG Széphalom fajták voltak (fehérjetartalmuk 15% fölötti). A Kondor és KG Bendegúz fajták fehérjetartalma elmaradt a többi fajtához képest. A fajták sikértartalma átlagosan 28% volt, sikértartalom tekintetében a KG Kunhalom fajta kiemelkedő volt (38,1%), a legkisebb sikértartalommal jellemezhető fajták sikértartalma 20% alatti volt (Kondor, KG Bendegúz). A fajták sikérindexe igen magas, 95 és 98 közötti volt. A fajták Zeleny szedimentációs értéke az Antonius fajta esetében volt a legmagasabb (63 ml), a két legkisebb fehérje és sikértartalmú fajta esetében a legalacsonyabb (28 és 25 ml). A Pannónia NS, a Brutus, a Hunor, a KG Kunhalom és a KG Széphalom fajták Zeleny szedimentációs értéke kifejezetten jónak mondható (43 és 53 ml közötti).

A fajták Hagberg-féle eésszám értékei eltérőek voltak, a legkisebb értéket a Kondor fajta esetében mértem (282 s), a többi fajta eésszáma 300 s fölötti volt.

23. táblázat

A vizsgált őszi búza fajták fehérje jellemzői és eésszáma (2009)

Fajta	Lisztfehérje (%)	Sikér (%)	Sikér index	Zeleny index (ml)	Eésszám (s)
Pannónia NS	11,9	22,4	96	43	431
Brutus	14,1	31,1	97	50	346
Antonius	15,3	32,5	98	63	322
Hunor	12,7	26,7	97	45	429
Kondor	11,1	18,9	95	28	282
KG Bendegúz	10,9	18,4	95	25	315
KG Kunhalom	15,4	38,1	97	53	442
KG Széphalom	15,2	35,5	97	48	335
Átlag	13,3	27,9	97	44	362
Szórás	1,81	7,17	1,4	12,1	72,1

A fajták extenzográfos eredményeit a 24. táblázatban foglaltam össze. A vizsgált fajták közül a Brutus, és Antonius fajták görbe alatti területe volt a legnagyobb (90 és 102 cm^2). A KG Kunhalom és KG Széphalom fajták görbe alatti területe 80 cm^2 körüli

volt, ami ideális kenyérkészítéshez. A többi fajták görbe alatti területe átlag alatti, vagy nagyon alacsony volt. A nyújthatóság tekintetében elmondhatjuk, hogy a Kondor és KG Bendegúz fajták (116 és 98 mm) kivételével a vizsgált fajták jó nyújthatóságúak voltak.

A tészták 5 cm-es megnyúlásakor mért ellenállása közepesen magas volt. A legnagyobb ellenállást a KG Bendegúz fajta esetében tapasztaltam (290 BU). Ugyanennek a fajtának nagyon magas volt a nyújtással szembeni legnagyobb ellenállása is (411 BU). A nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás más fajták esetében is közel ekkora volt (Brutus, Antonius), azonban ezeknek a fajtáknak a nyújthatóságuk is megfelelő volt, így a KG Bendegúz fajta görbe alatti terület mutatója (51 cm^2) jóval elmarad a Brutus és Antonius fajták kiváló görbe alatti terület nagyságától.

A vizsgált minták farinográfos jellemzőire vonatkozó adatokat a 25. táblázat tartalmazza. A minták jelentős eltéréseket mutattak a farinográfos jellemzők alapján.

A minták átlagos vízfelvevő képessége 59% volt, a legkisebb értékeket a két legkisebb fehérjetartalmú fajta esetében mértem (Kondor és KG Bendegúz), vízfelvevő képességük 52%. A többi farinográfos jellemző tekintetében is hasonló eltéréseket tapasztaltam a fajták között. A Kondor és KG Bendegúz eredményei voltak a legkedvezőtlenebbek, a többi fajta farinográfos jellemzői pedig átlagosak (Pannónia NS, Brutus, Hunor, KG Széphalom), vagy kiemelkedőek (Antonius, KG Kunhalom) voltak.

24. táblázat

A vizsgált őszi búza fajták extenzográfos jellemzői

Fajta	E (mm)	R_5 (BU)	R_{max} (BU)	A (cm^2)	R_5/E	R_{max}/E
Pannónia NS	159	243	341	68	1,5	2,1
Brutus	176	265	398	90	1,5	2,3
Antonius	184	235	420	102	1,3	2,3
Hunor	146	283	345	66	1,9	2,4
Kondor	116	274	319	48	2,4	2,8
KG Bendegúz	98	290	411	51	4,0	4,3
KG Kunhalom	174	250	344	78	1,4	2,0
KG Széphalom	180	233	386	82	1,3	2,1
Átlag	156	272	371	73	1,9	2,5
Szórás	31,9	51,1	37,7	18,6	0,9	0,8

25. táblázat

A vizsgált őszi búza fajták farinográfos jellemzői

Fajta	Vízfelvevő képesség (%)	Tészta kialakulási idő (min)	Stabilitás (min)	Ellágyulás mértéke (FU)	Dagasztás tűrési index (FU)	Farinográf minőségi szám	Letörési idő (min)
Pannónia NS	63	2,3	10,1	44	21	97	9,7
Brutus	62	3,9	12,7	51	23	98	9,8
Antonius	60	4,2	14,6	53	14	115	11,4
Hunor	58	2,4	10,0	47	29	78	7,8
Kondor	52	1,4	3,5	94	71	21	2,1
KG Bendegúz	52	1,3	1,4	122	101	17	1,7
KG Kunhalom	64	5,1	10,5	47	17	149	14,9
KG Széphalom	65	5,2	8,2	94	28	104	10,4
Átlag	59	3,5	8,9	69	38	85	8,5
Szórás	5,0	1,9	4,3	28,9	30,0	44,9	4,4

A fajták reológiai jellemzőit a farinográfos és extenzográfos vizsgálat mellett alveográffal is meghatároztam (26. táblázat). Az alveográfos W érték alapján a Brutus (357 10^{-4} J) és Antonius (343 10^{-4} J) fajták voltak kiemelkedőek. A legkisebb W értéket a Kondor és GK Bendegúz fajták érték el, ezeknek a fajtáknak mind az ellenállásuk, mind a nyújthatóságuk nagyon alacsony volt. A többi fajta W értéke 149 és 284 10^{-4} J közötti volt. Tészta ellenállás tekintetében a Pannónia NS fajta (114 mm) volt kiemelkedő. A tészta nyújthatósági érték a KG Széphalom, a Brutus, az Antonius és a KG Kunhalom fajtáknak volt a legmagasabb.

26. táblázat

A vizsgált őszi búza fajták alveográfos jellemzői

Fajta	W (10^{-4} J)	P (mm)	L (mm)	G (ml)	P/L	Ie
Pannónia NS	255	114	58	16,8	2,1	56
Brutus	357	89	120	24,4	0,8	61
Antonius	343	63	146	26,9	0,4	69
Hunor	149	56	77	19,5	0,7	53
Kondor	98	32	83	20,3	0,4	60
KG Bendegúz	48	23	56	16,5	0,4	50
KG Kunhalom	237	59	164	28,5	0,4	51
KG Széphalom	284	79	117	24,1	0,7	48
Átlag	221	64	103	22,1	0,7	56
Szórás	110,8	27,7	40,1	4,48	0,6	6,8

A fajták cipó tulajdonságai más egyéb minőségi paraméterekhez hasonlóan nagyon eltérőek voltak (27. táblázat). A fajták átlagos cipó magasság értéke 81 mm volt, három fajta cipó magassági mutatója átlag alatti volt (Kondor, KG Bendegúz és KG Kunhalom). A cipó tömeg jellemző tekintetében a fajták nem mutattak jelentős különbségeket (332-354 g). A cipó térfogat és a 100 g tömegre vonatkoztatott cipó térfogat jellemzők alapján a KG Széphalom fajta értékei (1968 és 571 cm^3) magasan a legjobbak a fajták azonos mutatóira vonatkozó értékei között. A Brutus és Antonius fajták cipó térfogata a fajták átlaga fölötti, a többi fajta cipó térfogata nem tér el egymástól jelentős mértékben (1390 és 1487 cm^3 közötti).

A különböző fajták lisztjéből készült cipók bélzetének ellenállását, szerkezetének szilárdágát TA.*XTplus* állományvizsgáló készülékkel értékeltem. A vizsgálat eredményeit a 27. táblázat tartalmazza. A kenyérszelet 40%-os összenyomásához szükséges erő mértéke a Brutus, Hunor, KG Kunhalom és KG Széphalom fajták esetében volt a legkisebb (leglágyabb bélzetű cipók). A Pannónia NS és Antonius fajták

cipóinak bélzete közepesen erős volt (527 és 501 g). A legtömörebb szerkezetű cipók (1173 és 1248 g) a Kondor és a KG Bendegúz fajták lisztjéből készültek.

27. táblázat

A vizsgált őszi búza fajták cipó tulajdonságai

Fajta	Cipó magasság (mm)	Cipó térfogat (cm^3)	Cipó tömeg (g)	Cipó térfogat (cm^3/100g)	Erő (g)
Pannónia NS	85	1442	347	416	527
Brutus	88	1579	340	464	362
Antonius	83	1684	349	483	501
Hunor	84	1486	338	440	407
Kondor	68	1487	332	448	1173
KG Bendegúz	73	1390	354	393	1248
KG Kunhalom	79	1440	345	417	385
KG Széphalom	87	1968	345	570	308
Átlag	81	1559	344	454	614
Szórás	6,9	181	6,9	55,2	357,9

A liszt fehérje és sikér jellemzőinek, eésszámának, reológiai jellemzőinek vizsgálatát követően szerettem volna megállapítani, hogy mely mutatók befolyásolják a legnagyobb mértékben a cipó tulajdonságokat. Az Hagberg-féle eésszám cipójellemzőkre gyakorolt hatását nem vizsgáltam, mivel a cipósütést megelőzően a lisztek eésszámát malátaliszt hozzáadásával egységesen 250 s-ra állítottam be.

4.8.1. A cipó minőségének becslése a reológiai jellemzők alapján

A cipó magassága sem az extenzográfos, sem az alveográfos paraméterekkel nem mutatott szoros korrelációt. Elsősorban a farinográfos jellemzők és a sikértartalom vannak meghatározó hatással a cipó magasságára (28. táblázat).

28. táblázat

A cipó magassága és a vizsgált fehérje és reológiai jellemzők közötti kapcsolat

Modell	r	r^2	r^2_{adj}	Becslés hibája (mm)
WA	0,78	0,60	0,59	4,4
WA + DDT	0,83	0,69	0,67	3,9
WA + DDT + sikértartalom	0,91	0,82	0,80	3,1

A farinográfos jellemzők közül a vízfelvevő képesség és a tészta kialakulási idő mutatók voltak a leginkább meghatározók a cipó magasság szempontjából. A liszt vízfelvevő képessége alapján már elég nagy megbízhatósággal lehet becsülni a cipó

magasságot (r = 0,78, r^2_{adj} = 0,59). A legjobb becslés azonban a vízfelvevő képesség, tészta kialakulási idő és a sikértartalom együttes figyelembe vételével érhető el, ebben az esetben legkisebb a becslés hibája (3,1 mm).

A cipó tömeget az extenzográfos jellemzők közül a 90 perces pihentetést követő nyújtással szembeni ellenállás mutató alapján lehet a legegyszerűbben becsülni (29. táblázat), azonban a becslési hiba ebben az esetben viszonylag nagy (6,3 g).

29. táblázat

A cipó tömeg és a vizsgált fehérje és reológiai jellemzők közötti kapcsolat

Modell	r	r^2	r^2_{adj}	Becslés hibája (g)
R_{max}90	0,47	0,22	0,19	6,3
R_{max}90 + WA	0,60	0,36	0,31	5,8
R_{max}90 + WA + R_{max}/E45	0,82	0,67	0,63	4,3
R_{max}90 + WA + R_{max}/E45 + sikér index	0,86	0,74	0,70	3,8
R_{max}90 + WA + R_{max}/E45 + sikér index + E135	0,89	0,79	0,74	3,6
WA + R_{max}/E45 + sikér index + E135	0,88	0,78	0,74	3,6

A pontosabb becslés érdekében a vízfelvevő képesség és a sikér index jellemzők bevonásával csökkenthető. A legpontosabb becsléshez a vízfelvevő képesség, a 45 perces pihentetést követően mért legnagyobb ellenállás és nyújthatóság aránya, sikérindex és 135 perces pihentetést követően mért nyújthatóság mutatók alapján becsülhet a cipó tömege.

