



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

NÖVÉNYTERMESZTÉSI ÉS KERTÉSZETI
TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

Doktori iskola vezető:
Dr. GYŐRI ZOLTÁN DSc.
MTA doktora, egyetemi tanár

Témavezető:
Dr. GYŐRI ZOLTÁN DSc.
MTA doktora, egyetemi tanár

**ŐSZI BÚZAFAJTÁK ALVEOGRÁFOS MINŐSÉGE ÉS
A MINŐSÉG ALAKULÁSÁRA HATÓ TÉNYEZŐK ÉRTÉKELÉSE**
Doktori (PhD) értekezés

Készítette:
TÓTH ÁRPÁD

DEBRECEN
2006

Tartalomjegyzék

TARTALOMJEGYZÉK	1
1. BEVEZETÉS ÉS TÉMAFELVETÉS	3
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	6
2. 1. AZ ŐSZI BÚZA MINŐSÉGÉNEK FOGALMA.....	6
2. 2. A BÚZASZEM KÉMIAI ÖSSZETÉTELE.....	8
2. 2. 1. A búzaszem szerkezete.....	8
2. 2. 2. A búza tartalékfehérjéinek általános jellemzése.....	10
2. 2. 3. A búza tartalékfehérjéinek elválasztása, nevezéktana.....	11
2. 2. 4. A búzaszem részeinek ásványi elem-tartalma.....	13
2. 3. AZ ŐSZI BÚZA MINŐSÍTÉSE.....	14
2. 3. 1. A minősítésben alkalmazott vizsgálatok.....	14
2. 3. 2. Az alveográfus minősítés kialakulása, jelentősége.....	19
2. 3. 3. A liszt reológiai tulajdonságainak meghatározása alveográfval.....	22
2. 4. A BÚZAMINŐSÉGET BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK.....	24
2. 4. 1. A hatótényezők rendszere.....	24
2. 4. 2. A búza minőségére ható tényezők.....	26
2. 4. 2. 1. Biológiai alapok.....	26
2. 4. 2. 2. Ökológiai tényezők.....	28
2. 4. 2. 3. Agrotechnológiai tényezők.....	30
2. 4. 2. 4. Egyéb tényezők hatásai a búza minőségére.....	33
2. 4. 3. Különböző tényezők hatása a sikérfehérjékre.....	35
2. 5. A BÚZA TARTALÉKFEHÉRJÉINEK SZEREPE A MINŐSÉG ALAKÍTÁSÁBAN.....	36
2. 5. 1. A gliadinok minőségre gyakorolt hatása.....	36
2. 5. 2. A gluteninek minőségre gyakorolt hatása.....	37
2. 6. AZ ŐSZI BÚZÁK ALVEOGRÁFOS MINŐSÉGE.....	39
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	44
3. 1. A MŰTRÁGYÁZÁSI TARTAMKÍSÉRLET LEÍRÁSA.....	44
3. 1. 1. A kísérlet körülményei.....	44
3. 1. 2. Időjárási feltételek.....	45
3. 2. A KARCAGI FAJTA-ÖSSZEHASONLÍTÓ KÍSÉRLET LEÍRÁSA.....	46
3. 2. 1. A kísérlet körülményei.....	46
3. 2. 2. Időjárási feltételek.....	47
3. 3. A LABORATÓRIUMBAN VÉGZETT MINTA-ELŐKÉSZÍTÉSI KÍSÉRLETEK LEÍRÁSA.....	48
3. 3. 1. Az őrlés előtti kondicionálás vizsgálata.....	48
3. 3. 2. A laboratóriumi malom típushatásának vizsgálata.....	48
3. 3. 3. Az őrlés utáni szitálási idő hosszának vizsgálata.....	49
3. 3. 4. A lisztminták szemcseméret szerinti vizsgálata.....	49
3. 4. LABORATÓRIUMI MINŐSÉGVIZSGÁLATOK.....	49
3. 5. A KÍSÉRLETEK ÉRTÉKELÉSÉNEK STATISZTIKAI MÓDSZEREI.....	51
4. EREDMÉNYEK	52
4. 1. A BÚZAMINTA - ELŐKÉSZÍTÉS KIVITELEZÉSÉNEK HATÁSA A LABORATÓRIUMI LISZTMINTA MINŐSÉGÉRE.....	52
4. 1. 1. Különböző mértékben nedvesített búzaminták minősége.....	52

4. 1. 2. Eltérő típusú laboratóriumi malmok használata a laboratóriumi liszt előállításában	53
4. 1. 3. Az őrlés utáni szítalási idő hosszának vizsgálata.....	56
4. 1. 4. A szemcseméret hatása az őszi búza lisztminőségére	59
4. 1. 4. 1. A liszt szemcseméret-frakciók reológiai tulajdonságainak alakulása.....	59
4. 1. 4. 2. A liszt szemcseméret-frakciók fehérje – és hamutartalmának alakulása.....	62
4. 1. 4. 3. A liszt szemcseméret-frakciók makroelem-tartalmának alakulása.....	64
4. 1. 4. 4. A liszt szemcseméret-frakciók mikroelem-tartalmának alakulása	65
4. 2. MAGYARORSZÁGON KÖZTERMESZTÉSBE LÉVŐ ŐSZI BÚZAFAJTÁK ALVEOGRÁFOS MINŐSÉGÉNEK VIZSGÁLATA	69
4. 2. 1. Az alveográfus P értékek alakulása	69
4. 2. 2. Az alveográfus L értékek alakulása	71
4. 2. 3. Az alveográfus P/L értékek alakulása.....	72
4. 2. 4. Az alveográfus G értékek alakulása.....	73
4. 2. 5. Az alveográfus W értékek alakulása.....	75
4. 2. 6. A vizsgált őszi búzafajták osztályozása alveográfus minőségük alapján	77
4. 3. ŐSZI BÚZALISZTEK GLUTENINFEHÉRJE-ÖSSZETÉTELE ÉS KÜLÖNBÖZŐ MÓDSZEREKKEL MÉRT REOLÓGIAI TULAJDONSÁGAI KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉSEK VIZSGÁLATA	80
4. 3. 1. A gél-elektroforézis eredményeinek értékelése.....	80
4. 3. 2. Őszii búzafajták glutenin-frakcióinak molekulatömeg szerinti elemzése	82
4. 3. 3. A glutenin-frakciók mennyisége és a reológiai tulajdonságok közötti összefüggések vizsgálata	84
4. 3. 4. Őszii búzafajták glutenin-frakcióinak alegységek szerinti vizsgálata	87
4. 3. 5. A glutenin-frakciók alegységeinek mennyisége és a reológiai tulajdonságok közötti összefüggések vizsgálata	90
4. 4. A MŰTRÁGYÁZÁS, AZ ÉVJÁRAT ÉS A FAJTA TERMÉSMINŐSÉGRE GYAKOROLT HATÁSA 93	
4. 4. 1. A varianciaanalízis eredményeinek értékelése	93
4. 4. 2. A GK Őthalom és a Fatima 2 őszi búzafajták alveográfus minőségének alakulása a műtrágyázás és az évjárat hatására.....	95
4. 4. 2. 1. Az alveográfus P érték vizsgálata	95
4. 4. 2. 2. Az alveográfus L érték vizsgálata.....	98
4. 4. 2. 3. Az alveográfus P/L érték vizsgálata	101
4. 4. 2. 4. Az alveográfus G érték vizsgálata	104
4. 4. 2. 5. Az alveográfus W érték vizsgálata	107
4. 5. A FEHÉRJETARTALOM ÉS AZ ALVEOGRÁFOS MINŐSÉG KAPCSOLATA	115
4. 6. AZ ŐSZI BÚZA ALVEOGRÁFOS MINŐSÉGÉNEK ALAKULÁSA NAGYSZÁMÚ MINTA VIZSGÁLATA ALAPJÁN.....	119
4. 7. AZ ALVEOGRÁFOS ÉS A VALORIGRÁFOS MINŐSÍTÉSI RENDSZER ÖSSZEVETHETŐSÉGE ...	122
5. KÖVETKEZTETÉSEK.....	128
6. ÖSSZEFOGLALÁS.....	133
SUMMARY	138
ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	143
GYAKORLATBAN HASZNOSÍTHATÓ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK ...	145
IRODALOMJEGYZÉK	146
MELLÉKLETEK	161

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 sohasem forgott veszélyben. A mennyiségi ingadozások mellett az igazi gondot a minőségi problémák jelentik. Az élet minden területén, így a gabonavertikumban is óriási a piaci verseny. A felvásárlókat, legyenek azok hazai vagy külföldi cégek, nemzetközi szervezetek vagy különböző országok, csakis a megállapodás szerinti egyenletes minőségű, a megkívánt mennyiségű áruval lehet ellátni, 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 alaposággal eligazodni. A mai növénytermesztésben a szakszerű és okszerű növénytermesztési gyakorlatot sok helyütt felváltotta a kényszermegoldások rendszeres alkalmazása. Mindezek azt eredményezik, hogy a valóságban sok termesztő, 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 kellene jelölni azt a 8-15 búzafajtát, melyekkel a végtermékorientált céltermelést végre lehet hajtani.

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

Ezzel párhuzamosan a búza minőségvizsgálati módszereinek a fejlődése, új módszerek, műszerek 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 legelőször 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 jónéhány nyugat – és dél-európai ország ezen mutatók alapján végzi javító

búza - importját. Ezt a szemléletmódot el kell fogadni és követni szükséges. Az őszi búzafajták alveográfus 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. A világszerte elismert, hagyományosan jó minőségű magyar búzatermés előállítás helyett egy régi-új alternatíva jelent meg a termeszők előtt: a tömegtermelés. E szemlélet visszatérésének két fő oka van: az első, hogy a GOFR (gabona-, olaj-, fehérje- és rost-) növényeket termeszők alanyi jogon, terület alapon kapnak támogatást, csupán termeszői tevékenységük végzése után. A másik ok az értékesítési csatornák és az értékesítési ár körüli bizonytalanságok, melyek elkerülésére kiváló lehetőséget nyújt a garantált felvásárlási áras intervencióra történő termesztés. Nem is beszélve a tárolókapacitás körüli vitákról, a biztonságos tárolás megvalósításának problémáiról. Tapasztalataim szerint a gyakorlatban sokszor megesik, hogy a termés fölött szabad léghetert sem hagyva tárolják be a búzát (illetve kukoricát), mely így kizárja termés mozgatasának, szellőztetésének, azaz biztonságosabb tárolásának lehetőségét.

A gabonafelesleg levezetésére kiútnak tekinthető az ipari célú felhasználás is, azaz a búzából történő etanol-előállítás. Ez azonban egy sajátos veszélyt hordoz magában, hiszen a megépülő üzemek folyamatosan, egyöntetű, olcsó terményt igényelnek. Ezt pedig gyenge sütőipari minőségű, nagy termésátlagú nyugati import fajtákkal célszerűbbnek tűnik biztosítani, melynek bekövetkezte esetén ismét a minőségi búza-termesztéstől való elkanyarodásról beszélhetünk.

Búzatermesztésünk helyzete tehát korántsem egyszerű. A mennyiségi-minőségi gondok egymást gerjesztik, melyek fellépése esetén nincs garancia a problémák biztos megoldására. Értekezésemet részben a fentiek figyelembevételével igyekeztem összeállítani. A DE ATC Karcagi Kutatóintézetében zajló fajtaösszehasonlító 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 évjáratonkénti jelentős

eltérésekre a magyarázatot 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 fajtaösszehasonlító 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. Irodalmi áttekintés

2. 1. Az őszi búza minőségének fogalma

A mérsékelt övi éghajlaton a búzatípusok közül az őszi búza (*Triticum aestivum*) a kiemelkedő sikerrel termesztendő növények körébe tartozik, hiszen elméletileg minden környezeti feltétel adott ahhoz, hogy megfelelő ráfordítások mellett nagy mennyiségű és jó minőségű termést adjon. A minőség az egység (jelen esetben termék) azon jellemzőinek összessége, amelyek befolyásolják azon képességét, hogy meghatározott és elvárt igényeket kielégítsen.

Népszerűbb dolog az őszi búza minőségének fogalmát klasszikusan, a termékpálya résztvevőinek szemszögéből megközelíteni (KENT, 1980; KENT, 1990). Így a nemesítőnek fontos a hozam, a betegségekkel szembeni ellenállóság, a télállóság, a növény magassága, az érési idő, a felhasználó minőségi elvárása, illetve minden paraméter genetikai magyarázatának megértése.

A növénytermesztőnek lényeges a fajta megbízhatósága (stabil hozam és minőség), az előre meghatározott áron történő átvétel, új, magas termésátlagot hozó fajták, a betegségekkel szembeni ellenállóság, továbbá a fajta, adott talajon feleljen meg a termesztéstechnikai feltételeknek, rendelkezzen jó szárszilárdsággal, télállósággal, de követelmény a jó szárazságtűrés és a jó tápanyaghasznosító-képesség is. A termesztő szempontjából a minőségi termés előállítása csak akkor kerül előtérbe, ha magasabb sütőipari minőség magasabb átvételi árral is párosul.

A kereskedő elvárásai a következők: a búzatétel legyen tiszta, ugyanazon osztályba tartozó, homogén, a nedvességtartalma az előírásoknak megfelelő, kártevőktől mentes, egyenletes fehérjetartalmú. Ugyanakkor ne legyen csírázott, ne tartalmazzon toxint és idegen magvakat, valamint az árubúza feleljen meg a tárolás és a malomipar igényeinek.

A molnár igényei: tiszta, homogén, egyazon osztályba tartozó búzatétel, egyenletes fehérjetartalommal, kártevő - és toxinmentesen. Kiemelkedően fontos tényező a búzaszem keménysége, a korpa jó elválaszthatósága és a magas kiőrölhetőség.

A pék számára fontos, hogy a liszt megfelelő tápértékű legyen, a lehető legjobb minőségű végterméket lehessen előállítani, minél nagyobb legyen a liszt vízfelvevő képessége, a belőle dagasztott tészta alaktartó, jól nyújtható és kellően rugalmas legyen, a kelesztése közben keletkező gázok jól és tartósan lazítsák fel, illetve számos terméket,

eltérő technológiával lehessen a búzalisztból készíteni. Szintén a sütőipar elvárása, hogy a nagy legyen a lisztből készült kenyér térfogata, jó a kenyér belső szerkezete és megfelelő legyen a termékek színe.

A fogyasztó jó minőségű, megbízható terméket és megfelelő tájékoztatást vár, mindezt megfizethető, értékarányos áron (BRUINSMA, 1997; ERDEI és SZÁNIEL, 1975; KENT, 1980; KENT, 1990).

A búzával szemben támasztott minőségi elvárások sokrétűségéből látható, hogy a búza minőségét nem egyszerű meghatározni. Valójában a minőséget mindig a felhasználás célja dönti el. Így a búza sütőipari minőségét a nedves siker tartalom, és a farinográfus vagy valorigráfus értéke határozza meg. A tésztaiparban a főzhetőség, a szín stb., a takarmánygabonáknál fehérje-, keményítő-, aminosav összetétel, nyersrost tartalom, vitaminok és ásványi anyagok mennyisége a döntő (MESTERHÁZY, 1995).

Az őszi búza minőségének klasszikus, illetve szakirodalmi definiálása után hivatalosan is rögzíteni kell az őszi búzával szemben támasztott követelményeket. Ezeket a hatályos, 1998-ban megjelent Búza című szabvány tartalmazza. GYŐRI és GYŐRINÉ (1998) szerint e szabvány a magyar hagyományok megtartása mellett már az Európai Unió elvárásait is figyelembe veszi, mivel mind az esésszámra, mind a nyersfehérje – tartalomra, továbbá a szedimentációs értékre is megfelelő előírásokat tartalmaz.

Vannak természetesen másfajta figyelembe veendő előírások is, mint például az intervenció minimumkövetelmények, ahol a felvásárolható, azaz a „jó” minőséget az jelenti, ha a termény nedvességtartalma kisebb, mint 14,5%, fehérjetartalma 10,5% fölötti, Hagberg-féle esésszáma 220 másodperc fölött van, Zeleny-szedimentációs indexe pedig a 22 ml-t eléri. Mindezek mellett a tétel nem tartalmazhat élő gabonakártevő rovarokat és idegen, dohos szagtól mentes kell, hogy legyen.

Napjainkban egyre elterjedtebb fogalmak: a végtermékorientáltság, a fenntartatható fejlődés, melyek véleményem szerint kitűnően ötvözhetők egy termesztési-termelési stratégia megfogalmazásához. Meg kell határozni, hogy egy konkrét táblán, adott tápanyagkijuttatás mellett, mely búzafajtákból, milyen sütőipari minőségű céllisztet lehet előállítani. Ez a fajta céltermeltetés kidolgozása jelenthet megoldást arra, hogy Magyarországon a mai túlzott fajtakínálatban el lehessen igazodni. Ehhez kapcsolódóan POLLHAMERNE (1988) a végtermék hasznosítási céljának megfelelő minőségi tulajdonságok fontosságára hívja fel a figyelmet, hiszen például jó minőségi paraméterekkel (magas fehérje-tartalom és sikermennyiség) rendelkező fajtából nem lehet jó minőségű kekszet gyártani.

Természetesen nem lehet kikerülni az élelmiszerbiztonsági vonatkozásokat sem, melyek fő irányelve, hogy a termék nem tartalmazhat az egészségre ártalmas anyagokat, legalább is az élelmezési -, takarmányozási előírásokban foglalt határértékeknél többet. Itt elsősorban a nehézfémekre, a növényvédőszer-maradványokra és nem utolsó sorban a toxinokra kell gondolnunk, nem is beszélve a GMO szervezetek elleni aggályokról (például allergén fehérjék megjelenése). Az allergiát kiváltó fehérjékkel kapcsolatban azonban nem kell feltétlenül GMO-szervezetkről beszélünk, elég csak a normál gluténra érzékeny, allergiás betegségben szenvedőkre gondolnunk. Léteznek azonban már eljárások egyes allergiát okozó búzafehérjék „eltüntetésére”. KOVÁCS et al. (2004) transzglutamináz enzim alkalmazásával állítottak elő csökkent allergenitású tésztákat és vizsgálták azok főzési és érzékszervi tulajdonságait, melyeket az alkalmazott enzim-koncentrációtól függően kiválónak, jónak vagy gyengének ítélték meg.

Magyarország EU-csatlakozása után a végtermék jó minőségét és ezzel egyidőben a környezetvédelmet célzó kutatások a hagyományos technológiai elemek racionalizálását, a műtrágyák, növényvédőszer alkalmazásának okszerű csökkentését és a környezetkímélő gazdálkodásra alkalmas új fajták előállítását irányozzák elő (PEPÓ PÁ. et al., 2004).

2. 2. A búzaszem kémiai összetétele

2. 2. 1. A búzaszem szerkezete

A búzaszemnek három fő része van: a héj, az endospermium és a csíra, hasi oldalán pedig barázdát találunk, amely miatt az őrlés előtt a búzát összetett felülettisztítási műveleteknek kell alávetni (GYŐRI és GYŐRINÉ, 1998).

A búzaszem felületét a három rétegből összenőtt terméshéj és a két rétegből álló maghéj alkotja. Anyaga elfásodott, hiszen fő összetevői a lignin, a cellulóz, a hemicellulóz és különböző ásványi anyagok. Ezen rétegek alatt színes pigmentréteg húzódik meg, mely meghatározza a szem színét. Alatta található a hialinréteg, mely különböző nyálkaanyagokból tevődik össze. Ez alatt a fehérjékben, vitaminokban (főleg B-vitaminokban) gazdag aleuronréteg található, mely a fehérjéket, zsírokat, ásványi anyagokat aleuron-szemcsék formájában tartalmazza.

Az endospermium fehérjékkel és keményítővel töltött, nagy, vékony falú sejtekből áll. A belső lisztes rész lehet tömör („acélos búza”), vagy laza szerkezetű („lisztes búza”).

A csíra a búzaszem háti, domború részén foglal helyet. A csírában könnyen oldható lipoidok, vitaminok, cukrok, fehérjék találhatóak. A malmi technológia során a csírat teljes egészében eltávolítják, hiszen könnyen bomló lipidjei miatt a liszt megromlana.

A légszáraz állapotú búzaszem 13,5% fehérjét, 1,9% nyerszsírt, ugyanannyi rostot, 68,5% szénhidrátot, 1,7% hamut, illetve egyéb, mikromennyiségben jelen lévő anyagokat (vitaminok, enzimek, polifenolok, színanyagok) tartalmaz.

