



DEBRECENI EGYETEM
AGRÁRTUDOMÁNYI CENTRUM
MEZŐGAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR
ÉLELMISZERTUDOMÁNYI, MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI ÉS
MIKROBIOLÓGIAI TANSZÉK

NÖVÉNYTERMESZTÉSI ÉS KERTÉSZETI
TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

Doktori Iskola vezető:
Dr. Győri Zoltán DSc.
egyetemi tanár, MTA doktora

Témavezető:
Dr. Győri Zoltán DSc.
egyetemi tanár, MTA doktora

„DOKTORI (PHD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI”

**ŐSZI BÚZAFAJTÁK ALVEOGRÁFOS MINŐSÉGE ÉS
A MINŐSÉG ALAKULÁSÁRA HATÓ TÉNYEZŐK ÉRTÉKELÉSE**

Készítette:
Tóth Árpád
doktorjelölt

**Debrecen
2006**

1. Bevezetés és témafelvetés

Hazánkban az őszi búza vetésterülete sok év átlagában 1,1 millió ha körül alakul. Az országos termésátlagok rendkívül ingadoznak (például: 2003. 2,63 t/ha; 2004. 5,12 t/ha), de az ország kenyérbúza-ellátása biztonságos. A mennyiségi ingadozások mellett az igazi gondot a minőségi problémák jelentik. A gabonavertikumban óriási a piaci verseny, így a felvásárlókat csakis a megállapodás szerinti egyenletes minőségű, a megkívánt mennyiségű áruval lehet kiszolgálni. Jó példa erre, hogy a malmok is folyamatosan jó minőségű búzát várnak el a termelőktől, noha a gazdák ebben a túlságosan bő fajtaválasztékban nem tudnak kellő alapossággal eligazodni. A mai növénytermesztésben a szakszerű növénytermesztési gyakorlatot sok helyütt felváltotta a kényszermegoldások rendszeres alkalmazása. Mindezek azt eredményezik, hogy a valóságban sok termeszető, apró táblákon, kb. 120 őszi búzafajta közül válogatva, különböző trágyaszinteket alkalmazva egy rendkívül inhomogén áruval jelentkezik a gabonapiacra. Így pedig, ha egy malom több száz termelőtől vesz búzát, az annyi féle minőséget vásárol fel. A sütőipar részéről nagyon konkrétan fogalmazódik meg az igény: a sütőipar bevonásával ki kell jelölni azt a 8-15 búzafajtát, melyekkel a végtermékorientált céltermelést végre lehet hajtani.

A minőségi gondok így az export szempontjából is folyamatos bizonytalanságokat szülnek, melyek nemzetgazdasági szinten jelennek meg. Jól példázzák ezt a következő adatok: míg 2000-ben 0,5 millió tonna, addig 2005-ben közel 1,6 millió tonna búza került exportra.

Ezzel párhuzamosan a búza minőségvizsgálati módszereinek a fejlődése, új műszereknek a gyakorlatba történő bevezetése szintén lépésváltásra kellett és kell, hogy sarkallja a magyar búzavertikumot. Elsősorban a piac, vagyis a vevő diktál, de a kutatáson múlik, hogy a búzavertikum szereplői hogyan tudnak arra reagálni. Az új műszerek, eljárások elsőként a kutatásban jelennek meg, mint például a Chopin-féle alveográf, melynek használatával a DE ATC MTK Élelmiszertudományi és Minőségbiztosítási Tanszéke hazánkban az elsők között volt. Az alveográfos paraméterek a Magyarországon hatályos, Búza című szabványban (MSZ 6383/1998) nem szerepelnek, ám a nagy mennyiségű, ugyanakkor gyenge sütőipari minőségű búzát előállító jó néhány nyugat – és dél-európai ország ezen mutatók alapján végzi javító búza - importját. Az őszi búzafajták alveográfos minőségével kapcsolatban, Magyarországi viszonylatban is kutatási szintű alapadatokra, valamint a termés minőségére ható tényezők függvényében végzett kísérleti eredményekre, ezek publikálására és gyakorlatba való átültetésére van szükség.

A piacon maradás egyik feltételeként tehát csakis a minőségi búza - termesztés lenne elképzelhető, azonban Magyarország Európai Unióhoz való csatlakozása új helyzetet

teremtett: egy régi-új alternatíva jelent meg a termesztők előtt, a tömegtermelés. E szemlélet visszatérésének két fő oka van: az első, hogy a GOFR (gabona-, olaj-, fehérje- és rost-) növényeket termesztők alanyi jogon, terület alapon kapnak támogatást, csupán termesztői tevékenységük végzése után. A másik ok az értékesítési csatornák és az értékesítési ár körüli bizonytalanságok, melyek elkerülésére kiváló lehetőséget nyújt az alacsony minőségi igényeket támasztó, garantált felvásárlási áras intervencióra történő termesztés.

A gabonafelesleg levezetésére kiútnak tekinthető az ipari célú felhasználás is, azaz a búzából történő etanol-előállítás. A megépülő üzemek azonban folyamatosan, egyöntetű, olcsó terményt igényelnek majd, melyet gyenge sütőipari minőségű, nagy termésátlagú nyugati import fajtákkal célszerűbbnek tűnik biztosítani. Ennek bekövetkezte esetén ismét a minőségi búza-termesztéstől való elkanyarodásról beszélhetünk.

Búzatermesztésünk mennyiségi-minőségi gondjai tehát egymást gerjesztik. Értekezésemet részben a fentiek figyelembevételével igyekeztem összeállítani. A DE ATC Karcagi Kutatóintézetében zajló fajta-összehasonlító kísérletből, évente változó számban, 10-14 őszi búzafajtát vontam be vizsgálataimba, melyek közül – lehetőség szerint a stabil minőséget nyújtó – néhány fajta kiemelésével célom, hogy céltermesztésre alkalmas fajtákat jelöljek meg. Mindezt alveográfus minőségük szerint hajtva végre, hiszen a magyar mezőgazdaság által megtermelt búzatermés, annak jó minősége esetén, nagyon fontos exportcikk a nyugat-és dél-európai országok gabonapiacain. Az eredményekben tapasztalt évszámok közötti jelentős eltérésekre a magyarzatot a lisztminták fehérje-összetételében kerestem, SDS-PAGE módszer alkalmazásával, mely mint a modern analitikai-kémiai eljárások egyike, nem nélkülözhető a mai gabonakutatásban.

Véleményem szerint a búzaminőséggel foglalkozó irodalom bőséges mivolta ellenére, mégis hiánypótlásra van szükség, hiszen az őszi búzafajták alveográfus minősítésével kapcsolatos magyarországi adatbázis meglehetősen szűk, különös tekintettel a tápanyag-utánpótlásnak a búzafajták alveográfus minőségére való hatásának vizsgálatára vonatkozólag. Ebből kiindulva célom volt a szaktanácsadás számára is felhasználható adatokat szolgáltatni. A vizsgálatok a Debreceni Egyetem Mezőgazdaságtudományi Kar Látóképi Kísérleti Telepén zajló, Dr. Pepó Péter által irányított fajta-összehasonlító műtrágyázási kísérletekre voltak alapozva.

Vizsgálataimat megelőzően kitértem a laboratóriumi minta-előkészítés folyamatának értékelésére is, hiszen ezzel a tényezővel viszonylag kevés szakirodalom foglalkozik. Munkám során óriási mennyiségű adatot volt lehetőségem feldolgozni, választ keresve az őszi búza fehérjetartalma és alveográfus minősége körüli ellentmondásos véleményekre. Végül pedig az alveográfus minősítés hazai alkalmazhatóságának szenteltem egy fejezetet.

2. Anyag és módszer

2. 1. A látóképi fajtaösszehasonlító-műtrágyázási tartamkísérlet leírása

A tartamkísérlet Dr. Pepó Péter koordinálásával a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum Mezőgazdaságtudományi Karának Látóképi Kísérleti Telepén zajlott. A terület talajfizikailag a vályog kategóriába sorolható, kémhatása közel semleges. Humusztartalma 2,6-2,7%, a humuszréteg vastagsága kb.: 0,8 m. A talaj közepes AL-oldható P_2O_5 - (130-150 $mg\ kg^{-1}$) és jó AL-oldható K_2O - (240-260 $mg\ kg^{-1}$) értékekkel jellemezhető. A $pH_{KCl} = 6,2$, az Arany-féle kötöttségi szám 43. A kísérleti terület a IV. vízgazdálkodási csoportba sorolható, amely közepes vízbefogadó képességet és jó víztartó tulajdonságot jelent. A talajvízszint 6-8 m között helyezkedik el. Mikroelem hiány a kísérlet talajában nem mutatható ki.

A kísérletek 1983. őszén kezdődtek, mely évjáratok közül én az 1997-2005-ös évek terméseredményeit dolgoztam fel, a 2000. év kivételével, hiszen akkor az általam vizsgált két őszi búzafajta (GK Öthalom és Fatima 2) terméséből nem került sor az alveográfus minősítés elvégzésére. Vizsgálataim szempontjából a következő fontos paramétereket vettem figyelembe: fehérjetartalom, valorigráfus sütőipari értékszám, valamint alveográfus értékek (P, L, P/L, G, W).

A kísérletben az alábbi műtrágyakezelések szerepelnek:

Kezelés	N (kg/ha)	P_2O_5 (kg/ha)	K_2O (kg/ha)
Kontroll	0	0	0
1.	30	22,5	26,5
2.	60	45	53
3.	90	67,5	79,5
4.	120	90	106
5.	150	112,5	132,5

A kísérletben alkalmazott műtrágyák: 34%-os ammóniumnitrát, 18%-os szuperfoszfát, 60%-os kálisó. A foszfor- és kálium műtrágyák őszzel, a legmélyebb talajmunkát megelőzően, a nitrogén műtrágya 50-50 % megosztásban, őszzel és kora tavasszal került kijuttatásra.