A cipó térfogatot elsősorban a liszt fehérjetartalma alapján tudjuk megbecsülni (r = 0,58, r^2_{adj} = 0,31), azonban a becslési hiba ebben az esetben viszonylag nagy (126 cm^3). A becslés pontossága növelhető farinográfos és extenzográfos paraméterek bevonásával (30. táblázat). A farinográfos jellemzők közül a tészta kialakulási idő, az ellágyulás mértéke, a keveréssel szembeni ellenállás paraméterek bevonásával növelhető a becslés pontossága. Az extenzográfos jellemzők közül a 90 perces pihentetést követően mért nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás, továbbá a 45 és 135 perces pihentetést követően mért nyújthatóság figyelembevételével csökkenthető a becslés hibája.

Az adatok alapján látható, hogy a cipó térfogat jellemző nagyon sok tényező által befolyásolt tulajdonság, ezért csak különböző fehérje és reológiai jellemzők együttes figyelembe vétele alapján becsülhető. Érdekes azonban, hogy az alveográfos jellemzők közül egyik sem került be a becslő egyenletekbe.

30. táblázat

A cipó térfogat és a vizsgált fehérje és reológiai jellemzők közötti kapcsolat

Modell	r	r^2	r^2_{adj}	Becslés hibája (cm^3)
fehérjetartalom	0,58	0,33	0,31	126
fehérjetartalom + DDT	0,71	0,50	0,46	111
fehérjetartalom + DDT + DS	0,77	0,60	0,55	102
fehérjetartalom + DDT + DS + MTI	0,90	0,81	0,78	72
fehérjetartalom + DDT + DS + MTI + R_{max}90	0,92	0,85	0,82	64
fehérjetartalom + DDT + DS + MTI + R_{max}90 + ST	0,96	0,91	0,89	50
DDT + DS + MTI + R_{max}90 + ST	0,96	0,91	0,89	49
DDT + DS + MTI + R_{max}90 + ST + *E*135	0,96	0,93	0,91	46
DDT + DS + MTI + R_{max}90 + ST + *E*135 + *E*45	0,97	0,94	0,92	43

A kenyérszelet 40%-os összenyomásához szükséges erő és a vizsgált minőségi mutatók közötti összefüggések vizsgálata alapján megállapítható (31. táblázat), hogy a reológiai jellemzők alapján nagyon jól becsülhető a kenyér bélzet szilárdsága.

A farinográfos paraméterek közül a dagasztás tűrési indexe, stabilitása alapján becsülhető a bélzet szilárdsága. A tészta dagasztás tűrési indexe szoros kapcsolatban áll az összenyomáshoz szükséges nagyságával (r = 0,93, r^2_{adj} = 0,85).

A következő minőségi jellemző, amely figyelembe vételével növelhető a becslés biztonsága az alveográffal meghatározott Ie érték. Az alveográfos jellemzők közül az Ie érték mellett a W érték járulhat hozzá a becslés megbízhatóságának növeléséhez.

Az extenzográfos paraméterek közül a 135 perces pihentetést követően mért 5 cm-es megnyúláskor mérrt ellenállás és görbe alatti terület nagysága befolyásolja a becslés pontosságát. A fehérje jellemzők közül a vizsgálat során egyedül a Zeleny index került be a becslő képletbe.

A szelet összenyomásához szükséges erő becslése legalább annyira összetett feladat, mint a cipó térfogatának meghatározása. Az erő becslése javarészt a reológiai jellemzőkön, a farinográffal és alveográffal meghatározott paramétereken alapul.

31. táblázat

A kenyérszelet összenyomásához szükséges erő és a vizsgált fehérje és reológiai jellemzők közötti kapcsolat

Modell	r	r^2	r^2_{adj}	Becslés hibája (g)
MTI	0,93	0,86	0,85	139
MTI + Ie	0,95	0,90	0,89	118
MTI + Ie + ST	0,96	0,93	0,92	103
MTI + Ie + ST + $R_5$135	0,97	0,94	0,93	93
Ie + ST + $R_5$135	0,97	0,94	0,93	95
Ie + ST + $R_5$135 + W	0,98	0,96	0,96	77
Ie + ST + $R_5$135 + W + Zeleny index	0,98	0,97	0,96	70
Ie + ST + $R_5$135 + W + Zeleny index + *A*135	0,99	0,98	0,98	56
Ie + ST + W + Zeleny index + *A*135	0,99	0,98	0,98	55

5. Következtetések

Az extenzográfos jellemzők alapján a lisztek reológiai jellemzői nagyon jól és megbízhatóan értékelhetőek. A három különböző pihentetési időben elvégzett mérések során megállapított extenzográfos paramétereknek köszönhetően rengeteg információt kapunk a tészta reológiai jellemzőiről.

Az extenzográfos vizsgálat során a tészta reológiai jellemzői folyamatosan változnak. A tészta nyújthatósága a tészta újbóli elszakítása és pihentetése hatására fokozatosan csökken. A legjobb nyújthatósági értékeket a 45 perces vizsgálat során mutatják a minták. A 135 perces pihentetést követően elvégzett mérés során a minták átlagos nyújthatósága akár több mint 10%-kal is csökkenhet az első mérés eredményéhez képest.

A minták 5 cm-es megnyúláskor mért ellenállása a pihentetési idő növelésével egyre nő, a tészták ellenállása a 135 perces pihentetési idő után a legnagyobb. A fajták között e tulajdonság tekintetében megfigyelhetők eltérések, ugyanis egyes fajták a 90 perces mérés során érték el a legnagyobb 5 cm-es megnyúláskor mért ellenállás értékeket.

A vizsgált fajták nyújtással szembeni legnagyobb ellenállása a nyújthatósággal ellentétben nem nőtt a pihentetési idő növelésével párhuzamosan.

A minták görbe alatti területe hasonlóan a tészta nyújtással szembeni ellenállási jellemzőihez nem nőtt a pihentetési idő növekedésével. A legkisebb görbe alatti terület értékeket egy kivételtől (Mv Mazurka) eltekintve minden esetben a 45 perces vizsgálat során mutatták a fajták. A fajták extenzográfos görbe alatti terület értéke az Mv Mazurka fajta kivételével valamennyi fajta esetében a 90 perces pihentetést követően volt a legnagyobb, a következő mérés alkalmával kisebb értékeket mértem.

A genotípus alapvetően meghatározza a búzalisztből készült tészták reológiai jellemzőit, a legnagyobb változatosságot a nyújthatóság esetében tapasztaltam.

A műtrágyázás az 5 cm-es megnyúláskor mért ellenállásra kisebb mértékben volt hatással, viszont nagymértékben befolyásolta a tészták nyújthatóságát, nyújtással szembeni legnagyobb ellenállását és a görbe alatti terület alakulását. A kontroll eredményekhez képest a műtrágyázás minden extenzográfos minőségi paraméter esetében javította a búzaliszt minőségét. A N_{120} + PK műtrágyaadag mellett kaptam a

legmagasabb extenzográfos értékeket, a műtrágyaadag további növelése csak a tészta nyújthatóságát javította, a többi mutató értéke romlott.

A termesztési év valamennyi extenzográfos mutatót jelentős mértékben befolyásolta. Az őszi búza fajták extenzográfos jellemzőit a tenyészidőszak alatti időjárási körülmények jelentős mértékben befolyásolják. A tészta nyújthatósága, nyújtással szembeni legnagyobb ellenállása és a görbe alatti terület a legszárazabb és a legmelegebb évben (2007) volt a legnagyobb. A leggyengébb extenzográfos eredményeket 2006-ban érték el a fajták, ebben az évben volt a tenyészidőszak alatt lehullott csapadék mennyisége a legnagyobb.

A tészta 5 cm-es megnyúláskor mért ellenállása és a nyújtással szembeni legnagyobb ellenállása jellemzők esetében megállapítottam, hogy a fajta meghatározó hatását a műtrágyázás jelentős mértékben tudja befolyásolni. Az esetleg kedvezőtlenebb időjárási viszonyok kedvezőtlen hatása az adott fajta igényeihez igazodó műtrágyázással kompenzálható. A görbe alatti terület esetében is hasonló összefüggéseket találtam, miszerint a fajta, a műtrágyázás és az évjárat is nagyon meghatározó tényező, azonban az ideális műtrágya szint megválasztásával a fajták közti különbségek csökkenthetők és az adott évjárat hatása mérsékelhető.

A lisztek fehérjetartalma és a tészta extenzográfos nyújthatósága között közepesen szoros pozitív kapcsolat van. A magasabb fehérjetartalmú lisztből készült tészta nyújthatósága nagyobb. A nyújtással szembeni ellenállás jellemzők és a liszt fehérjetartalma közötti gyenge kapcsolat arra utal, hogy a fehérjék mennyisége nem befolyásolja meghatározó mértékben a tészta ellenállását. Közepesen szoros korrelációs értéket kaptam a liszt fehérjetartalma és a görbe alatti terület között.

A tészta extenzográfos nyújthatósága és farinográfos jellemzői között közepesen szoros kapcsolatot állapítottam meg. A legszorosabb kapcsolatot a vízfelvevő képesség, az ellágyulási idő, a stabilitás, a farinográf minőségi szám, a planimetrált terület nagysága és a tészta nyújthatósága között találtam. A tészta nyújtással szembeni ellenállása és a farinográfos jellemzők között gyenge kapcsolatot állapítottam meg. Az 5 cm-es megnyúláskor mért ellenállás esetében csak a farinográffal meghatározott ellágyulás mértéke mutatóval kapcsolatban találtam statisztikailag igazolható összefüggét. Az extenzográfos nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás és a farinográfos jellemzők között gyenge korrelációs értékeket találtam. A görbe alatti terület és a farinográfos jellemzők között a korrelációs értékek általában közepesen

erősek (ellágyulási idő, stabilitás, ellágyulás mértéke, farinográf minőségi szám, planimetrált terület).

A fajták extenzográfos és alveográfos nyújthatósága és nyújtással szembeni ellenállásra vonatkozó paramétereit összehasonlítva azt tapasztaltam, hogy egyes fajtáknál a két módszerrel megállapított reológiai sajátosságok nagyon hasonlóak, addig más fajtáknál jelentős eltérések vannak a két vizsgálat eredményei között.

Az extenzográfos és alveográfos jellemzők főkomponens analízise alapján megállapítottam, hogy a két vizsgálat során mért mutatókat eltérő faktorok határozzák meg. Az alveográfos P érték érdekes módon az extenzográfos nyújthatósággal kerül egy faktorba, ami azt mutatja, hogy a P értéket ugyanazok a tényezők befolyásolják, mint az extenzográfos nyújthatóságot.

Az extenzográfos görbe alatti terület nagysága a korreláció értékek alapján elsősorban a tészta legnagyobb nyújtással szembeni ellenállásától függ. Ezzel szemben az alveográfos W érték közel azonos mértékben függ a nyújtással szembeni ellenállástól (P érték) és a nyújthatóságtól (L érték). Tehát egyik tulajdonságnak sincs kiemelkedő hatása a W érték nagyságra, míg az extenzográfos görbe alatti terület nagyságát a tészta nyújtással szembeni legnagyobb ellenállása (görbe maximuma) alapvetően meghatározza.

Az extenzográf esetében a legnagyobb nyújtással szembeni ellenállás és a nyújthatóság közötti korreláció pozitív, tehát ha nő a tészta legnagyobb nyújtással szembeni ellenállása kismértékben növekszik a tészta nyújthatósága is. Ezzel szemben az alveográf esetében a tészta nyújtással szembeni ellenállása (P érték) és a nyújthatósága között (L érték) gyenge negatív korreláció található. Ez azt mutatja, hogy amennyiben növekszik a tészta ellenállása minden esetben csökken a nyújthatósága, vagy ha nő a nyújthatósága csökken a nyújtással szembeni ellenállása, tehát elképzelhetetlen, hogy egyszerre javuljon mind a két mutató.

Az extenzográfos és alveográfos mutatók közötti korrelációk vizsgálata alapján megállapíthatjuk, hogy az alveográfos W érték szorosabb kapcsolatban van az extenzográfos nyújthatósággal, mint a görbe alatti terület nagyságával.

A cipó magassága sem az extenzográfos, sem az alveográfos paraméterekkel nem mutatott szoros korrelációt. Elsősorban a farinográfos jellemzők és a sikértartalom vannak meghatározó hatással a cipó magasságára.

A cipó tömeget az extenzográfos jellemzők közül a 90 perces pihentetést követő nyújtással szembeni ellenállás mutató alapján lehet a legegyszerűbben becsülni,

azonban a becslési hiba ebben az esetben viszonylag nagy (6,3 g). A pontosabb becslés érdekében a vízfelvevő képesség és a sikér index jellemzők bevonásával csökkenthető. A cipó tömege a legpontosabban a vízfelvevő képesség, a 45 perces pihentetést követően mért legnagyobb ellenállás és nyújthatóság aránya, sikér index és 135 perces pihentetést követően mért nyújthatóság mutatók alapján becsülhető.