A gabonafélék közül a búza fehérjetartalma az egyik legmagasabb. A búzafehérjéket több szempont alapján lehet csoportosítani (LÁSZTITY, 1981; GASZTONYI és LÁSZTITY, 1993). A búzafehérjék biológiai és kémiai szempontból két csoportba oszthatók: funkcionális (enzimek, organelumok, membránfehérjék, nem enzim jellegű szabályozó fehérjék) és tartalék fehérjékre (az endospermium, az aleuronréteg és a csíra eltérő oldhatóságú fehérjéi). Morfológiai szempontból csírafehérjékről, aleuronfehérjékről és endosperm fehérjékről beszélhetünk. Oldhatóság szempontjából OSBORNE (1907) nyomán albuminokról, globulinokról, gliadinokról (prolaminok) és gluteninekről beszélhetünk. Kémiai szempontból egyszerű fehérjéket és összetett fehérjéket (lipoproteinek, glikoproteinek, nukleoproteinek, kromoproteinek, metalloproteinek, foszfoproteinek) különböztetünk meg. A búzafehérjék egy része vízben oldódik, a másik része vízben oldhatatlan. Ez utóbbiak a sikérek fehérjéket alkotják, amelyek duzzadóképesek, jelentős mennyiségű vizet képesek megkötni.

A búza legkisebb szénhidrátjai a pentozánok, melyek a héjrészben találhatóak. A glükóz a keményítő és a cellulóz felépítésében vesz részt. A búza legfontosabb poliszacharidja a keményítő. A keményítőszemcsék alakja (gömb, lencse, vese, stb.) és mérete lehetőséget ad a gabonafélék pontos elkülöníthetőségére. A nagyobb szemcséjű búzakeményítő 15-40 μm méretű, főleg lencse formájú, míg a kisebb szemcsék általában gömb alakúak. A keményítő egyenes láncú összetevője az amilóz, míg az elágazó láncú alkotórészeket amilopektinnek nevezzük. A gabonafélék sejtfalainak fő tömegét a cellulóz, hemicellulóz és a lignin alkotják, ásványi elemekkel együtt.

A gabonaszemben található zsiradékok – a szénhidrátok és fehérjék mellett – a tartaléktápanyagok szerepét töltik be. Az endospermium zsírszegény, a zsírt felerészben az aleuronréteg és a csíra, a többi részét a héjrészek tartalmazzák. A gabonafélék zsiradékai félig száradó olajok. A foszfatidok (lecitin, kefalín) nagy része fehérjékhez, szénhidrátokhoz kötötten fordul elő.

Egyéb anyagok közé soroljuk a festékanyagokat (főleg karotinoidok), melyek a búzaliszt tárolása alatt oxigén hatására elveszítik kettős kötésüket, így színüket is, azaz

a liszt kifehéredik. A vitaminok közül említésre méltók az A- és E vitamin, illetve egyes B vitaminok. Az enzimek megemlítése pedig azért fontos, mert az enzimek (α -amiláz, proteázok) mennyisége, aktivitása óriási hatást gyakorol a búzátétel felhasználhatóságára. A búzaszem hamutatartalmáról el szükséges mondani, hogy a többi paraméterhez hasonlóan, ezt is jelentősen befolyásolja az éghajlat, a talaj és a trágyázási viszonyok.

2. 2. 2. A búza tartalékfehérjéinek általános jellemzése

Dolgozatom egyik fejezetében SDS-PAGE módszert alkalmazva részletesen vizsgáltam a tartalékfehérjék molekulatömeg szerinti összetételét. Az eredmények helyes kiértékelése érdekében részletes irodalmi feldolgozó munkát végeztem.

A búzafehérjéket Osborne-szerint felosztva négy fő csoportot kapunk. Az albuminok vízben oldódnak, a globulinok híg sóoldatokban, de vízben nem, a gliadinok 70-90%-os etanolban, míg a gluteninek savakban és lúgokban oldódnak. Az albuminok és a globulinok túlnyomórészt fiziológiailag aktív fehérjék, míg a gliadinok és gluteninek tipikus tartalékfehérjék, melyek együtt alkotják a sikért (LÁSZTITY, 1999).

A kemény, piros szemű őszi búza minősége a sikérfehérjétől függ. A gliadinok és gluteninek, mint heterogén fehérjecsoportok, összetevőikkel együtt specifikus funkcionális tulajdonságokkal rendelkeznek, ami összefüggésben áll a felhasználhatóságukkal (TRIBOI és TRIBOI-BLONDEL, 2001). Más szemszögből, de ezzel egybehangzó BUSHUK (1998) véleménye is, aki szerint a tartalékfehérjék molekuláris szerkezete határozza meg a kenyérfőzés folyamata alatt lejátszódó kölcsönhatásokat. Fenti megállapításokból következően a továbbiakban csak a sikért alkotó gliadinokkal és gluteninokkal foglalkozok.

A gliadinkomponensekre jellemző, hogy egy polipeptidláncból állnak, diszulfidkötéseik intramolekulárisak. A S-ben gazdag gliadinok (α -, β -, γ -gliadinok) kompakt, szorosan feltekeredett molekulák, ezen jellegükből adódóan ellenállnak a hőkezelésnek (LÁSZTITY, 1999). Molekulájuk viszonylag kevés α -hélixes részt tartalmaz (ez megfelel a magas prolintartalomnak). Az ω -gliadinok molekulája hosszúkás alakú, szokatlan másodlagos struktúrával, amit ismétlődő β -redők jellemeznek.

A gluteninek szerkezeti felépítésére jellemző, hogy több polipeptidláncból állnak, lineáris jellegű molekulák, az α -hélixes részek aránya a molekulán belül viszonylag kicsi. A nagy molekulatömegű tartalékfehérjék szerkezetét különböző modellekkel írták

le. Egy korábbi modell szerint (LÁSZTITY, 1999) a molekulák lineárisak, a polipeptidláncokat diszulfidkötés kapcsolja össze. A diszulfidkötések hasítása – redukcióval vagy oxidációval – drasztikus változást eredményez a molekulában, már egészen kevés kötés bontása esetén is gyorsan csökken a gluteninoldatok viszkozitása. GRAVELAND et al. (1985) szerint a molekula gerince csak HMW (High Molecular Weight, azaz nagy molekulásúlyú) glutenin alegységeket tartalmaz (X- és Y-típusú, fej-farok elrendezésben). Az LMW (Low Molecular Weight, vagyis kis molekulásúlyú) gluteninek rövid polimer szakaszokkal diszulfidkötéssel kapcsolódik a gerinc Y-típusú alegységeihez. KASARDA (1989) szerint az LMW-gluteninek egyidejűleg diszulfidkötésekkel kapcsolódnak össze, főleg a cisztein maradékokat tartalmazó C-terminális részben.

Az úgynevezett „blokk polimer modellt” GAO et al. (1992) készítették el, mely az imént említett két modellnek egy módosított változata. A blokk polimer modell szerint a szubmolekuláris blokkok – amelyek a legtöbb vagy összes glutenin alegységet tartalmazzák – diszulfidkötések révén kapcsolódnak egymáshoz. A diszulfidkötéseknek legalább két különböző típusa van: azok, amelyek az alegységeket kötik össze a blokkon belül, és azok, amelyek a blokkokat kötik össze. A blokkok közötti diszulfidkötések felbomlása – nagyon enyhe redukció hatására – szabad blokkokat eredményez, ezeket gélkromatográfiával lehet elválasztani. További redukció eredményeként kizárólag HMW alegységekből álló dimereket, valamint HMW és LMW alegységekből álló dimereket kapunk.

2. 2. 3. A búza tartalékfehérjéinek elválasztása, nevezéktana

A fehérjék, így a búza sikefehérjéinek összetétele is, több mint egy évszázada komolyan foglalkoztatja a kutatókat. A kezdetben alkalmazott kis felbontású és érzékenységgű módszerek napjainkra a modern molekuláris biológiai kutatások egyik legfejlettebb ágává fejlődtek.

A fehérjemolekulák oldatban történő elválasztására tett első kísérletek LODGE (1886) nevéhez fűződnek (HAJÓS, 1993). Az oldatban történő elválasztás után megjelentek a szilárd hordozóanyagok is: üvegyapot (COOLIDGE, 1939), szilikagél (CONSDEN et al., 1946), papír (VÁMOS, 1967). Ezeket a porózus, molekulaszűrő hatású anyagok használata követte: agaróz, keményítő, majd az akrilamid és az N,N'-metilén-bisz-akrilamid polimerizációs terméke a poliakrilamid (ANDREWS, 1988). Az

elektroforézist SDS (Nátrium-dodecil-szulfát) jelenlétében végezve, lehetségessé vált a molekulák kizárólag molekulatömeg alapján való elválasztása (WEBER és OSBORN, 1969).

A vizsgálataim során alkalmazott SDS-PAGE (Sodium Dodecylsulfate – Polyacrylamide Gel Electrophoresis) módszere tehát a következő elven alapszik: a töltéssel rendelkező, szeparálható molekulák oldatban, elektromos erőter hatására, különböző sebességgel az ellentétes polaritású elektród felé vándorolnak. Az elmozdulás mértéke függ: egyrészt a molekula alakjától, töltésétől, méretétől, másrészt a közeg pH-jától, viszkozitásától, a közeg ionburok képzésére való hajlamától, valamint az elektromos térerő nagyságától. A módszer alkalmas idegen fehérjék detektálására és azonosítására, fajtaazonosításra és - ellenőrzésre, ezeken túl a fehérjék szerkezetében klimatikus és agrotechnikai tényezők hatására bekövetkező változások vizsgálatára, illetve sok más egyéb tudományterületen való kutatásra is.

Általánosan elfogadott tény, hogy a búza sikefehérjei több mint száz, különböző típusú polipeptid-aggregátum keverékéből állnak, melyek szerkezetét kovalens és nem kovalens kötések alakítják ki (LÁSZTITY, 1996). A S-S hidak felszakítása után, a gliadinokat és glutenineket SDS-PAGE rendszerben vizsgált elektroforetikus mobilitásuk alapján csoportosítani lehet. A nagyfokú heterogenitást mutató gliadinok gélelektroforézissel 40-50 komponensre választhatók szét. A gliadinok molekulatömegük alapján való csoportosítása: az α -, β - és γ -gliadinok molekulatömege 30 kDa körüli, míg az ω -gliadinok molekulatömege ennek kb. kétszerese. A különböző fajták ezeket a komponenseket különböző kombinációkban tartalmazzák. A gliadinösszetétel tehát fajtára jellemző és így a búzafajták azonosítására, továbbá a fajták tisztaságának vizsgálatára alkalmas (HAJÓSNÉ, 1999).

A gluteninek a természetben előforduló legnagyobb fehérjemolekulák (WRIGLEY, 1996). Az egyes fajtákat tekintve esetükben is jelentős különbségek figyelhetők meg. Az alléles variációknak az alegységek polimorfizmusában való megnyilvánulását elsősorban a hasonló gliadinösszetételű fajták megkülönböztetésére lehet felhasználni. Fontos tulajdonságuk, hogy egyes speciális glutenin sávok jelenlétéből vagy hiányából a sütőipari értékre is lehet következtetni. Ennek egyik fő alkalmazási területe a búzanemesítésben van (HAJÓSNÉ, 1999).

A búza gluteninjei négy csoportra oszthatók: az A-csoport (80-120 kDa molekulatömeggel) megfelel HMW-gluteninek csoportjának (PAYNE és CORFIELD, 1979). A B-csoport (42-51 kDa) és a C-csoport (30-40 kDa) alkotják az LMW-

glutenineket, melyek, távoli rokonságban állnak a γ - és az α -gliadinokkal (PAYNE ÉS CORFIELD, 1979; PAYNE et al., 1985; THOMPSON et al., 1994). Végül a D-csoport (52-60 kDa), mely szintén az LMW-gluteninek csoportjába tartozik, meglehetősen erős savassága miatt a ω -gliadinokkal mutat hasonlóságot (MASCI et al., 1993).

PAYNE (1987) kidolgozta a „Glu-1 minőségi jel” rendszert a búzafajták minőségének értékelésére. Minden egyes búzafajtához rendelhető egy Glu-1 jel, ami mindhárom HMW glutenin lókuszt minőséghez való hozzájárulásának összege. A Glu-1 minőségi jel rendszer nem tökéletes; bevezetése után megállapították, hogy két különböző 8-as alegység létezik (8 és 8*), ugyanígy a 7-es alegységből is kettő van (7 és 7*). A Glu-1 rendszer a 7+8 alegységpárhoz csupán egy jelzést társít, miközben valójában négy alegységpár létezik (7+8, 7*+8, 7+8* és 7*+8*), s ezek között vannak, amik ellenkezően hatnak a búza minőségére. Így látható, hogy a Glu-1 minőségi jel rendszer időnként félrevezető lehet, mégis jól használható a gyakorlatban búzafajták minőségének előrejelzésére.

Természetesen arra is találunk példát, hogy az egyes fehérje-alegységeket, legyenek azok gliadinok vagy gluteninek, molekulatömegük szerint említik és vizsgálják PRIMARD et al. (1991).

2. 2. 4. A búzaszem részeinek ásványi elem-tartalma

Dolgozatom egyik fejezetének fontos részét képezik a vizsgált ásványi elem-tartalom eredmények bemutatása, mely miatt nem nélkülözhető az egyes búzaszem-részek ásványi anyag-tartalmának irodalom szerinti részletesebb ismertetése.

Európában az emberi táplálkozásban a gabonafélék, ezek közül is az őszi búza jelenti a mikro - és makroelemek egyik legfontosabb forrását (MAHAN et al., 1996., ELMADFA et al., 1990., LAGUA et al., 1996). Természetesen a gabonafélék minősége, összetétele, így elemtartalma is, nem csak Európában nagyon fontos. GAWALKO et al. (2002) például kanadai piros kemény szemű tavaszi búzákat kadmium, réz, vas, mangán, szelén és cinktartalmát vizsgálta. SUGIURA et al. (1998) a búzalisztek átlagos fehérjetartalmát 15,5%-nak, a hamutartalmát 1,0%-nak, a káliumtartalmát 4800 mgkg⁻¹-nak, a kalciumtartalmát 300 mgkg⁻¹-nak, a foszfortartalmát 3200 mgkg⁻¹-nak, a magnéziumtartalmát 1400 mgkg⁻¹-nak, a réztartalmát 2,5 mgkg⁻¹-nak, a vastartalmát 27 mgkg⁻¹-nak, a mangántartalmát 21,6 mgkg⁻¹-nak, a cinktartalmát pedig 13 mgkg⁻¹-nak mérték.

A tápanyagok mennyisége a búzaszem anatómiai részeit tekintve eltérő. SIDHU et al. (1999) a búzakorpa fehérjetartalmát 14,63%-nak, hamutartalmát 4,5%-nak, míg a búzacsíra fehérjetartalmát 27,88%-nak, hamutartalmát pedig 4,33%-nak mérték. MADRUGA és CAMARA (2000) a búzakorpa elemtartalmáról közöl adatokat, mely szerint annak káliumtartalma 1018 mgkg^{-1} , kalciumtartalma 903 mgkg^{-1} , foszfortartalma 1113 mgkg^{-1} , magnéziumtartalma 3960 mgkg^{-1} volt. RANHOTRA et al. (1994) levegőosztályozással választotta el a korpafrakciókat a lisztől és vizsgálta azok fehérje-, hamu- és rosttartalmát. PAIS (1981) szerint a búzaszemben $6,8 \text{ mgkg}^{-1}$ réz, 62 mgkg^{-1} vas, 34 mgkg^{-1} mangán és 31 mgkg^{-1} cink található. Ugyanezen értékek a búzacsírában a következők: réz $10,2 \text{ mgkg}^{-1}$, vas 100 mgkg^{-1} , mangán 182 mgkg^{-1} , cink 170 mgkg^{-1} , míg a búzakorpa réztartalma 20 mgkg^{-1} , vastartalma 114 mgkg^{-1} , mangántartalma 95 mgkg^{-1} , cinktartalma pedig 85 mgkg^{-1} .

LAI et al. (1981) a búza osztályozásánál és tisztításánál visszamaradt szemtörmelékét vizsgálták és megállapították, hogy annak fehérje-, hamu- és ásványianyag tartalma jóval kisebb a teljes búzaszem hasonló értékeinél.

Az élelmiszerek toxikus és potenciálisan toxikus elemeinek (például: kadmium, ólom, króm) meghatározása az élelmiszerbiztonság miatt kiemelten fontos és manapság ezen elemeket egyre kisebb koncentrációban is ki lehet mutatni az élelmiszerből (KENT, 1975; MERIDIAN, 1991).

Más gabonafélékre irányuló, hasonló kutatásokat tekintve PROKISCH et al. (2001) kukoricaőrlemények mikroelemtartalmát vizsgálták a szemcseméret függvényében. Megállapították, hogy a vastartalom a szemcsméret csökkenésével növekszik, a magnézium- és a cinktartalom valamely középső szemcsemérettartományban volt a legalacsonyabb és a kisebb szemcsemérettartományokban a legmagasabb.

2. 3. Az őszi búza minősítése

2. 3. 1. A minősítésben alkalmazott vizsgálatok

Magyarország, mint a minőségi búza-termesztésben hagyományosan élen járó ország, a minőségvizsgálati módszerek fejlesztése terén is maradandót alkotott. Az első lisztvizsgálati módszer „pekározás” néven vonult be a tudományos köztudatba, még az 1860-as években. Ez a Pekár Imréről elnevezett módszer a lisztminták szín szerinti osztályozását jelentette (P. HARTYÁNYI, 2004). A lisztet egy fekete színű, 15 cm

széles, 30 cm hosszú deszkára szórták, majd mintegy 3 mm vastag réteget képeztek belőle. Ennek széleit eltávolítva egy téglalapot kaptak, melyhez hasonlókat készítettek a többi vizsgálni kívánt mintából is. Az egymás mellett elhelyezkedő lisztmintákra üveglapot helyeztek. A deszkát a világosság felé tartva, a színárnyalatokból próbálták a liszt minőségét megjósolni (PEKÁR, 1881). Ezzel egy időben a Földművelésügyi Minisztérium felkérésére, egy később híressé vált kutató, Kosutány Tamás kezdett a búzalisztek minőségvizsgálatával foglalkozni (PINTÉR, 2004).

Mind Pekár Imre, mind Kosutány Tamás nagyszabású minőségvizsgálatot hajtottak végre, több földrészten termelt búzatermés mintázásával és minősítésével. PEKÁR (1881) érzékszervi (alak, szín, állapot) és fizikai (keménység) tulajdonságok, valamint a hektolitertömeg szerint osztályozta az egyes tételeket, míg a lisztekét örölhetőségük, küllemi tulajdonságaik, a belőlük készült tészta minősége (keménység, szín), a nedves siker tartalom, a siker színe és keménysége szerint minősítette. KOSUTÁNY (1907) Mosonmagyaróváron végzett kutatásai során megállapította, hogy a búza, illetve liszt fontos értékmérője a fehérje, illetve sikértartalom, melyben a magyar búza a nemzetközi átlagnál jobb eredményt képes produkálni.

A búza minősítésekor igen nagy jelentősége van a minta, illetve a tétel külső megjelenésének, hiszen az érzékszervi vizsgálatok eredményei igen nagymértékben meghatározzák egy-egy tétel értékét. Az érzékszervi vizsgálatok során az alábbi legfontosabb jellemzőket határozzuk meg: az állag, a küllem, az egyöntetűség, a szag, a szín és az íz (MOSONYI, 1998).

A reológiai-sütőipari minőségvizsgálatok elterjedését megelőzte a hektolitertömegnek (térfogattömeget) a malomiparban a kiörölhetőség becslésére történő alkalmazása, mely azonban nem bizonyult megfelelő módszernek (MOSONYI, 1987). Ennek ellenére a hektolitertömeg, azaz 100 l termény kg-ban kifejezett tömege (ERDEI és SZÁNIEL, 1975; POLLHAMERNÉ, 1973) ma is része a Búza című szabványnak.

Az előzőhöz hasonlóan az ezermagtömeg (ezerszemtömeg) sem hordoz információt a liszt minőségére vonatkozóan, mindössze a kiörölhetőségre enged következtetni: a nagyobb búzaszemek gazdagabbak lisztben, mint a kisebbek, viszont a héj vastagságának is igen fontos szerepe van ennek a tulajdonságnak a meghatározásában. A nagyobb tömegű szemek héja sokszor vastagabb, mint a kisebb tömegűeké. Az ezermagtömeg a minta átlagát képviselő 1000 db ép mag grammban kifejezett tömege. Ritkább, de hasonló értékű vizsgálat a búzapiknométer segítségével történő ezerszemtérfogat meghatározása (KARÁCSONYI, 1970).