A kísérletben előveteményként minden általam vizsgált évben csemegekukorica szerepelt.

A növényvédelmi beavatkozások során – a feltételektől függően – rendszeresen herbicid- és fungicid-kezeléseket végeztek. Állati kártevők ellen csak bizonyos évjáratokban volt szükség inszekticides védekezésre.

A tartamkísérlet ideje alatt jelentősen eltérő időjárású évjáratok fordultak elő. Az egyes évjáratok jellemzésére a csapadékmennyiségnek, a hőmérsékletnek, a napsütéses órák számának, a relatív légnedvességnek a havi értékeit, valamint a 30 éves átlagokat vettem figyelembe.

Az 1996/1997-es tenyészidőszakban átlagos őszi és téli után hűvös, kiegyenlített csapadékú március és április következett. A hideg időt követően a májusi és júniusi csapadék elősegítette az őszi búza normális fejlődését, mely időszakban a hőmérséklet kissé átlag felett alakult. A júliust az átlagostól hűvösebb időjárás és kevesebb csapadék jellemezte.

A következő tenyészidőszak száraz őszi időszakát egy enyhe tél követte, majd a tavasz is száraznak indult. Áprilistól kezdve mind a hőmérséklet, mind a csapadék átlagosan, optimálisan alakult.

Az 1998/1999-es tenyészév átlagos őszi időjárása után a téli hónapok nagy mennyiségű havat hoztak. Az optimális vízellátás mellett a hőmérséklet is átlagos volt.

A 2000/2001-es tenyészidőszakot száraz őszi, enyhe, átlagos csapadékú téli hónapok jellemezték. Az átlagos tavasz után forró, csapadék nélküli május következett, mely megrekesztette az állományt normális fejlődésében. A júniusban lehullott 160 mm csapadék és a száraz, meleg július valamelyest kompenzálták a május hatásait.

2001/2002-ben a kedvező őszi időjárás miatt az állományok fejlődése megfelelő volt. Rendkívül hideg december-január jellemezte a vegetációs periódust, amely februárban tavaszias időjárással folytatódott. Száraz jelzővel illelhető a továbbiakban a tél, a tavasz és a nyár is. A vizsgált időszak legszárazabb tenyészidőszakáról beszélhetünk, hiszen a 30 éves átlag felénél is kevesebb volt a lehullott csapadék mennyisége. A május az előző évihez hasonlóan ez esetben is átlag feletti meleget hozott.

A 2002/2003-as tenyészidőszak nagy mennyiségű őszi-téli csapadékkal kezdődött. Csapadék szempontjából száraz volt viszont a tavasz és a nyár is, melynek hatásait felnagyították az előző aszályos év hatásai is. Ebben a tenyészidőszakban mértek legnagyobb hőséget májusban és júliusban, ami a szárazsággal együtt lehetetlenné tette a kiegyensúlyozott fejlődést.

A 2003/2004-es év viszont meteorológiai szempontból kifejezetten kedvező volt a minőségi őszi búza termesztés szempontjából a megfelelő mennyiségű és eloszlású tavaszi-nyári csapadék tekintetében.

A 2004/2005-ös tenyészidőszak a vizsgált időszak második legcsapadékosabb időszaka volt. Főleg az április, május és július bővelkedtek csapadékban. Ehhez, az egész tenyészidőszakot jellemző, teljesen átlagos hőmérséklet párosult.

2. 2. A karcagi fajta-összehasonlító kísérlet leírása

A vizsgált őszi búzaminták a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum Karcagi Kutatóintézetének az OMMI által koordinált kísérleteiből származnak, mélyben sós réti

csernozjom talajról. A felső 30 cm-es talajrétegben a pH=6,3 és KA=48. A talaj humusztartalma 2,21%.

A búzaminták a 2001/2002 – 2004/2005-ig terjedő évjáratokból származnak, évente csak kissé módosított fajta-összetétellel:

<i>Fajta</i>	<i>2001/2002</i>	<i>2002/2003</i>	<i>2003/2004</i>	<i>2004/2005</i>
<i>Jubilejnaja 50</i>	x	x	x	x
<i>MV Magdaléna</i>	x	x	x	x
<i>MV Magvas</i>	x	x	x	x
<i>Ludwig</i>	x	x	x	x
<i>GK Kalász</i>	x	x	x	x
<i>MV Csárdás</i>	x	x	x	x
<i>GK Petur</i>	x	x	x	x
<i>MV Verbunkos</i>	x	x	x	x
<i>GK Garaboly</i>	–	x	x	x
<i>Lupus</i>	–	x	x	x
<i>MV Palotás</i>	x	x	–	–
<i>GK Attila</i>	x	x	x	x
<i>MV Emese</i>	–	x	x	x
<i>KG Kunhalom</i>	–	–	x	x
<i>Alex</i>	–	–	x	x

A kísérletekben az őszi búza előveteménye minden évben őszi takarmányborsó volt. 2003-ban az őszi takarmányborsó alá 60 t/ha mennyiségben szerves trágya került kijuttatásra. Az időjárástól függően, április elején 0,15 kg NH₄NO₃ / 9,5m² mennyiségű műtrágyát juttattak ki. Növényvédelmi beavatkozásokra minden évben sor került. Állati kártevők elleni védekezésre csak bizonyos évjáratokban volt szükség (alkalmazott szerek: Mustang, 2,4-D Aminsó, illetve: Fendona, Sumi Alfa).

A karcagi kísérletekből származó őszi búzafajták mintáiból a következő paraméterek kerültek felhasználásra: nedves siker-tartalom, valorigráfos sütőipari értékszám és vízfellevőképesség, a valorigráfos görbe részparaméterei, valamint alveográfos értékek (P, L, P/L, G, W). Ezen kívül SDS-PAGE módszer alkalmazásával elvégeztem a glutenin-proteinek molekulatömeg szerinti elválasztását is.

Az egyes évjáratok jellemzésére a csapadékmennyiségek és a hőmérséklet havi értékeit, valamint a 30 éves átlagokat vettem figyelembe.

A 2001/2002-es tenyészidőszakot egy száraz vetéskori időjárás jellemzett, mely után egy meglehetősen csapadékszegény téli időszak következett be. A vékony decemberi hó alatt a búzának a 30 éves átlagtól alacsonyabb hőmérsékletet kellett elviselnie, melyet enyhébb január és február követett. Sajnos a március és az április sem hozta meg a kívánt mennyiségű

csapadékot, a hőmérséklet pedig továbbra is az átlag felett maradt. Júniusról és a júliusról elmondható, hogy átlagos mennyiségű csapadékot hozott, de ez nem tudta kompenzálni azt, hogy a tenyészidőszakban a 30 éves átlag csapadéknak alig több, mint fele hullott le.

A 2002/2003-as tenyészidőszakot az átlagostól kissé elmaradó őszi-téli csapadékmennyiségek jellemezzék, de a 2003-ban betakarított búzatermés minőségét az extrémén száraz tavaszi-nyári időszak pecsételte meg, úgy, hogy az előző évben már kimerültek a talaj nedvességtartalékai. Hőmérséklet szempontjából az átlagosnál 7°C-kal hidegebb februárt és a 30 éves átlagtól kb. átlagosan 5°C-kal melegebb virágzás utáni időszakot kell kiemelni.

A következő tenyészidőszak (2003/2004) egy nagyon csapadékos októberrel indult, majd egy viszonylag száraz november és december következett, mely időszakban a hőmérséklet átlag körül alakult. Csapadékos, átlagos hőmérsékletű tél után, egy összességében átlagos csapadéku és hőmérsékletű tavasz következett. Az aratásig tartó nyári időszak 2°C-kal volt melegebb a 30 éves átlagnál.

A 2004/2005-ös tenyészidőszak őszi-téli-tavaszi szakasza mind a csapadék, mind pedig a hőmérséklet szempontjából átlagosnak mondható. A tenyészidőszak egésze alatt lehullott csapadék azért volt több kb. 100 mm-rel a 30 év átlagának csapadékatól, mert július első felében, az aratás előtti időszakban 131,2 mm csapadék hullott le Karcagon.

2. 3. A laboratóriumban végzett minta-előkészítési kísérletek leírása

A vizsgált búzaminta egy 2003-ban betakarított, 520 tonnás kereskedelmi búzátételből származó átlagminta. A búzátételből 104 darab, 1 kg tömegű részmintát vettem, melyből keverés és homogénezés után, mintaosztó segítségével 20 kg tömegű laboratóriumi mintát nyertem, mely elegendő mennyiségű volt a vizsgálatok elvégzéséhez.

Az őrlés előtti kondicionálás vizsgálatánál az átlagmintából származó, két rész minta nedvesítését végeztem el különböző mértékben: az egyik mintát 15,5%-os, míg a másikat 16,5%-os nedvességtartalomra nevesítettem. A búzaminta eredeti nedvességtartalma 12,5% volt. A kondicionálást 25°C-on, 24 óráig végeztem. A minták őrlését egy LABOR MIM FQC 109 (METEFÉM, Budapest, Hungary) típusú malommal, 160µm lyukátmérőjű szita segítségével végeztem. Az őrlés után a lisztmintákat 24 óráig pihentettem, majd a lisztminták fehérje – és hamutartalmának, valamint alveográfus értékeinek meghatározására került sor.

A vizsgált liszteket a laboratóriumi malom típusátásának vizsgálatakor egy CHOPIN LABORATORY MILL CD 1 (CHOPIN, Villeneuve-la-Garenne, France) típusú francia gyártmányú és egy LABOR MIM FQC 109 (METEFÉM, Budapest, Hungary) típusú magyar gyártmányú laboratóriumi malmon állítottam elő. A búzaminta eredeti nedvességtartalma

12,5% volt. A kondicionálást 16,5% nedvességtartalomra, 25°C-on, 24 óráig végeztem. Az őrlés 160 µm lyukátmérőjű szita segítségével történt. Az őrlés után a lisztmintákat 24 óráig pihentettem, majd a minták fehérje – és hamutartalmának, valamint alveográfus értékeinek meghatározására került sor.