A cipó térfogatot elsősorban a liszt fehérjetartalma alapján tudjuk becsülni. A becslés pontossága növelhető farinográfos és extenzográfos paraméterek bevonásával. Az extenzográfos jellemzők közül a 90 perces pihentetést követően mért nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás, továbbá a 45 és 135 perces pihentetést követően mért nyújthatóság figyelembevételével csökkenthető a becslés hibája.

A kenyérszelet 40%-os összenyomásához szükséges erő és a vizsgált minőségi mutatók közötti összefüggések vizsgálata alapján megállapítható, hogy elsősorban a farinográfos és alveográfos reológiai jellemzők alapján becsülhető a kenyér bélzet szilárdsága. Az extenzográfos paraméterek közül a 135 perces pihentetést követően mért 5 cm-es megnyúláskor fellépő ellenállás és a görbe alatti terület nagysága befolyásolja a becslés pontosságát.

A hazai gyakorlatban az extenzográfos paraméterek közül a görbe alatti terület nagysága a leginkább fontosnak tartott mutató. A vizsgálataim alapján megállapítható, hogy az extenzográfos görbe alatti terület mutató önmagában nem jellemzi kellő mértékben a tészta reológiai sajátosságait. Közel azonos görbe alatti területű fajták nyújthatósága és nyújtással szembeni ellenállása jelentős mértékben eltérő lehet. Ahhoz, hogy egy fajtát megfelelően tudjunk értékelni a reológiai jellemzői alapján, az extenzográfos görbe alatti terület érték mellett mindenképpen meg kell adni a tészták nyújthatóságát és nyújtással szembeni ellenállását.

A nagy extenzográfos görbe alatti területtel jellemezhető fajták tésztájának közös jellemzője, hogy nyújthatóságuk kiváló és nyújtással szembeni ellenállásuk átlag feletti.

6. Összefoglalás

A gabonafélék adják a világ élelmiszer termelésének közel 60%-át. A búza egyedülálló abban a tekintetben, hogy számos emberi fogyasztásra alkalmas termék készíthető belőle. A különböző sütőipari termékek készítéséhez eltérő minőségű lisztre van szükség. A liszt fehérjetartalmának és fehérje összetételének jellemzése valamint a tészta reológiai jellemzőinek vizsgálata nélkülözhetetlen ahhoz, hogy meg tudjuk határozni a lisztek alkalmasságát az egyes termékek gyártásához.

A farinográf a legelterjedtebben használt tésztavizsgáló készülék, mely egyaránt jellemzi a tészta kialakulását, stabilitását és ellágyulását. A farinográf azonban nem jellemzi a tészta valamennyi tulajdonságát, így például nem jellemzi a tészta nyújthatóságát. Az extenzográf alkalmas a tészta nyújthatósági tulajdonságainak mérésére, különösen a nyújtással szembeni ellenállás (rezisztencia) és a nyújthatóság megállapítására, ami alapján következtetni lehet a liszt kenyérkészítési jellemzőire, valamint a végtermék minőségére.

A gabona kereskedelemben a búzatételek minőségi besorolása nagymértékben függ a liszt fehérjetartalmától és a tészta reológiai jellemzőitől. Az extenzográffal meghatározott jellemzők közül két paraméter vizsgálata széleskörűen elterjedt, az egyik a nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás (R_{max}), a másik a nyújthatóság (E).

A minták jelentős része a Debreceni Egyetem Látóképi kísérleti területéről Prof. Dr. Pepó Péter által irányított fajta-összehasonlító és műtrágyázási kísérletekből származott. Kisparcellás tartamkisérletben a genotípus és a műtrágyázás hatását vizsgáltuk a búzalisztek extenzográfos jellemzőire három egymást követő évben. 2006-ban nyolc őszi búza fajta extenzográfos jellemzőit határoztam meg, ezek a GK Öthalom, Lupus, Saturnus, Sixtus, Mv Suba, Mv Magvas, Mv Emese, GK Kalász fajták voltak. 2007-ben kevesebb fajtával, de mindenképpen kellő mennyiségű mintával folytattam az őszi búza fajták összehasonlító vizsgálatát. A vizsgált fajták ebben az évben: GK Öthalom, Lupus, Saturnus, Sixtus, Mv Suba és Mv Mazurka. A következő évben (2008) a vizsgált fajták a GK Öthalom, Lupus, Saturnus, Sixtus, Mv Suba és GK Petur fajták voltak. A látóképi kísérletben az alábbi műtrágyakezelést alkalmaztuk: kontroll, 30 kg ha^{-1} nitrogén, 22,5 kg ha^{-1} P_2O_5 és 26,5 kg ha^{-1} K_2O és ezen adagok kétszeresét, háromszorosát, négyszeresét, és ötszörösét. Minden kezelést négy ismétlésben vizsgáltunk.

2009-ben a vizsgálataim nem a fajták összehasonlítására és a műtrágyázás extenzográfos jellemzőkre gyakorolt hatásának megállapítására irányultak. Ebben az évben különböző fehérjetartalmú fajták reológiai jellemzőit vizsgáltam (farinográf, alveográf, extenzográf) és összehasonlítottam a lisztből készített cipó minőségi paramétereivel. A vizsgálatokat nyolc őszi búza fajta mintáin végeztem el. A Debreceni Egyetem Karcagi Kutató Intézete öt fajtát biztosított számomra, ezek a Hunor, Kondor, KG Bendegúz, KG Kunhalom és KG Széphalom fajták voltak. Három fajtát (Pannónia NS, Brutus, Antonius) Mike Ferenc magángazdálkodó bocsátotta rendelkezésemre.

A lisztminták vizsgálatát a Debreceni Egyetem Élelmiszertudományi, Minőségbiztosítási és Mikrobiológiai Intézetében végeztem. Az extenzográfos jellemzők alapján a búzafajtákat minőségi kategóriákba lehet sorolni. Egyes fajták a jó nyújthatóságuk alapján kiemelkedőek (Mv Suba), míg más fajtáknak a nyújtással szembeni ellenállásuk jelentősen nagyobb (GK Öthalom és GK Kalász) a több fajtához képest. A nagy extenzográfos görbe alatti területtel jellemezhető fajták tésztájának közös jellemzője, hogy nyújthatóságuk kiváló és nyújtással szembeni ellenállásuk átlag feletti (Lupus, Saturnus és Mv Suba).

Az extenzográfos vizsgálat során a tészta reológiai jellemzői folyamatosan változnak. A tészta nyújthatósága a tészta újbóli elszakítása és pihentetése hatására fokozatosan csökken. A legjobb nyújthatósági értékeket a 45 perces vizsgálat során mutatták a minták. A 135 perces pihentetést követően elvégzett mérés során a minták átlagos nyújthatósága több mint 10%-kal csökkent az első mérés eredményéhez képest. A minták mért ellenállása a pihentetési idő növelésével egyre nőtt, a tészták ellenállása a 135 perces pihentetési idő után volt a legnagyobb. A fajták között e tulajdonság tekintetében megfigyelhetők eltérések, ugyanis egyes fajták a 90 perces mérés során érték el a legnagyobb 5 cm-es megnyúlásakor mért ellenállás értékeket (Lupus, Mv Suba és GK Petur). A vizsgált fajták nyújtással szembeni legnagyobb ellenállása a nyújthatósággal ellentétben nem nőtt a pihentetési idő növelésével párhuzamosan. A minták görbe alatti területe hasonlóan a tészta nyújtással szembeni ellenállási jellemzőihez nem nőtt a pihentetési idő növelésének hatására. A legkisebb görbe alatti terület értékeket egy kivételtől (Mv Mazurka) eltekintve minden esetben a 45 perces vizsgálat során mutatták a fajták. A fajták extenzográfos görbe alatti terület értéke az Mv Mazurka fajta kivételével valamennyi fajta esetében a 90 perces pihentetést követően volt a legnagyobb, a következő mérés alkalmával kisebb értékeket mértem.

Három év adatait elemezve vizsgáltam a fajta, a műtrágyázás és évjárat hatását az extenzográfos jellemzőkre. A genotípus alapvetően meghatározza a búzalisztből készült tészták reológiai jellemzőit (p <0,001), a legnagyobb változatosságot a nyújthatóság esetében tapasztaltam. A műtrágyázás az 5 cm-es megnyúláskor mért ellenállásra kisebb mértékben volt hatással, viszont nagymértékben befolyásolta a tészták nyújthatóságát, nyújtással szembeni legnagyobb ellenállását és a görbe alatti terület alakulását. A kontroll eredményekhez képest a műtrágyázás minden extenzográfos minőségi paraméter esetében javította a búzaliszt minőségét. A N_{120} + PK műtrágyaadag mellett kaptam a legmagasabb extenzográfos értékeket, a műtrágyaadag további növelése csak a tészta nyújthatóságát javította, a többi mutató értéke romlott. A termesztési év valamennyi extenzográfos mutatót jelentős mértékben befolyásolta. Az őszi búza fajták extenzográfos jellemzőit a tenyészidőszak alatti időjárási körülmények jelentős mértékben befolyásolják. A tészta nyújthatósága, nyújtással szembeni legnagyobb ellenállása és a görbe alatti terület a legszárazabb és a legmelegebb évben (2007) volt a legnagyobb. A leggyengébb extenzográfos eredményeket 2006-ban érték el a fajták, ebben az évben volt a tenyészidőszak alatt lehullott csapadék mennyisége a legnagyobb.

A lisztek fehérjetartalma és extenzográfos mutatói közepesen szoros kapcsolatban állnak egymással. A legmagasabb korrelációs együttható értéket a tészták extenzográfos nyújthatóságára vonatkozóan találtam (r = 0,624). A tészta 5 cm-es megnyúláskor mért ellenállása és a liszt fehérjetartalma között nem volt szinte semmilyen összefüggés megállapítható (r = 0,056). A nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás esetében is nagyon alacsony korrelációs értékeket kaptam (r = 0,186). A nyújtással szembeni ellenállás jellemzők és a liszt fehérjetartalma közötti gyenge kapcsolat arra utal, hogy a fehérjék mennyisége nem befolyásolja meghatározó mértékben a tészta ellenállását. Közepesen szoros korrelációs értéket kaptam a liszt fehérjetartalma és a görbe alatti terület között (r = 0,411).

Vizsgáltam a farinográfos és extenzográfos jellemzők közötti összefüggéseket. A tészta extenzográfos nyújthatósága és farinográfos jellemzői között közepesen szoros kapcsolatot állapítottam meg. A legszorosabb kapcsolatot a vízfelvevő képesség, az ellágyulási idő, a stabilitás, a farinográf minőségi szám, a planimetrált terület nagysága és a tészta nyújthatósága között találtam (ezeknél a mutatóknál r >0,5). A tészta 5 cm-es megnyúláskor mért ellenállása és a farinográfos jellemzők között gyenge kapcsolatot állapítottam meg. Az 5 cm-es megnyúláskor mért ellenállás esetében csak a farinográffal meghatározott ellágyulás mértéke mutatóval kapcsolatban találtam

statisztikailag igazolható összefüggét (r = -0,17). Az extenzográfos nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás esetében valamennyi vizsgált farinográfos paraméterrel kapcsolatban sikerült szignifikáns (p <0,05) összefüggést kimutatni, azonban a korrelációs értékek nagyon alacsonyak voltak. A görbe alatti terület és a farinográfos jellemzők között minden esetben szignifikáns kapcsolatot találtam (p <0,05). A korrelációs értékek általában közepesen erősek (ellágyulási idő, stabilitás, ellágyulás mértéke, farinográf minőségi szám, planimetrált terület), a többi mutató esetében gyenge korrelációs értékeket találtam.

A fajták extenzográfos és alveográfos nyújthatósága és nyújtással szembeni ellenállásra vonatkozó paramétereit összehasonlítva azt tapasztaltam, hogy egyes fajtáknál a két módszerrel megállapított reológiai sajátosságok nagyon hasonlóak (Lupus), addig más fajtáknál (Saturnus, Mv Suba) jelentős eltérések vannak a két vizsgálat eredményei között. Az extenzográfos és alveográfos jellemzők főkomponens analízise alapján megállapítottam, hogy a két vizsgálat során mért mutatókat eltérő faktorok határozzák meg. Az 1. faktor kizárólag extenzográfos paraméterekre hat, ezek elsősorban a tészta nyújtással szembeni ellenállására utaló paraméterek, úgymint az 5 cm-es megnyúláskor mért és a nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás. Az extenzográfos görbe alatti terület az 1. és 2. faktor által befolyásolt paraméter. A 2. faktor egy közös faktor, mely egyaránt hatással van extenzográfos és alveográfos jellemzőkre is. Ezzel szemben a 3. faktor csak az alveográfos paramétereket befolyásolja (P, L és G értékek). A P érték érdekes módon az extenzográfos nyújthatósággal kerül egy faktorba, ami előre vetíti, hogy az alveográfos és extenzográfos nyújthatóság és nyújtással szembeni ellenállásra vonatkozó jellemzők igen eltérőek. A W értéket ellentétben az extenzográfos görbe alatti területtel, egyetlen faktor is képes megmagyarázni, ez a kettes faktor.