Az acélosság különösen a malomipar számára fontos mutató. A liszt kiőrölhetősége összefüggésben áll az acélossággal. A 70-80% feletti acélosság általában nagyobb sikermennyiségre és jobb sikerminőségre enged következtetni, míg 70% alatt nincs összefüggés az acélosság és a minőség között (ERDEI és SZÁNIEL, 1975). Az acélos búza őrlése más technológiát igényel. Az acélos búza kevésbé higroszkópos, mely tulajdonságának a gabona pihentetésekor és az első töret előtti nedvesítéskor van nagy jelentősége. Az acélosság növekedésével nő a dara- és dercekihozatal, melyből több fehérlist nyerhető (KARÁCSONYI, 1970). A szemkeménységet hagyományosan az acélosság vizsgálatával határozzák meg, de számos egyéb fizikai (törő-, nyíró-, nyomó-) vizsgálati módszer ismeretes (VÉHA és GYIMES, 1999)

A mechanikai tulajdonságok jobb megismerését szolgálja a próbaőrlés elvégzése, mely tájékoztatást ad a héj-, illetve lisztkihozatalra. Ezen értékek széles határok között változnak a fajta, a talajtulajdonságok, az éghajlati adottságok, az agrotechnika, az évjárat, stb. függvényében (KARÁCSONYI, 1970).

A fizikai-kémiai paraméterek közé tartozik a nedvességtartalom. A búzát 14% szemnedvesség-tartalom alatt kell tárolni, lülönben a tárolt terményben kedvezőtlen folyamatok – penészedés, dohosodás – indulnak be. A nedvességtartalom meghatározásának hagyományos módja a szárítószekrényes módszer, emellett a gyakorlatban széleskörűen elterjedt a hordozható, gyors nedvességmérők használata. Ezen készülékek mérései elve a mintával történő megtöltés után a dielektromos állandó megváltozásán, vagy pedig a vezetőképesség megváltozásán alapul, és elsősorban tájékoztató jellegű információt szolgáltatnak.

A hamutartalomról (a minta kemencében, 550°C-on, tömegállandóságig történő égetése után visszamaradó szürkésfehér színű anyag) a minta ásványi anyag tartalmára lehet következtetni. Az ásványi anyagok legnagyobb részét a csíra és a korpa tartalmazza és csak kis mennyisége található meg az endosperm részekben (HINTON, 1959). SHELLENBERGER (1965) szerint a malomiparban a hamutartalom az egyik fő mutató az őrlési folyamat helyes vezérléséhez. A hamuanyagok mennyisége befolyásolja a liszt minőségét, mert az alacsony hamutartalmú lisztek általában jobb minőségűek (BILHEUX et al., 1989).

Az élelmiszerek, illetve a takarmányok legfontosabb minőségi mutatója a fehérjetartalom. A nyersfehérje tartalom alatt értjük a termények összes fehérje és nem-fehérje eredetű nitrogéntartalmának 6,25-szörösét. Búza, tritikálé és rozs esetén ez a faktor 5,75, rizsre 5,95, a többi gabonafélére 6,25 (KENT, 1980; LÁSZTITY, 1981). A

fehérjéket és peptideket fehérjekicsapó szerekkel el lehet távolítani, ezek a komponensek alkotják a nitrogéntartalmú anyagok valódi fehérje frakcióját. Az aminosav-analízissel e frakción túl még szabad aminosavakat is meg lehet határozni, míg a KJELDAHL-féle eljárással, az amid- és az ammónia-nitrogént az aminosav-analizátorral meghatározható frakción túl is lehet mérni. A DUMAS-féle égetéses eljárás pedig minden nitrogéntartalmú vegyületet mér. A roncsolásmentes módszerek közül a NIR módszer alkalmazása a legelterjedtebb.

A sikért – amely gliadinból és gluteninből álló, képlékeny, rugalmas, víz és só által oldhatatlan anyag – csak búzalisztból lehet nyerni, más gabona lisztjéből nem. A búzalisztból a víz és sóoldható albuminok, illetve globulinok kimosásával nyerhetjük ki. A nedves sikért 105°C-on tömegállandóságig szárítva kapjuk a száraz siker-tartalmat.

A siker területe a proteáz enzim aktivitására enged következtetni. Vannak kis területsű (területe kisebb, mint 6 mm), közepes területsű (területe 6-12 mm közötti) és nagyon terülő (területe nagyobb, mint 12 mm) lisztek. Sütőipari célra a legalkalmasabbak a közepes területsű lisztek. A kis területsű lisztekből dagasztott tésztát több ideig és magasabb hőmérsékleten kell érlelni.

A sikerindexet a sikernek egy speciális szitán történő átcentrifugálásával határozhatjuk meg. A készülékben a gyenge siker egy szita felületén a centrifugális erő hatására áthalad. A sikerindex a szitán fennmaradó siker tömegének és az összes siker mennyiségének százalékban kifejezett aránya. Minél nagyobb a sikerindex, annál jobb a siker minősége (GYŐRI és GYŐRINÉ, 1998).

A Zeleny-féle szedimentációs index meghatározása a sikerfehérjék savas közegben történő megduzzadásán alapszik. A szedimentációs térfogatból a liszt minőségére lehet következtetni. A Zeleny-féle szedimentációs módszert először ZELENY (1947) írta le. Hasonlóan a liszt és siker minőségét jellemzi az SDS (nátrium-dodecil-szulfát) szedimentációs vizsgálat.

A búzában található enzimek közül a α -amiláz a legjelentősebb, ami összefüggésben van a Hagberg-féle esésszámmal. Magyarországon az esésszám vizsgálatát elsősorban a piac diktálta, így az 1998-as MSZ 6383 számú, Búza című szabványban már erre vonatkozó előírások is vannak. A mutató alakulásából következtethetünk arra, hogy a búzaszemben a csírázási folyamatok megindultak-e. Magas enzimaktivitású lisztben a keményítő több-kevesebb része már lebomlott cukorrá, s az ebből a lisztből készült kenyér lapos, ragacos lesz (GYŐRI, 1998). A mérési módszert az esésszám mérésének nevezték el, utalva annak folyamatára (HAGBERG, 1960; 1961). Az alacsony esésszám

a betakarításkori csapadékos időjárásnak tulajdonítható, de a búzafajtákra is eltérő esésszám értékek jellemzőek.

A búzaliszt amilolites állapota Brabender-féle amilográffal is vizsgálható. A vizsgálat során meghatározott előírás szerint elkészített liszt-víz szuszpenzió viszkozitását mérjük a keményítő csirizedésének hőmérsékletén (KRUGER és TIPPLES, 1981).

A legfontosabb minőségi paraméterek közé tartoznak az őszi búzalisztból készült tészta reológiai tulajdonságai, melyek a tészta elaszticitási (rugalmasság) és viszkozitási (nyúlósság) tulajdonságait foglalják magukba (WALKER és HAZELTON, 1996). A tészta viszkoelasztikus tulajdonságai mélyrehatóan befolyásolják annak feldolgozhatóságát és a végtermék szöveti minőségét (FARIDI, 1985; FAUBION és HOSENEY, 1990). A valorigráf – a farinográffal szinte azonos, mindössze néhány részletében eltérő – magyar fejlesztésű tésztavizsgáló készülék, amely segítségével a liszt vízfelvevő képességét és a tészta dagasztás során mutatott konzisztencia-változását lehet nyomon követni. Segítségével megállapítható a liszt sütőipari minősége. A farinográft HANKÓCZY Jenő ötlete nyomán a svájci Karl Wilhelm BRABENDER elektromérnök 1927-ben készítette el. A tészta vizsgálatára az USA laboratóriumaiban a mixográft használják, mely a farinográfhoz hasonló, de kevésbé csillapított görbét vesz fel (GYŐRI és GYŐRINÉ, 1998).

Egyes esetekben, például nemesítési kísérletek kiértékelésekor, a szükséges mintamennyiség csökkentése is kívánatos lehet. Több más mikromódszer mellett TÖMÖSKÖZI et al. (2002) kifejlesztették Z-Arm Mixert, mely műszer 4 gramm mintából farinográfos vizsgálati görbét rajzol (SIPOS, 2006).

Az alveográf szintén Hankóczy Jenő ötlete alapján készült reológiai tésztavizsgáló készülék (KOSUTÁNY, 1907), amelyet a francia Marcel CHOPIN szerkesztett meg az 1920-as években (FARIDI és RASPER, 1987). Főleg Dél- és Nyugat-Európában csoportosítják a liszteket az alveográffal meghatározott paramétereket alapul véve (W és P/L érték) sütő-, keksz- és tésztaipari felhasználási lehetőségük szerint.

A gyakorlathoz legközelebb a sütéspróba áll. Meghatározott körülmények között a lisztmintából próbacipót készítünk, amelynek értékelése alapján a liszt bizonyos tulajdonságaira lehet következtetni (GASZTONYI és LÁSZTITY, 1993; LÁSZTITY, 1981). Meghatározzuk a kenyér térfogatát, az alaki hányadosát, esetenként a próbacipó tömegét, korábban pedig POLLHAMERNÉ (1973) a héj-bél arányt, a kenyérbél tulajdonságait penetrométerrel is meghatározta.

Napjainkban a búza minőség alapján történő átvétele szempontjából igen nagy jelentősége van annak, hogy gyors, könnyen kivitelezhető és megbízható módszerek terjedjenek el (SALGÓ et al., 1998), amelyekkel már aratás idején – a helyszínen – gyors, megbízható eredményeket nyerhetünk egy-egy búzatétel minőségéről.

Egy minősítő laboratórium versenyképességének megtartásához mind újabb, gyorsabb, környezetkímélőbb vizsgálati módszereket kell, hogy alkalmazzon. Ezen követelményeknek teljesen megfelelnek a közeli infravörös spektrometria (NIR) alkalmazásával mérő módszerek, hiszen vegyszerek felhasználása nélkül, nagy mintaszám gyors vizsgálatát teszi lehetővé úgy, hogy a mérés után a minta egyéb vizsgálatok céljára is felhasználható (SZILÁGYI, 2000). A módszer lisztek, őrlemények és teljes szemek vizsgálatára (nedvesség-, fehérje-, sikkér- és hamutartalom) is alkalmas, természetesen pontos kalibráció mellett (BORBÉLY és GYŐRI, 2003).

Elmondható, hogy a minőségvizsgálatok az adott minta minőségének meghatározását teszik lehetővé, vagyis egy kialakult minőségről adnak tájékoztatást. Emellett azonban teret nyert a kialakuló minőség befolyásolásának igénye, a minőség megváltoztatási lehetőségeinek megismerése, mely a nemesítési, genetikai kutatások fejlődését foglalta magában. A sütőipari minőséget nagyban meghatározó fehérjeösszetétel genetikai kódolása mind jobban megismert területe a búzakupatásnak (BRANLARD, 2004), s így, a genetika és fehérjekutatás kapcsolatából született új egy új tudományág, a proteomika (HOLLÓSSY, 2002). Külön fejezetet alkot a tudományban a genetikailag módosított szervezetek (GMO) térhódítása (PEPÓ PÁ., 2006).

2. 3. 2. Az alveográfus minősítés kialakulása, jelentősége

Értekezésem témája szempontjából – a minőségvizsgálatok általános áttekintése után – célszerűnek láttam külön fejezetet szentelni az alveográffal kapcsolatos irodalmi források áttekintésére, rendszerezésére.

Az előző fejezetben leírtak szerint, a tészta reológiai tulajdonságainak mérésére a századelőn Hankóczy Jenő tett próbálkozásokat, amelyek során a tésztát kéttengelyű nyújtásnak tette ki azáltal, hogy abból szabályozott körülmények között buborékot fújt. A műszer kifejlesztését KOSUTÁNY (1907) részletezi: a kiindulási eszközt egy kisebb átmérőjű üvegcső képezte, melynek egyik végére került a sikkérlemez, míg a másik végébe levegőt kellett belefűjni. Így egy szappanbuborékhoz hasonló sikkérgömb keletkezett, melyből kitűnt, hogy a nyúlósabb sikkérekéből nagyobb, a szakadásakból

kisebb gömb fújható. A siker erősségére a buborék felfújásához szükséges erőből lehetett következtetni.

A későbbiekben rájöttek, hogy a siker elasztikus tulajdonságai problémát jelentenek, de hosszabb kísérletezés és több módszer kipróbálása után sikerült biztosítani a sikérréteg sima felületét és egyenletes vastagságát. A kimosott, gombóccá gyúrt sikért először síkosító anyaggal bekent, két fémkörlap közé szorították be, mely körlapok közepén egy-egy 2 cm átmérőjű lyuk van. E lyukakat fémdugókkal zárták le. A sikérgombócot közéjük helyezve, csavarorsók segítségével egyenletes vastagságúvá préselték össze. A dugók óvatos eltávolításával egy fújásra alkalmas réteg alakult ki. A fújáshoz szükséges sűrített levegőt egy higanyos közlekedőedény segítségével állították elő. Egy üvegbúra és különböző csövek felhasználásával a sikért a sűrített levegő útjába helyezték, mely aztán a levegő nyomására buborékká fújódott majd kiszakadt.

A buborék kiszakításához szükséges légnyomás mérésére a későbbiekben egy fémmanométert alkalmaztak, mely nyomásérték a siker „szívósságát” adta meg. Ezen kívül mérni akarták a siker nyújthatóságát is, melyet a hólyag nagysága, azaz közvetve a hólyag által az üvegbúrából kiszorított levegő térfogata adott meg. Ezt egy üvegcsőbe cseppentett higanycsepp segítségével oldották meg, hiszen a csőbe bevezetett kiszorított levegő, a maga térfogatával arányos távolságba tolta el maga előtt a csőben a higanycseppet.

Később ezt a módszert CHOPIN (1927) fejlesztette tovább, és alkották meg az alveográf nevű készüléket (HIBBERD és PARKER, 1974; DUBOIS, 1975; LAUNAY et al., 1977; FARIDI, 1985; WALKER és HAZELTON, 1996), és fejlesztették tovább az eredményfeldolgozást, értelmezést (ADDO et al., 1990; BETTGE et al., 1989). Napjainkra DOBRASZCZYK (1997) fejlesztett ki egy „Dough Inflation System” néven ismert műszert, melynek működési elve az alveográféhoz hasonló. Használatával az alveográfós görbéhez hasonló görbét és abból számolt hasonló paramétereket kapunk.

Az alveográf alkalmazása kezdetben a francia nyelvterületeken terjedt el, de napjainkban már sok országban része a búzaminősítési rendszernek. Ezáltal ezeket a minőségi paramétereket (P, L, P/L, G, W) is meghatározzák mind a fajtáknál, mind pedig az agrotechnikai hatások vizsgálatánál (GALLEGOS és SALAZAR, 1991; BORGHI et al., 1994; TEJADA et al., 1995; METAKOWSKY et al., 1997b; GUARDA et al., 1994; ROBERT és DENIS, 1996). Ezáltal a búzaliszt reológiai tulajdonságaira kapunk újabb információkat (PERENZIN et al., 1992; NÉMETH et al., 1994; MARIANI et al., 1995; JANSSEN et al., 1996). A módszer terjedését mutatja, hogy

indiai búzafajták alveográfus minősítési eredményeit közli SINGH et al. (1978), és más növények szem-lisztjének minősítésére is alkalmazzák (SANCHEZ-MARROQUIN et al., 1985). A részletes lisztvizsgálatoknál terjed az alveográf és farinográf együttes használata (BERGER és GRANDVOINET, 1979).

Az alveográfus minősítés iránti megnövekedett igényt jelzi, hogy az alveográfus paraméterek meghatározása fontossá vált a Földművelési és Vidékfejlesztési Minisztérium gondozásában évente kiadott Búza Minőségi Térképben is.

EDWARDS (1997) a sokszínű felhasználói és így minősítési igény közül szintén felhívja a figyelmet a 400 fölötti alveográfus „W” értékű búzák iránti keresletre, főleg Spanyolországban, továbbá a világszerte növekvő újszerű élelmiszeripari és nem élelmiszeripari felhasználásra.

Magyarországon még általánosan nem elterjedt az alveográfus használata, ám a közép-kelet-európai régióban például Lengyelországban már széleskörűen használatos az őszi búza lisztek sütőipari minősítésében (ABRAMCZYK, 1997; KONOPKA et al., 2004).

A francia előírások szerint a W érték $250 \times 10^{-4} \text{J}$ felett a kiváló, 160 és $250 \times 10^{-4} \text{J}$ között az I. osztályú, 120 és $160 \times 10^{-4} \text{J}$ között pedig a II. osztályú reológiai minőségi csoportnak felel meg (LÁNG és BEDŐ, 2003). A hagyományos kenyér készítéséhez a francia előírások 180 ± 20 , az angol szabványok 210 , a belga szabványok $160-240$, a portugál szabványok $120-170$, a spanyol szabványok pedig $180-200 \times 10^{-4} \text{J}$ W értékkel rendelkező lisztek felhasználást írják elő (GYŐRI és GYŐRINÉ, 1998).

Feltétlenül beszélni kell az alveográfus minősítési rendszer használhatóságáról, gyakorlati alkalmazásának tapasztalatairól. BAIK et al. (1994) ugyanazon búzaminták alveográfus és mixográfus vizsgálatai után jelentették ki, hogy a lisztminták téstakészítésre való alkalmasságának előrejelzésére leginkább egyes fehérjesajátságokat mérő módszerek (SDS-szedimentációs érték) és a mixográfus részparaméterek együttes használata alkalmas. VIDA et al. (1996) megfigyeléseiket összegezve megállapították, hogy az alveográfus minőségvizsgálat, elsősorban a P/L érték meghatározása, hasznos többlet-információt nyújthat az őszi búzafajták és nemesítési törzsek sütőipari minőségének megítélésében. Hasonlóan vélekednek YAMAMOTO et al. (1996), akik szerint az alveográfus és a mixográfus a gyakorlatban nagyon jól használható a búzaminták sütőipari tulajdonságainak előrejelzéséhez. A hazai viszonyokra tekintettel az alveográfus minőség használhatóságáról RAKSZEGI et al. (2004) a következőket állapították meg: az alveográfus paraméterek önmagukban egyelőre nem alkalmazhatók a magyarországi sütőipari technológiákra, ám hasznos

többlet-információt nyújthatnak az őszi búzafajták sütőipari minőségének megítélésében és az export tételek minősítésében.

A mind több minőségi mutató elterjedése a világban és ezek összetett, együttes értelmezése sok gondot jelent első sorban a gyakorlati megközelítés számára. Magyarországon több minőségi mutató együttes számbavételére POLLHAMERNÉ (1973) dolgozott ki eljárást. Ennek során a búza fehérjetartalma, a nedves siker tartalom, a Zeleny szedimentációs térfogat, a gáztartóképeség, a farinográfus értékszám, a kenyértérfogat, a vízfellevő-képeség, a kenyér alaki hányadosa, a sikerterületkenység, valamint a héjtartalom paraméterek együttes számbavételével és ábrázolásával komplex minőségi értékszámot állapított meg. Gembloux-i (Belgium) kutatók dolgozták ki a sütőipari indexet (BOLLEN et al., 1986). Ennek alapeleme, hogy a fehérjetartalom, a Zeleny szedimentációs térfogat, a farinográfus vízfellevő-képeség, az alveográfus W és L, valamint a P/L értékekhez – minőségtől függően – megfelelő pontszámot rendelnek és ezek összege alapján nagyon lágy, lágy, jó és nagyon jó csoportot állapítottak meg.