Az őrlés utáni szitálási idő hosszának vizsgálatakor egy LABOR MIM FQC 109 (METEFÉM, Budapest, Hungary) típusú malomtől nyert lisztet szitáltam 160 µm lyukátmérőjű szitán, 120, 360, 600 és 840 másodpercig. A búzaminta eredeti nedvességtartalma 12,5% volt. A kondicionálást 16,5% nedvességtartalomra, 25°C-on, 24 óráig végeztem. Az őrlés után a lisztmintákat 24 óráig pihentettem, majd a lisztminták fehérje - és hamutartalmának mérésére került sor.

A lisztminták szemcseméret szerinti vizsgálatakor a fejezet elején ismertetett búzamintából, a laboratóriumban őrlött lisztet 250, 200, 160, 125, 90 és 63 µm lyukátmérőjű sziták segítségével különböző szemcseméretű frakciókra választottam szét. Ugyanezt az elválasztást elvégeztem a Hajdúsági Gabonaiipari Zrt. berettyóújfalusi malomüzeméből származó BL-55-ös lisztmintával is. A reológiai tulajdonságok meghatározását egy FQA-2000 Micro Z-arm Mixer (METEFÉM, Budapest, Hungary) segítségével végeztem. A mérésekhez 4g tömegű lisztmintát használtam, a mérések ideje 15 perc volt. A görbék kiértékelése egy kísérleti szoftverrel történt, melyet Dr. Sipos Péter fejlesztett ki. A sütőipari tulajdonságok meghatározása mellett, mértem a minták fehérjetartalmát, hamutartalmát, valamint Ca-, K-, Mg-, P-, S-, Al-, Ba-, Cr-, Cu-, Fe-, Li-, Mn-, Sr- és Zn-tartalmát. A méréseket három ismétlésben végeztem, az eredmények a minta szárazanyag-tartalmára vonatkoznak.

2. 4. Laboratóriumi minőségvizsgálatok

A laboratóriumi vizsgálatok a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum Mezőgazdaságtudományi Kar Élelmiszertudományi és Minőségbiztosítási Tanszékének és Regionális Agrárműszerközpontjának akkreditált laboratóriumban történtek.

A búzamintákból megfelelő minta-előkészítés mellett a liszt előállítása az MSZ 6367/9:1989 számú szabvány szerint, egy LABOR MIM FQC 109, illetve – a kísérletek céljától függően – egy LABORATORY MILL CD 1 típusú laboratóriumi malmok segítségével történt.

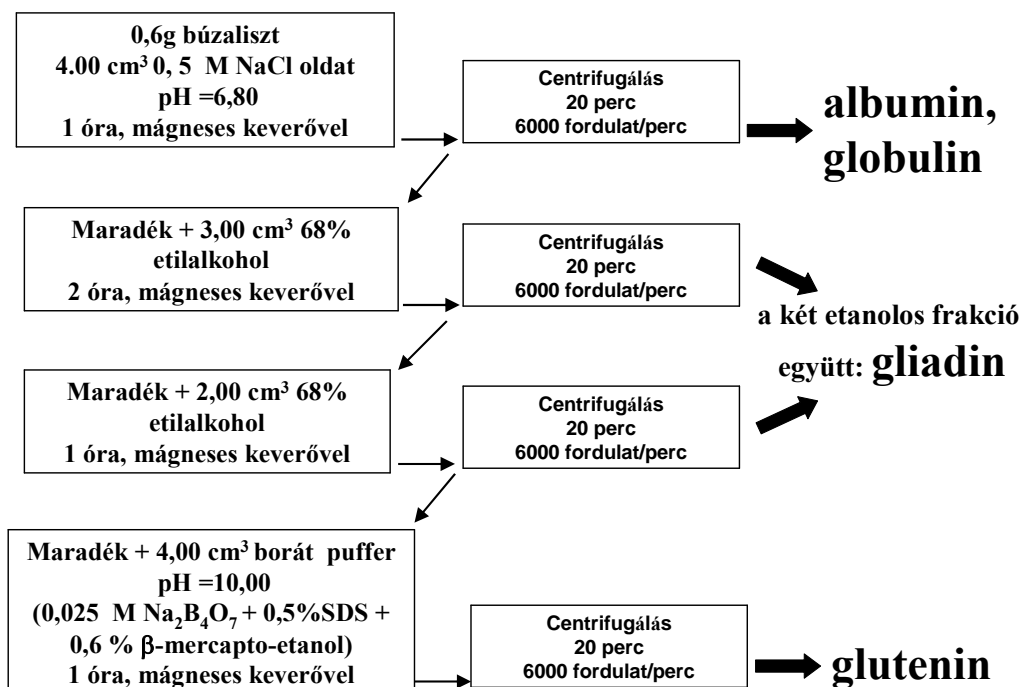
A laboratóriumi vizsgálatok a hatályos, megfelelő MSZ, MSZ-ISO szabványok, illetve AACC módszerek szerint, illetve szakirodalomban leírt vizsgálati módszerek alapján történtek (*I. táblázat táblázat*), melyek részletezésére nem térek ki.

1. táblázat: A vizsgálataim során alkalmazott módszerek és felhasznált eszközök

Vizsgálat	Alkalmazott módszer	Vizsgálat eszköze
Nedvességtartalom	MSZ 6369/4-1987	LP 303 típusú szárítószekrény
Nitrogéntartalom	MSZ-6367:11-1984	Kjel-Foss készülék
Nedves siker-tartalom és sikerterület	MSZ-ISO-5531:1993	LABOR-MIM és Glutomatic Perten 2200 sikermosók 2015 centrifugával
Valorigráfos vizsgálat és vízfelvevő-képesség	MSZ ISO 5530-3:1995	LABOR MIM OA 205 típusú valorigráf
	SIPOS, 2006.	FQA-2000 Micro Z-arm Mixer (Metefém, Budapest)
Hagberg-féle esésszám	MSZ ISO 3093:1995	Perten esésszám mérő
Alveográfus értékek (P, L, P/L, G, W)	AACC-1983.54.30	ALVEOGRAPH NG (CHOPIN, Villeneuve-la-Garenne, France)
Hamutartalom	MSZ ISO 2171:1999	LABOR MIM OH 63
Ásványi elem-tartalom (mintaelőkészítés)	KOVÁCS et al., (1996, 1998)	OPTIMA 3300 DV ICP-OES (Perkin-Elmer Ltd. Wellesley, USA)
Fehérjék molekulatömeg szerinti elválasztása	FEILLET et al. (1977)	Mágneses keverő, centrifuga
	SDS-PAGE módszer (LAEMMLI, 1970)	15%-os akrilamid gél, CONSORT E385 típusú Electrophoresis Power Supply (Belgium)

Az őszi búza tartalékfehérjéi (gliadinok és glutetninek) közül a szakirodalom szerint a gluteninek bírnak nagyobb hatással a termésminőségre, ezért én is a glutenin-frakciók kinyerését (1. ábra) és elemzését végeztem el a fent említett módszerrel.

1. ábra: Fehérjefrakciók előállítása (FEILLET et al., 1977)



2. 5. A kísérletek értékelésének statisztikai módszerei

A laboratóriumi minta-előkészítés és a liszt szemcseméret-vizsgálatok eredményeinek kiértékelését egytényezős varianciaanalízissel végeztem el.

A karcagi kísérletek eredményeit a leíró statisztika eszközeivel jellemeztem: átlag, szórás, maximum – és minimum értékek, Relatív Intervallum érték. Az eredmények évjáratonkénti ábrázolásához regresszióanalízist alkalmaztam. A SDS-PAGE módszerrel kapott eredmények és az alveográfus, illetve valorigráfus részparaméterek között Pearson-féle korrelációanalízissel kerestem összefüggéseket.

A leíró statisztika mellett a látóképi kísérletek esetében a műtrágyázásnak, a fajtának és az évjáratnak az alveográfus minőségre gyakorolt hatásait háromtényezős varianciaanalízissel elemeztem. A műtrágyázásnak az alveográfus minőségre gyakorolt hatását regresszióanalízis segítségével értékeltem ki. E vizsgálatnál a Pearson-féle korrelációanalízist az alveográfus részparaméterek és az egyes időjárási elemek közötti összefüggés-vizsgálatra használtam fel.

A DE ATC Élelmiszertudományi és Minőségbiztosítási Tanszékének és Regionális Agrárműszerközpontjának laboratóriumaiban végzett, a 2005-ös évvel bezárólag elvégzett alveográfus vizsgálatok eredményeiből (alveográfus W érték) eloszlásvizsgálatokat végeztem. Az alveográfus W értékek és a fehérjetartalom közötti kapcsolat jellemzéséhez szintén Pearson-féle korrelációanalízist alkalmaztam.

A laboratóriumi mérési eredményeket három ismétlés átlagából számítottam ki. A kémiai összetételre vonatkozó paramétereket minden esetben a minta szárazanyag-tartalmára vonatkoztatva adtam meg.

A vizsgálatok eredményeit SPSS 11.5 for Windows és Excel 6.0 for Windows programok segítségével értékeltem ki, varianciaanalízis-számításnál az $SzD_{5\%}$ értékét SVÁB (1973) szerint számítottam ki, az ábrákat Excel 6.0 for Windows program segítségével készítettem.