Az extenzográfos görbe alatti terület nagysága a korreláció értékek alapján elsősorban a tészta legnagyobb nyújtással szembeni ellenállástól függ (r = 0,91). Ezzel szemben az alveográfos W érték közel azonos mértékben függ a nyújtással szembeni ellenállástól (P érték) és a nyújthatóságtól (görbe hossza, L érték), a korrelációs értékek 0,52 és 0,50. Másik jelentős eltérés a két mérés között, hogy az extenzográf esetében a legnagyobb nyújtással szembeni ellenállás és a nyújthatóság közötti korreláció pozitív (r = 0,20), tehát ha nő a tészta legnagyobb nyújtással szembeni ellenállása kismértékben növekszik a tészta nyújthatósága (a görbe hossza) is. Ezzel szemben az alveográf esetében a tészta nyújtással szembeni ellenállása (P érték) és a nyújthatósága között (L

érték) gyenge negatív korreláció található (r = -0,34), ez azt mutatja, hogy amennyiben növekszik a tészta ellenállása minden esetben csökken a nyújthatósága, vagy ha nő a nyújthatósága csökken a nyújtással szembeni ellenállása.

Az extenzográfos és alveográfos mutatók közötti korrelációk vizsgálata alapján megállapítottam, hogy az extenzográfos görbe alatti terület és az alveográfos W érték között közepes korreláció van (r = 0,45). Az alveográfos W érték szorosabb korrelációban van az extenzográfos nyújthatósággal (r = 0,61), mint a görbe alatti terület nagyságával.

A cipó magassága sem az extenzográfos, sem az alveográfos paraméterekkel nem mutatott szoros korrelációt. Elsősorban a farinográfos jellemzők és a sikértartalom vannak meghatározó hatással a cipó magasságára. A cipó tömeget az extenzográfos jellemzők közül a 90 perces pihentetést követően mért 5 cm-es megnyúláskor fellépő ellenállás alapján lehet a legegyszerűbben becsülni. A pontosabb becslés érdekében a vízfelvevő képesség és a sikér index jellemzők bevonásával csökkenthető. A cipó tömege a legpontosabban a vízfelvevő képesség, a 45 perces pihentetést követően mért legnagyobb ellenállás és nyújthatóság aránya, sikérindex és 135 perces pihentetést követően mért nyújthatóság mutatók alapján becsülhető. A cipó térfogatot elsősorban a liszt fehérjetartalma alapján tudjuk megbecsülni (r = 0,58), azonban a becslési hiba ebben az esetben viszonylag nagy (126 cm^3). A becslés pontossága növelhető farinográfos és extenzográfos paraméterek bevonásával. Az extenzográfos jellemzők közül a 90 perces pihentetést követően mért nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás, továbbá a 45 és 135 perces pihentetést követően mért nyújthatóság figyelembevételével csökkenthető a becslés hibája. A kenyérszelet 40%-os összenyomásához szükséges erő és a vizsgált minőségi mutatók közötti összefüggések vizsgálata alapján megállapítható, hogy a reológiai jellemzők alapján nagyon jól becsülhető a kenyér bélzet szilárdsága. A farinográfos paraméterek közül a tészta dagasztás tűrési indexe, stabilitása alapján becsülhető a bélzet szilárdsága. A következő minőségi jellemző, amely figyelembe vételével növelhető a becslés biztonsága az alveográffal meghatározott Ie érték. Az alveográfos jellemzők közül az Ie érték mellett a W érték járulhat hozzá a becslés megbízhatóságának növeléséhez. Az extenzográfos paraméterek közül a 135 perces pihentetést követően mért 5 cm-es megnyúláskor mért ellenállás és a görbe alatti terület nagysága befolyásolja a becslés pontosságát.

7. Új tudományos eredmények

1. A műtrágyázás nagymértékben befolyásolja a tészták nyújthatóságát, nyújtással szembeni legnagyobb ellenállását és a görbe alatti terület nagyságát. A kontroll eredményekhez képest a műtrágyázás minden extenzográfos minőségi paraméter esetében javította a búzaliszt minőségét. A legmagasabb extenzográfos értékeket a N_{120} + PK műtrágyaadag mellett érik el a fajták, a műtrágyaadag további növelése csak a tészta nyújthatóságát javítja, a többi mutató értéke csökken.

2. A termesztési év valamennyi extenzográfos mutatót jelentős mértékben befolyásolja. Az egyes termesztési években ugyanazon fajta extenzográfos eredményei nagyon eltérőek lehetnek. A tészta nyújthatósága, nyújtással szembeni legnagyobb ellenállása és a görbe alatti területe a száraz és meleg időjárási körülmények mellett a legnagyobb.

3. A lisztek fehérjetartalma és a tészta extenzográfos nyújthatósága, valamint görbe alatti terület mutatója között közepesen szoros pozitív kapcsolat van. A magasabb fehérjetartalmú lisztből készült tészta nyújthatósága és görbe alatti területe nagyobb. A nyújtással szembeni ellenállás jellemzők és a liszt fehérjetartalma között gyenge pozitív kapcsolat található. A liszt fehérjetartalma nem befolyásolja jelentős mértékben a tészta nyújtással szembeni ellenállását.

4. A tésztaminták extenzográfos nyújthatósága, görbe alatti területe és a farinográfos jellemzők között a korrelációs értékek általában közepesen erősek (ellágyulási idő, stabilitás, ellágyulás mértéke, farinográf minőségi szám, planimetrált terület). A tészta nyújtással szembeni ellenállása és a farinográfos jellemzők között kapcsolat gyenge.

5. Az extenzográfos és alveográfos jellemzők főkomponens analízise alapján megállapítható, hogy a két vizsgálat során mért mutatókat eltérő faktorok határozzák meg. Az alveográfos P érték érdekes módon az extenzográfos

nyújthatósággal mutat hasonlóságot, a P értéket ugyanazok a tényezők befolyásolják, mint az extenzográfos nyújthatóságot.

6. Az extenzográfos és alveográfos vizsgálat között jelentős különbség, hogy az extenzográfos görbe alatti terület nagysága elsősorban a tészta legnagyobb nyújtással szembeni ellenállásától függ. Ezzel szemben az alveográfos W érték közel azonos mértékben függ a nyújtással szembeni ellenállástól (P érték) és a nyújthatóságtól (L érték).

7. A búzalisztből készült cipó minőségi jellemzői közül a cipó magassága sem az extenzográfos, sem az alveográfos paraméterekkel nem mutat szoros korrelációt. Elsősorban a farinográfos jellemzők és a sikértartalom vannak meghatározó hatással a cipó magasságára. A cipó tömeget az extenzográfos jellemzők közül a 90 perces pihentetést követően meghatározott 5 cm-es megnyúláskor mért ellenállás alapján lehet a legegyszerűbben becsülni. A pontosabb becslés érdekében a vízfelvevő képesség és a sikér index jellemzők bevonására van szükség. A cipó térfogatot elsősorban a liszt fehérjetartalma alapján tudjuk becsülni. A becslés pontossága növelhető farinográfos és extenzográfos paraméterek bevonásával. A kenyérbélzet szilárdsága elsősorban a farinográfos és alveográfos reológiai jellemzők alapján becsülhető, az extenzográfos jellemzők szerepe nem jelentős.

8. Gyakorlatban hasznosítható tudományos eredmények

1. Az őszi búza lisztből készült tészta extenzográffal meghatározott reológiai jellemzőit a fajta, a NPK műtrágyázás és az évjárat külön-külön is jelentős mértékben meghatározza, azonban a fajta igényeihez igazodó műtrágyázással a fajták közti különbségek csökkenthetők és az adott évjárat hatása mérsékelhető.

2. Az extenzográfos jellemzők alapján a lisztek reológiai jellemzői nagyon jól és megbízhatóan értékelhetőek. A három különböző pihentetési időben elvégzett mérések során megállapított extenzográfos paramétereknek köszönhetően rengeteg információt kapunk a tészta reológiai jellemzőiről.

3. Az extenzográfos vizsgálat során a tészta reológiai jellemzői folyamatosan változnak. A tészta nyújthatósága a tészta újbóli elszakítása és pihentetése hatására fokozatosan csökken. Ha az őszi búza fajták lisztjeinek reológiai jellemzőit csak a 135 perces pihentetést követő mérés során kapott eredmények alapján értékeljük, számos az adott fajta tésztájának viselkedésére vonatkozó információkról mondunk le. A tészta változásának mértéke a vizsgálat során olyan adatokat jelenthet, mely felhasználható a lisztből készült végtermék gyártási technológiája során. Ennek érdekében javaslom, hogy a 135 perces vizsgálat eredményei mellett a 45 perces vizsgálat eredményeit is adjuk meg a fajták értékelése során.

4. A hazai gyakorlatban az extenzográfos paraméterek közül a görbe alatti terület nagysága a leginkább fontosnak tartott mutató. A vizsgálataim alapján megállapítható, hogy az extenzográfos görbe alatti terület mutató önmagában nem jellemzi kellő mértékben a tészta reológiai sajátosságait. Közel azonos görbe alatti területű fajták nyújthatósága és nyújtással szembeni ellenállása jelentős mértékben eltérő lehet. Ahhoz, hogy egy fajtát megfelelően tudjunk értékelni a reológiai jellemzői alapján, az extenzográfos görbe alatti terület érték mellett mindenképpen meg kell adni a tészták nyújthatóságára és nyújtással szembeni ellenállására vonatkozó eredményeket.

Irodalomjegyzék

1. Addo, K., Coahran, D. R. and Pomeranz, Y. (1990): A new parameter related to loaf volume based on the first derivative of the alveograph curve. Cereal Chemistry 67, 64-69.

2. Alamri, M., Manthey, F., Mergoum, M., Elias, E., and Khan, K. (2009): Assessing spring wheat quality using the glutograph instrument. Cereal Foods World 54, 124-131.

3. Ammar, K., Kronstad, W. E., and Morris, C. F. (2000): Bread-making quality of selected durum wheat genotypes and its relationship with high molecular weight glutenin subunits allelic variation and gluten protein polymeric composition. Cereal Chemistry 77, 230-236.

4. Aussenac, T., Carceller, J., and Kleiber, D. (2001): Changes in SDS solubility of glutenin polymers during dough mixing and resting. Cereal Chemistry 78, 39-45.

5. Autio, K., Flander, L., Kinnuen, A., and Heinonen, R. (2001): Bread quality relationship with rheological measurements of wheat flour dough. Cereal Chemistry 78, 654-657.

6. Balogh, Á. and Pepó, P. (2006): A tápanyagelátás és a fajta hatása az őszi búza termésmennyiségére, betegség-ellenállóságára és sütőipari minőségére tartamkísérletben. Növénytermelés 55, 357-370.

7. Balogh, Á. and Pepó, P. (2008): Cropyear effects on the fertilizer responses of winter wheat (*Triticum aestivum L.*) genotypes. Cereal Research Communications 36, 731-734.

8. Bangur, R., Batey, I. L., McKenzie, E., and MacRitchie, F. (1997): Dependence of extensigraph parameters on wheat protein composition measured by SE-HPLC. Journal of Cereal Science 25, 237-241.

9. Baric, M., Sarcevic, H., Keresa, S., Habus Jercic, I., and Rukavina, I. (2007): Genotypic differences for nitrogen use efficiency in winter wheat (Triticum aestivum L.). Cereal Research Communications 35, 213-216.

10. Benedek Á. és Győri Z. (1995): A különböző termőhelyen termesztett búzafajták lisztminőségi paramétereinek összehasonlítása. Növénytermelés 44, 11-17.

11. Belitz, H. D. and Grosch, W. (1987): Cereals and cereal products. In ‘Food Chemistry’, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, Germany. pp 494-535.

12. Bettge, A., Rubenthaler, G. L., and Pomeranz, Y. (1989): Alveograph algorithms to predict functional properties of in bread and cookie baking. Cereal Chemistry 66, 81-86.

13. Bloksma, A. H. (1962): Slow creep of wheat flour doughs. Rheologica Acta 2, 217–230.

14. Bloksma, A. H. (1990a): Rheology of the breadmaking process. Cereal Foods World 35, 228-236.

15. Bloksma, A. H. (1990b): Dough structure, dough rheology, and baking quality. Cereal Foods World 35, 237-244.

16. Bloksma, A. H. and Bushuk, W. (1988): Rheology and chemistry of dough. In ’Wheat Chemistry and Technology’ (Y. Pomeranz, ed.) American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, pp. 131-219.

17. Bockstaele, F. van, de Leyn, I., Eeckhout, M. and Dewettinck, K. (2008): Rheological properties of wheat flour dough and relationship with bread volume. I. Creep-recovery measurement. Cereal Chemistry 81, 753-761.