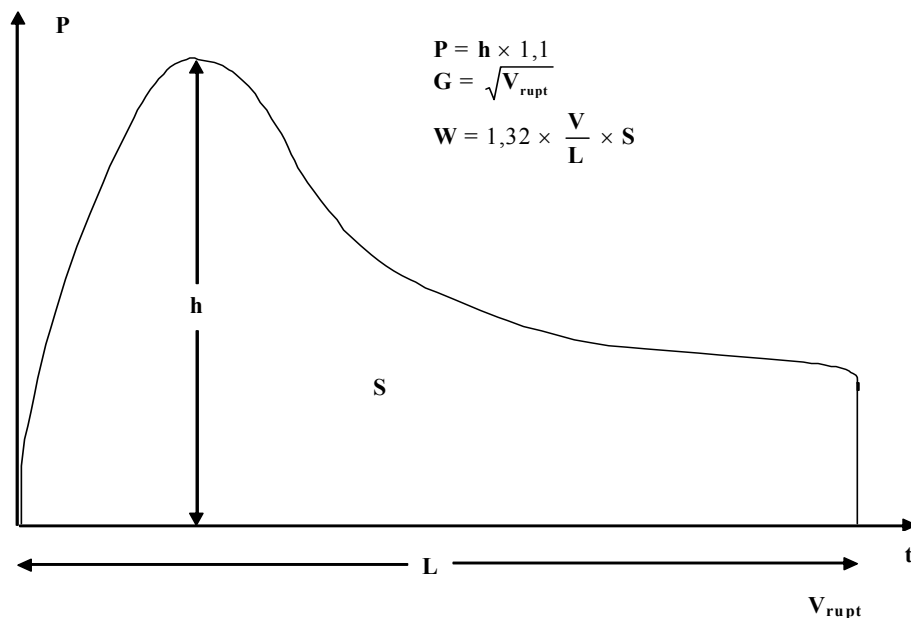
Figyelembe véve az Európában alkalmazott módszereket, a hazai hagyományokat, a gyakorlat igényét, amely a sikermennység, annak területe, valamint a farinográfus/valorigráfus minősítés jellemzőinek alapul vételét kívánja, GYŐRI (1998) egy új, kilenc minőségi mutatót figyelembe vevő, ún. Győri-féle Z-indexet dolgozott ki. Ez az index a következő minőségi paraméterek alkalmazásával készült: sikermennység, sikerterület, fehérjetartalom, Hagberg-féle esésszám, Zeleny szedimentációs térfogat, farinográfus/valorigráfus vízfellevő-képeség és -értékszám, alveográfus P/L és W érték. A mérési eredményeit súlyozta, illetve sokszögdiagramon ábrázolta. A Győri-féle Z-indexet GYŐRI és SZILÁGYI (1999) fejlesztette tovább.

2. 3. 3. A liszt reológiai tulajdonságainak meghatározása alveográfval

A hatályos magyar Búza című szabvány (MSZ 6386/1998) az alveográfus paraméterekre vonatkozólag nem tartalmaz határértékeket. A búzaminták alveográfus minőségének megállapítása kizárólag nemzetközi szabványok előírásai alapján történik [AACC (American Association of Cereal Chemists) No. 1983.54.30; ICC (International Association for Cereal Science and Technology) No. 121.; ISO (International Standard Organisation) 5530–4:2002.].

Az 1. ábra egy reprezentatív alveográfus görbét ábrázol. Leolvashatók róla a főbb alveográfus paraméterek: a P érték, mely a minta deformációjához szükséges maximális nyomást adja meg mm-ben, az L érték, vagyis a minta nyújthatósága (mm-ben), a P/L érték, mely a görbe konfigurációjának alakulását fejezi ki, továbbá a G duzzadási index, mely azon levegőtérfogat négyzetgyöke (ml-ben), amely a buborék felfújásához, annak elszakadásáig szükséges. A legfontosabb alveográfus paraméter a befektetett munka energiáját, vagy máshogy kifejezve a minta deformációjához szükséges energiát kifejező W érték ($\times 10^{-4}$ J), mely a cm^2 -ben kifejezett görbe alatti planimetrált területből számolt érték (RASPER et al., 1986; FARIDI és RASPER, 1987; SCHÖGGL, 1998). A mérést öt tésztakoronggal kell elvégezni, a kiértékeléskor az öt mérés átlagát használjuk.

1. ábra: Reprezentatív alveográfus görbe



- P: a görbe magassága (mm): a minta deformációjához szükséges maximális nyomás;
- L: a görbe hossza (mm): nyújthatóság;
- W: a minta deformációjához szükséges energia ($\times 10^{-4}$ J);
- G: duzzadási index: azon levegőtérfogat (V_{rupt}) négyzetgyöke (ml), amely a buborék felfújásához annak elszakadásáig szükséges;
- h: a görbe maximális magassága (mm);
- S: a görbe alatti terület (cm^2);

Az alveográf a liszt víztartalmától függően konstans vízmennyiség hozzáadásával (a liszt vízfelvevő-képességét figyelmen kívül hagyva, mindig 50%-os vízfelvételnek megfelelően) 2,5%-os NaCl oldattal készíti a tésztát majd pihentetés után a

tésztakorongokat kéttengelyű nyújtásnak teszi ki, miközben a buborék belsejében fellépő nyomásváltozást manométerrel összekötött írószerkezet regisztrálja. A kéttengelyű nyújtás miatt különbözik ez a nyújthatósági vizsgálat pl. az extensográf-fal történő vizsgálatától, ahol csak egytengelyű nyújtásnak van kitéve a tészta.

2. 4. A búzaminőséget befolyásoló tényezők

2. 4. 1. A hatótényezők rendszere

A búzaminőség fogalmának többszemponútú áttekintése és a mérhető minőség, azaz a különböző minőségi paraméterek bemutatása után a legfontosabb a termés minőségét befolyásoló tényezők számbavétele, osztályozása. Hazánkban csakúgy, mint az egész világon, az őszi búza a növénytani-, növényélettani-, mezőgazdasági-, termékfeldolgozási-, élelmiszertudományi -, stb. kutatások szempontjából a leginkább tanulmányozott növények közé tartozik. A kutatási eredményeket megszámlálhatatlan mennyiségű cikkben, előadásban, diplomadolgozatban, értekezésben és disszertációban közzölték, illetve próbálták összefoglalni az eddigi ismereteket. Amikor a népesség a történelemben odáig jutott, hogy a megtermelt élelmiszer-mennyiség elegendőnek bizonyult (legalább is a fejlett világban) az éhség felszámolására, a termékek minősége volt az, mellyel meg lehetett nyerni a fogyasztót. A minél jobb minőségű termék előállítására tett erőfeszítések során, behatóan tanulmányozták és írták le az őszi búza kémiai összetételét és sütőipari tulajdonságait befolyásoló tényezőket. Ezen oknál fogva a különböző minőségi paraméterekre ható tényezőket a következőkben úgy rendszereztem, hogy az alapvető ismeretek összefoglalása után, az egyes tényezőknek a fehérjeösszetételre gyakorolt hatását, illetve a fehérjeösszetételnek a minőségre gyakorolt hatását elemeztem, végül az őszi búzák alveográfus minőségének alakulásával foglalkoztam.

A minőség értékelésének, helyesebben szólva kutatásának, hazánkban történelmi hagyományai vannak, hiszen már KOSUTÁNY (1907) is megállapította, hogy „... egyébként egyező körülmények között a búzának sikértartalma az időjárással van a legszorosabb kapcsolatban ...”. Természetesen később is születtek összegző megállapítások: a termesztéstechnológiai tényezők okszerű megváltoztatásával javíthatjuk a termésminőséget, de a klimatikus tényezők és ezen belül is a tájhatások adottak. Ezekkel a minőséget csak annyiban befolyásolhatjuk, hogy a minőségre

legkedvezőbb tájakon és talajokon termesztjük a legjobb minőséget adó búzafajtákat (POLLHAMERNÉ, 1981).

Az utóbbi időszakban több publikáció jelent meg a minőségre ható tényezők konkrét csoportosítását illetően. E közlések közül PEPÓ PÉ. (1997) az *1. táblázatban* közöltek szerint foglalja össze a biológiai, az ökológiai és az agrotechnikai tényezők súlyát és szerepét. A termelés feltételrendszerét illetően, mint ahogy az az *1. táblázatban* is látható, a fajta szerepe meghatározó. Attól függően, hogy a különféle szerzők hány tényezőt vizsgálnak a fajta súlyát a tényezők összességét 100%-nak véve 15 és 45% közötti értékűnek tartják. Különbséget kell tenni azonban abban, hogy extenzív vagy intenzív technológiáról beszélünk, hiszen PEPÓ PÉ. (2006) szerint extenzív termesztés esetén a természeti tényezők 60%-ban érvényesülnek, intenzív technológia esetén pedig ennek ellenkezőjét tapasztaljuk. Véleménye szerint a mai gyakorlatban nem kerül sor a két szélsőséges technológia maradéktalan betartására, hanem a kettő elemeit ötvözik egybe. A hazai búzatermesztés jövőjét a piaci igényekre gyorsan reagáló technológiák kialakításában látja.

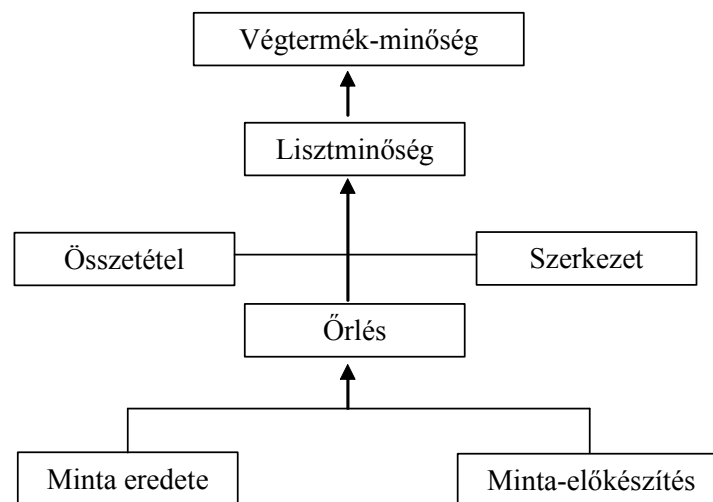
1. táblázat: A búza minőségét befolyásoló tulajdonságok csoportosítása (PEPÓ PÉ. 1997)

Tényezőcsoport	Jelentősége		
	Meghatározó	Átlagos	Mérsékelt
Biológiai	Fajta minőségi tulajdonságai		
	Fajta agronómiai tulajdonságai		
Ökológiai	Csapadék mennyisége	Talaj fizikai tulajdonságai	Talajjelőkészítés
	Csapadék megoszlása		
	Hőmérséklet	Talaj kémiai tulajdonságai	
	Napfény		
Agrotechnikai	N-adag	Elővetemény direkt hatás	Talajjelőkészítés
	N-megosztása	Elővetemény indirekt hatás	
	NPK-arány	Kórokozók	
	Öntözés	Kártevők	
	Betakarítási idő	Gyomok	
	Tárolás	Vetésidő	
		Állomány-sűrűség	

GYŐRI és GYŐRINÉ (1998) szerint a növényi termékek minőségét befolyásoló tényezők két fő csoportra oszthatók: belső és külső tényezőkre. Belső tényezők a növények genetikai tulajdonságai. Külső tényezők: a termesztéstechnológia és a klimatikus tényezők. A termesztéstechnológia azonosságán túl az utóbbiak: a talaj, a víz és az időjárás, melyeket a környezet erőforrásainak is nevezhetünk.

Korábbi, minőségi búza – termeltetési tapasztalatok azt mutatják, hogy a kiváló minőség az évjárat és termőhely hatásai miatt jó agrotechnikával is csak 70–75% valószínűséggel érhető el (LÁNG és BEDŐ, 2003). Ezzel egybehangzó megállapítást találunk RUZSÁNYI és PEPÓ (1999) egyik munkájában is, akik más szemszögből, de hasonló eredményre jutottak. Ők a Tiszántúlon termesztett őszi búzafajták minőségét befolyásoló tényezők együttes hatásának elemzése során a következőket állapították meg: a termesztéstechnológia és a fajta együtt 70%-ban, míg az évjárat és a termőhely együtt 30%-ban befolyásolta a termés minőségét.

A fentiekén túl azonban egy konkrét laboratóriumi minta beltartalmi összetételének, tulajdonságainak, minőségének vizsgálati eredménye függ a laboratóriumi mérés pontosságától, sőt amiről gyakran szó sem esik: a minta-előkészítés kivitelezésétől is, melyről bővebben egy későbbi fejezetben lesz szó (2. ábra).



2. ábra: Az őrlésre és a végtermék minőségére ható tényezők (MOUSIA et al., 2004)

2. 4. 2. A búza minőségére ható tényezők

2. 4. 2. 1. Biológiai alapok

A búza minőségét számos tényező befolyásolja, amelyek közül a legfontosabbak a genetikai, az ökológiai és az agrotechnikai tényezők (BAJAI és KOLTAY, 1985; GYŐRI, 1999), így a felsorolást célszerű a biológiai alapokkal kezdeni.

SZABÓ (1972) szerint a fajta csak genetikai alap, csupán feltétele a jó minőségnek, mivel ugyanazon fajta minősége a termesztés helye, és az éghajlat szerint változik. A búza sütőipari minőségét JOLÁNKAI (1993) és GYŐRI (1998) szerint is alapvetően az alkalmazott fajta genetikailag rögzített tulajdonságai determinálják. Ezzel összhangban

találjuk ERDEI és SZÁNIEL (1975) megállapítását, mely szerint a búza minősége genetikailag meghatározott tulajdonság. Így a minőségi búza-termesztésre azok a fajták jöhetnek számításba, amelyek genetikai adottságai nagyszámú értékes tulajdonságot determinálnak, előnyhöz juttatva az adott fajtát termesztő gazdát és a termékfeldolgozásban résztvevőket egyaránt. A minőségi tulajdonságokhoz hasonlóan, az azokat determináló fehérjeszerkezet is egy genetikailag meghatározott fajtatulajdonság, de környezeti hatások módosíthatják azt (GRAYBOSCH et al, 1996; TRIBOI et al., 2000a).

A búzafajták nemesítésének főbb céljai az alábbiak: a fehérjetartalom -, illetve a táplálkozási-takarmányozási érték növelése, valamint a búzalisztek sütőipari célra történő felhasználhatóságának javítása (CHEFTEL et al., 1985). Ám a búza minőségét jellemző néhány, hagyományos minőségi paraméter meghatározása és a búzafajták kizárólag ezen paraméterek alapján való, többek között nemesítői szemmel is történő osztályozása ma már nem tekinthető korszerűnek. LÁNG és BEDŐ (2003) szerint ugyanis a nagy fehérjetartalom mellett egyre inkább fontos követelmény többek között a stresszrezisztencia további javítása, a reológiai tulajdonságok javítása, a nyugat-európai sütőipari vizsgálati eljárások alapján kiváló fajták nemesítése.

PROKSZA et al. (1992) magát a fajtafenntartó nemesítést, illetve hatásait vizsgálták két őszi búzafajta 9 minőségi mutatóira (nedves- és száraz siker tartalom, sikerterület, liszthozam, valorigráfos vízfelvevő-képesség és -értékszám, hektolitertömeg, fehérjetartalom és SDS szedimentációs térfogat). Míg a Jubilejnaja 50 minőségi mutatói a fenntartás módszerétől függetlenül alakultak, a GK Ságvári érzékenyebben reagált rá. BEDŐ et al. (1987) megállapították, hogy az agronómiai jellegre és a fehérjetartalomra egy időben végzett szelekcióval 1,5-2,0%-kal magasabb fehérjetartalmú törzsek állíthatók elő, amelyek között megfelelő termőképességük is előfordultak. Ugyanakkor a fehérjetartalomra végzett szelekció alkalmasnak bizonyult egyéb minőségi mutatókra is (farinográfus értékszám és vízfelvevő-képesség, sikértartalom).

MATUZ et al. (1981) főkomponens analízissel vizsgálta 45 őszi búza genotípus (fajta illetve vonal) 7 minőségi mutatóit: a lisztkihozataalt, a nedves - és szárazsiker tartalmat, a siker területét, a valorigráfos értékszámot, a vízfelvevő képességet és a fehérjetartalmat. Megállapították, hogy a vizsgált fajták – néhány kivételtől eltekintve – csoportokat alkotnak, amelyeket a fajták szülő vonalai és a termőhely határoz meg.

BOCZ et al. (1983) a fajtákat potenciális terméshozamuk alapján négy csoportba osztják: kiváló, jó, közepesen jó és közepes termőképességű fajták. A nagy termőképesség viszont általában negatív korrelációban volt a sütőipari paraméterekkel. Három magyar és négy Észak-amerikai őszi búzafajtát, illetve azok négy kombinációját (F1 hibridjeit) vizsgálta MATUZ et al. (1993) szántóföldi kísérletekben. A búzaminoták következő paramétereit határozták meg: a liszt vízfelvevő-képessége, a tészta kialakulásának ideje, a tészta stabilitása, farinográfus értékszám, cipótérfogat, valamint a liszt fehérjetartalma. Megállapították, hogy valamennyi kombináció negatív heterózist, illetve intermedier öröklődést eredményezett. Mindössze egyetlen keresztezés esetén tapasztaltak pozitív heterózist a tészta kialakulásának idejében és a farinográfus értékszámában.

A Bánkúti búzafajták a magyarországi búzatermesztésben igen jelentős helyet töltöttek be a századunk '30-as éveitől a '60-as évekig. Lisztjeik igen jó minőségűek voltak, a farinográfus "A" minőségi csoportba tartoztak, magas volt a sikértartalmuk, és általában 2+12 HMW-glutenin alegységet tartalmaztak (BEDŐ et al., 1995). VIDA et al. (1998) a Bánkúti 1201 őszi búza fajta különböző vonalait vizsgálták és megállapították, hogy az egyes vonalak fehérje- és sikértartalma között nincs statisztikai különbség, viszont a sikerterület, sikerindex és a szedimentációs érték alakulása genetikailag determinált, azaz az egyes vonalak eltérő sikerminőséget hordoznak.

BÓDIS (1998) szerint nem az a megoldás, hogy "nosztalgia fajták" után sóvárgunk (pl. a Bánkúti 1201), hanem korszerűbbet, a mai technikai színvonalnak megfelelőt kell kiválasztani. Jelenleg a fajtaellátottság bőséges, ám ennél égetőbb kérdés, hogy ezek a fajták mennyiben elégítik ki a minőségi igényeket.

IGREJAS et al. (2002) a Barbela nevű, lány szemű portugál búzafajtára alapozott 98 nemesítési vonal beltartalmi - (fehérjetartalom, pentozántartalom), reológiai - (mixográfus és alveográfus), valamint sütőipari tulajdonságait vizsgálták. A búzavonalakat a minőségi tulajdonságok szerint csoportosították és megállapították, hogy néhány, a Glu-1 lókuszt által determinált, újonnan azonosított HMW-glutenin alegység jelenléte szignifikáns hatással volt az egyes csoportok minőségének alakulására.

2. 4. 2. 2. Ökológiai tényezők

A búzaminőséget befolyásoló tényezők másik nagy csoportja az ökológiai adottságok, melyek hatása speciálisan, mátrix-szerűen érvényesül. „Legstabilabb” tagja ennek a

tényezőcsoportnak a termőterület, a talaj típusa. A termőterülettel kapcsolatos kutatások kezdete a XIX. század végére nyúlik vissza. 1885-ben a Bécsi Tőzsde felkérésére elkészítették az első búzaminőségi térképet, amely maximális minősítési pontszámmal jellemezte a Tisza vidékét, míg legkisebbel Dél-Baranyát jegyezte.

A búzafajták minőségének értékelését termőtájanként SZÁNIEL és PÁLVÖLGYI (1978) is elvégezték. A vizsgálatok alapjául az 1976-os évjárat szolgált. Valamennyi mintának meghatározták a nedves siker tartalmát, a siker területét, a valorigráffal mért jellemzőket, az ezerszemtömeget, a hektolitertömeget, az acélosságot, a fehérjetartalmat, valamint a próbacipó esetén az alaki hányadost és a kenyértérfogatot is. A fehérje- és sikértartalommal kapcsolatosan tendenciákat is megfogalmaztak: ezek az értékek észak-kelet irányban haladva javultak.

A továbbiakban a természeti tényezők vizsgálatát a termőhelyekre, tájakra leszűkítve elmondható, hogy az ország területét NAGY (1981) szerint három kategóriába lehet besorolni, a minőségi búzatermesztésre való alkalmasság szempontjából. Megállapította, hogy évről-évre jó minőséget adtak az Alföld középső, illetve a Tiszától keletre, dél-keletre eső területei. Közepes, illetve kevésbé stabil eredményt adtak az Alföld észak-keleti részei, a Duna-Tisza köze, az Alpokalja jelentős része, valamint a Kisalföld szinte egésze. Kifejezetten rossz minőséget produkáltak a Dunántúl középső és dél-nyugati részei, valamint az Északi-középhegység kisebb tájai. Más megközelítésből tettek megállapításokat VAJDAI és BUJÁKI (2002), akik a csernozjom és a barna erdőtalajokat jelöli meg, mint az őszi búza termesztésre leginkább alkalmas talajtípusokat.