3. Eredmények és főbb következtetések

3. 1. A búzaminta-előkészítés kivitelezésének hatása a laboratóriumi lisztminta minőségére

Egy adott búzaminta őrlés előtti kondicionálásakor, a nedvességtartalom magasabb (16,5%-os) szintre történő beállítása a fehérje - és hamutartalom csökkenését, valamint az alveográfus L és W értékek statisztikailag igazolt növekedését okozta. A búza 16,5%-os nedvesség-értékre való kondicionálása, őrléskor, a héjrészeknek az endospermiumtól nagyobb arányban való eltávolíthatóságát eredményezi. Ezt az bizonyítja, hogy a magasabb (16,5%-os) nedvesítésű búzaminta lisztjének alacsonyabb volt a hamu -, vagyis a korpatartalma és világosabb színű volt. Emellett közvetett bizonyíték az alacsonyabb fehérjetartalom is, hiszen a héjrészekkel együtt a fehérjében gazdag aleuron – réteg is eltávozott, ezért volt a liszt fehérjetartalma alacsonyabb. Jobbnak találtam a 16,5%-os nedvesítésű búzából őrlött liszt alveográfus

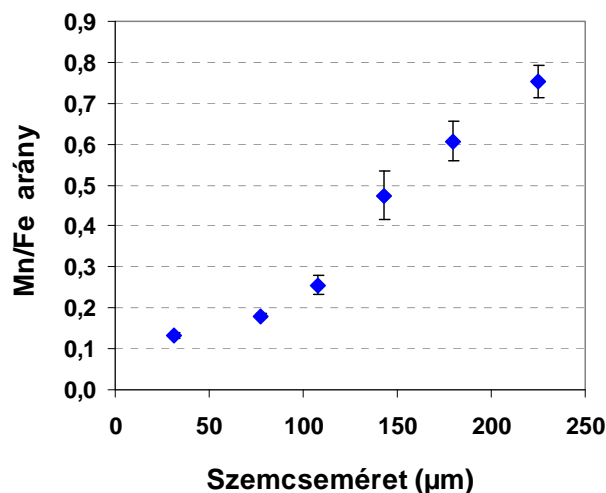
mutatóit, hiszen a minta alacsonyabb korpa-, illetve hamutartalma kevésbé befolyásolta hátrányosan a reológiai tulajdonságokat.

Ugyanazon búzaminta két, különböző típusú laboratóriumi malmon (CHOPIN LABORATORY MILL CD 1, illetve LABOR MIM FQC 109) való őrlése esetén, a két malmon őrölt búza lisztjeinek fehérjetartalma között nem tapasztaltam szignifikáns különbséget, míg a francia CHOPIN malmon nyert lisztek hamutartalmát közel másfélszeresnek találtam a magyarországi gyakorlatban leginkább elterjedt FQC 109 típusú malmon nyert lisztek hamutartalmához viszonyítva. Az alveográfus L és G értékek esetében $P=1\%$ szinten, míg a W érték esetében $P=0,1\%$ szinten szignifikáns különbséget mértem a két, eltérő típusú malmon nyert lisztek vizsgálatakor. A két malom lisztjeinek hamutartalmában tapasztalható különbség a malmok szitálási technológiájának különbözőségeire vezethető vissza. A LABOR MIM FQC 109 malom a teljes őrleményből a lisztet kizárólag gravitációs úton választja el, forgó mozgást végző hengersizitájának segítségével. A CHOPIN LABORATORY MILL CD 1 malom magas fordulatszámon működő terelőlapátjai a fehérjében gazdag aleuron-rétegtől távolabb eső, rugalmatlanabb, durva korpa-részeket képesek összetörni, így azok a szitaszöveten áthullva könnyen bejuthatnak a lisztbe. A fehérjében gazdag, nyálkaszerű aleuron réteg melletti korparészek rugalmasabbak, ezért azokat a terelőlapátok nem porították össze, így nem kerülhettek be a lisztbe. Ezt támasztja alá, hogy a két liszt között a fehérjetartalomban nincs statisztikailag igazolható különbség (vagyis a CHOPIN LABORATORY MILL CD 1 esetében az aleuron réteg nem jutott be a lisztbe), míg a francia malmon őrölt liszt hamutartalma rendkívül magas volt. A hamutartalom negatív befolyásoló hatásaiból következőleg ez utóbbi malomtól kapott liszt alveográfus reológiai tulajdonságai sokkal kedvezőtlenebbek voltak.

A magasabb kiörlési arányt eredményező szitálási időt 4 perces egységekkel növelve, a fehérjetartalom lineáris trend szerinti csökkenését és a hamutartalom logaritmikus függvény szerinti növekedését tapasztaltam.

Egy laboratóriumi malmon őrölt, ugyanazon lisztmintából szitálással nyert, különböző szemcseméretű lisztfrakciók FQA-2000 Micro Z-arm Mixer segítségével meghatározott reológiai tulajdonságaikban, fehérje -, hamu -, makroelem (Ca, K, Mg, P, S)- és mikroelem (Al, Ba, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Sr, Zn)- tartalmukban szignifikánsan különböznek. Egy malomüzemben előállított BL 55-ös liszt esetében néhány mikroelem (Cr, Fe, Li, Sr) kivételével ugyanez a megállapítás tehető. A malomüzemi eredeti lisztminta a B₁-es sütőipari minőségi kategóriába volt besorolható, viszont egyik frakció sem bizonyult annyival jobbnak, hogy magasabb minőségi osztályú lett volna, mint ahogy azt a laboratóriumi liszt esetében

tapasztaltam, ahol a 125-63 μm szemcsenagyság közötti két lisztfrakciót mind a vízfellevő-képesség, mind a sütőipari értékszám tekintetében jobb minőségűnek találtam az eredeti lisztnél, melyek frakciók magasabb minőségi kategóriába is sorolhatók. A BL 55-ös háztartási liszt különböző szemcseméret-frakciókra való szétválasztása tehát sem feldolgozástechnológiai, sem gazdasági szempontból nem eredményezne értékesebb lisztet. A laboratóriumi malmon előállított liszt különböző szemcseméretű frakcióinak makro - és mikroelem - tartalmát tekintve megállapítható, hogy a mangán kivételével ezen elemek a legnagyobb koncentrációjukat a finomabb szemcséjű frakciókban érik el. A szakirodalom szerint a korparészek több vasat, illetve a csíra több mangánt tartalmaz. E két elem eloszlásából és egymáshoz viszonyított arányából bizonyítható, hogy a mangánban gazdag csíra a durvább, míg a korparészek a finom szemcséjű frakciókba őrlődtek bele nagyobb arányban, hiszen a Mn/Fe arány a szemcseméret növekedésével szintén növekszik (2. ábra *ábra*).



2. ábra: A mangán/vas arány változása a szemcseméret függvényében, a laboratóriumi lisztminta esetében

3. 2. Magyarországon köztermesztésben lévő őszi búzafajták alveográfus minőségének vizsgálata

A DE ATC Karcagi Kutatóintézetében folytatott őszi búza fajta-összehasonlító kísérletekből származó, a 2002-2005-ös években termesztett, évente 10-14 őszi búzafajta mintáinak alveográfus minősítését végeztem el, a hatályos francia előírásokban foglalt határértékek alapján. Megállapítottam, hogy a fajták sorrendje évjáratonként jelentősen eltér egymástól, mindegyik vizsgált mutató esetében. A gyakorlat azon igényéhez igazodva, mely szerint indokolt lenne a kb. 120 db-os őszi búza fajtalistából néhányat alveográfus minőségük szerint kiemelni, értekezésem megírásának egyik célkitűzése egy fajtaajánlat létrehozása volt. A vizsgált fajták értékelését a karcagi kísérletekben legalább három évig termesztésben tartott,

12 őszi búzafajta tekintettel végeztem el. Első lépésben az alveográfus W és P/L értékekre francia előírások szerint egy értékskálát készítettem, mely alapján az egyes fajták alveográfus W és P/L értékeit pontokban fejeztem ki:

	3 pont	2 pont	1 pont	0 pont
Alveográfus W érték ($\times 10^{-4}J$)	<i>Kiváló</i> $250 < W$	<i>I. osztályú</i> $160 < W < 250$	<i>II. osztályú</i> $120 < W < 160$	<i>osztályon kívüli</i> $120 > W$
Alveográfus P/L érték	$0,7-0,8$	$0,5-0,7$	$0,4-0,5$	$0,4 > P/L$ vagy $0,8 < P/L$

A pontozás magyarázatára véleményem szerint csak a P/L érték esetében lehet szükség: az adott lisztminta P/L értéke alapján, annál magasabb pontszámot kapott, minél jobb reológiai tulajdonságokat megkövetelő terméket lehet a lisztből készíteni.

A legalább három éven keresztül termesztett 12 őszi búzafajta alveográfus W és P/L értékeit, a fenti osztályozás szerint, pontokkal helyettesítettem úgy, hogy az alveográfus W érték esetében – annak kiemelkedő jelentősége miatt – a pontszámokat kettővel való szorzással súlyoztam. Az így megállapított fajtasorrendet az alábbi, 2. táblázatban mutatom be. Ezen számítások szerint a karcagi kísérletekbe vont fajták közül, alveográfus minősége alapján, minőségi búza-termesztésre leginkább javasolhatók a Ludwig, a GK Kalász, a Jubilejnaja 50 és a GK Attila őszi búzafajták. Közepes, elfogadható minőségű termést adtak a Lupus, a GK Petur, az MV Emese és az MV Csárdás őszi búzafajták, míg az MV Verbunkos és az MV Magvas fajtákat csak akkor lenne célszerű termesztésbe vonni, ha azt, valamilyen egyéb tényező indokolná. Alveográfus W és P/L értékük alapján gyenge minőségű termést adtak az MV Magdaléna és a GK Garaboly őszi búzafajták, így termesztésük – alveográfus minőségüket véve csak figyelembe – nem javasolható.