18. Boehm, D. J., Berzonsky, W. A., and 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.

19. Booth, M. R. and Malvin, M. A. (1979): Factors responsible for the poor bread making quality of high yielding European wheat. Journal of the Science of Food and Agriculture 30, 1057-1064.

20. Borghi, B., Corbellini, M., Minoia, C., Palumbo, M., Di Fonzo, N., and Perenzin, M. (1997): Effects of Mediterraniean climate on wheat bread-making quality. European Journal of Agronomy 6, 145-154.

21. Brabender, C. W. (1956): The physical evaluation of flour performance. Bakers Digest 30, 37.

22. Brabender, C. W. (1965): Physical dough testing. Cereal Science Today 10, 291.

23. Brabender, C. W. and Pagenstadt, B. (1957): Flour testing and dough technology. Biscuit Maker and Plant Baker, January, 24.

24. Brabender, O. H. G. 1953. Extensograph, instruction manual, Duisburg: Brabender OHG No. 1702 E.

25. Branlard, G. and Dardevet, M. (1985): Diversity of grain proteins and bread wheat quality. I. Correlation between gliadin bands and flour quality characteristics. Journal of Cereal Science 3, 329-343.

26. Branlard, G., Dardevet, M., Saccomano, R., Lagoutte, F., and Gordon, J. (2001): Genetic diversity of wheat storage proteins and bread wheat quality. Euphytica 119, 59-67.

27. Cagno di, R., de Angelis, M., Corsetti, A., Lavermicocca, P., Arnault, P., Tossut, P., Gallo, G., and Gobbetti, M. (2002): Interactions between sourdough lactic acid bacteria and exogenous enzymes: effects on the microbial kinetics of acidification and dough textural properties. Food Microbiology 20, 67-75.

28. Campbell, W. P., Wrigley, C. W., Cressey, P. J., and Slack, C. R. (1987): Statistical correlations between quality attributes and grain-protein composition for 71 hexaploid wheats used as breeding parents. Cereal Chemistry 64, 293-299.

29. Chen, J., and D'Apollonia, B. L. (1985): Alveograph studies on hard red spring wheat flour. Cereal Foods World 30, 862-870.

30. Ciaffi, M., Tozzi, L., and Lafiandra, D. (1996): Relationship between flour protein composition determined by size-exclusion high-performance liquid chromatography and dough rheological parameters. Cereal Chemistry 73, 346,351.

31. Cracknell, R. L. and Wrigley, C. W. (1997): Australian perspectives and needs for international standards. In 'Proceedings of International Wheat Quality Conference' (J. L. Steele and O. K. Chung eds.) May 18-22, 1997, Manhattan, Kansa, USA. 435-444.

32. Cressey, P. J., Campbell, W. P., Wrigley, C. W., and Griffin, W. B. (1987): Statistical correlations between quality attributes and grain-protein composition for 60 advanced lines of crossbred wheat. Cereal Chemistry 64, 299-301.

33. D'Egidio, M. G., Mariani, B. M., Nardi, S., Novaro, P., and Cubadda, R. (1990): Chemical and technological variables and their relationships: A predictive equation for pasta cooking quality. Cereal Chemistry 67, 275-281.

34. Dachkevitch, T. and Autran, J. C. (1989): Prediction of baking quality of bread wheats in breeding programs by size-exclusion high-performance liquid chromatography. Cereal Chemistry 66, 448-456.

35. Daniel, C. and Triboi, E. (2001): Effects of temperature and nitrogen nutrition on the grain composition of winter wheat: Effects on gliadin content and composition. Journal of Cereal Science 32, 46-56.

36. Dempster, C. J., Hlynka, I., and Winkler, C. A. (1952): Quantitative extensograph studies of relaxation of internal stresses in non-fermenting bromated and unbromated doughs. Cereal Chemistry 29, 39.

37. Dempster, C. J., Hlynka, I., and Anderson J. A. (1953): Extensograph studies of structural relaxation in bromated and unbromated doughs mixed in nitrogen. Cereal Chemistry 30, 492.

38. Dempster, C. J., Hlynka, I., and Anderson J. A. (1955): Influence of temperature on structural relaxation in bromated and unbromated doughs mixed in nitrogen. Cereal Chemistry 32, 241.

39. Dexter, J. E., Preston, K. R., Martin, D. G., and Gander, E. J. (1994): The efects of protein content and starch damage on the phisical properties and bread-making quality of Canadian durum wheat. Journal of Cereal Science 20, 139-151.

40. Dobraszczyk, B. J. and Morgenstern, M. P. (2003): Rheology and the bread-making process. Journal of Cereal Science 38, 229-245.

41. Doekes, G. J. and Wennekes, L. M. J. (1982): Effect of nitrogen fertilization on quantity and composition of wheat flour protein. Cereal Chemistry 59, 276-278.

42. Doescher, L. C. and Hoseney, R. C. (1985): Saltine crackers: changes in cracker sponge rheology and modification of a cracker-baking procedure. Cereral Chemistry 62, 158-162.

43. Dong, H., Sears, R. G., Cox, T. S., Hoseney, R. C., Lookhart, G. L,. and Shogren, M. D. (1992): Relationships between protein composition and Mixograph and loaf characteristics in wheat. Cereal Chemistry 69, 132-136.

44. Doxastakis, G., Papageorgiou, M., Mandalou, D., Irakli, M., Papalamprou, E., D'Agostina, A., Resta, D., Boschin, G., and Arnoldi, A. (2005): Technological properties and non-enzymatic browning of white lupin protein enriched spaghetti. Food Chemistry 101, 57-64.

45. Drezner, G., Dvojkovic, K., Horvat, D., Novoselovic, D., and Lalic, A. (2007): Environmental impacts on wheat agronomic and quality traits. Cereal Research Communications 35. 357-360.

46. Edwards, N. M. and Dexter, J. E. (1987): Alveograph - sources of problems in curve interpretation with hard common wheat flour. Canadian Institute of Food Science and Technology 20, 75-80.

47. Edwards, N. M., Peressini, D., Dexter, J. E., and Mulvaney, S. J. (2001): Viscoelastic properties of durum wheat and common wheat of different strength. Rheologica Acta 40, 142-153.

48. Eliasson, A. C. (1990): Rheological properties of cereal proteins. In: Dough Rheology and Baked Product Texture. (H. Faridi and J. M. Faubion, eds), Van Nostrand Reinhold, New York, pp. 67-110.

49. El-Hady, E. A., El-Samahy, S. L., Seibel, W., and Brümmler, J. M. (1996): Changes in gas production and retention in non-prefermented frozen wheat doughs. Cereal Chemistry 73, 472-477.

50. Evans, G. C., Deman, J. M., Rasper, V. F., and Voisey, P. W. (1974): An improved dough extensigraph. Journal of Canadian Institute of Food Science and Technology 7, 263-268.

51. Faridi, H. (1985): Rheology of Wheat Products. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.

52. Faridi, H. A. and Rasper, V. F. (1987): The Alveograph Handbook. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.

53. Faubion, J. M., Dreese, P. C. and Diehl, K. C. (1985): Dynamic rheological testing of wheat flour doughs. In 'Rheology of Wheat Products' (H. Faridi, ed.) American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, pp 91-116.

54. Faubion, J. M., and Hoseney, R. C. (1990): The viscoelastic properties of wheat flour doughs. In: Dough Rheology and Baked Product Texture. Ed.: Faridi, H.-Faubion, J.M., Van Nostrand Reinhold, New York.

55. Fenn, D., Lukow, O. M., Bushuk, W., and Depauw, R. M. (1994): Milling and baking quality of 1BL/1RS translocation wheats. I. Effects of genotype and environment 71, 189-195.

56. Finney, K. F. (1943): Fractionating and reconstituting techniques as tools in wheat flour research. Cereal Chemistry 20, 381-396.

57. Fullington, J. G., Miskelly, D. M., Wrigley, C. W. and Kasarda, D. D. (1987): Quality related endosperm proteins in sulphur deficient and normal wheat grains. Journal of Cereal Science 5, 233-246.

58. Gobaa, S., Bancel, E., Branlard, G., Kleijer, G., and Stamp, P. (2008):. Proteomic analysis of wheat recombinant inbred lines: Variations in prolamin and dough rheology. Journal of Cereal Science 47, 610-619.

59. Godding, M. J. and Davies, W. P. (1992): Foliar urea fertilization of cereals: A review. Nutrient Cycling in Agroecosystems 32, 209-222.

60. Graybosch, R. A., Peterson, C. J., Shelton, D. R., and Baenziger, P. S. (1996): Genotypic and environmental modification of wheat flour protein composition in relation to end-use quality. Crop Science 36, 296-300.

61. Gupta, R. B., Batey, I. L., and MacRitchie, F. (1992): Relationships between protein composition and functional properties of wheat flours. Cereal Chemistry 69, 125-131.

62. Gupta, R. B. Bekes, F., and Wrigley, C. V. (1991): Prediction of physical from glutenin subunit composition in bread wheats: correlation studies. Cereal Chemistry 68, 328-333.

63. Gupta, R. B., Khan, K., and MacRitchie, F. (1993): Biochemical basis of flour properties in bread wheat. I. Effects of variation in the quantity and size distribution of polymeric protein. Journal of Cereal Science 18, 23-41.

64. Győri Z. (1998): A termesztési tényezők hatása egyes gabonafélék és maghüvelyesk minőségére. MTA Doktori értekezés.

65. Győri Z. és Győriné Mile I. (1998): A búza minősége és minősítése. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest.

66. Győri, Z. and Sipos, P. (2006): Investigation of wheat quality on different samples. Buletinul USAMV-CN. Cluj-Napoca, Romania (L. A. Marghitas, ed.) 62, 258-263.

67. Hallén, E., Ibanoglu, S., and Ainsworth, P. (2003): Effect of fermented/germinated cowpea flour addition on the rheological and baking properties of wheat flour. Journal of Food Engineerin 63, 177-184.

68. Hay, R. L. (1993): Effect of flour quality characteristics on puff pastry baking performance. Cereal Chemistry 70. 392-396.

69. Hoseney, R. C. (1994): Principles of Cereal Science and Technology. 2nd ed., AACC, St. Paul, Minnesota, USA.

70. Hoseney, R. C., Finney, K. F., Shogren, M. D. and Pomeranz, Y. (1969a): Functional (bread making) and biochemical properties of wheat flour components. II. Role of water-solubles. Cereal Chemistry 46, 117-125.

71. Hoseney, R. C., Finney, K. F., Shogren, M. D. and Pomeranz, Y. (1969b): Functional (bread making) and biochemical properties of wheat flour components. III. Characterization of gluten protein fractions obtained by ultracentrifugation. Cereal Chemistry 46, 126-135.

72. Hoseney, R. C., Wade, P. and Finney, K. F. (1988): Soft wheat products. In Y. Pomeranz, Wheat: chemistry and technology. AACC St. Paul, MN, USA, pp. 407-417.

73. Hrusková, M., Svec, I. and Jirsa, O. (2006): Correlation between milling and baking parameters of wheat varieties. Journal of Food Engineering 77, 439-444.

74. Huebner, F. and Bietz, J. A. (1986): Assessment of the potential bread making quality of hard spring wheats by RP-HPLC of gliadins. Journal of Cereal Science 4, 379-388.

75. Indrani, D., Prabhasankar, P., Rajiv, J., and Venkateswara Rao, G. (2007): Influence of whey protein concentrate on the rheological characteristics of dough, microstructure and quality of unleavened flat bread (parotta). Food Research International 40, 1254-1260.

76. Indrani, D., and Venkateswara Rao, G. (2000): Effects of chemical composition of wheat flour and functional properties of dough on the quality of south Indian parotta. Food Research International 33. 875-881.

77. Indrani, D. and Venkateswara Rao, G. (2007): Rheological characteristics of wheat flour dough as influenced by ingredients of parotta. Journal of Food Engineering 79. 100-105.

78. Inoue, Y., and Bushuk, W. (1991): Studies on frozen doughs. I. Effects of frozen storage and freeze-thaw cycles on baking and rheological properties. Cereal Chemistry 68. 627-631.

79. Inoue, Y., and Bushuk, W. (1992): Studies on frozen doughs. II. Flour quality requirements for bread production from frozen dough. Cereal Chemistry 69. 423-428.

80. Inoue, Y., Sapirstein, H. D. Takayanagi, S., and Bushuk, W. (1994): Studies on frozen doughs. III. Some factors involved in dough weakening during frozen storage and thaw-freeze cycles. Cereal Chemistry 71. 118-121.

81. Inoue, Y., Sapirstein, H. D., and Bushuk, W. (1995): Studies on frozen doughs. IV. Effects of shortening systems on baking and rheological properties. Cereal Chemistry 68. 627-631.