A talajadottságok által, egy bizonyos szintű minőség kialakítására szolgáltatott termesztési potenciált az időjárási-klimatikus tényezők alaposan felforgatják. SZABÓ et al. (1987) Magyarország klimatikus adottságainak biometriai elemzését végezték el az őszi búza termésátlaga és minősége szempontjából. Többek között megállapították, hogy a mennyiségi és a minőségi termelés klímafeltételei, területei nem azonosak. A minőségi búza- és egyéb növényfajok termesztésének alapvető feltétele az igényeiknek és a termőhely adottságainak lehető legjobb összhangja. Így LELLEI és RAJHÁTHY (1955) szerint a búza termesztésének északi határa az a szélességi kör, ahol a májustól szeptemberig terjedő időszak hónapjainak középhőmérséklete 14°C feletti, déli határán pedig a szemfejlődés időszakában nem haladja meg a 23-25°C-ot.

BOCZ (1992) szerint az éghajlati elemek közül egyedül a víz mennyiségét befolyásolhatjuk. VIDA és JOLÁNKAI (1995) véleménye szerint a minőségi

búzatermés időjárási feltételei közül a legfontosabb a jó áprilisi és májusi, valamint gyenge júniusi-júliusi csapadékellátás. LESZNYÁKNE (1996) pedig megállapította, hogy az ezerszemtömeg átlagos csapadékellátottság mellett nem növekedett a terméshozammal, sőt, egyes esetekben csökkent.

PEPÓ PÉ. (2004) Hajdúságban folytatott tartamkísérleteinek eredményei szolgáltatták az adatokat a következő megállapításaihoz: az évjárat az őszi búza sikértartalmát mérsékelten, a valorigráfos értékszámát jelentős mértékben befolyásolta. A sikértartalom és a valorigráfos érték között közepes erősségű korrelációt lehetett megállapítani, melyet az évjárat és a fajta egyaránt befolyásolt. Aszályos évjáratban a nagy sikértartalom ellenére a fajták valorigráfos értéke kedvezőtlenül alakult a nem megfelelő sikerminőség miatt. A búzafajták sikértartalmát a májusi és júniusi hőmérséklet pozitívan, míg a valorigráfos értéket negatívan befolyásolta.

PEPÓ PÉ. (1990) konkrét adatokat szolgáltat az 1980-89-es évek kísérletei alapján: a vizsgált 10 évből a leggyengébb években 25-30%-os, a legjobb években 30-37%-os növekedést okozott az évjárat a sikértartalom alakulásában.

RAGASITS (2000) tavaszi búzával (Lona) végzett kísérletet. Megállapította, hogy a hazai klimatikus körülmények között az őszi búzának van létjogosultsága.

GOLMIRZAIE et al. (1990) öt év huszonnyolc őszi búzafajta termésstabilitásának alakulását tanulmányozták környezeti tényezők hatására, öt különböző termőhelyen. Megállapították, hogy a fajta \times évjárat kölcsönhatás nem szignifikáns, ezzel szemben a fajta \times termőhely kölcsönhatás szignifikáns volt.

2. 4. 2. 3. Agrotechnológiai tényezők

A növénytermesztéssel foglalkozók az időjárás, az évjárat szélsőséges hatásait egyre fejlettebb agrotechnológiai háttérrel igyekeznek mérsékelni. A legfontosabb azonban, hogy az agrotechnikai elemek egyenként is, minél jobban járuljanak hozzá a növény, így a búza esetén is, a genetikai potenciál kiteljesedéséhez, a fajták képességeinek érvényesüléséhez, az adott időjárási körülmények között. PEPÓ PÉ. (2004) rámutatott, hogy tartamkísérleteinek eredményei egyértelműen bizonyították az őszi búza fajtaspecifikus tápanyagellátásának fontosságát. Cluster-analízissel a vizsgált búzafajtákat 4 jellegzetes tápanyagreakció típusba sorolta. Az A, B, C, D fajtátípus közül az ökológiai és agrotechnikai tényezők mérlegelésével lehet eldönteni, hogy adott feltételek közé mely tápanyagreakció típusba tartozó fajtát válasszunk.

A fajta megválasztása után az alapművelés az első lépés, mely jó esetben kellőképpen beeredett, ülepedett, aprómorzás szerkezetű magágyat eredményez. Szintén kiemelendő az elővetemény hatása, mely a termés mennyiségén túl annak minőségi paramétereit is jelentősen befolyásolja. Kedvező elővetemény (pl. borsó) után lényegesen jobb lisztminőségi paraméterek érhetőek el, mint kedvezőtlen elővetemény (pl. búza, kukorica) után (PEPÓ PÉ. 1997). A kedvezőtlen elővetemények (önmaga, kukorica, napraforgó stb.) után nagyobb műtrágyaadagok kijuttatása indokolt (SÁRVÁRI, 1978; 1986). Mivel a gabona vetésterülete hazánkban meghatározó arányt képvisel, elkerülhetetlen a gabonafélék egymás utáni vetése. SÁRVÁRI és GYŐRI (1982) a búza, mint elővetemény hatását vizsgálta a kukorica monokultúrával szemben. Megállapította, hogy a vetésváltás alkalmazása magasabb termésátlagokat és magasabb Zn-tartalmat eredményezett a kukoricaszemben.

A következő agrotechnológia elem a vetésidő, mellyel kapcsolatosan RAGASITS és VALENT (1993) úgy véli, hogy a szeptember végi, októberi és november eleji vetésidők nem alakítottak ki szignifikáns változást a hektolitertömeg, a vízfelvétel, a farinográfus értékszám és a Zeleny-féle szedimentációs térfogat esetében.

A búzatermesztők szempontjából, anyagi oldalról a tápanyagutánpótlás jelenti az egyik legnagyobb gondot, mindemellett JOLÁNKAI (1982) 12 őszi búzafajtával végzett kísérletei során arra a megállapításra jutott, hogy a műtrágyázás hatására javult ugyan a minőség, de az évjárat jobban hatott a minőségre. Az őszi búza fajlagos tápanyagigényére (2-3 kg N, 1-1,5 kg P₂O₅, 2-2,5 kg K₂O 100 kg szem- és szalmaterméshez) vonatkozóan a kutatók által közölt adatok egymáshoz nagyon hasonlóak (LÁNG, 1976; BOCZ, 1992). PEPÓ PÉ. (2004) a Hajdúságban, csernozjom talajon végzett tartamkísérletének eredményei azt bizonyították, hogy a búza igényét kielégítő, szakszerű trágyázás jelentős mértékben növelte a termésmennyiséget, javította a termésbiztonságot és a fajták sütőipari minőségét, míg LÁNG et al. (2003) a nitrogéntrágyázás hatására bekövetkező fehérjetartalom - és nedves siker tartalom - növekedésről számoltak be.

A tápanyagellátás egy speciálisabb részét vizsgálták LOCH és NOSTICZIUS (1992), akik szerint a késői N-fejtrágyázás kedvezően befolyásolja a minőséget (növeli a sikértartalmat), de a termésmennyiséget már nem növeli. SZENTPÉTERY et al. (1992) a virágzás utáni nitrogéntrágyázás hatását tanulmányozták három évben, három búzafajtánál. Megállapították, hogy a fehérjetartalom a kezdeti magas, 20% körüli értékről 10-15 nap alatt 10-12 %-ra csökkent, majd ismét emelkedett és a viaszérés

időpontjára elérte a fajtára és az évjáratra jellemző 13-15 %-os értéket. A késői folyékony N-műtrágyázás növényperzselődést okozott, ezzel párhuzamosan ugyan növekedett a fehérjetartalom, de a termésmennyiség kisebb mértékben csökkent.

SCHNUG és HANEKLAUS (1993) a sütési tulajdonságok javítását kén hozzáadásával próbálták meg elérni. Kimutatták, hogy a búzaszem fehérjetartalma és a kén koncentráció pozitív korrelációban áll az esésszámmal, mely ily módon nőtt. A kén adagolásával csökkentették a N:S arányt és így növekedett a cipóérték.

TANÁCS et al. (1995) megállapították, hogy a növekvő N-műtrágya adagokkal egyes aminosavak [ASP, SER, HIS, GLY, THR, ARG, ALA, TYR, VAL, PHE, ILE, LEU és LYS] mennyisége 7-20 %-kal növekedett. A CYS és MET tartalom igen szoros összefüggést mutatott a N-műtrágya adagokkal. A P- és K-műtrágyázás viszont a CYS, MET, GLU, SER, THR mennyiségét 7-10 %-kal csökkentette, míg más aminosavak mennyisége alig változott. BERECZ et al. (1995) a fehérje-összetétel változását vizsgálták a búza szemfejlődése során nitrogén-műtrágyázás függvényében, klasszikus frakcionálási és SDS-PAGE módszerekkel, és megállapították, hogy a különböző fehérjefrakciók felhalmozódásának dinamikája, az összes fehérjetartalom belüli részarányuk és a gliadin:glutenin arány hasonló volt valamennyi műtrágyaadag esetén.

TANÁCS et al. (1993) a GK Csűrös és a GK Kata őszi búzafajták szemtermésének, nedves- és szárazsiker tartalmának, valamint a siker területének alakulását vizsgálta a műtrágyázás – 16 NPK műtrágya kombináció – függvényében, erősen meszes, humuszos réti talajon. Megállapították, hogy az évjárat×fajta kölcsönhatás a terméshozam és a száraz siker tartalom, míg az évjárat×műtrágya kölcsönhatás mind a négy vizsgált paraméter esetén szignifikáns volt. A fajta×műtrágya hatás egyik mutató esetén sem volt statisztikailag megbízható. Az évjárat×fajta×műtrágya kölcsönhatás a nedves siker tartalom kivételével szignifikáns volt.

Kardinális kérdésnek számít a növényvédelem is. JOLÁNKAI et al. (1998) két éves szabadföldi kispercellás kísérletekben (1996 és 1997) értékelték a búzafajták minőségének és szermaradvány-értékeinek alakulását a műtrágyázás, herbicid, fungicid és inszekticid alkalmazása során, és megállapították, hogy a kezelések a kontrollhoz képest csak szerény mértékben módosították a minőségi paramétereket. A siker esetében a herbicid, fungicid és inszekticid alkalmazása, a farinográfus értékszám esetén a nem megfelelő műtrágyázás okozott minőségcsökkenést. A fajtakülönbségek és az évjárat hatások szignifikánsak voltak. TANÁCS és GERŐ (2002) fungicides kezelések hatását vizsgálták száraz évjáratban a nedves siker-tartalomra, a

sikérterülésre és esésszámra. Mind a nedves siker-tartalom, mind pedig a sikerterülés esetében az egyes szerek hatását nem tudták kimutatni, de fajtafüggő eltéréseket feljegyeztek. Az esésszámra az egyes szerek önmagukban nem, csak fajta×vegyszer interakciók eredményeképpen voltak hatással. PEPÓ PÁ. és PEPÓ PÉ. (1987) eltérő genotípusú őszi búzafajták herbicid-érzékenységét vizsgálták különböző időpontokban (bokrosodáskor és szárbainduláskor) kijuttatott herbicidekkel szemben. Megállapították, hogy az egyes szerek hatását a búzafajták igen nagyfokú szelektivitással torelálták, néhol termésdepressziót okozva.

Az agrotechnológiai elemek sorában a betakarítás azért különleges, mert a helyesen és időben végzett betakarítással már nem javíthatjuk a minőséget és nem növelhetjük a termésátlagot sem, mindössze a minőségi-mennyiségi csökkenést kerülhetjük el. PEPÓ PÉ. et al. (1987) a betakarítás idejének hatását vizsgálta őszi búzafajták termésmennyiségére és minőségére. A száraz évjáratnak köszönhetően, 1986-ban, a betakarítás időpontja a nedves siker tartalomra, és a vízfelvevő képességre kevésbé hatott, mint a siker területére, amely romlott az aratás elhúzódásával. A minták farinográfus értékszáma a viaszérés végén, a teljes érés elején volt a legmagasabb. SZENTPÉTERY et al. (1995a) négy őszi búzafajta hektolitertömegének, fehérjetartalmának és nedves siker-tartalmának változását, illetve a liszt vízfelvevő képességét, a sikerterület és a farinográfus értékszám alakulását (SZENTPÉTERY et al. 1995b) vizsgálták az elhúzódó betakarítás hatására. Megállapították, hogy a hektolitertömeg értéke különböző mértékben romlott az elhúzódó betakarítás hatására, de a fehérje- és a sikértartalomra nem volt számottevő hatással. Kisebb mértékben csökkentette viszont a liszt vízfelvevő képességét és farinográfus értékszámát.

2. 4. 2. 4. Egyéb tényezők hatásai a búza minőségére

A genetika, a környezet és az agrotechnika hatásai a minta betakarításig szólnak bele a minőség kialakításába. Ez után veszi kezdetét a búzaminta vizsgálata, laboratóriumi „élete”. A laboratóriumi minta-előkészítés és vizsgálat lezajlásának lépései sem elhanyagolható befolyásoló tényezők. BUTCHER és STENVERT (1973) rámutattak arra, hogy az őrlés előtti kondicionálásnak nagyon lényeges szerepe van az őrlés folyamatában. A búza őrlésében a szárítás vagy a búzaszemekhez való vízhozzáadás képezi az első lépést. A kondicionálás segíti az őrlési folyamatot és megelőzi a korpa morzsálékossá válását és túl nagy mennyiségben a lisztbe való beleörldését (D'APPOLONIA, 1993). Az MSZ 6367/9–1989 számú, A búzaliszt laboratóriumi

előállítására című magyar szabvány az őrléshez megfelelő nedvességtartalmat konkrétan nem számszerűsíti. Az AACCC ide vonatkozó szabványa a közönséges keményszemű búza esetében 15–16%-os nedvességtartalmat ajánl (AACCC 26–10A). POSNER és HIBBS (1997) szerzőpáros is csak egy meglehetősen tág intervallumot jelöl meg az optimális őrlési nedvességtartalomként, mely így szerintük általában 14–17% között van. Ugyanez az érték BELITZ és GROSCH (1987) javaslata szerint 15–17%. PEYRON et al. (2003) pedig egy sajátos eljárást alkalmaztak: a búzaszemeket 15 órás pihentetési idő alatt 15%-os, majd az őrlés előtt három órával 17%-os nedvességtartalomra állították be. A vizsgálataim során alkalmazott CHOPIN LABORATORY MILL CD 1 típusú laboratóriumi malom kézikönyvében (CHOPIN, 2000) található csak pontos érték, mely szerint a lisztes búzákat 16,5%-os, míg az üveges szemű búzákat 17,5%-os nedvességtartalomra kell nedvesíteni.

A búzaminta kondicionálása utáni következő lépés maga az őrlés. POLLHAMERNE (1975) megállapította, hogy a malmi technológia is befolyásolja a liszt sütőipari minőségét. POSNER és HIBBS (1997) leszögezik, hogy kizárólag a laboratóriumi őrlés objektivitásának megőrzése biztosítja a búzaminta technikai és technológiai, valamint a végtermékként nyert laboratóriumi liszt funkcionális tulajdonságainak pontos megismerését. A fehér lisztek őrlésekor a búzaszemekből eltávolítják a csírárt és a korpát (MacMASTERS et al. 1964), melyek a rostanyagok és a B vitaminok nagy részét tartalmazzák (PYLER, 1988). Eltávolításuk azért szükséges, mert jelenlétükkel rontják a sikefhehéjék rugalmasságát, mely alapvető tulajdonság a jó kenyérszerkezet kialakításához. Nagyon sok múlik tehát az őrlés minőségén, technikáján, az őrlési technika pedig függ a malom típusától (SUTTON et al., 1990). CAMPBELL és WEBB (2001) valamint GAINES és FINNEY (2004) szintén az őrlési technológiák különbségeit vizsgálták. Az őrlési és az elválasztási folyamatok között fellelhető különbségek szignifikáns eltéréseket eredményeznek a lisztek vízfelvevő képességében (KERR et al., 2000). A kísérleti őrlés előkészítésével foglalkozó nemzetközi szabvány (AACCC 26–10A) a vonatkozó magyar szabványhoz (MSZ 6367/9–1989) hasonlóan nem jelöl meg malomtípusokat, összefoglalóan mindössze a következő útmutatást adja: a búzaminta típusának megfelelő malomtípust és őrlési eljárást kell választani.

Vizsgálataim szempontjából egyéb hatótényezők megemlítése is fontos, mint például a vizsgált liszt szemcsemérete, annak hatása a liszt minőségére. Piros és fehér, kemény szemű búzából őrlött lisztek beltartalmi mutatóit vizsgálták a szemcseméret függvényében WANG és FLORES (2000). Megállapították, hogy a 38–53 és 53–75 µm

közötti tartományoknak magasabb volt a fehérjetartalma, mint az ennél finomabb és durvább szemcsézettségű frakcióknak. Ezzel szemben áll WU és STRINGFELLOW (1992) megállapítása, akik szerint a 15 μm -nél kisebb szemcsézettségű lisztfrakciók a leggazdagabbak fehérjében (30%). HATCHER et al. (2002), megállapították, hogy a vízfelvevő képesség szempontjából a 85-110 μm szemcseméretű frakció tekinthető a legjobb minőségűnek. Ettől részletesebb kutatási eredményeket közölnek PARK et al. (2001), akik a cipótérfogat alakulására tekintettel tanulmányozták a liszt szemcseméretének hatását. Megállapították, hogy a közepes (53-75 μm) szemcseméretű lisztfrakcióból készíthető a legnagyobb térfogatú cipó, míg a kis szemcseméretű lisztfrakció (< 53 μm) eredményezte a legkisebb cipótérfogatot.

2. 4. 3. Különböző tényezők hatása a sikérfehérjékre

A különböző búzafehérjék mennyisége, azok aránya igen nagy mértékben függ a növény tápláltsági állapotától. Alacsony tápanyag-ellátottság mellett a búzaszemben főleg citoplazma eredetű, metabolikusan aktív fehérjék (albuminok, globulinok) szintetizálódnak. Jobb tápanyag-ellátottsági körülmények között pedig a tartalékfehérjék (gliadinok, gluteninek) aránya növekszik (LÁSZTITY, 1996).

A környezeti hatások részletes feltárása érdekében GRAYBOSCH et al. (1995) 30 őszi búzafajta 2 évjáratból, 17 termőhelyről származó termésének elemzését végezték el. Megállapították, hogy a szentelítődés alatti 32 °C-nál magasabb hőmérséklet és magas relatív páratartalom negatívan befolyásolta az SDS szedimentációs értékeket, valamint a hőség órák magas száma csökkentette a gluteninek mennyiségét.

Van LILL et al. (1993) a különböző talajművelési rendszerek és a különböző vetésidők hatásait elemezték öt dél-afrikai őszi búzafajta vizsgálatával. Tapasztalataik szerint a vetésidő kismértékű későbbre tolása javította az egyes fajták sütőipari minőségét, melyet a HMW-gluteninek megnövekedett mennyiségének tulajdonítanak a szerzők.

Köztudott, hogy a környezeti tényezők hatással vannak a gabonaszem tömegére, fehérjetartalmára. TRIBOI et al. (2000b) bizonyították, hogy a tenyészidőszak alatti hőmérséklet és N-ellátás jelentősen befolyásolja a búza fehérjetartalma mellett a gliadinfrakció összetételét is: a liszt fehérje- és gliadintartalma mind a hőmérséklet, mind a N-trágyázás hatására növekszik, míg a szemenkénti fehérje- és gliadinmennyiség magas hőmérsékleten mérsékelten csökken, N-trágyázás esetén kismértékben növekszik. Az ω -gliadinok aránya a gliadinfrakción belül mindkét tényező hatására emelkedik, az α - és β -gliadinok mennyisége a hőmérséklet emelésével

nő, N-utánpótlás hatására csökken. A γ -gliadinok mennyisége magasabb hőmérsékleten csökken, N-trágyázás hatására nő.

2. 5. A búza tartalékfehérjéinek szerepe a minőség alakításában

Korábbi kutatások (MacRITCHIE, 1973) rámutattak, hogy a sikérfehérjék oldhatósága és molekulatömeg-eloszlása fontos szerepet játszik a sikér minőségének kialakításában. A kevésbé oldódó nagy molekulatömegű fehérjefrakció nagy aránya növeli a farinográfos tézszakialakulási időt és az extenzográfus magasságot és területet, és csökkenti a farinográfus téztaellágyulást.

WRIGLEY et al. (1982) különböző országokból származó 98 búzafajta gliadin - és glutenin-összetételét vizsgálták gélelektroforézissel. Munkájuk során a HMW gluteninek mennyisége és a szemkeménység közötti összefüggést erősebbnek találták a HMW gluteninek és téztaerősség közötti kapcsolatnál, bár hozzáteszik, hogy az eredmények erősen fajtafüggők.