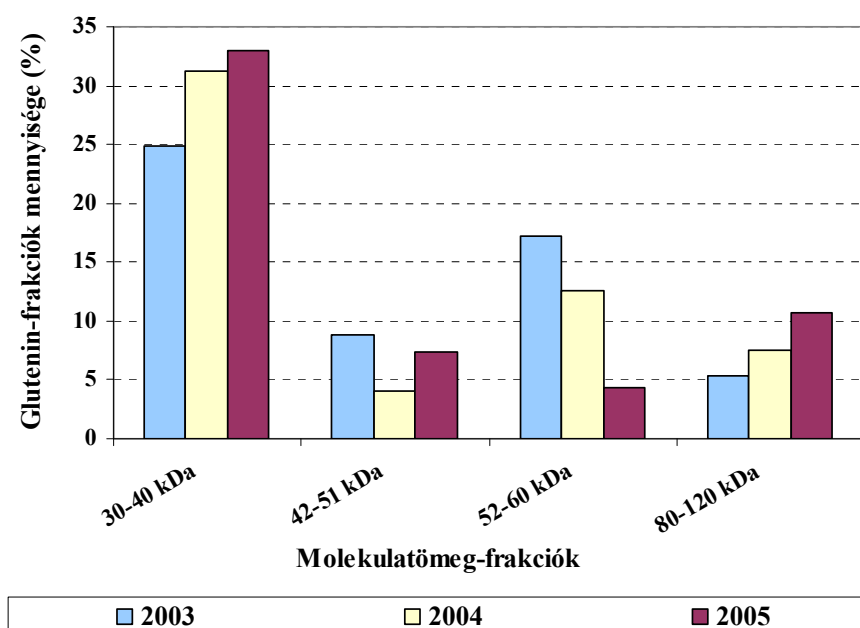
2. táblázat: A Karcagon termesztett őszi búzafajták osztályozása alveográfus minőségük alapján (2002-2005)

Fajta	Alveográfus W érték pontszáma	Alveográfus P/L érték pontszáma	Összpontszám
Ludwig	4,50	1,50	6,00
GK Kalász	4,00	1,75	5,75
Jubilejnaja 50	4,00	1,50	5,50
GK Attila	3,50	1,50	5,00
Lupus	4,00	0,66	4,66
GK Petur	4,00	0,50	4,50
MV Emese	3,33	1,00	4,33
MV Csárdás	3,00	1,00	4,00
MV Verbunkos	3,00	0,75	3,75
MV Magvas	3,50	0,00	3,50
MV Magdaléna	2,00	0,75	2,75
GK Garaboly	2,00	0,00	2,00

Az egyes évjáratokat a fajták átlagában kiszámított legfontosabb alveográfus paraméter alapján értékelve megállapítható, hogy a legjobb minőségű termést a 2005-ös év adta. 2002-ben és 2004-ben hasonló minőségű termést lehetett betakarítani, míg 2003-ban alig értékelhető reológiai tulajdonságokat mutattak a fajták.

3. 3. Őszi búzalisztek gluteninfehérje-összetétele és különböző módszerekkel mért reológiai tulajdonságai közötti összefüggések vizsgálata

Munkám során a karcagi fajta-összehasonlító kísérletből kiválasztottam nyolc fajtát és ezeknek a 2003-2005-ös évekből származó lisztmintáiból, az Osborne-féle fehérjefrakcionálási eljárás szerint, kivontam a sikéralkotók közül a glutenin fehérjéket, majd SDS-PAGE módszerrel elvégeztem ezek molekulatömeg szerinti elválasztását. A búzaminták alveográfus és valorigráfus mutatóinak változásaihoz hasonlóan, a szakirodalom szerinti felosztásban vizsgált fehérjefrakciók (HMW A-csoport: 80-120 kDa, LMW B-csoport: 42-51 kDa, LMW C-csoport: 30-40 kDa és LMW D-csoport: 52-60 kDa) évenkénti alakulása is nagy ingadozásokat mutatott. E megállapítás szemléletesebbé tételének érdekében példaként, a Lupus őszi búzafajta glutenin-frakcióinak megoszlását a 3. ábra segítségével mutatom be.



3. ábra: A Lupus őszi búzafajta glutenin-frakcióinak alakulása a vizsgált években

Az egyes gluteninfrakciók és a reológiai részparaméterek közötti összefüggésvizsgálatok elvégzése során megállapítottam, hogy az évek átlagában a különböző molekulatömegű glutenin-frakciók és a valorigráfus részparaméterek között nincs statisztikailag igazolható kapcsolat. A LMW-gluteninek C-csoportja 2003-ban igen szoros pozitív kapcsolatban állt a tésztabilitási idővel, melynek alakulását az LMW-gluteninek B-csoportjának mennyiségi

növekedése 2005-ben negatívan befolyásolta. Szintén igen szoros pozitív összefüggést figyeltem meg a tézstabilitási idő és az LMW-gluteninek D-csoportja között 2005-ben. Áttérve a glutenin-frakciók mennyiségének az alveográfus mutatókkal való összefüggéseinek ismertetésére, eredményeim azt igazolták, hogy a vizsgált évek átlagában a glutenin-frakciók közül a D-csoport (52-60 kDa) mennyiségének változása szoros, negatív kapcsolatban volt az alveográfus P értékek alakulásával, mely hatás $P=1\%$ szinten szignifikáns. Az adatpárok évenkénti kapcsolatrendszerét tanulmányozva megállapítható, hogy 2003-ban és 2005-ben az A-csoportba (80-120 kDa) tartozó nagy molekulású glutenin frakciók mennyisége és az alveográfus P értékek alakulása között szoros, pozitív összefüggés állt fenn. Ezen kívül a B-csoport (42-51 kDa) mennyiségének növekedése 2004-ben statisztikailag igazolhatóan csökkentette az alveográfus L és a G értékeket. A szakirodalmi adatokkal (GUPTA et al. 1990) egyetértve, illetve azokat kiegészítve megállapítottam, hogy a tézta erősségére (alveográfus P érték) az LMW-gluteninek D-csoportja az évek átlagában negatív hatást gyakorolt, míg az egyes években a tézta erősségét a HMW-gluteninek mennyisége növelte. A HOU et al. (1996) által a puha szemű búzafajtákra tett megállapítás, mely szerint az alveográfus tulajdonságok és a gluteninek mennyisége között váltakozó irányú és erősségű összefüggések figyelhetők meg – eredményeim alapján – a keményszemű őszi búzafajták esetében is helytállónak bizonyult.

Annak érdekében, hogy a glutenin-frakciók mennyisége és a reológiai tulajdonságok közötti kapcsolatrendszerrel pontosabb megállapításokat tudjak tenni, elvégeztem a gluteninek mennyiségének alegységenként történő vizsgálatát is. Itt csak a legfontosabb reológiai mutatószámokat kiemelve megállapítottam, hogy a valorigráfus értékszámot negatívan befolyásoló 34-35 kDa tömegű gluteninek az alveográfus W értékkel nincsenek szignifikáns kapcsolatban, viszont a 47-49 kDa molekulatömegű glutenin-frakció mennyiségének változása statisztikailag igazolt, szoros, negatív kapcsolatban áll mind a sütőipari értékszám, mind pedig az alveográfus W érték alakulásával, a vizsgált fajták 2003-2005. között betakarított mintáinak viszonylatában. Az eredmények szignifikáns mivolta mellett, megállapításomat közvetett módon az is alátámasztja, hogy e befolyásoló hatás – mindkét mutató esetében – a két mutatószámot kialakító részparamétereken keresztül jut érvényre, hiszen a korrelációs kapcsolat nem csak a valorigráfus értékszám, illetve a W érték, mint számításal meghatározásra kerülő paraméterek esetében áll fenn, hanem a tézta ellágyulási idő, illetve a P és L értékek esetében is teljesül.

Az alábbi, 3. táblázatban csak azokat a glutenin alegységeket tüntettem fel, melyek mindkét műszerrel kapott valamely paraméterre szignifikáns hatást gyakoroltak.

3. táblázat: A Pearson-féle korrelációanalízis *r* értékeinek alakulása az alveográfus és valorigráfus részparaméterek, illetve az egyes glutenin-alegységek mennyisége között

Vizsgált értékek		Glutenin alegységek (kDa)			
		34-35	47-49	96-100	124-132
Alveográfus részparaméterek	P érték (mm)	-0,405	-0,478*	0,198	-0,187
	L érték (mm)	-0,496	-0,691**	-0,493	-0,774*
	P/L érték	0,644*	0,667**	0,579*	0,888**
	G érték (ml)	-0,530	-0,709**	-0,452	-0,788*
	W érték ($\times 10^{-4}$ J)	-0,450	-0,619**	-0,156	-0,467
Valorigráfus részparaméterek	Tészta kialakulási idő (sec)	-0,117	-0,135	-0,514*	0,341
	Tészta stabilitási idő (sec)	-0,541	-0,336	0,194	-0,398
	Tészta ellágyulás mértéke (BU)	0,655*	0,694**	0,065	0,692*
	Vízfelvevő-képesség (%)	0,353	0,099	-0,313	0,330
	Sütőipari értékszám (BU)	-0,623*	-0,682**	-0,117	-0,635

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%;

3. 4. A műtrágyázás, az évjárat és a fajta termésminőségre gyakorolt hatása

A DE ATC Látóképi Kísérleti Telepén, Dr. Pepó Péter irányításával zajló műtrágyázási fajta-összehasonlító tartamkísérletek lehetőséget adtak arra, hogy a GK Öthalom és a Fatima 2 őszi búzafajták nyolc évből (1997-1999 és 2001-2005) származó mintáinak alveográfus eredményeit a műtrágyázás és az évjárat hatásainak szempontjából vizsgáljam. A háromtényezős varianciaanalízis eredményei szerint a műtrágyázás a P érték kivételével, a fajta pedig az alveográfus W érték kivételével minden alveográfus részparaméterre P=0,1% szinten szignifikáns hatással volt. A legegységesebb hatást az évjárat esetében figyeltem meg, melynek hatása minden általam vizsgált alveográfus minőségi értékszám esetében P=0,1% szignifikancia szinten volt megbízható.