82. Janssen, A. M. (1992): Obelisk and Katepawa wheat gluten. A study of factors determining bread making performance. PhD thesis. State University of Groningen, Groningen, The Netherlands.

83. Janssen, A. M., van Vliet, T., and Vereijken, J. M. (1996): Fundamental and empirical rheological behaviour of wheat flour doughs and comparison with bread making performance. Journal of Cereal Science 23, 43-54.

84. Karácsonyi, L., Bogdán, J-né, Gasztonyi, K., Ibrányi, K., Ruttkay, L., and Schneller, M. (1970): A búzaliszt sütőipari értékének vizsgálata. In 'Gabona-, liszt-, sütő- és tésztaipari vizsgálati módszerek' (L. Karácsonyi, ed) Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, Hungary, pp. 69-79.

85. Kasarda, D. D. (1989): Glutenin structure in relation to wheat quality. In: Wheat is unique. (Y. Pomeranz, ed.), AACC, St. Paul, MN, pp 277-302.

86. Kenny, S., Wehrle, K., Dennehy, T. and E. K. Arendt (1999): Correlations between empirical and fundamental rheology measurements and baking performance of frozen bread dough. Cereal Chemistry 76, 421-425.

87. Khatkar, B. S., Bell, A. E. and Schofield, J. D. (1995): The dynamic rheological properties of glutens and gluten sub-fractions from wheats of good and poor bread making quality. Journal of Cereal Science 22, 29-44.

88. Khatkar, B. S., Fido, R. J., Tatham, A. S., and Schofield, J. D. (2002): Functional properties of wheat gliadins. I. Effects on mixing characteristics and bread making quality. Journal of Cereal Science 35, 299-306.

89. Khatkar, B. S. and Schofield, J. D. (1997): Molecular and physicochemical basis of breadmaking properties of wheat gluten proteins: A critical appraisal. Journal of Food Science and Technology 34, 86-102.

90. Khattak, S., D'Apollonia, B. L., and Banasik, O. J. (1974): Use of the alveograph for quality evaluation of hard red spring wheat. Cereal Chemistry 51, 335-363.

91. Kim, Y. R., Cornillion, P., Campanella, O. H., Stroshine, R. L., Lee, S., and J. Y. Shim (2008): Small and large deformation rheology for hard wheat flour dough as influenced by mixing and resting. Journal of Food Science 73, E1-E8.

92. Kim, J. J., Kieffer, R., and Belitz, H. D. (1988): Rheological properties of wheat gluten, containing different amounts of prolamins from various cereals. Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung and Forschung 186, 16-21.

93. Kokelaar, J. J. (1994): Physics in breadmaking. PhD thesis. University of Wageningen, Wageningen, The Netherlands.

94. Kokelaar, J. J., van Vliet, T., and Prins, A. (1996): Strain hardening properties and extensibility of flour and gluten doughs in relation to breadmaking performance. Journal of Cereal Science 24, 199-214.

95. Konopka, I., Fornal, L., Abramczyk, D., Rothkaehl, J., and Rotkiewicz, D. (2004): Statistical evaluation of different technological and rheological tests of Polish wheat varieties for bread volume prediction. International Journal of Food Science and Technology 39, 11-20.

96. Kosutány T. (1907): A magyar búza és magyar liszt a gazda, molnár és sütő szempontjából. Molnárok Lapja Könyvnyomdája, Budapest.

97. Lafiandra, D., Masci, S., Blumenthal, C. S., and Wriegley, C. W. (1999): The formation of glutenin polymer in practice. Cereal Food World 44, 572-578.

98. Lásztity, R. (1996): The Chemistry of Cereal proteins. CRC Press, Boca Raton.

99. Lásztity, R. (1999): Cereal Chemistry. Akadémiai Kiadó, Budapest.

100. Leygue, J. P. and Martin, G. (1997): French perspectives and needs for international standards. In ’Proceedings of International Wheat Quality Conference’ (J. L. Steele and O. K. Chung eds.) May 18-22, 1997, Manhattan, Kansa, USA. 425-434.

101. Lloveras, J., Lovez, A., Ferran, J. Espachs, S., and Solsona, J. (2001): Bread-making wheat and soil nitrate as affected by nitrogen fertilization in irrigated mediterranean conditions. Agronomy Journal 93, 1183-1190.

102. Lonkhuijsen van, H. J., Hamer, R. J., and Schrender, C. (1992): Influence of specific gliadins on the bread making quality of wheat. Cereal Chemistry 69, 174-177.

103. Lookhart, G. L. and Wrigley, C. W. (1997): Introduction. In Proceedings of International Wheat Quality Conference (J. L. Steele and O. K. Chung eds.) May 18-22, 1997, Manhattan, Kansa, USA. 41-43.

104. MacRitchie, F. (1978): Differences in baking quality between wheat flours. Journal of Food Technology 13, 187-194.

105. MacRitchie, F. (1979): A relation between gluten amide content and baking performance of wheat flours. Journal of Food Technology 14, 595-601.

106. MacRitchie, F. (1980): Physiochemical aspects of some problems in wheat research. Advances in Cereal Science and Technology 3, 271-326.

107. MacRitchie, F. (1985): Studies of the methodology for fractionation and reconstitution of wheat flour. Journal of Cereal Science 3, 221-230.

108. MacRitchie, F. (1987a): Evaluation of contributions from wheat protein fractions to dough mixing and bread making. Journal of Cereal Science 6, 259-269.

109. MacRitchie, F. (1987b): Identification of quality components of gluten proteins using fractionation and reconstitution methods. In 'Proceedings of the 3rd International Workshop on Gluten Proteins' (R. Lasztity and F. Bekes, eds.), World Scientific Publishing Co., Singapore, pp. 247-253.

110. MacRitchie, F. (1989): Identifying the baking quality related components of wheat flours. Cereal Foods World 34, 548-552.

111. MacRitchie, F. (1992): Physicochemical properties of wheat proteins in relation to functionality. In ' Advances in Food and Nutrition Research' (J. E. Kinsella, ed.) Academic Press, London, pp. 1-87

112. MacRitchie, F. and Lafiandra, D. (1997): Structure-fuction relationships of wheat proteins. In 'Food proteins and their Applications' (S. Damodaran and A. Paraf, eds.) Marcel Deckker, New York, pp. 293-323.

113. MacRitchie, F., du Cros, D. L., and Wrigley, C. W. (1990): Flour polypeptides related to wheat quality. In 'Advances in Cereal Science and Technology' (Y. Pomeranz, ed.), AACC, St Paul, MN, pp. 79-145.

114. Maforimbo, E., Nsuyen, M., and Skurray, G. R. (2004): The effect $_{L}$-ascorbic acid ont he rheological properties of soy-wheat dough: a comparison of raw and physically modified soy flours. Journal of Food Engineering 72, 339-345.

115. Magnus, E. M., Bråthen, E., Sahlstrøm, S., Vogt, G., and Færgestad, E. M. (2000): Effects of flour composition, physical dough propertiesand baking process on hearth loaf properties studied by multivariate statistical methods. Journal of Cereal Science 32, 199-212.

116. Matuz J., Véha A. és Markovics E. (1999): Az évjárat hatása a szegedi őszi búzafajták alveográfos minőségére. Növénytermelés 48, 115-124.

117. Mueller, H. G. (1936): Die Mullerei 12, 41

118. Munz, E. and Brabender, C. W. (1940a): Prediction of baking value from measurements of plasticity and extensibility of dough. I. Influence of mixing and molding treatments upon physical dough properties of typical American wheat varieties. Cereal Chemistry 17, 78.

119. Munz, E. and Brabender, C. W. (1940b): Extensograms as a basis of predicting baking quality and reaction to oxidizing agents. Cereal Chemistry 17, 313.

120. Németh, J., Williams, P. C., and Bushuk, W. (1994): A comparative study of the quality of soft wheats from Canada, Australia, an the United States. Cereal Foods World 39, 691-700.

121. Orth, R. A. and Bushuk, W. (1972): A comparative study of the proteins of wheats of diverse baking qualities. Cereal Chemistry 49, 268-275.

122. Osella, C. A., Robutti, J., Sánchez, H. D., Borrás, F., and de la Torre, M. A. (2008): Dough properties related to baking quality using principal component analysis. Ciencia y Technologia Alimentaria 6, 95-100.

123. Parades-López, O., Covarrubias-Alvarez, M. M., and Baraquín-Carmona, J. (1985): Influence of nitrogen fertilization on the physicochemical and functional properties of bread wheats. Cereal Chemistry 62, 427-430.

124. Park, S. H., Bean, S. R., Chung, O. K., and Seib, P. A. (2006): Levels of protein and protein composition in hard winter wheat flours and the relationship to breadmaking. Cereal Chemistry 83, 418-423.

125. Payne, P. I. (1987): Genetics of wheat storage proteins and the effect of allelic variation on breadmaking quality. Annual Review of Plant Physiology 38, 141-153.

126. Pedersen, L. and Jorgensen, J. R. (2007): Variation in rheological properties of gluten from three biscuit wheat cultivars in relation to nitrogen fertilization. Journal of Cereal Science 46, 132-138.

127. Pedersen, L., Kaack, K., Bergsøe, M. N., and Adler-Nissen J. (2004): Rheological properties of biscuit dough from different cultivars, and relationship to baking characteristics. Journal of Cereal Science 39, 37-46.

128. Peltonen, J., and Virtanen, A. (1994): Effect of nitrogen fertilizers differing in release characteristics on the quantity of storage protein sin wheat. Cereal Chemistry 71, 1-5.

129. Pepó, P. (2002): Őszibúza-fajták trágyareakciója eltérő évjáratokban. Növénytermelés 51, 189-198.

130. Pepó, P. (2003): A műtrágyázás hatása az őszi búzafajták minőségére hajdúsági csernozjom talajon. Növénytermelés 52, 522-532.

131. Pepó, P. (2007): The role of fertilization and genotype in sustainable winter wheat (Triticum aestivum L.) production. Cereal Research Communications 35, 917-920.

132. Pepó, P., Sipos, P., and Győri, 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.

133. Pomeranz, Y. (1987): The art and science of bread making. In 'Modern Cereal Science nad Technology' (Y. Pomeranz, ed.), Weinheim, Germany, VCH Publishers. pp 220-257.

134. Pongráczné Barancsi Á., Győri Z. és Tarján Zs. (2009): Őszi búza (triticum aestivum) lisztek extenzográfos paramétereinek vizsgálata. Agrártudományi Közlemények 36, 109-115.

135. Pótsa Zs. (2008): A búzával szemben támasztott gabonaipari követelmények és a Pannon minőségű búza. A Pannon minőségű búza nemesítése és termesztése. Agroinform Kiadó, Budapest, pp. 1003-1007.

136. Preston, K. R. (1989): Effects of neutral salts of the lyetropic series on the physical dough properties of canadian red spring wheat flour. Cereal Chemistry 66, 144-148.

137. Preston, K. R., Kilborn, R. H., and Dexter, J. E. (1987): Effects of starch damage and water absorption on the alveograph properties of Canadian hard red spring wheats. Canadian Institute of Food Science and Technology 20, 75-80.

138. Preston, K. R. and Hoseney, R. C. (1991): Applications of the Extensigraph Handbook. (F. Rasper and K. R. Preston, eds.) AACC, St. Paul, MN, USA.

139. Rakszegi M., Láng L. és Bedő Z. (2005): Tészta nyújthatóság vizsgálatok a búzanemesítésben. Martonvásár 2005/1, p. 12-13.

140. Rao, B. N., Pozniak, C. J., Hucl, P. J., and Briggs, C. (2010): Baking quality of emmer-derived durum wheat breeding lines. Journal of Cereal Science 51, 299-304.

141. Rao, V. K., Mulvaney, S. J., and Dexter, J. E. (2000): Rheological characterization of long- and short- mixing flours based on stress-relaxation. Journal of Cereal Science 31, 159-171.

142. Rao, V. K., Mulvaney, S. J., Dexter, J. E., Edwards, N. M., and Peressini, D. (2001): Stress-relaxation properties of mixograph semolina-water doughs from durum wheat cultivars of variable strength in relation to mixing characteristics and bread-making and pasta-making performance. Journal of Cereal Science 34, 215-232.

143. Rasper, F. R. and Preston, K. R. (1991): The Extensigraph Handbook. American Association of Cereal Chemists, St Paul, MN.

144. Rasper, V. F., Pico, M. L., and Fulcher, R. G. (1986): Alveography in quality assessment of soft white winter wheat cultivars. Cereal Chemistry 63, 395-400.

145. Réther A. (2004): Mi micsoda a búza minőségben. A Vetőmag Terméktanács folyóirata 11, 8.

146. Rosell, C. M., Rojas, J. A., and Benedito de Barber, C. (2000): Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. Food Hydrocolloids 15, 75-81.