LÁSZTITY (1999) szerint a sikér tulajdonságait leginkább a gliadin és glutenin típusú fehérjék aránya befolyásolja. Ez a nézet azon a tényen alapul, hogy a sikérkomplex rugalmassága a HMW-gluteninokkal van kapcsolatban, az LMW-gluteninek a sikér szilárdságát, a gliadinok pedig a viszkozitását (nyújthatóságát) határozzák meg. Korábban az 1:1 gliadin-glutenin arányt tartották optimálisnak. Később megvizsgálták a könnyen diszpergálható fehérjék arányát (olyan híg szerves savakat használva, mint a tejsav). Az eredmények alapján kijelenthető, hogy a könnyen diszpergálható komponensek mennyisége negatív korrelációban van a sikér és a tézta reológiai tulajdonságaival. A nem diszpergálható frakciók mennyiségének növelése javító hatású. Ezen megfigyeléseken alapulnak a búza sütési tulajdonságainak meghatározására szolgáló némely eljárások (a sikér duzzadási tesztje, Zeleny szedimentációs teszt).

Ezeken túlmenően célszerű a gliadinok és gluteninek minőségre gyakorolt hatását részletekbe menően is elemezni, illetve ezen fehérjéknek a különböző búzaminőségi paraméterekkel való összefüggésvizsgálatairól fellelhető eredményeket is számba venni.

2. 5. 1. A gliadinok minőségre gyakorolt hatása

PRIMARD et al. (1991) 286 db piros kemény szemű őszi búzamintha gliadin és glutenin frakcióinak molekulatömeg szerinti elválasztására használták az SDS-PAGE módszert. A szerzők korrelációanalízist végeztek az egyes fehérjefrakciók jelenléte és mennyisége

illetve a különböző minőségi mutatók között (fehérjetartalom, SDS szedimentációs index, mixográfus paraméterek). A statisztikailag igazolt eredmények szerint, a vizsgált kísérleti búzavonalak minőségi tulajdonságai a nagyszámú fehérjekomponens genetikailag determinált interakcióinak függvénye, melyek kizárólag csak a szülő vonalak minőségi tulajdonságaiból nem következtethetők.

LOOKHART et al. (1993) a gliadin frakciók vizsgálatát egy gyors fajtaazonosítási eljárássá fejlesztették tovább fordított fázisú HPLC segítségével. A kísérletekbe tavaszi és őszi búzafajtákat és keresztezett vonalakat vontak be. A módszer alkalmazására a tavaszi és őszi búzafajták esetében látnak lehetőséget.

MATSOUKAS és MORRISON (1991) tíz görög búzafajta fehérje -, lipid - és keményítő-összetételének hatásait vizsgálták a minták SDS-szedimentációs értékére és cipótérfogatára tekintettel. Eredményeik szerint a gliadintartalom és a minőség között nem áll fenn korrelációs összefüggés, ám a gyenge minőségű búzafajták esetében alacsonyabb HMW-glutenin mennyiségeket mértek.

2. 5. 2. A gluteninek minőségre gyakorolt hatása

SUBDA (1992) új nemesítésű lengyel őszi és tavaszi búzafajták sütőipari minőségének előrejelzéséhez vizsgálták az egyes fajták LMW-és HMW-gluteninjeinek mennyiségét.

GUPTA et al. (1990) megállapításai szerint a HMW-glutenin frakciók markánsabb hatást gyakoroltak a tészta erősségére, mint az LMW-gluteninek.

Ide kapcsolódik DUPONT és ALTENBACH (2003) munkássága, akik azt hangsúlyozzák, hogy a gluteninek, így a HMW-gluteninek mennyisége is genetikailag determinált, ám jóval kevesebbet tudunk a HMW/LMW gluteninek arányáról és ennek hatásairól a búza minőségére.

UTHAYAKUMARAN et al. (1999) a tészta reológiai tulajdonságok és a glutenin:gliadin arány között kerestek összefüggéseket. Megállapításaik szerint a tészta erősségéért egyértelműen a HMW-gluteninek felelősek.

UTHAYAKUMARAN et al. (2002) igazolták a HMW-glutenin alegységek hozzájárulását a tészta erősségének és stabilitásának kialakulásához. Megállapították, hogy a Glu-D1-en kódolt 5+10 alegység jelenléte nagyobb mértékben járul hozzá a tészta tulajdonságaihoz, mint a Glu-B1-en kódolt 17+18 alegység, legkevésbé a Glu-A1 által kódolt 1 alegység befolyásolja a tulajdonságokat.

PAYNE et al. (1987) szerint az 5+10 HMW-glutenin alegység a jó minőség, míg a 2+12 HMW-glutenin alegység a gyenge minőség kialakításért felelős.

HE et al. (2005) kínai kenyérbúzák tanulmányozásával a HMW- és LMW-glutenin alegységek tézstatulajdonságokra gyakorolt hatását vizsgálták. Varianciaanalízissel feldolgozott adataik alapján kimutatták, hogy a Glu-A1, Glu-B1, Glu-D1, Glu-A3 és Glu-B3 hatása a siker erősségére, a farinográfus tézstabilitási időre és a cipótérfogatra (a Glu-B3 kivételével) szignifikáns. A lókuszos interakciói (mint a Glu-B1x Glu-B3 és Glu-D1x Glu-A3) szintén befolyásolják a farinográfus tézstabilitási időt és a cipótérfogatot. Ugyancsak szignifikáns kapcsolat mutatható ki a Glu-A1, Glu-B1, Glu-B3 és az extenzigráfus nyújthatóság, valamint a Glu-B1, Glu-A3 és a fehérjetartalom között. Úgy találták, hogy a Glu-A1, Glu-B1, Glu-D1, Glu-B3 nagyobb mértékben befolyásolják a tézta tulajdonságait, mint a Glu-3 és a lókuszos interakciói.

HOU et al. (1996) fehér és piros, puha szemű búzafajták fehérjetartalma, alveográfus-, farinográfus-, mixográfus jellemzői, sütési tulajdonságai és a gluteninek mennyisége közötti változó irányú és erősségű összefüggéseket figyeltek meg.

CZUCHAJOWSKA et al. (1996) puha szemű búzafajták három évjáratból (1988, 1990, 1993) származó terméséből őrölt liszteknek vizsgálták a fehérjetartalmát, alveográfus - és mixográfus tézstareológiai tulajdonságait, majd a glutenin proteinek elválasztását végezték el SDS-PAGE módszerrel. A mért paraméterek között összefüggésvizsgálatokat végeztek.

KOLSTER et al. (1993) a sütőipari minőség és az egyes HMW-glutenin alegységek mennyisége szerint csoportokat alakítottak ki 38 holland búzafajtából, melyeket ezután angol és német fajtacsoportokhoz hasonlítottak.

YANG et al. (1995) kétdimenziós elektroforézissel végzett kutatásaik során az LMW-gluteninek és a cipótérfogat között figyeltek meg statisztikailag igazolt korrelációs összefüggéseket, illetve a HMW-gluteninek és a farinográfus tézstakialakulási idő között állapítottak meg szoros, negatív kapcsolatot.

PRIMARD et al. (1991) a glutenin-alegységek vizsgálatát molekulatömeg szerinti felosztásban végezte el és korrelációanalízissel elemezte az egyes alegységek mixográfus tulajdonságokra és az SDS szedimentációs térfogatra gyakorolt hatását négy búzapopulációban. Kiemelik a 42-43 kDa és a 105-110 kDa molekulatömegű frakciókat, melyek mennyisége több populációban is pozitív összefüggést mutatott az említett minőségi mutatókkal. Ezekkel ellentétes eredményekről számoltak be a 88,5-92 kDa és a 65,5-68 kDa tömegű alegységek esetében.

2. 6. Az őszi búzák alveográfus minősége

Az első alveográfus adatok Hankóczy Jenő munkásságát dicsérik. Az alveográf elkészítése után 23 búzafajta hektolitersúlyát, fehérjetartalmát és alveográfus tulajdonságait mérte le és megállapította, hogy ezen tulajdonságok nem függenek össze egymással, vagyis a liszt minőségét nem a sikér mennyisége, hanem annak minősége dönti el (KOSUTÁNY, 1907).

Az alveográfus mérési eredményeket alapadatként bemutató publikációkra jónéhány példát találunk. KHATTAK et al. (1974) keményszemű piros tavaszi búzafajták minősítésénél vizsgálták az alveográfus mutatókat, melyhez hasonló kutatásokat végeztek CHEN és APPOLONIA (1985) is. A különböző, Európában alkalmazott minőségvizsgálati módszerekkel kapott eredményeket felhasználva tanulmányozta az őszi búzafajták minőségét FENWICK (1993), megadva számos fajta alapadatát, mind a hagyományos (liszthozam, szín, szedimentáció, fehérje, esésszám, vízfelvétel), mind a ritkábban mért mutatókra is (keményítősérülés, kenyértérfogat, alveográfus értékek). Az alveográfot BORGHI et al. (1996) alakor búzák (*Triticum monococcum ssp. monococcum*) minősítésére is használták, mely után arra a következtetésre jutottak, hogy érdemes lenne azoknak a sütőiparban való újbóli felhasználását fontolóra venni.

Az alveográfus minősítés nem csak a búzafajták jellemzésében, hanem a búzanemesítés folyamatában is szerepet játszik. Kenyérsütés szempontjából két nagyon jó és két gyenge minőségű búzafajtát keresztezett KHELIFI és BRANLARD (1992). A keresztezett állományokat az F4 generációig felszaporították és vizsgálták azok fehérjetartalmát, Zeleny szedimentációs értékét és alveográfus minőségét.

A Kanadai Gabona Bizottság állásfoglalása szerint a fajták közötti különbségeket jól tükrözi a búzalisztek alveográfus minősítése. E szerint a kenyérből készítésre még felhasználható búzaliszt alveográfus W értéke, Nyugat Kanadai Piros Őszi Búza esetén minimum 265, Nyugat Kanadai Piros Tavaszi Búza esetén pedig minimum 330×10^{-4} J legyen (WILLIAMS, 2006). A Keményszemű Piros Őszi Búza alveográfus minőségére természetesen az USA – ban is találunk adatokat: az 1997 – 2001-es évek átlaga alapján ez az alveográfus W érték 283×10^{-4} J volt (VOCKE és ALLEN, 2002).

A következőkben a különböző búzafajták alveográfus minőségét befolyásoló tényezők hatásairól megjelent publikációkat gyűjtöttem össze. BENEDEK és GYŐRI (1995), valamint FEHÉRNÉ és BÁNYÁSZ (1993) szerint a különböző termőhelyen termesztett azonos búzafajták alveográfus paraméterei jelentős ingadozást mutattak. MATUZ et al.

(1999b) az évjárat hatását vizsgálták a szegedi őszi búzafajták alveográfus minőségére. Eredményeik szerint az évjáratnak szignifikáns hatása volt az alveográfus L, P/L, G és W értékekre, valamint a farinográfus értékszámra. A 29 vizsgált fajta közül 7 a francia minősítés szerint is javító minőségű, speciális célra is felhasználható lisztet adott, mivel három éves átlagban W értékük $250 \times 10^{-4} \text{J}$ felett volt. METAKOVSKY et al. (1997b) különböző termőhelyekről származó 39 olasz búzafajtát vizsgáltak több éven át. Eredményeik szerint a tézta alveográfus minőségére a legnagyobb hatással a genotípus×környezet interakció volt, mely után a genotípus×év, majd a genotípus×termőhely hatások következtek. SZILÁGYI (2000) különböző búzafajták fehérje- és sikértartalmát, Zeleny-féle szedimentációs térfogatát, Hagberg-féle esésszámát, farinográfus értékszámát, valamint az alveográfus W értékét vizsgálta és kéttényezős varianciaanalízis segítségével arra a következtetésre jutott, hogy az évjáratok között általában P=0,1%-os szinten szignifikáns különbség van a minőségi mutatók alakulásában.

Kiszélesítve a hatótényezők körét, újabb publikációkat említhetünk meg. YAMAMOTO et al. (1996) az USA különböző termőhelyeiről származó puha és keményszemű őszi búzák őrlési tulajdonságait, alveográfus mixográfus és farinográfus minőségét vizsgálták. Eredményeik alapján megállapították, hogy a lisztek szemcseméret-eloszlása jelentősen befolyásolta a minták reológiai tulajdonságait.

Ritkaságszámba megy, a hazai és külföldi szakirodalmi adatokat is beleértve, az alveográfus paraméterek változását a tápanyag-utánpótlás szemszögéből leíró publikációt találni. Spanyolországban három éven keresztül három búzafajtát termesztettek száraz körülmények között, kontroll kezelés alkalmazása mellett hagyományos adagú műtrágyázást, emelt adagú műtrágyázást, hagyományos adagú műtrágyázást+szerves trágyázást alkalmazva. Az alveográfus vizsgálatok során TEJADA et al. (1995) megállapították, hogy az utóbbi kombináció alkalmazása eredményezte a legnagyobb rugalmassággal és nyújthatósággal rendelkező búzatermést. Áttérve a különböző minőségi tulajdonságok közötti összefüggésekre megállapítható, hogy az alveográfus eredményeket bemutató nemzetközi szakirodalomban főleg a búza kémiai összetétele és alveográfus minősége közötti összefüggésvizsgálatokra találunk eredményeket (METAKOVSKY, 1997a). Az alveográfus és egyéb vizsgált paraméterek közötti érdemleges összefüggésekről a 2. táblázat ad rövid áttekintést.

2. táblázat: Alveográfus és egyéb vizsgált paraméterek közötti korrelációs összefüggések

Vizsgált érték	Alveográfus érték	Összefüggés	Szerző(k)
Keményítősérülés mértéke	P	+	PRESTON et al. (1987)
	L	-	PRESTON et al. (1987)
Hardness index (HI %)	P	++	VÉHA és GYIMES (2004)
	W	+	VÉHA és GYIMES (2004)
Fehérjetartalom	P	+	RASPER et al. (1986)
	L	+	DEXTER et al. (1994)
	G	+	BARTOLUCCI et al. (1998) VIDA et al. (1996) RASPER et al. (1986)
	W	+	DEXTER et al. (1994) BARTOLUCCI et al. (1998) VIDA et al. (1996) RASPER et al. (1986) CHARMET et al. (2005) SZILÁGYI (2000)
		n	
		-	WANG és KOVACS (2002) SZILÁGYI (2000)
Nedves siker tartalom	P	+	VÉHA és MARKOVICS (1998)
	G	+	VIDA et al. (1996)
	W	+	MATUZ et al. (1999a) VIDA et al. (1996) BÓNA et al. (2006)
		++	GYŐRI és SZILÁGYI (1998)
Száras siker tartalom	G	+	VIDA et al. (1996)
	W	+	MATUZ et al. (1999a) VIDA et al. (1996) BÓNA et al. (2006)
Glutén index	G, W	++	VIDA et al. (1996)
Sikerterülés	P/L	-	BÓNA et al. (2006)
	W	-	MATUZ et al. (1999a)
SDS szedimentációs térfogat	P/L	+	VIDA et al. (1996)
	G, W	++	
Mixográfus térszaktialakulási idő	G, W	+	VIDA et al. (1996)
Mixográfus görbe alatti terület	G, W	++	VIDA et al. (1996)
Farinográfus vízfelvevő képesség	P	++	BÓNA et al. (2006)
	P/L	+	BÓNA et al. (2006)
	W		MATUZ et al. (1999a) VÉHA és MARKOVICS (1998) BÓNA et al. (2006)
Farinográfus értékszám	P	+	VÉHA és MARKOVICS (1998)
	G	++	VIDA et al. (1996)
	W		MATUZ et al. (1999a) VIDA et al. (1996) BÓNA et al. (2006)
Próbacipó alakú hányadosa	P, W	-	MARKOVICS (2002)
Próbacipó térfogata	L, W	+++	BETTGE et al. (1989)

n nincs kapcsolat

+ pozitív kapcsolat

++ szoros pozitív kapcsolat

+++ igen szoros pozitív kapcsolat

- negatív kapcsolat

-- szoros negatív kapcsolat

--- igen szoros negatív kapcsolat

Ezen túmenően, a búza NIR-rel mért fehérje -, nedves sikér tartalma valamint alveográfus paraméterei között keresett összefüggéseket MIRABLES (2003). PRESTON et al. (1987) a keményítősérülés mértéke, a lisztek vízfelvevő-képessége és az alveográfus paraméterek közötti összefüggésekről számoltak be. DEXTER et al. (1994) durum búzák vizsgálata után megállapították, hogy a fehérjetartalom növekedésével nőtt az alveográfus L érték. BETTGE et al. (1989) az alveográfus paraméterek, a fehérjetartalom, a szemkeménység és a próbasütéssel eredményi között találtak igen szoros korrelációt. Szintén a szemkeménység (Hardness Index: HI%) és alveográfus mutatók között összefüggésekről számoltak be VÉHA és GYIMES (2004). Pozitív és közepesen szoros korrelációt tapasztaltak a HI% és P érték között, míg az előzőnél árnyaltabb, de pozitív kapcsolatot írtak le a HI% és a W érték között. BARTOLUCCI et al. (1998) pozitív korrelációt állapítottak meg az alveográfus G érték és a fehérjetartalom, az alveográfus W érték és a fehérjetartalom között. Az alveográfus mutatók változásait a pentozántartalommal és az arabinóz:xilóz arány változásával hozzák összefüggésbe. Lágú búzáknál pozitív összefüggést állapított meg RASPER et al. (1986) az alveográfus P érték és a fehérjetartalom, a G-érték és a fehérjetartalom, továbbá a W-érték és a fehérjetartalom között.

A nemzetközi példákat követve, ugyancsak a hagyományos minőségi paraméterek és az alveográfus mutatók kapcsolatának vizsgálatára terjed ki az őszi búzák alveográfus minősítésével kapcsolatos, meglehetősen szerény számú hazai irodalom. Ezen irodalmak egyike BENEDEK és GYŐRI (1995) munkája, akik korrelációs számítást végeztek az alveográfus értékek és az egyéb minőségi paraméterek között. Hasonló összefüggés-vizsgálatokat végzett FEHÉRNÉ és BÁNYÁSZ (1993), GYŐRI és SZILÁGYI (1998), valamint MARKOVICS (2002). VIDA et al. (1996) statisztikailag igazolható, szoros, pozitív összefüggést mutatott ki az W és G érték, valamint a farinográfus értékszám, a glutén index, a mixográfus görbe alatti terület és az SDS szedimentációs térfogat között. A két alveográfus tulajdonság, valamint a fehérjetartalom, nedves – és száraz sikér tartalom és a mixográfus térszaktialakulási idő között közepes erősségű, szignifikáns kapcsolatot figyeltek meg. A P/L érték esetén kizárólag az SDS szedimentációs térfogat esetén állapítottak meg statisztikailag igazolható összefüggést. VÉHA és MARKOVICS (1998) a különböző minőségi mutatók közötti összefüggések nagy évjáráthatására hívta fel a figyelmet. Közepesen szoros összefüggést találtak többek között a nedves sikér és a farinográfus értékszám és a vízfelvevő-képesség, valamint az alveográfus P érték között. MATUZ et al. (1999a)

statisztikailag igazolt szoros összefüggést találtak a W érték és a farinográfus értékszám között, valamint közepesen erős kapcsolatot írtak le a W érték és a nedves siker tartalom, a száraz siker tartalom és a farinográfus vízfelvétel között. Továbbá közepes erősségű, negatív kapcsolatot találtak a W érték és a sikerterület között.

Mint minden más búzaminőségi paraméter alakulását, így természetesen az alveográfus paraméterek változását is, megpróbálták molekuláris biológiai módszerek alkalmazásával magyarázni. REDAELLI et al. (1997) a fehérjék, pontosabban prolaminok változásainak hatását vizsgálták tizennégy őszi búzafajta alveográfus minőségére tekintettel. Megállapították, hogy a vizsgált kenyérbúzákból készült tészták rugalmasságának alakításában a Gli-D1/Glu-D3 génszakaszok által kódolt prolaminok játszották a főszerepet. BRANLARD és DARDEVET (1985) SDS-PAGE módszerrel vizsgálták 70 búzafajta HMW-glutenin alegységeinek mennyiségét, valamint ezen búzaminták alveográfus minőségét, melyek között korrelációanalízissel kerestek összefüggéseket. Hasonló vizsgálatokat végeztek HOU et al. (1996) puha fehér és puha vörös szemű őszi búzafajtákkal, CZUCHAJOWSKA et al. (1996) keményszemű őszi búzafajtákkal, BOGGINI et al. (1995) pedig durum búzákkal, valamint JOHANSSON és SVENSSON (1995) svéd búzafajtákkal. BEROT et al. (1996) tapasztalatai szerint a gliadinok növelik a tészták nyújthatóságát és csökkentik annak a deformációval szembeni ellenállását, míg a gluteninek ezzel ellentétes hatást fejtenek ki. CIAFFI et al. (1996) Olaszországban, több termőhelyről származó búzákat folyadék-kromatográfias módszerrel elválasztott fehérjefrakciói és alveográfus minősége közötti összefüggéseket tártak fel.