Megállapítottam, hogy a műtrágyázás és az évjárat, mint vizsgált faktorok hatásai, a P és L értékeken, mint közvetlenül mért paramétereken keresztül pontosabban, eredményesebben követhetők, mint a „közvetett” módon, számítással meghatározásra kerülő W értéken keresztül, hiszen e két tényezőnek a P és L értékekre gyakorolt hatásai együtt, mátrix-szerűen, összeadódva vagy éppen egymást valamelyest kioltva jelennek meg az alveográfus W értékekben. Két, feltételezett búzaminta esetében, azonos görbe alatti planimetrált területet, azaz azonos W értéket a mintánkénti különböző P és L értékek is eredményezhetnek, vagyis hiába sorolhatók a minták a W érték alapján azonos, például kiváló minőségi kategóriába, elképzelhető, hogy az egyik minta lisztjének kedvezőtlen P/L értéke, (például túl magas L értéke), a mintát csak kekszfélék készítésére teszi alkalmassá. Ebből következőleg – a búzamintákat kizárólag csak alveográfus paramétereik alapján minősítve megállapítható, hogy

– a W érték önmagában való használata nem nyújt megfelelő biztonságot egy lisztminta reológiai-sütőipari tulajdonságainak megítélésében, hanem mindenképpen szükség van a W érték mellett a P/L érték megfelelő súllyal való figyelembevételére is.

Eredményeim közül itt csak a két legfontosabb alveográfus paraméter, a W és a P/L érték esetében tapasztaltakat emelném ki. A műtrágyázás hatását vizsgálva, az egyes kezeléseket az évek átlagában tekintve megállapítható, hogy a GK Öthalom őszi búzafajta esetében, a W érték alapján, a legmagasabb műtrágyaszinten realizálódott a legjobb minőségű termés. A Fatima 2 esetében hasonló következtetést nem tudtam levonni, mivel a W értékek évenkénti maximumainak előfordulása nagy változatosságot mutat. A növekvő NPK-dózisok alkalmazása a GK Öthalom P/L értékeit az 1999-es, míg a Fatima 2 P/L értékeit az 1997-es év kivételével tendenciaszerűen csökkentették. A GK Öthalom őszi búzafajta alveográfus W értékeinek alakulását az időjárási paraméterek közül az érés kori csapadék csak egy-egy műtrágyakezelés esetében befolyásolta, míg a Fatima 2 őszi búzafajta minőségét a júliusban, a betakarításig lehullott csapadék mennyisége minden műtrágyaszinten javította. Ennek magyarázatául szolgálhat, hogy a Fatima 2, mint középérésű őszi búzafajta esetében a fehérjeszintézis később fejeződik be, mint a korai éréscsoportba tartozó GK Öthalom fajtánál, így júliusban, a Fatima 2 teljes érése előtt lehullott csapadék hatása – az alveográfus L érték növelésén keresztül – még érvényre jut a W érték esetében tapasztalt növekedésben. A GK Öthalom őszi búzafajtánál, teljes érésének korábbi bekövetkezése miatt, ezt a hatást nem lehet megfigyelni.

3. 5. A fehérjetartalom és az alveográfus minőség kapcsolata

Az őszi búzafajták alveográfus minősége és egyéb minőségi mutatói között elvégzett összefüggésvizsgálatok szerint a legtöbb ellentmondás az alveográfus W érték és a fehérjetartalom közötti kapcsolatot övezi. Az e témában idézett szakirodalmak eredményeivel csak részben egyetértve, összefoglalásként megállapítottam, hogy mind a GK Öthalom, mind a Fatima 2 őszi búzafajta esetében – az évek átlagában tekintve – az alveográfus W érték és a fehérjetartalom között csak a nem trágyázott és az alacsony NPK-adagú (30-60 kg/ha N+PK) műtrágyakezelések esetében áll fenn statisztikailag igazolható szoros, vagy igen szoros, pozitív összefüggés (4. táblázat).

4. táblázat: A legfontosabb alveográfus mutatószámok és a fehérjetartalom kapcsolatát mutató Pearson-féle korrelációs *r* értékek, a vizsgált évek átlagában

	Fajta	Kezelés	Alveográfus <i>W</i> érték	Alveográfus <i>P/L</i> érték
			<i>r</i> érték	<i>r</i> érték
Fehérjetartalom (%)	GK Öthalom	Kontroll	0,485**	-0,261
		1.	0,844**	-0,200
		2.	0,540**	-0,349
		3.	0,381	0,296
		4.	0,517**	0,006
		5.	0,321	0,150
	Fatima 2	Kontroll	0,644**	-0,408*
		1.	0,623**	-0,161
		2.	0,503**	0,097
		3.	0,366	0,220
		4.	0,138	0,027
		5.	0,439	0,175

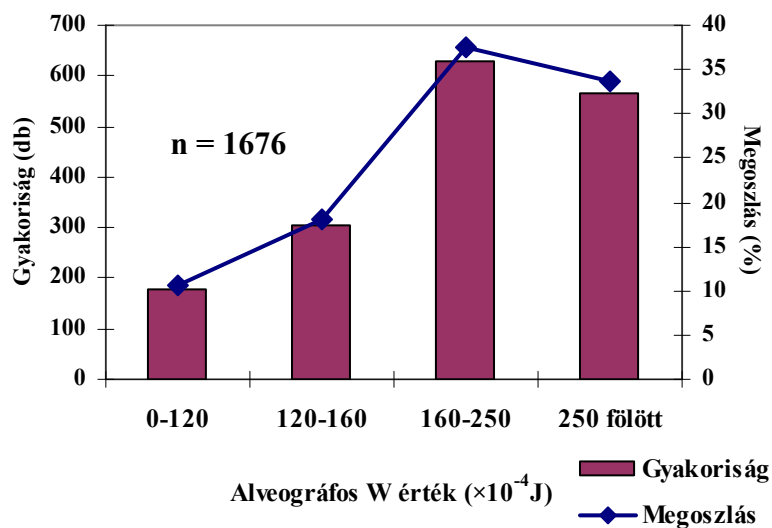
Megjegyzés: Az eredményeket hét év adatai alapján számítottam ki, az 1999-es év Fatima 2 őszi búzafajta fehérjetartalom eredményeinek hiányában.

A műtrágyakezelések átlagában elvégzett korrelációanalízis szerint a GK Öthalom esetében, a fenti paraméterek között, az 1998-as év kivételével, minden évjáratban statisztikailag igazolható (szoros, vagy igen szoros pozitív) összefüggéseket tudtam megállapítani, azonban a Fatima 2 őszi búzafajta fehérjetartalma csak 2001-ben és 2005-ben mutat szignifikáns összefüggést az alveográfus *W* értékkel. Ezen eredmények alapján kijelenthető, hogy a két említett paraméter közötti kapcsolat fajtafüggő.

3. 6. Kereskedelmi búzaminták alveográfus minősége

E fejezet megírásával az volt célom, hogy nagyszámú minta alveográfus vizsgálati eredményei alapján, általános megállapításokat tehessek arra vonatkozólag, hogy a Magyarországon laboratóriumi vizsgálatra kerülő búzaminták milyen megoszlásban, mely alveográfus minőségi kategóriába sorolhatók be a francia előírások alapján. Ezek szerint a *W*-érték $250 \times 10^{-4}J$ felett a kiváló, 160 és $250 \times 10^{-4}J$ között az I. osztályú, 120 és $160 \times 10^{-4}J$ között pedig a II. osztályú reológiai minőségi csoportnak felel meg. A DE ATC MTK Élelmiszertudományi és Minőségbiztosítási Tanszékének és Regionális Agrárműszerközpontjának laboratóriumaiban, a 2005-ös évvel bezárólag, az alveográfus is minősített búzaminták száma 1676 db volt. Ezek egyharmad része (33,8%-a) a $250 \times 10^{-4}J$ határértéktől magasabb *W* értékkel rendelkezik, vagyis a kiváló minőségi kategóriába tartozik bele (4. ábra). 37,5%-a, azaz a mintáknak szintén kb. az egyharmada (629 db búzaminta) tartozik bele az I. osztályú minőségi kategóriába, míg 18,1%-a kap II. osztályú minősítést a

francia előírások szerint. A vizsgált, nagyszámú mintaanyag mindössze 10,6%-a nem sorolható be egyik minőségi kategóriába sem.



4. ábra: A kereskedelmi minták osztályozása a francia alveográfus előírások alapján

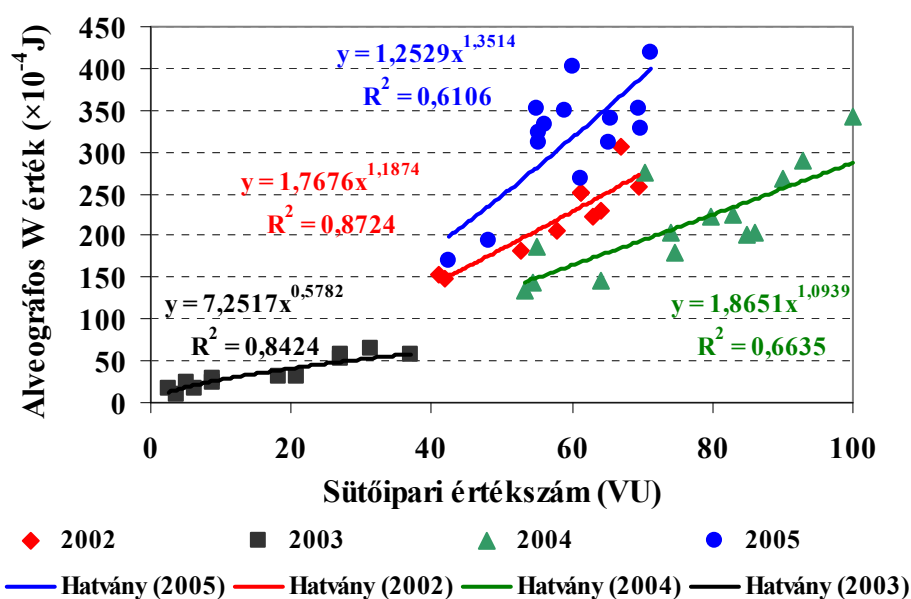
Ez utóbbi adat és a 33,8% részarányú, kiváló minőségű mintamennyiség azt jelzi, hogy az alveográfus minősítési rendszer használatától a magyar búzatermesztőknek nem tartaniuk, a magyar búzatermés az alveográffal történő minősítés esetén is megállja a helyét a nemzetközi versenyben. A napjainkban kiemelt hangsúllyal emlegetett búza-céltermeltetés megvalósulása esetén, tovább nőhet a kiváló minőségű búzaminták részaránya, mely nagyban segítené a minőségi búza-exportot, főleg azokba az országokba, ahonnan eddig az alveográfus paraméterek szerinti minősítés hiánya miatt szorult ki Magyarország.