147. Rubio, A. I., MacRitchie, F. Gandikota, S. and Hou, G. (2005): Relationships of protein composition and dough rheological measurements with breadmaking performance of wheat flours. Revista Fitotecnia Mexicana 28, 243-251.

148. Ruiter de, J. M. and 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.

149. Sapirstein, H. D., David, P., Preston, K. R., and Dexter, J. E. (2007): Durum wheat breadmaking quality: Effects of gluten strength, protein composition, semolina particle size and fermentation time. Journal of Cereal Science 45, 150-161.

150. Scanlon, M. G., Ng, P. K. W., Lawless, D. E., and Bushuk, W. (1990): Suitability of reversed-phase high-performance liquid chromatographic separation of wheat proteins for long-term statistical assessment of breadmaking quality. Cereal Chemistry 67, 395-399.

151. Scheromm, P., Martin, G., Bergoin, A., Autran, J. C. (1992): Influence of nitgogen fertilization on the potential bread-baking quality of two wheat cultivars differing in their responses to increasing nitrogen supplies. Cereal Chemistry 69, 664-670.

152. Schofield, J. D. (1994): Wheat proteins: structure and functionality in milling and breadmaking. In 'Wheat: Production, Composition and Utilization' (W. Bushuk and V. Rasper, eds) Blackie Academic and Professional, Glasgow, 73-106.

153. Schofield, J. D. and Booth, M. R. (1983): Wheat proteins and their technological significance. In Developments in Food Proteins. Vol. 2 (B. J. F. Hudson, ed.), Applied Science Publishers Ltd., Barking, Essex, UK, pp. 1-65.

154. Schofield, R. K. and Scott Blair, G. W. (1932): The relationship between viscosity, elasticity and plastic strength of a soft materials as illustrated by some mechanical properties of flour doughs. Proceedings of the Royal Society of London 138, 707-719.

155. Shewry, P. R., Halford, N. G. and Tatham, A. S. (1992): High M_r subunits of wheat glutenin. Journal of Cereal Science 15, 105-120.

156. Singh, N. K., Donovan, R., and MacRitchie, F. (1990): Use of sonication and size-exclusion high-performance liquid chromatography in the study of wheat flour proteins. II. Relative quantity of gluten as a measure of breadmaking quality. Cereal Chemistry 67, 161-170.

157. Sipos, P., Tóth, Á., Pongráczné Barancsi, Á., and Győri, Z. (2007): A búzaliszt reológiai vizsgálata különböző módszerekkel. Élelmiszervizsgálati Közlemények 53, 145-155.

158. Sipos, P., Ungai, D., Boros, N., Tóth, Á., and Győri, Z. (2008): Investigation of connection between the baking quality parameters of winter wheat. In 'Proceedings of the 4th International Congress Flour-Bread '07 and 6th Croatian Congress of Cereal Technologists Brasno-Kruh '07'. Osijek, Croatia, pp. 177-182.

159. Souza, E. J., Martin, J. M., Guttieri, M. J., O'Brien, K. M., Habernicht, D. K., Lanning, S. P., McLean, R., Carlson, G. R., and Talbert, L. E. (2004): Influence of genotípe, environment, and nitrogen management on spring wheat quality. Crop Science 44, 425-432.

160. Sudha, M. L. Baskaran, V., and Leelavathi, K. (2006): Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. Food Chemistry 104, 686-692.

161. Szalai, L. (2001): A farinográfos vizsgálat értékelési módszerei. I.rész. Molnárok Lapja 106, 12-15.

162. Szilágyi Sz. (2000): A műtrágyázás hatása a búzaliszt minőségére, összefüggés vizsgálatok a minőségi mutatók között. PhD értekezés.

163. Taladriz, M. T. N., Perretant, M. R., and Rousset, M. (1994): Effect of gliadins and high and low M_r subunits of glutenin on dough properties in the F_6 recombinant inbred lines from a bread wheat cross. Theoretical and Applied Genetics 88, 81-88.

164. Tanács, L. (2007): Seasonal and genotype effect on the alveographic value of winter wheats. Cereal Research Communication 35, 1197-1200.

165. Tanács, L., Matuz, J., and Petróczi, I. M. (2008): Correlations between wet gluten content, valorigraphic value and alveographic parameters of winter wheat. Cereal Research Communication 36, 89-95.

166. Thomason, W. E., Phillips, S. B., Pridgen, T. H., Kenner, J. C., Griffey, C. A., Beahm, B. R., and Seabourn, B. W. (2007): Managing nitrogen and sulphur fertilization for improved bread wheat quality in humid environments. Cereal Chemistry 84, 450-462.

167. Tóth Á., Sipos P., Győri, Z. (2006): A GK Öthalom és a Fatima őszi búzafajták (*Triticum aestivum* L.) alveográfos minőségének alakulása az évjárat és különös tekintettel a műtrágyázás hatására, nyolc év eredményei alapján. Növénytermelés 55, 15-26.

168. Triboi, E., Abad, A., Michelena, A., Llovears, J., Ollier, J. L., and Daniel, C. (2000): Environmental effects on the quality of two wheat genotypes: 1. quantitative and qualitative variation of storage proteins. European Journal of Agronomy 13, 47-64.

169. Triboi, E., Marte, P., and Triboi-Blondel, A. (2003): Environmentally-induced changes in protein composition in developing grains of wheat are related to changes in total protein content. Journal of Experimental Botany 54, 1731-1742.

170. Triboi, E., Marte, P., Girousse, C., Ravel, C., and Triboi-Blondel, A. (2006): Unravelling environmental and genetic relationships between grain yield and nitrogen concentration for wheat. European Journal of Agronomy 25, 108-118.

171. Tronsmo, K. M., Magnus, E. M., Baardseth, P., Schofield, J. D., Aamodt, A., and Færgestad, E. M. (2003): Comparison of small and large deformation rheological properties of wheat dough and gluten. Cereal Chemistry 80, 587-595.

172. Uthayakumaran, S., Barker, N, Batey, I. L., Dines, J., Miskelly, D., and Wrigley, C. W. (2007): Rapid method to predict soft-wheat dough quality for specific food products. Cereal Chemistry 84, 522-526.

173. Varriano-Marston, E., Hsu, H., and Mahdi, J. (1980): Rheological and structural changes in frozen dough. Baker's Digest 54, 32-41.

174. Véha A. és Gyimes E. (2004): Őszi búzák szemstruktúrájának agrofizikai és reológiai összefüggései. VI. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia. 2004. május 20-21. Szeged. Összefoglalók, 16-17.

175. Vida Gy., Láng L. és Bedő Z. (1996): Őszi búzák alveográfos és más sütőipari minőségi tulajdonságai közötti összefüggések vizsgálata főkomponens-analízissel. Növénytermelés 45, 435-443.

176. Walker, C. E. and Hazelton, J. L. (1996): Dough Rheological Tests (Back to the basics). Cereal Foods World 41, 23-28.

177. Weegels, P. L., Hamer, R. J., and Schofield, J. D. (1997): Depolymerisation and re-polymerisation of wheat glutenin during dough processing. II. Changes in composition. Journal of Cereal Science 25, 155-163.

178. Weegels, P. L., A., Hamer, R. J., and Schofield, J. D. (1996a): Critical review: functional properties of wheat glutenin, Journal of Cereal Science 23, 1-18.

179. Weegels, P. L., van de Pijpekamp, A. M., Graveland, A., Hamer, R. J., and Schofield, J. D. (1996b): Depolymerisation and re-polymerisation of wheat glutenin during dough processing. I. Relationships between glutenin macropolymer content and quality parameters. Journal of Cereal Science 23, 103-111.

180. Weipert, D. (1981): Teigrheologische Untersuchungsmethoden und ihre Einsatzmöglichkeiten im Mühlenlaboratorium. Getreide Mehl Brot 35, 5-9.

181. Weipert, D. (2006): Fundamentals of rheology and spectrometry. In Future of flour a compendium of flour improvement. (L. Popper, W. Schafer and W, Freund eds.) Agrimedia, Bergen, Dunne, Germany. pp 117-146.

182. Wieser, H., Seilmeier, W. and Belitz, H. D. (1994): Quantitative determination of gliadin subgroups from different wheat cultivars. Journal of Cereal Science 19, 149-155.

183. Wolt, M. J. and D'Appolonia, B. L. (1984): Factors involved in the stability of frozen dough. II. Effects of yeast type, flour type and dough additives on frozen-dough stability. Cereal Chemistry 61, 213-221.

184. Wrigley, C. W., Robinson, P. J. and Williams, W. T. (1981): Association between electrophoretic patterns of gliadin proteins and quality characteristics of wheat cultivars. Journal of Science of Food and Agriculture 32, 432-442.

185. Wuest, S. B. and Cassman, K. G. (1992): Fertilizer-nitrogen use efficiency of irrigated wheat: I. Uptake efficiency of preplant versus late-season application. Agronomy Journal 84, 682-688.

186. Zadow, J. G. (1981): Measurement of the effect of whey protein concentrates on fermenting doughs by the Instron Tester. Australian Journal of Dairy Technology 36, 56-59.

187. Zhang, P., He, Z., Chen, D., Zhang, Y., Larroque, O. R., and Xia, X. (2007): Contribution of common wheat protein fractions to dough properties and quality of northern-style Chinese steamed bread. Journal of Cereal Science 46, 1-10.

188. Zhu, J. and Khan, K. (2001): Effects of genotype and environment on glutenin polymers and breadmaking quality. Cereal Chemistry 78, 125-130.

189. Yassen, A. A. E., Mohamed, H., Shams El-Din, A., and Ramy Abd El-Latif, A. (1991): Fortification of balady bread with tomato seed meal. Cereal Chemistry 68, 159-161.

190. Youssef, M. M. and Bushuk, W. (1986): Breadmaking properties of composite flours of wheat and faba bean protein preparations. Cereal Chemistry 63, 357-361.

191. U.S. Wheat Associates (2010): Crop Quality Report 2010. http://www.uswheat.org/reports/cropQuality

192. Canadian Grain Commission (2010): Quality of western Canadian wheat 2010. http://www.grainscanada.gc.ca

193. Canadian Grain Commission (2010): Quality of Ontario wheat 2009. http://www.grainscanada.gc.ca

194. FAO (2010): Crops production. http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor

Mellékletek

1. melléklet

Az extenzográfos jellemzők a különböző pihentetési időt követően (2006)

		Nyújthatóság (mm)			5 cm-es megnyúláskor mért ellenállás (BU)			Nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás (BU)		
Fajta	n	45 min	90 min	135 min	45 min	90 min	135 min	45 min	90 min	135 min
GK Öthalom	19	144	144	136	191	240	269	267	327	357
Lupus	12	155	152	148	123	130	134	168	172	171
Saturnus	12	160	155	147	114	128	128	159	169	165
Sixtus	9	139	146	145	77	95	104	91	120	128
Mv Suba	11	172	166	154	112	124	114	169	178	161
Mv Magvas	11	139	136	131	107	126	127	131	153	151
Mv Emese	12	159	154	150	155	180	184	221	251	253
GK Kalász	11	155	147	142	198	245	251	284	331	334
Átlag		153	150	144	140	166	173	195	224	228
Szórás		19,1	17,0	18,0	51,5	69,3	80,6	82,8	104,1	114,5

2. melléklet

Az extenzográfos jellemzők a különböző pihentetési időt követően (2006)

		Görbe alatti terület (cm^2)			5 cm-es megnyúláskor mért ellenállás és nyújthatóság aránya			Nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás és nyújthatóság aránya		
Fajta	n	45 min	90 min	135 min	45 min	90 min	135 min	45 min	90 min	135 min
GK Öthalom	19	50	61	62	1,3	1,7	2,0	1,8	2,3	2,6
Lupus	12	37	37	35	0,8	0,8	0,9	1,1	1,1	1,1
Saturnus	12	35	36	35	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1
Sixtus	9	19	25	27	0,5	0,6	0,7	0,6	0,8	0,8
Mv Suba	11	43	44	38	0,6	0,7	0,7	0,9	1,0	1,0
Mv Magvas	11	26	29	28	0,8	0,9	1,0	0,9	1,1	1,1
Mv Emese	12	47	51	50	1,0	1,2	1,2	1,4	1,6	1,7
GK Kalász	11	58	63	62	1,3	1,7	1,8	1,8	2,3	2,3
Átlag		41	45	44	0,9	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6
Szórás		17,7	20,2	20,7	0,3	0,5	0,6	0,5	0,7	0,8

3. melléklet

Az extenzográfos jellemzők a különböző pihentetési időt követően (2007)