3. Anyag és módszer

3. 1. A műtrágyázási tartamkísérlet leírása

3. 1. 1. A kísérlet körülményei

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 tartamkísérlet négy ismétléses, split-plot elrendezésű. A parcellaterület $18m^2$. 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 kísérlet, illetve a laboratóriumi vizsgálatok célja az volt, hogy a magyarországi szerény számú alveográfus irodalomban egyfajta hiánypótlást végezzek, különös tekintettel a műtrágyázás hatásának az őszi búzafajták alveográfus minőségére tekintettel.

A kísérletben az alábbi műtrágyakezelések szerepelnek:

Kezelés	N	P_2O_5	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 % ammóniumnitrát

18 % szuperfoszfát

60 % kálisó

A foszfor- és kálium műtrágyák ősssel, a legmélyebb talajmunkát megelőzően, a nitrogén műtrágya 50-50 % megosztásban, ősssel és kora tavasszal került kijuttatásra.

A kísérletben előveteményként minden 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.

3. 1. 2. Időjárási feltételek

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 (*1. melléklet, 2. melléklet, 3. melléklet, 4. melléklet*).

Az 1996/1997-es tenyészidőszakban átlagos őszi és téli után hűvös, kiegyenlített csapadékú március és április következett. A hideg idő után 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 kisebb 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 vizellátás 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 illethető azonban 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 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.

3. 2. A karcagi fajta-összehasonlító kísérlet leírása

3. 2. 1. A kísérlet körülményei

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.

A laboratóriumi vizsgálatokba bevont őszi búzafajták a következők voltak:

<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 kísérleti parcellák mérete 9,5m² volt, melyek ismétlés nélkül kerültek beállításra. A kísérletekben az őszi búza előveteménye minden évben őszi takarmányborsó volt, mely alá 2003-ban 60 t/ha mennyiségben szerves trágya került kijuttatásra. Az időjárástól függően, április elején 0,15 kg NH₄NO₃/ 9,5 m² 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 kísérlet és laboratóriumi vizsgálatok célja az volt, hogy a fenti táblázatban látható, évente termesztésre került 10-15 őszi búzafajta alveográfus minőségét több, klimatikusan egymástól jelentősen eltérő évjáratban értékeljem, alapadatokat szolgáltatva ezzel további kutatások számára. Gyakorlati szempontból célom volt a kiemelkedő, illetve stabil minőséget produkáló fajtákra felhívni a figyelmet.

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

3. 2. 2. Időjárási feltételek

Az egyes évjáratok jellemzésére a csapadékmennyiségek és a hőmérséklet havi értékeit, valamint a 30 éves átlagokat tüntettem fel (*5. melléklet, 6. melléklet*).

A 2001/2002-es tenyészidőszakot egy száraz vetéskori időjárás jellemezte, 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 extrém száraz tavaszi-nyári időszak pecsételte meg, úgy, hogy az előző évben már kimerültek a talaj nedvesség-tartalékai. 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 csapadékú 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 csapadékától, mert július első felében, az aratás előtti időszakban 131,2 mm csapadék hullott le Karcagon.

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

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

3. 3. 1. Az őrlés előtti kondicionálás vizsgálata

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.

3. 3. 2. A laboratóriumi malom típusátadásának vizsgálata

A vizsgált liszteket a laboratóriumi malom típusátadásának vizsgálatokor 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 μ m lyukátmérőjű szita segítségével történt. Az őrlés után a lisztmintákat 24 óráig pihentettem, majd a minták fehérje – és hamutartalmának, valamint alveográfus értékeinek meghatározására került sor.

3. 3. 3. Az őrlés utáni szitálási idő hosszának vizsgálata

Az őrlés utáni szitálási idő hosszának vizsgálatokor egy LABOR MIM FQC 109 (METEFÉM, Budapest, Hungary) típusú malomtől nyert lisztet szitáltam 160 μ m 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.

3. 3. 4. A lisztminták szemcseméret szerinti vizsgálata

A fejezet elején ismertetett búzamintából, a laboratóriumban őrlött lisztet 250, 200, 160, 125, 90 és 63 μ m lyukátmérőjű sziták segítségével különböző szemcseméretű frakciókra választottam szét. Ugyanezt az elválasztást elvégeztem a Hajdúsági Gabonaipari Zrt. berettyóújfalusi malomüzeméből származó BL-55-ös lisztmintával is. A reológiai tulajdonságok meghatározását egy FQA-2000 Micro Z-arm Mixer (Metefém, Budapest) 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 eredményeket a minta szárazanyag-tartalmának egységnyi tömegére vonatkoztatva adtam meg.

3. 4. Laboratóriumi minőségvizsgálatok

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

A búzából 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 – LABORATORY MILL CD 1 (CHOPIN, Villeneuve-la-Garenne, France) típusú laboratóriumi malmok segítségével történt.

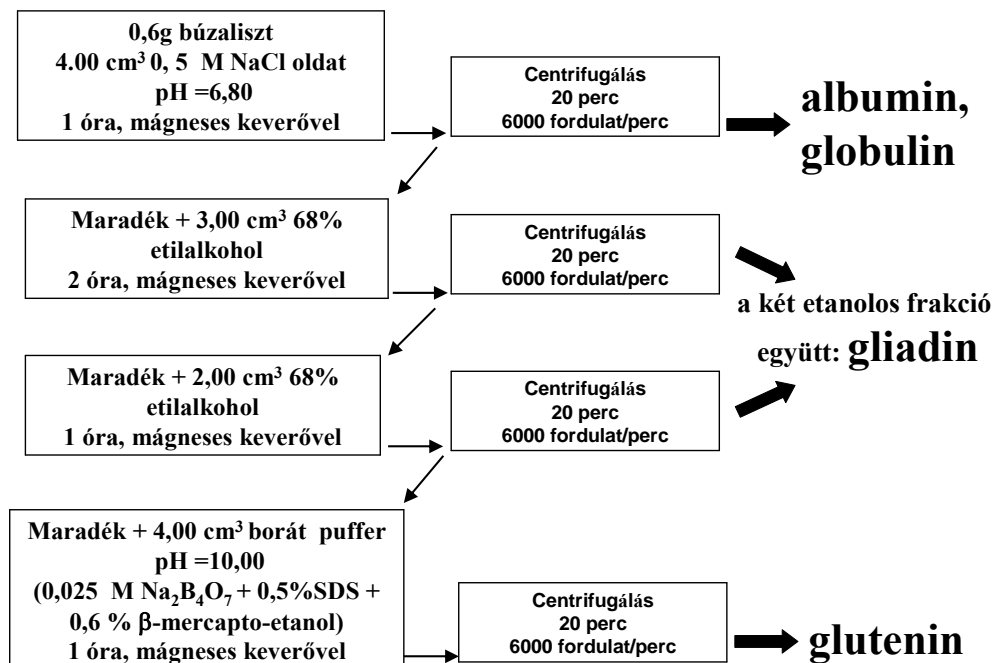
A laboratóriumi vizsgálatok a hatályos, megfelelő MSZ, MSZ-ISO szabványok, illetve AACC módszerek szerint, illetve szakirodalomban leírt vizsgálati módszerek alapján történtek (3. táblázat), melyek részletezésére nem térek ki.

3. 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 sikerterülés	MSZ-ISO-5531:1993	LABOR-MIM és Glutomatic Perten 2200 sikermosók 2015 centrifugával
Valorigráfos vizsgálat és vízfeltevő-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 tartalékfehérjei (gliadinok és glutetninek) közül a szakirodalom szerint a glutetninek bírnak nagyobb hatással a termésminőségre, ezért én is a glutenin-frakciók kinyerését (3. ábra) és elemzését végeztem el a fent említett módszerrel.

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



3. 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 időjárás elemek közötti összefüggésvizsgálatra 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 kísérletek, 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.

4. Eredmények

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

A laboratóriumokban rutinszerűen végzett lisztvizsgálatok mellett jóval kevesebb figyelem irányul a laboratóriumi vagy kísérleti lisztminta előállításának folyamatára. Egy adott laboratóriumi minta kémiai összetételének és tulajdonságainak vizsgálati eredményei nemcsak a laboratóriumi mérés pontosságától, hanem a minta-előkészítés kivitelezésétől is nagyban függenek.

4. 1. 1. Különböző mértékben nedvesített búzaminták minősége

Az 4. táblázat eredményei egy búzaminta különböző nedvesség-tartalomra beállított részmintáiból őrölt lisztek fehérje – és hamutartalmát mutatják. A fehérjetartalom 0,1%-kal csökkent a 16,5%-ra nedvesített búzaminta esetében. A hamutartalom szintén a magasabb nedvességtartalomra beállított minta esetében csökkent. Megállapításaimat az egytényezős varianciaanalízis eredményei statisztikailag is alátámasztják, hiszen mind a fehérje -, mind a hamutartalom esetében szignifikáns különbségek állapíthatók meg a búza nedvesítésének függvényében. A bemutatott adatok bizonyítják, hogy egy búzaminta őrléséhez megfelelő nedvességtartalom különböző előírások szerinti beállítása a mérési eredményeket megváltoztatja, vagyis ugyanazon búzaminta eredményeinek objektív kiértékelésénél statisztikailag igazolt eltérést okoz.

4. táblázat: Különböző nedvesség - tartalomra nedvesített búzából őrölt lisztek fehérje – és hamutartalma

A búza nedvesítésének mértéke		Fehérjetartalom (%)	Hamutartalom (%)
15,5%	Átlag	12,84	0,939
	Szórás	0,03	0,021
16,5%	Átlag	12,76	0,872
	Szórás	0,01	0,004
SzD 5%		0,057*	0,037**

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

Az 5. táblázat ugyanezen búzaminta kétféleképpen nedvesített mintájából őrölt lisztek alveográfus eredményeit tartalmazza. A P, a P/L és a G értékek esetében csak kis különbségeket mértem. Statisztikailag igazolható, jelentős különbségeket az alveográfus L és W értékek esetében tudtam megállapítani. Mind az L érték, mind pedig a

legfontosabb alveográfus mutatószám, a W érték szignifikánsan nőtt a 16,5%-os nedvességtartalomra való nedvesítés esetében. Fenti megállapítás az L érték esetén P=5%, míg a W érték esetében P=0,1% szinten szignifikáns.

5. táblázat: Az alveográfus paraméterek változása a búza különböző mértékű nedvesítésének függvényében nyert lisztek esetén

A búza nedvesítésének mértéke		P (mm)	L (mm)	P/L	G (ml)	W ($\times 10^{-4}$ J)
15,5%	Átlag	69	101	0,70	22,2	205
	Szórás	2,52	2,65	0,06	0,50	2,00
16,5%	Átlag	68	111	0,60	23,8	225
	Szórás	0,58	4,36	0,05	0,90	2,08
SzD 5%		4,14	8,18*	1,12	1,65	14,35***

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

A bemutatott eredmények szerint, a búza magasabb (16,5%) nedvesség-értékre való kondicionálása a héj - és az endospermium-részek tökéletesebb elválasztását eredményezte. A héjrészek jobban átnedvesedve lemezesebbé, lazábbá váltak és őrléskor nagyobb arányban voltak eltávolíthatók az endospermiumtól, mint az alacsonyabb nedvesítési szint esetében. Ezt bizonyítja az is, hogy a 16,5%-os nedvesítésű búzaminta lisztjének alacsonyabb volt a hamu -, vagyis a korpatartalma és világosabb színű volt. A magasabb nedvességtartalomra beállított búzaminta esetében közvetett bizonyíték az alacsonyabb fehérjetartalom is, hiszen a héjrészekkel együtt a fehérjében gazdag aleuron-réteg is eltávozott, ezért volt a liszt fehérjetartalma alacsonyabb. A 16,5%-os mértékű nedvesítés hatása a lisztek kedvezőbb reológiai tulajdonságaiban is megmutatkozott. A 16,5%-os nedvesítésű búzából őrölt liszt alacsonyabb korpatartalma – a másik minta magasabb korpa, illetve hamutartalmával szemben – kevésbé befolyásolta hátrányosan a reológiai jellemzőket.

A búzaminta nedvességtartalmának eltérő szintekre történő beállítása tehát eltérő mérési eredményeket ad. Ezen eltérő eredmények mind a kémiai összetétel, mind a főbb alveográfus mutatószámok esetében statisztikailag igazoltak.

4. 1. 2. Eltérő típusú laboratóriumi malmok használata a laboratóriumi liszt előállításában

A búzaliszt laboratóriumi előállítására vonatkozó magyar szabvány (MSZ 6367/9-1989.) nem tér ki az őrléshez alkalmazandó laboratóriumi malom típusára, mindössze néhány általános kritériumot támaszt azzal szemben: a laboratóriumi malom

rendelkezzen négy darab különbözőképpen rovátkolt hengerrel, megfelelő nyílásméretű szitával, a kísérleti liszt és a korpa elkülönített gyűjtésével. Ebből kiindulva kerestem választ arra, hogy a különböző őrlési, - illetve szitálási technológiával rendelkező, széles körűen használt laboratóriumi malmok által, ugyanabból a búzamintából előállított, vizsgálandó lisztminta, milyen beltartalmi és reológiai tulajdonságokkal rendelkezik. A 6. táblázat eredményei azt mutatják, hogy ugyanabból a búzamintából, a LABOR MIM FQC 109 típusú malmon őrölt liszt három ismétlésben mért fehérjetartalmának átlaga 14,61% volt, míg ugyanez az érték a CHOPIN LABORATORY MILL CD 1 estében 14,59% volt. E két érték közötti kis különbség és az, hogy a két átlag szórásai nagyobbak ennél a különbségnél, magyarázza, hogy a két malmon őrölt liszt fehérjetartalma között nincs szignifikáns különbség.

Ezen lisztminták hamutartalmának vizsgálata, a fehérjetartalom - eredményekkel ellentétben, statisztikailag is igazolható különbségeket hozott. A francia CHOPIN malmon nyert lisztek hamutartalma (6. táblázat) közel másfélszerese a magyarországi gyakorlatban leginkább elterjedt FQC 109 típusú malmon nyert lisztek hamutartalmának. Így előbbi 0,829%-nak, utóbbit 0,556%-nak mértem, három ismétlés átlagában. Az egytényezős varianciaanalízis a hamutartalom esetében $P=0,1\%$ szinten szignifikáns különbséget mutat.

6. táblázat: A fehérje – és a hamutartalom változása eltérő típusú malmok használata esetén

A malom típusa		Fehérjetartalom (%)	Hamutartalom (%)
LABOR MIM FQC 109	Átlag	14,61	0,556
	Szórás	0,02	0,001
CHOPIN LABORATORY MILL CD 1	Átlag	14,59	0,829
	Szórás	0,06	0,015
SzD 5%		0,09	0,05***

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

A különböző típusú malmokon nyert lisztek alveográfus minősítését is elvégeztem, melynek eredményeit a 7. táblázat mutatja. A különböző malmokon nyert lisztminták alveográfus P és P/L értékei között nincs nagy különbség, ehhez pedig egy relatívan nagy szórás párosul. Így a tészta deformációjához szükséges maximális nyomás, vagyis a P érték és az ebből számolt P/L érték esetében a különbségek statisztikailag nem igazolhatóak. A tészta nyújthatóságára utaló L érték 136mm volt a LABOR MIM FQC 109 típusú malom esetében, míg ugyanezt 106mm-nek mértem a CHOPIN

LABORATORY MILL CD 1 malom lisztjénél, három ismétlés átlagában. A különbség $P=1\%$ szinten szignifikáns. A G érték a duzzadási index, mely azon cm^3 -ben megadott levegőtérfogat négyzetgyöke, amely a buborék felfújásához és annak elszakadásához szükséges. Az FQC 109 típusú malmon nyert lisztből dagasztott tésztából fújt buborék kiszakításához nagyobb térfogatú levegőre volt szükség. Ez a különbség a mezőgazdasági kutatásokban általánosan elfogadott $P=5\%$ szinttől magasabb, $P=1\%$ szinten szignifikánsan igazolt. A tészták deformációjához szükséges energia, vagyis az alveográfus W érték esetében nagy különbséget mértem a két, eltérő típusú malmon nyert liszt vizsgálatakor. A LABOR MIM FQC 109 típusú malom lisztjének deformációs energiája három ismétlés átlagában 301×10^{-4} J volt, míg a francia CHOPIN malmon nyert liszt ugyanezen értéke 210×10^{-4} J. A különbség $P=0,1\%$ szinten szignifikáns.

7. táblázat: Az alveográfus értékek változása eltérő típusú malmokkal való őrlés esetén

A malom típusa		P (mm)	L (mm)	P/L	G (ml)	W ($\times 10^{-4}$ J)
LABOR MIM FQC 109	Átlag	71	136	0,52	26,0	301
	Szórás	4,62	8,74	0,06	0,83	11,53
CHOPIN LABORATORY MILL CD 1	Átlag	68	106	0,64	22,9	210
	Szórás	3,61	6,93	0,07	0,78	6,11
SzD 5%		9,41	29,61**	0,15	3,03**	64,88***

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

A két különböző típusú malomtól nyert lisztet 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 stabil hengersizitájában az őrlemény mozgatása magas fordulatszámon működő terelőlapátok segítségével történik. Ezek a lapátok 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 e francia malmon őrlött liszt hamutartalma rendkívül magas volt. A hamutartalom befolyásoló hatásából következőleg ez utóbbi malomtól kapott liszt alveográfus reológiai tulajdonságai sokkal kedvezőtlenebbek voltak, melyek alapján valószínűsíthető, hogy a Franciaországban gyártott CHOPIN LABORATORY MILL CD 1 típusú malom a nyugat-európai lágy szemű búzák laboratóriumi őrlésénél eredményesebben használható, míg a hazai alkalmazási igényeknek jobban megfelel a LABOR MIM FQC 109 típusú, hazai gyártású laboratóriumi malom használata.

A fehérjetartalom, az alveográfus P és P/L értékek kivételével a többi vizsgált paraméter (hamutartalom, alveográfus L, G és W érték) esetében szignifikáns hatása van a különböző típusú laboratóriumi malmok használatának.

4. 1. 3. Az őrlés utáni szitálási idő hosszának vizsgálata

E fejezet kiindulási pontját szintén a fent említett, a búzaliszt laboratóriumi előállítását leíró magyar szabvány képezte. E szerint az őrlés végeztével a kísérleti malommal a szita tartalmát tovább szitáljuk, többször változtatva annak forgási irányát. Ez a művelet a szabvány szerint nem meghatározott idejű. Ha az őrlés és szitálás befejeztével a kiőrlés kisebb, mint 55%, akkor további szitálásra van szükség, mely után a szitán átesett lisztet az őrléskor kapott liszttel egyesítjük. E szitálás ideje szintén nincs a magyar szabványban rögzítve. Ezt véve alapul, érdemes tartottam tanulmányozni a különböző ideig tartó szitálások végeredményeként kapott liszt összetételét, minőségét. A szitálási idő változtatásának hatását ugyanazon búzaminta őrlése esetén vizsgálva megállapítható, hogy a növekvő szitálási idők után nyert lisztminták kémiai összetétele változik (8. táblázat).