3. 7. Az alveográfus és valorigráfus minősítési rendszer összevethetősége

A DE ATC Karcagi Kutatóintézetéből és a Látóképi Kísérleti Telepéről származó mintaanyag vizsgálatával választ kerestem arra a kérdésre, hogy a Magyarországon hagyományos sütőipari minősítés szerint alkalmazott valorigráfus értékszám helyett – illetve ahhoz viszonyítva – az alveográfus W érték, vagy a P/L érték használata jelenti-e a nagyobb biztonságot a búzaminták sütőipari minőségének meghatározásában. Megállapítottam, hogy a sütőipari értékszám és a W érték a karcagi minták esetében minden vizsgált évben igen szoros, pozitív ($r=0,776^{**}$) korrelációs kapcsolatban állt, szemben a sütőipari értékszám és a P/L érték közötti szoros, negatív ($r= - 0,531^{**}$) kapcsolattal. Előbbi megállapítás a látóképi mintaanyag esetében az évek többségében helytálló. Így kijelenthető, hogy az őszi búzafajták alveográfus minősítésekor a W érték használata ad a magyar minősítési rendszer eredményeihez legközelebb álló eredményt. A korrelációs együttható értéke az évjáratától és a

fajta-összetételtől, illetve a műtrágyakezelésektől is függő mértékben ingadozott, melynek magyarázatára további vizsgálatok szükségesek.

Mivel a Pearson-féle korrelációs együtthatók évenkénti értékei igen szoros összefüggéseket mutatnak, regresszióanalízissel vizsgáltam, hogy az összefüggés jellege szerint hogyan lehet becsülni a valorigráfos sütőipari értékszámából a jóval költségesebb mérést megkövetelő alveográfos W értéket. A legmagasabb R^2 érték elérése érdekében, hatvány típusú függvény felvételével jutunk legközelebb az alveográfos W értéknek a sütőipari értékszámából való eredményes becsléséhez. Az évenkénti kapcsolatrendszer, a regressziós egyenletekkel együtt az 5. ábrán tüntettem fel.



5. ábra: Az alveográfos W érték becslése a sütőipari értékszámából

Az egyes évjáratok eredményei markánsan elválnak egymástól. A korrelációanalízis esetében leírtakat a regresszióanalízis segítségével is bizonyítottam: a két vizsgált minőségi paraméter közötti összefüggés erőssége évjáratfüggő. Magasabb R^2 értékkel rendelkezik a két száraz évjárat, melyek esetében szoros, míg a másik két év esetében csak közepes erősségű összefüggésről beszélhetünk.

A négy vizsgált évjárat adatai közötti hatvány típusú kapcsolatot, egy függvény felvételével jellemezve, a következő egyenletet kaptam:

$$y = 2,9616x^{1,0419} \quad \text{ahol } R^2 = 0,8473;$$

Az általam vizsgált adatbázison, a fenti egyenlet segítségével hatvány típusú függvény felvétele esetén, az alveográfos W érték a sütőipari értékszámából erős összefüggés fennállásával becsülhető, a részeredmények jól megfigyelhető évjáratfüggése mellett.

Új és újszerű tudományos eredmények

- Egy búzaminta laboratóriumi őrlés előtti, különböző mértékű nedvesítése, mind a kémiai összetétel (fehérjetartalom, hamutartalom), mind a reológiai tulajdonságok (alveográfus L és W érték) esetén statisztikailag igazolt eltérést okoz.
- Ugyanazon búzaminta eltérő technológiai felépítésű laboratóriumi malmokon való őrlésekor, szignifikáns különbségeket találtam a lisztminták hamutartalmának, valamint alveográfus L, G és W értékeinek esetében.
- A búza laboratóriumi őrlésekor, a megfelelő kiörlési arány elérése érdekében végzett szitálás idejének növelése, csökkenő fehérje – és egyben növekvő hamutartalommal rendelkező liszteket eredményezett.
- Egy laboratóriumban őrlött lisztminta különböző szemcseméretű frakciói reológiai tulajdonságaikban, fehérje -, hamu -, makroelem (Ca, K, Mg, P, S)- és mikroelem (Al, Ba, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Sr, Zn)-tartalmukban szignifikánsan különböznek. Egy malomüzemben előállított BL 55-ös liszt esetében néhány mikroelem (Cr, Fe, Li, Sr) kivételével ugyanez a megállapítás tehető. A laboratóriumi malmon őrlött, különböző szemcseméretű lisztfrakciók ásványelem – tartalmának alakulása hasonló a már korábban publikált kukoricaőrlemények esetében tapasztaltakhoz.
- Egy adott ökológiai körzetben vizsgált őszi búzafajták 2003-2005. között betakarított mintái esetében összefüggés-vizsgálatokat végezve megállapítottam, hogy a 47-49 kDa molekulatömegű glutenin-alegység mennyiségének növekedése szignifikánsan csökkentette mind a sütőipari értékszámot, mind pedig az alveográfus W értéket.
- A Hajdúsági löszhát mészlepedékes csernozjom talaján, a GK Öthalom és a Fatima 2 őszi búzafajták vizsgálati eredményei alapján megállapítottam, hogy a műtrágyázás az alveográfus P érték kivételével, a fajta a W érték kivételével, míg az évjárat kivétel nélkül, minden alveográfus részparaméterre szignifikáns hatással volt.
- A nyolc év eredményei alapján vizsgált két őszi búzafajta (GK Öthalom és Fatima 2) alveográfus W értéke és fehérjetartalma között csak a nem trágyázott kontroll és az alacsony NPK-dózisú (30-60 kg/ha N+PK) kezelések esetén áll fenn pozitív korreláció, továbbá e két említett paraméter közötti kapcsolat fajtafüggő.
- A búzamintákat kizárólag csak alveográfus paramétereik alapján minősítve megállapítható, hogy a W érték önmagában való használata nem nyújt megfelelő biztonságot egy lisztminta reológiai-sütőipari tulajdonságainak megítélésében, hanem

mindenképpen szükség van a W érték mellett a P/L érték megfelelő súllyal való figyelembevételére is.

- A Magyarországon hagyományos sütőipari minősítés szerint alkalmazott farinográfus/valorigráfus értékszám helyett – a P/L értékkel szemben, – az alveográfus W érték használata ad a magyar minősítési rendszer eredményeihez legközelebb álló eredményt.

Gyakorlatban hasznosítható tudományos eredmények

- Javasolható a búzaminták őrlés előtti kondicionálásának nemzetközi szinten történő következetes egységesítése, természetesen a búza típusának és az őrlési célnak függvényében. Tapasztalataim szerint a magasabb (16,5%-os) nedvességtartalomra történő kondicionálás jobb reológiai tulajdonságokkal rendelkező – kevesebb korpát tartalmazó – laboratóriumi lisztmintát eredményez.
- A Franciaországban gyártott CHOPIN LABORATORY MILL CD 1 típusú malommal szemben, a hazai igényeknek jobban megfelel a LABOR MIM FQC 109 típusú, magyar gyártású laboratóriumi malom használata. Az eredmények objektív értékelése miatt, a tudományos cikkek „Anyag és módszer” című fejezetében, célszerű lenne a kísérleti őrléshez használt malom típusának pontos megjelölésén kívül, a kiőrlési arány feltüntetése, valamint a vizsgált lisztminta szemcseméretének megadása.
- A DE ATC Karcagi Kutatóintézetében vizsgált őszi búzafajták közül, alveográfus minősége alapján, a karcagi mélyben sós réti csernozjom talajon, a minőségi búza-termesztésre leginkább javasolhatók a Ludwig, a GK Kalász, a Jubilejnaja 50 és a GK Attila őszi búzafajták.
- A DE ATC Látóképi Kísérleti Telepén zajló műtrágyázási tartamkísérletekbe bevont GK Öthalom és Fatima 2 őszi búzafajták nyolc évből származó alveográfus eredményeik alapján kijelenthető, hogy a GK Öthalom jobb megtérülést biztosító, következetesebb műtrágyareakciója és mind az évek-, mind a műtrágyakezelések átlagában vett jobb minősége miatt termesztésre jobban ajánlható őszi búzafajta.

Publikációk az értekezés témakörében

Tudományos folyóirat

Tóth Á. Győri Z. (2004): A termőhely hatása a 2002/2003–as őszi búzafajták minőségére. Agrártudományi Közlemények. 13. 100-107.

Tóth Á. Sipos P. Győri Z. (2005): Az évjárat és a műtrágyázás hatása a GK Öthalom őszi búzafajta alveográfus minőségére. Agrártudományi Közlemények. 16. 126-133.

Sipos P. **Tóth Á.** Győri Z. (2005): Az őszi búza minőségének változása az érés során. Agrártudományi Közlemények. 16. 105-112.

Á. Tóth, P. Sipos, M. Borbély, Á. Elek, Z. Győri, (2005): Study of macro-element content of different particle size wheat flour fractions with special regard to Carbon content. Cereal Research Communications. 33. 1. 321-324.

P. Sipos, **Á. Tóth,** Á. Elek, Z. Győri, (2005): Investigation of Carbon content and C/N ratio in flours from maturing wheats. Cereal Research Communications. 33. 1. 403-406.