		Nyújthatóság (mm)			5 cm-es megnyúláskor mért ellenállás (BU)			Nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás (BU)		
Fajta	n	45 min	90 min	135 min	45 min	90 min	135 min	45 min	90 min	135 min
GK Öthalom	24	141	131	127	228	290	298	318	385	385
Lupus	24	192	179	172	162	198	193	309	361	339
Saturnus	24	187	174	167	216	266	268	396	464	455
Sixtus	24	173	160	155	180	234	241	316	387	382
Mv Suba	24	193	180	169	191	254	276	351	447	466
Mv Mazurka	24	198	187	175	168	181	179	316	313	293
Átlag		180	168	160	191	237	242	334	392	386
Szórás		24,4	24,2	22,7	44,6	66,0	76,1	83,6	115,6	133

4. melléklet

Az extenzográfos jellemzők a különböző pihentetési időt követően (2007)

		Görbe alatti terület (cm^2)			5 cm-es megnyúláskor mért ellenállás és nyújthatóság aránya			Nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás és nyújthatóság aránya		
Fajta	n	45 min	90 min	135 min	45 min	90 min	135 min	45 min	90 min	135 min
GK Öthalom	24	58	65	62	1,6	2,2	2,4	2,3	3,0	3,0
Lupus	24	75	82	74	0,9	1,1	1,1	1,6	2,0	2,0
Saturnus	24	93	101	95	1,2	1,5	1,6	2,1	2,6	2,7
Sixtus	24	71	79	75	1,0	1,5	1,6	1,8	2,4	2,5
Mv Suba	24	87	101	99	1,0	1,4	1,6	1,8	2,5	2,8
Mv Mazurka	24	82	77	68	0,8	1,0	1,0	1,6	1,6	1,7
Átlag		77	84	79	1,1	1,5	1,6	1,9	2,4	2,4
Szórás		23,6	28,1	29,8	0,3	0,5	0,6	0,5	0,7	0,8

5. melléklet

Az extenzográfos jellemzők a különböző pihentetési időt követően (2008)

		Nyújthatóság (mm)			5 cm-es megnyúláskor mért ellenállás (BU)			Nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás (BU)		
Fajta	n	45 min	90 min	135 min	45 min	90 min	135 min	45 min	90 min	135 min
GK Öthalom	24	168	161	161	167	218	221	277	347	339
Lupus	24	202	198	196	150	211	215	302	410	416
Saturnus	24	188	175	169	157	189	190	273	315	308
Sixtus	24	180	173	168	137	160	161	228	261	258
Mv Suba	24	199	196	188	161	204	201	301	372	359
GK Petur	24	190	179	174	151	201	199	284	363	354
Átlag		188	180	176	154	197	198	277	345	339
Szórás		21,1	22,1	20,8	30,6	41,3	41,0	70,3	88,3	87,4

6. melléklet

Az extenzográfos jellemzők a különböző pihentetési időt követően (2008)

		Görbe alatti terület (cm^2)			5 cm-es megnyúláskor mért ellenállás és nyújthatóság aránya			Nyújtással szembeni legnagyobb ellenállás és nyújthatóság aránya		
Fajta	n	45 min	90 min	135 min	45 min	90 min	135 min	45 min	90 min	135 min
GK Öthalom	24	61	73	71	1,0	1,4	1,4	1,6	2,1	2,1
Lupus	24	78	103	102	0,7	1,1	1,1	1,5	2.1	2,2
Saturnus	24	66	71	67	0,8	1,1	1,1	1,5	1,8	1,8
Sixtus	24	54	58	56	0,8	0,9	1,0	1,3	1,5	1,5
Mv Suba	24	77	94	87	0,8	1,1	1,1	1,5	1,9	1,9
GK Petur	24	69	81	77	0,8	1,1	1,2	1,5	2,0	2,0
Átlag		67	80	76	0,8	1,1	1,1	1,5	1,9	1,9
Szórás		21,2	25,6	23,9	0,2	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5

7. melléklet

Az évi csapadékmennyiség eloszlása a vizsgált években (mm)

Hónap	2005/2006	2006/2007	2007/2008	30 éves átlag
október	7,0	22,9	71,4	30,8
november	12,6	9,2	40,9	45,2
december	83,5	5,0	29,8	43,5
január	22,5	23,9	26,4	37,0
február	44,2	53,2	4,6	30,2
március	79,0	14,0	41,7	33,5
április	92,3	3,6	74,9	42,4
május	58,3	54,0	47,6	58,8
június	77,1	22,8	140,1	79,5
július	30,8	39,7	144,9	65,7
augusztus	62,4	77,6	34,2	60,7
szeptember	5,3	86,1	42,2	38,0
Átlag	575	412	699	565

8. melléklet

Átlagos napi középhőmérséklet a vizsgált években (°C)

Hónap	2005/2006	2006/2007	2007/2008	30 éves átlag
október	10,8	11,3	9,7	10,3
november	3,5	6,2	3,5	4,5
december	0,2	2,2	-0,6	-0,2
január	-3,4	3,7	1,0	-2,6
február	-1,4	4,1	3,0	0,2
március	3,2	9,1	6,2	5,0
április	12,1	12,6	11,4	10,7
május	15,4	18,4	16,8	15,8
június	18,6	22,2	20,6	18,7
július	23,2	23,3	20,4	20,3
augusztus	19,1	22,3	20,6	19,6
szeptember	17,0	14,0	14,8	15,8
Átlag	9,9	12,5	10,6	9,8

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném kifejezni köszönetemet mindazoknak, akik ezen dolgozat elkészítéséhez segítséget nyújtottak:

Témavezetőmnek Borbélyné Dr. Varga Máriának köszönöm a szakmai segítséget és támogatást, melyet a vizsgálatok és a dolgozat elkészítése során nyújtott.

Köszönöm Prof. Dr. Győri Zoltánnak a szakmai iránymutatást és azt, hogy biztosította számomra a vizsgálatok elvégzéséhez szükséges műszeres és anyagi hátteret. Valamint köszönöm, hogy ezen a témán dolgozhattam.

Köszönöm Prof. Dr. Pepó Péternek, hogy a Látóképi kisérleti területen folyó fajta-összehasonlító és műtrágyázási kisérletből származó őszi búza mintákon vizsgálatokat végezhettem és a kapott eredményeket publikálhattam.

Köszönetet kell, mondjak továbbá minden kedves kollegámnak és tanáromnak, akik munkámat és PhD tanulmányaimat az elmúlt négy évben segítették.

Külön köszönet illeti szüleimet és családomat, akik mindvégig támogattak és megteremtették a dolgozat elkészítéshez szükséges nyugodt körülményeket. Az Ő szeretetük és biztatásuk nélkül ezen dolgozat soha nem készült volna el.

Nyilatkozat

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdaságtudományok Centruma Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Karán, a Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszertudományok Doktori Iskola keretében készítettem el a Debreceni Egyetem doktori (PhD) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen, 2011. ……

……..……

a jelölt aláírása

Nyilatkozat

Tanúsítom, hogy Boros Norbert doktorjelölt 2007-2010. Között a fent megnevezett Doktori Iskola keretében irányításommal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult, az értekezés a jelölt önálló munkája. Az értekezés elfogadását javaslom.

Debrecen, 2011. ……

……..…….

a témavezető aláírása

Publikációk jegyzéke

Tudományos közlemény idegen nyelvű lektorált folyóiratban

Boros, N., Kónya, É., Győri, Z. (2011): Comparison of rheological features of winter wheat cultivars determined by extensigraph and alveograph. *Acta Alimentaria*, (in press)
(Impact factor: **0,379**).

Tarján, Zs., **Boros, N.**, Győriné Mile, I. (2009): Effect of droughty climatic conditions on the formation of quality parameters of winter wheat flour. *Cereal Research Communications*, 37, 309-312.

Boros, N., Pongráczné Barancsi, Á., Mezei Z. (2008): Effect of mineral fertilization on extensigraph properties of winter wheat in 2006. *Cereal Research Communications*, 36, 559-562.

Pongráczné Barancsi, Á., Ungai, D., **Boros, N.**, Mezei, Z. (2008): Effect of cropping site on the quality of winter wheat during the 2006/2007 vegetation period. *Cereal Research Communications*, 36, 611-614.

Tudományos közlemény magyar nyelvű lektorált folyóiratban

Boros, N., Borbély, M., Győri, Z., (2010): A fajta és a műtrágyázás hatása a búzalisztek extenzográfos paramétereire. *Agrártudományi Közlemények*, In press.

Boros N., Tarján Zs., Mars É., Borbély M., Győri Z. (2009): Comparison of alveograph and extensigraph properties of winter wheat samples. *Agrártudományi Közlemények*, 36, 27-30.

Tarján Zs., **Boros N.**, Mars É., Győri Z. (2009): Különböző lisztfrakciók minőségre gyakorolt hatása, *Agrártudományi Közlemények*, 36, 123-129.

Boros N., Borbély M., Győri Z. (2008): Extenzográf alkalmazása a lisztvizsgálatokban. *Agrártudományi Közlemények*, 38, 17-23.

Lektorált idegen nyelvű konferencia kiadvány (teljes terjedelemben)

Boros, N., Kónya, É., Fórián, S., Győri, Z. (2010): The effect of climatic change on the rheological properties of winter wheat doughs. Natural Resources and Sustainable Development, 8th International Scientific Symposium on Adaptation to Climate Change. Journal of Agricultural Sciences, Acta Agraria Debreceniensis Supplement (Eds.: Tamás, J., Domuta, C., Jávor, A., and Kovács, E.), 96-100.

Sipos, P., Pongráczné Barancsi, Á., **Boros, N.**, Mezei, Z., Győri, Z. (2008): Utilization possibilitied of winter wheat flours by their alveographic and extensographic parameters. International Conference on Science and Technique in the Agri-Food Business, Szeged, Hungary. Summaries of Lectures and Posters (Ed.: Hodúr, C.), 21-23.

Boros, N., Tarján, Zs., Borbély, M., Győri, Z. (2008): Comparison of rheological properties of winter wheat. 1st International Scientific Conference on Cereals - their products and processing, Debrecen, Hungary. Proceedings (Eds.: Győri, Z., Sipos, P., Ungai, D.), 202-206.

Tarján, Zs., **Boros, N.**, Győri, Z. (2008): Study of effects on quality of different wheat flour fraction. 1st International Scientific Conference on Cereals - their products and processing, Debrecen, Hungary. Proceedings (Eds.: Győri, Z., Sipos, P., Ungai, D.), 170-174.

Sipos, P., Ungai, D., **Boros, N.**, Tóth, Á., Győri, Z. (2008): Investigation of connections between baking quality parameters of winter wheat. 4th International Congress Flour-Bread '07 and 6th Croatian Congress of Cereal Technologists, Opatija, Croatia, Proceeding (Ed.: Ugarcic-Hardi, Z.), 177-182.

Lektorát idegen nyelvű konferencia kiadvány (egyoldalas összefoglaló)

Boros, N., Borbély, M., Győri, Z., (2010): Evaluation of rheological characteristics of wheat flour dough measured by extensigraph and alveograph, similarities and differences. 9th European Young Cereal Scientists and Technologists Workshop, Budapest-Martonvásár, Hungary. Book of Abstracts (Eds.: Tömösközi, S., Bugyi, Zs., Balázs, G., Török, K., Gémes Juhász, A.), 35. (előadás)

Tarján, Zs., **Boros, N.**, Sipos, P., Győri, Z., (2010): The influence of fraction size on the micro-, macroelements distribution of winter wheat flour. 9th European Young Cereal Scientists and Technologists Workshop, Budapest-Martonvásár, Hungary. Book of Abstracts (Eds.: Tömösközi, S., Bugyi, Zs., Balázs, G., Török, K., Gémes Juhász, A.), 49. (poszter)

Boros, N., Borbély, M., Győri, Z., (2009): Influence of nitrogen fertilizer treatments on winter wheat (Triticum aestivum L.) flour characteristics and their effect on dough quality. 8th European Young Cereal Scientists and Technologists Workshop, Viterbo, Italy. Book of Abstracts (Eds.: Lafiandra, D., Weegels, P.), 25. (előadás)

Sipos, P., **Boros, N.**, Tóth, Á., Győri, Z. (2007): Investigation of connections between baking quality parameters of winter wheat. Flour-Bread 4th International Congress, Opatija, Croatia, Abstract Book, (Ed.: Ugarcic-Hardi, Z.), 53. (poszter)

Lektorált magyar nyelvű konferencia kiadvány (teljes terjedelemben)

Sipos P., **Boros N.**, Győri Z. (2007): A műtrágyázás hatása őszi búza fajták extenzográfos paramétereire és hasznosíthatóságukra. Lippay János, Ormos Imre, Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapest, Hungary. Összefoglalók, 138-139. (poszter)

Lektorát magyar nyelvű konferencia kiadvány (egyoldalas összefoglaló)

Boros N., Borbélyné Varga M., Győri Z. (2008): Búzafajták extenzográfos vizsgálata. XVI. Élelmiszer Minőségellenőrzési Tudományos Konferencia, Tihany, Hungary. Konferencia kiadvány, (Eds.: Molnár P., Boross F.), 321. (poszter)