Á. Tóth, P. Sipos, M. Borbély, Cs. Uri, Á. Elek, É. Mars. Z. Győri, (2006): Connections between glutenin proteins and rheological properties of winter wheat. Cereal Research Communications. 34. 1. 693-696.

P. Sipos, **Á. Tóth,** Z. Győri, (2006): Effect of weather conditions on the alveographic W value of winter wheat. Cereal Research Communications. 34. 1. 657-660.

É. Mars, **Á. Tóth,** Z. Győri, (2006): Quality and yield of winter wheat with sulphur content formulations. Cereal Research Communications. 34. 1. 577-580.

Á. Tóth, J. Prokisch, P. Sipos, É. Széles, É. Mars, Z. Győri, (2006): Effects of particle sizes on the quality of winter wheat flour, with a special view to macro – and micro element concentration. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 37. 15-20. (in press)

P. Sipos, J. Prokisch, **Á. Tóth,** Z. Győri, (2006): Changes in the element composition of flours during maturation of the winter wheat kernel. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 37. 15-20. (in press)

Tóth Á. Sipos P. Győri Z. (2006): Őszi búzafajták (*Triticum aestivum* L.) reológiai tulajdonságainak minősítése alveográffal. Növénytermelés. 55. 1-2. 3-13.

Tóth Á. Sipos P. Győri Z. (2006): A GK Öthalom és a Fatima őszi búzafajták (*Triticum aestivum*) alveográfus minőségének alakulása az évjárat és különös tekintettel a műtrágyázás hatására, nyolc év eredményei alapján. Növénytermelés. 55. 1-2. 15-26.

Tóth Á. Sipos P. Borbély M. Uri Cs. Győri Z. (2006): Az SDS-PAGE módszer alkalmazása az őszi búzalisztek minőségének megítélésében. Agrártudományi Közlemények. (megjelenés alatt)

Sipos P. **Tóth Á.** Győri Z. (2006): Időjárási paraméterek hatása az őszi búza liszt fehérjetartalmára és sütőipari értékszámára. Agrártudományi Közlemények. (megjelenés alatt).

Uri Cs. **Tóth Á.** Sipos P. Borbély M. Győri Z. (2006): A sikérfehérjék összetétele, hatásuk a sikér reológiai tulajdonságaira. Agrártudományi Közlemények. (megjelenés alatt)

Lektorált cikkek

Á. Tóth, P. Sipos, B. Kovács, Z. Győri, (2004): Effect of fraction size on the rheological properties and chemical composition of winter wheat flours. 4th Aegean Analytical Chemistry Days Congress. 29 Sept.–3 Oct. 2004. Kusadasi–Aydin/Turkey. Ed.: M. Demir. Adnan Menderes University. Proceedings 593-595. ISBN: 975-8254-22-7.

P. Sipos, B. Kovács, **Á. Tóth**, Z. Győri, (2004): Determination of element content in flour from different ear parts of winter wheat. 4th Aegean Analytical Chemistry Days Congress. 29 Sept.–3 Oct. 2004. Kusadasi–Aydin/Turkey. Ed.: M. Demir. Adnan Menderes University. Proceedings 596-598. ISBN: 975-8254-22-7.

Á. Tóth, P. Sipos, Z. Győri, (2005): Investigation of micro-element contents of different winter wheat flour fractions. 9th International Symposium On Soil and Plant Analysis. January 29 through February 04, 2005. Cancún, Mexico. Ed.: J. D. Etchevers, C. Hidalgo., Colegio de Postgraduados. Mexico. Program and Abstract Book 111. ISBN 968-839-449-1.

P. Sipos, **Á. Tóth**, Z. Győri, (2005): Effect of different winter wheat ear parts on the element content in flour. 9th International Symposium On Soil and Plant Analysis. January 29 through February 04, 2005. Cancún, Mexico. Ed.: J. D. Etchevers, C. Hidalgo., Colegio de Postgraduados. Mexico. Program and Abstract Book 111. ISBN 968-839-449-1.

Tóth Á. Sipos P. Győri Z. (2005): Őszi búzafajták alveográfus minősítése. Tavasz Szél 2005. Konferencia. 2005. május 5-8. Debrecen. Szerk.: Csizmadia József. Konferenciakiadvány 412-415. ISBN: 963 218 368 1.

Tóth Á. Sipos P. Győri Z. (2006): A búzaminta-előkészítés kivitelezésének hatása a laboratóriumi lisztminta minőségére. Tavasz Szél 2006. Konferencia, 2006. május 4-7. Kaposvár. Szerk.: Csizmadia József. Konferenciakiadvány 30-33. ISBN: 963 229 773 3.

Tóth Á. Sipos P. Győri Z. (2006): Őszi búzafajták alveográfus minősítésének jelentősége aszályos, csapadékos és átlagos időjárási körülmények között. Élelmiszervizsgálati Közlemények. (megjelenés alatt)

Sipos P. **Tóth Á.** Győri Z. (2006): A búzaliszt reológiai vizsgálata különböző módszerekkel. Élelmiszervizsgálati Közlemények. (megjelenés alatt)

Konferenciakiadványok

Á. Tóth, P. Sipos, B. Kovács, Z. Győri, (2004): Effect of fraction size on the rheological properties and chemical composition of winter wheat flours. 4th Aegean Analytical Chemistry Days Congress. 29 Sept.–3 Oct. 2004. Kusadasi–Aydin/Turkey. Ed.: M. Demir. Adnan Menderes University. Abstracts 148. ISBN: 975-8254-23-5.

P. Sipos, B. Kovács, **Á. Tóth**, Z. Győri, (2004): Determination of element content in flour from different ear parts of winter wheat. 4th Aegean Analytical Chemistry Days Congress. 29 Sept.–3 Oct. 2004. Kusadasi–Aydin/Turkey. Ed.: M. Demir. Adnan Menderes University. Abstracts 149. ISBN: 975-8254-23-5.

Á. Tóth, P. Sipos, Z. Győri, (2004): Effect of fraction size on the rheological properties of winter wheat flours. 3rd Millenium Agriculture. 20-23. October, 2004. Cluj-Napoca. Romania. Ed.: L. A. Marghitas. Bulletinul USAMV-CN. nr. 60/2004. Symposium Prospects 506. ISSN 1454–2382.

- P. Sipos, **Á. Tóth**, Z. Győri, (2004): Investigating the nitrogen and sulphur content and their ratio in winter wheat flours at maturing. 3rd Millennium Agriculture. 20-23. October, 2004. Cluj-Napoca. Romania. Ed.: L. A. Marghitas. Bulletinul USAMV-CN. nr. 60/2004. Symposium Prospects 496. ISSN 1454–2382.
- Á. Tóth**, Á. A. Zubor, P. Sipos, E. T. Kovács, M. Borbély, Z. Győri, (2005): Investigation of protein composition of flour samples by gel-electrophoresis. „Cereals-the Future Challenge” 50 Years ICC Jubilee Conference. July 3-6, 2005. Vienna. Austria. Book of Abstracts 172.
- P. Sipos, **Á. Tóth**, Á. A. Zubor, E. T. Kovács, Z. Győri, (2005): Investigation of protein composition of winter wheat flour during maturing. „Cereals-the Future Challenge” 50 Years ICC Jubilee Conference. July 3-6, 2005. Vienna. Austria. Book of Abstracts 161.
- Tóth Á.** Sipos P. Chrappán Gy. Bene S. Pákozdy H. Uri Cs. Győri Z. (2005): Az alveográfus mérések jelentősége az őszi búzafajták sütőipari minőségének meghatározásában. Termékpálya, Élelmiszer- és Környezetbiztonság az Agráriumban Konferencia. 2005. október 07. Gödöllő. Összefoglalók 41.
- Sipos P. Prokisch J. **Tóth Á.** Széles É. Uri Cs. Győri Z. (2005): Az őszi búza nehézfém tartalmának változása műtrágyázási tartamkísérletben. Termékpálya, Élelmiszer- és Környezetbiztonság az Agráriumban Konferencia. 2005. október 07. Gödöllő. Összefoglalók 39.
- Tóth Á.** Sipos P. Győri Z. (2005): Eltérő típusú laboratóriumi malmok használata a kísérleti lisztminták előállításában Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak. 2005. október 19-20. Budapest. Összefoglalók 278-279.
- Sipos P. **Tóth Á.** Borbély M. Győri Z. (2005): A Z-arm mixer alkalmazása az őszi búza lisztminősítésben. Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak. 2005. október 19-20. Budapest. Összefoglalók 276-277.
- Tóth Á.** Sipos P. Uri Cs. Győri Z. (2006): Őszi búzafajták alveográfus minősítésének jelentősége aszályos, csapadékos és átlagos időjárási körülmények között. XV. Élelmiszer Minőségellenőrzési Tudományos Konferencia. 2006. március 29-30. Debrecen. Konferenciakiadvány 231-232.
- Sipos P. **Tóth Á.** Győri Z. (2006): A búzaliszt reológiai vizsgálata különböző módszerekkel. XV. Élelmiszer Minőségellenőrzési Tudományos Konferencia. 2006. március 29-30. Debrecen. Konferenciakiadvány 141-142.
- Á. Tóth**, P. Sipos, S. Bene, M. Borbély, Cs. Uri, Z. Győri, (2006): Őszi búzalisztek sikérfehérje-összetétele és különböző módszerekkel mért reológiai tulajdonságai közötti összefüggések vizsgálata. (Study of connection between the composition of gluten-proteins and rheological properties of winter wheat determined by various methods) VII. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia. 2006. április 20. Szeged. Proceeding 147-148.
- Á. Tóth**, P. Sipos, M. Borbély, Z. Győri, (2006): Effect of glutenin-proteins on the rheological properties of some winter wheat varieties. 4th International Scientific Symposium. 10-11 October 2006. Oradea. Proceedings. (in press)