8. táblázat: A fehérje – és a hamutartalom változása az őrlés utáni szitálási idő hosszának változtatásával

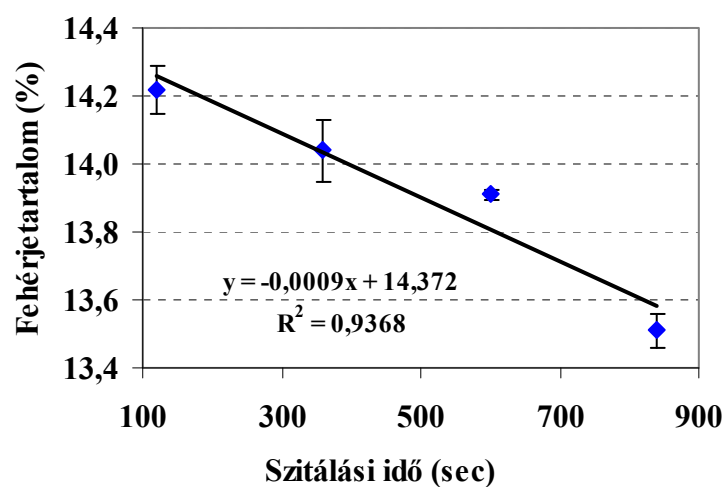
Őrlés utáni szitálási idő (sec)	Fehérjetartalom (%)	Hamutartalom (%)
120	Átlag	14,22
	Szórás	0,07
360	Átlag	14,04
	Szórás	0,09
600	Átlag	13,91
	Szórás	0,01
840	Átlag	13,51
	Szórás	0,05
SzD 5%		0,24**
		0,019**

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

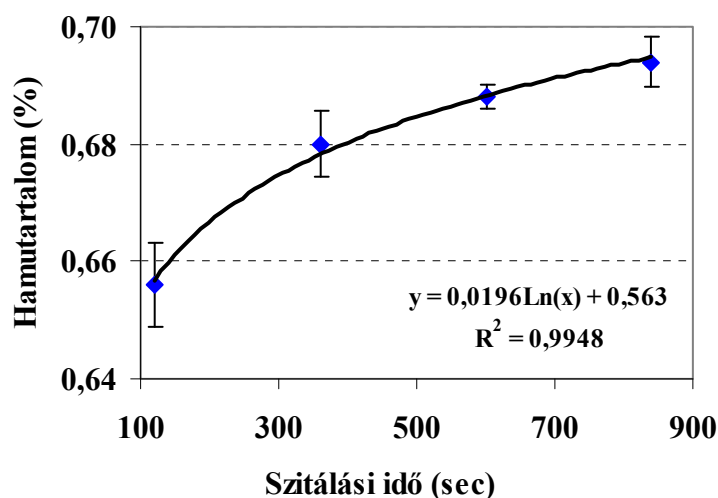
A vizsgált búzaminta esetében a liszt fehérjetartalma, 120 másodpercig, azaz két percig tartó szitálás után, két ismétlés átlaga alapján 14,22% volt. A szitálási időt 4 perces egységekkel növelve, a fehérjetartalom folyamatos csökkenését tapasztaltam. Így tehát a leghosszabb idejű szitáláson átesett lisztminta fehérjetartalmát mértem a legalacsonyabbnak: két ismétlés átlagában 13,51% volt. A 4. ábra szerint erre, a fehérjetartalomban bekövetkezett csökkenésre, lineáris függvény illeszthető, mely összefüggés igen szoros összefüggést mutat, ahol az $R^2=0,9086$. Állításaimat egytényezős varianciaanalízis segítségével igazoltam, hiszen a szitálási idő hatását $P=1\%$ szinten szignifikánsnak találtam.

A vizsgált búzamintából a növekvő szitálási idők után nyert lisztek hamutartalmának vizsgálatakor megállapítottam, hogy a szitálási idő növelésének függvényében a hamutartalom, a fehérjetartalommal ellentétben, növekvő tendenciát mutat. A legalacsonyabb hamutartalmat (0,656%) a két percig tartó szitálás után kapott lisztből mértem, míg a 14 percig tartó szitálás után nyert lisztnek volt legmagasabb a hamutartalma (0,694%). A hamutartalom növekedése ezen lisztmintákban csökkenő mértékű, ami egy logaritmikus függvény illesztésével szemléltethető (5. ábra). A hamutartalom e csökkenő növekedési üteme a növekvő szitálási idők függvényében szintén igen szoros összefüggést mutat, ahol az $R^2=0,9351$. A szitálási idő hosszának hatását statisztikailag a hamutartalom esetében is egytényezős varianciaanalízis segítségével igazoltam, mely hatás a fehérjetartalomhoz hasonlóan, szintén $P=1\%$ szinten volt szignifikáns.

4. ábra: A fehérjetartalom csökkenése a szitálási idő függvényében



5. ábra: A hamutartalom csökkenő ütemű növekedése a szitálási idő függvényében



A búzaliszt laboratóriumi előállításával foglalkozó magyar szabványban előírt, illetve leírt szitálás műveletének részletesebb vizsgálata tehát a következő eredményeket adta: az őrlés után előírászerűen végzett, illetve a nem megfelelő kiörlési arány elérése érdekében folytatott szitálás idejének nem rögzített mivolta azt vonja maga után, hogy a szitálás idejének nem „szabványszerű” megválasztása a kémiai összetétel megváltozásával jár együtt. A szitálási időintervallum növelésének vizsgálatakor, csökkenő fehérje - és egyben növekvő hamutartalommal rendelkező liszteket kaptam, vagyis a szitálási idő függvényében ugyanazon minta kémiai összetételének meghatározása statisztikailag is igazolhatóan más eredményeket adott.

Az őrlési eljárás során, a kiörlési arány növelése érdekében végzett szitálás idejének változtatása tehát a kémiai összetétel megváltozásával járt együtt. A szitálási idő, ezzel együtt pedig a kiörlési arány növelése a fehérjetartalom csökkenését, valamint a hamutartalom növekedését eredményezte, melyet a laboratóriumi liszt előállításánál is figyelembe kell venni. Célszerű tehát a kiörlési arányt a mérési eredmények között megadni, hiszen csak annak ismeretében értékelhetők teljes objektivitással egy lisztminta hamu – és fehérjetartalmának mérési eredményei.

Javasolható a búzaminták őrlés előtti kondicionálásának nemzetközi szinten történő következetes egységesítése, természetesen a búza típusának és az őrlési célnak függvényében. Tapasztalataim szerint a magasabb nedvességtartalomra (16,5%) történő kondicionálás jobb reológiai tulajdonságokkal rendelkező – kevesebb korpát tartalmazó – laboratóriumi lisztmintát eredményez. Javasolható továbbá a kísérleti őrléshez használt laboratóriumi malom típusának pontos megjelölése a tudományos cikkek

„Anyag és módszer” című fejezetében, valamint a kiőrlési arány feltűntetése a laboratóriumi lisztmérési eredmények objektív értékelése miatt.

4. 1. 4. A szemcseméret hatása az őszi búza lisztminőségére

4. 1. 4. 1. A liszt szemcseméret-frakciók reológiai tulajdonságainak alakulása

A mintaelőkészítés vizsgálata során egy újabb kérdés vetődött fel: a tudományos cikkek „Anyag és módszer” című fejezetében, gyakran az alkalmazott laboratóriumi malom típusán kívül, egyéb fontos körülményeket sem rögzítenek a szerzők. Sok esetben így az sem derül ki a cikkből, hogy milyen volt a vizsgált lisztminta szemcsemérete, jóllehet egy érdekes, ám kevésbé kutatott területről van szó (lásd: Irodalmi áttekintés című fejezet). Néhány szakirodalmi forrást lehet csak találni, melyek a különböző szemcseméretű lisztek minőségét tárgyalják, de ezek is csak egy-két vizsgálati paraméterre térnek ki, az ásványi elem-tartalom elemzésének teljes kikerülésével.

Vizsgálataim célja annak megállapítása volt, hogy egy gyenge sütőipari minőségű búzatételből lehet-e értékeesebb lisztet előállítani a liszt szemcseméret szerinti frakcionálásával, illetve, hogy van-e különbség egy laboratóriumban és egy nagyüzemi malomban előállított liszt különböző szemcsméret-frakciói között a minőség frakciónkénti alakulásában.

Első lépésben az Anyag és módszer című fejezetben ismertetett lisztminták reológiai tulajdonságainak meghatározását végeztem el egy FQA-2000 Micro Z-arm Mixer (METEFÉM, Budapest) segítségével. A laboratóriumi malmon előállított liszt esetében, a vizsgálataim során megfogalmazódott kérdések egyikére a *9. táblázat*, míg a nagyüzemi malmi liszt esetében a *10. táblázat* adatsorai adják meg a választ.

A laboratóriumban őrlött lisztminta esetében megállapítottam, hogy egy adott sütőipari minőségű búzatételből jobb reológiai tulajdonságokkal rendelkező, értékeesebb terméket lehet nyerni a búzából őrlött liszt szemcseméret szerinti frakcionálásával. A varianciaanalízis eredményei bizonyították, hogy a szemcseméretnek szignifikáns hatása van a reológiai részparaméterek alakulására és ebből következőleg a technológiailag legfontosabb két mutatóra, a vízfelvevő képességre és sütőipari értékszámra is. A 125-63 µm szemcsenagyság közötti két lisztfrakciót mind a vízfelvétel, mind a sütőipari értékszám tekintetében jobb minőségűnek találtam az eredeti lisztnél, melyek frakciók magasabb minőségi kategóriába is sorolhatók. A 125-90 µm szemcsenagyságú tartomány az eredeti liszt tömegének 18,8%-át, míg a 90-63

μm szemcsenagyságú frakció annak 13,7%-át tette ki. Az eredeti lisztből – az eredeti tömeg 32,5%-át kitevő – jobb sütőipari minőséggel rendelkező, magasabb sütőipari minőségi kategóriába sorolható lisztet nyertem ki, az eredeti liszt egyszerű szétszítálásával, mindenféle osztályozó berendezések használata nélkül.

Az egytényezős varianciaanalízis eredményei a nagyüzemi malomban őrölt liszt esetében is azt bizonyították, hogy a szemcseméretnek szignifikáns hatása van a Micro Z-arm Mixer segítségével meghatározott reológiai részparaméterek alakulására. A laboratóriumi és a malomüzemi lisztek között lényegi eltérést állapítottam meg a sütőipari értékszám szemcsefrakciónként mutatott különbségeinek mértékében: 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. Ebből az következik, hogy a malomipar által előállított BL 55-ös háztartási liszt különböző szemcseméret-frakciókra való szétválasztása sem feldolgozástechnológiai, sem gazdasági szempontból nem eredményezne értékesebb lisztet.

9. táblázat: A laboratóriumi liszt különböző szemcseméretű frakcióinak reológiai tulajdonságai

Szemcseméret (μm)	Tésztakialakulási idő (sec)		Stabilitási idő (sec)		Ellágyulás mértéke (FU)		Vízfelvevő képesség (%)		Sütőipari értékszám (FU)		Minőségi csoport	Tömegeloszlás (%)
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás		
Eredeti liszt (0-250)	165	5	147	5	113	8	52,0	0,0	52,0	1,0	B ₂	100
250-200	117	16	126	27	133	10	54,0	0,0	44,0	0,0	C ₁	30,9
200-160	113	19	144	25	126	1	53,0	0,0	48,5	0,7	B ₂	11,4
160-125	132	14	162	24	111	8	52,5	0,0	51,7	1,5	B ₂	20,1
125-90	162	31	177	42	98	3	53,8	0,3	56,7	0,6	B₁	18,8
90-63	239	6	162	13	77	1	57,3	0,4	64,5	0,7	B₁	13,7
<63	108	13	221	19	121	3	54,0	0,0	49,0	1,4	B ₂	5,1
SzD_{5%}	31,71***		46,20*		12,06***		0,29***		1,74***		–	–

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

10. táblázat: A nagyüzemi malomból származó liszt különböző szemcseméretű frakcióinak reológiai tulajdonságai

Szemcseméret (μm)	Tésztakialakulási idő (sec)		Stabilitási idő (sec)		Ellágyulás mértéke (FU)		Vízfelvevő képesség (%)		Sütőipari értékszám (FU)		Minőségi csoport	Tömegeloszlás (%)
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás		
Eredeti liszt (0-250)	99	0	270	23	101	8	58,5	0,7	55,5	2,1	B ₁	100
250-200	72	0	276	43	90	5	59,0	0	59,7	0,6	B ₁	8,2
200-160	72	13	252	13	105	5	59,0	0	55,5	0,7	B ₁	7,7
160-125	99	0	252	9	117	3	60,0	0	52,0	0,0	B ₂	20,3
125-90	120	23	237	29	118	5	60,0	0	53,0	2,0	B ₂	28,3
90-63	177	23	237	50	93	5	61,0	0	61,0	2,0	B ₁	16,7
<63	45	9	51	5	194	12	57,0	0	30,0	3,6	C ₁	18,9
SzD_{5%}	25,05***		53,27***		11,55***		0,36***		3,55***		–	–

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

4. 1. 4. 2. A liszt szemcseméret-frakciók fehérje – és hamutartalmának alakulása

Áttérve a lisztminták kémiai összetételének vizsgálatára, az eredeti, frakcionálatlan lisztminták fehérje – és hamutartalmának eredményeit a 11. táblázat első sora tartalmazza. A laboratóriumi lisztminta fehérjetartalmát 14,0%-nak, míg hamutartalmát 0,90%-nak mértem. A lisztfrakciók fehérje - és hamutartalma a szemcseméret csökkenésével növekedett, kivéve a 200–160 μ m szemcsenagyságú frakciót. A laboratóriumi liszt estében a legmagasabb fehérje (15,5%) – és hamu -, azaz ásványielemtartalma (1,33%) miatt táplálkozásélettanilag a legértékesebbnek a 90 μ m alatti szemcsenagyságú lisztfrakciók nevezhetők. A frakcionálatlan malmi lisztminta fehérjetartalma 11,8%, míg hamutartalma 0,53% volt. A lisztfrakciók fehérje- és hamutartalma – a laboratóriumi mintákhoz hasonlóan – a szemcseméret csökkenésével növekedett, ám ez alól a 63 μ m alatti tartomány mindkét összetevő esetében kivételt képez. A malmi lisztminta esetében táplálkozásélettani szempontból a 90-63 μ m szemcsméretű tartomány nevezhető kiemelkedő jelentőségűnek.

Az egytényezős varianciaanalízis szerint a szemcseméret mindkét vizsgált minta esetében P=0,1% szinten szignifikáns hatással volt a lisztfrakciók fehérje – és hamutartalmának alakulására.

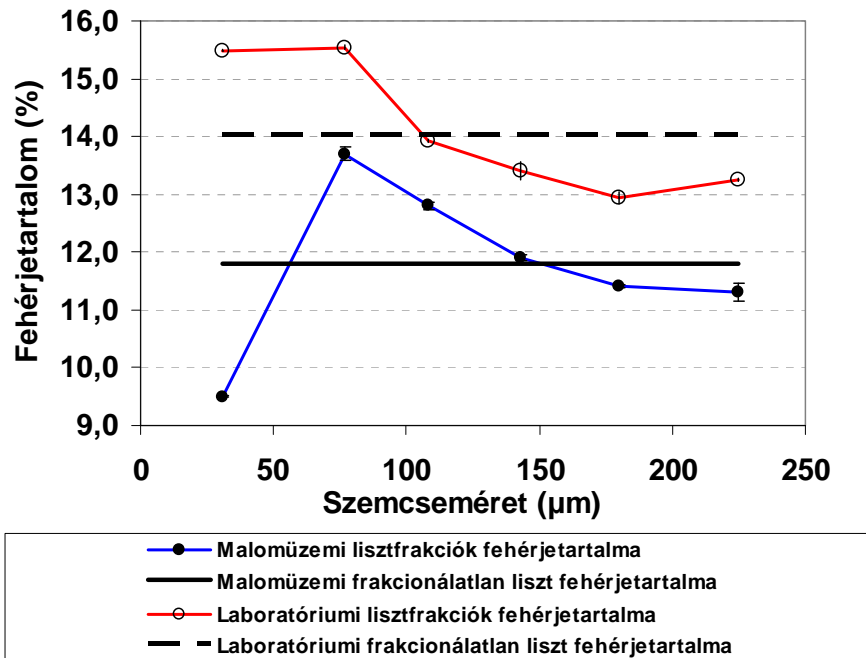
11. táblázat: A laboratóriumi és malmi liszt-frakciók fehérje - és hamutartalma

Szemcseméret (μ m)	Laboratóriumi lisztminta				Malomüzemi lisztminta			
	Fehérjetartalom (%)		Hamutartalom (%)		Fehérjetartalom (%)		Hamutartalom (%)	
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
Eredeti liszt (0-250)	14,0	0,1	0,90	0,01	11,8	0,3	0,53	0,00
250-200	13,1	0,2	0,96	0,01	11,3	0,2	0,43	0,01
200-160	13,0	0,1	0,80	0,01	11,4	0,1	0,46	0,00
160-125	13,4	0,2	0,80	0,01	11,9	0,1	0,51	0,01
125-90	13,9	0,1	0,81	0,01	12,8	0,1	0,55	0,01
90-63	15,5	0,0	1,02	0,01	13,7	0,1	0,63	0,01
<63	15,5	0,1	1,33	0,01	9,5	0,0	0,62	0,02
SzD 5%	0,21***		0,02***		0,17***		0,02***	

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

A két vizsgált minta fehérjetartalmának alakulását a 6. ábra mutatja. A frakcionálatlan, eredeti lisztekhez viszonyítva a kisebb szemcsemérettartományú minták tartalmaznak

több fehérjét. Szembetűnő viszont, hogy a malomüzemi liszt legkisebb szemcseméretű frakciójának fehérjetartalma minden más frakcióhoz viszonyítva rendkívül alacsony: 9,5%.

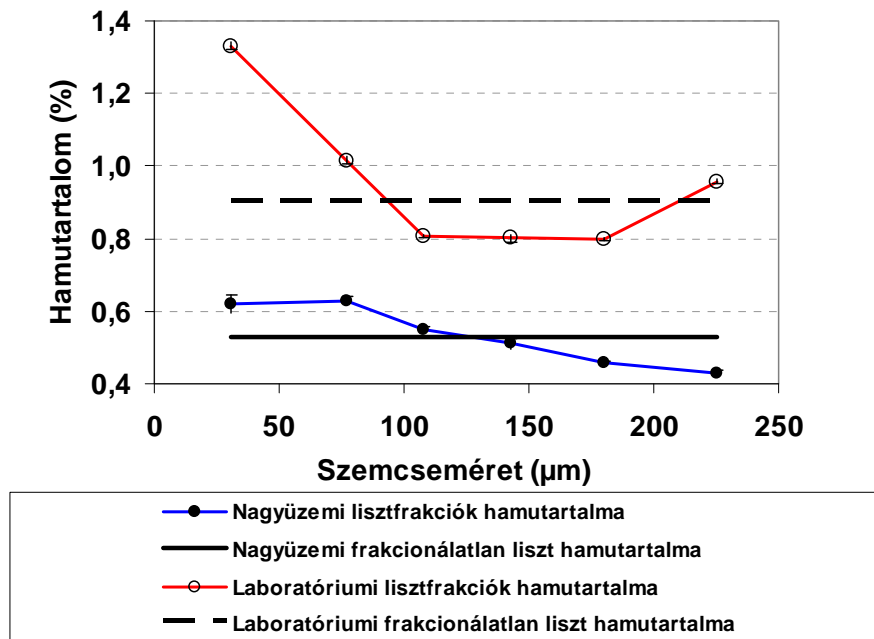


6. ábra: A laboratóriumi és malmi liszt-frakciók fehérjetartalmának alakulása

Az elemzett lisztminták hamutartalmának alakulását a 7. ábrán mutatom be. Lényeges különbségek állapíthatók meg a laboratóriumban, illetve a malomüzemben előállított lisztfrakciók hamutartalmának alakulása között. A laboratóriumi lisztfrakciók 90µm szemcseméret alatti két frakciójának és a legnagyobb szemcseméretű frakciójának hamutartalmát magasabbnak, a közbenső tartományok hamutartalmát alacsonyabbnak mértem az eredeti liszt hamutartalmánál. A malmi lisztminta esetében a szemcseméret csökkenésével a hamutartalom tendenciaszerű növekedését figyeltem meg, ám a frakciók közötti hamutartalombeli ingadozások mértéke sokkal kisebb, mint ahogy az a laboratóriumi lisztnél megfigyelhető.

A laboratóriumi liszt esetében a két legkisebb szemcseméretű lisztfrakció magasabb fehérje - és hamutartalma azt valószínűsíti, hogy a lisztben található – a korpából származó – alkotórészek jelentős része, az alatta lévő, fehérjében igen gazdag aleuronréteg-részekkel együtt e két lisztfrakcióba őrlődött bele. A malmi liszt adatsoraira tekintve megállapítható, hogy a korpa és a csíra – malmi technológiából adódó – jóval tökéletesebb, az endospermium részekről való elválasztása okozta a

hamutartalom esetében megfigyelhető csak kis mértékű ingadozást és a legkisebb szemcsmérettartományban mért legalacsonyabb fehérjetartalmat.



7. ábra: A laboratóriumi és malmi liszt-frakciók hamutartalmának alakulása

4. 1. 4. 3. A liszt szemcseméret-frakciók makroelem-tartalmának alakulása

A 12. táblázat adatai azt mutatják, hogy a szemcseméretnek a laboratóriumi lisztfrakciók makroelemtartalmának alakulására is szignifikáns hatása van. Ezen elemek a legkisebb koncentrációban valamely középső szemcseméret-tartományban vannak jelen, míg a legnagyobb koncentrációjukat a finomabb szemcsésű frakciókban érik el. A malomüzemi liszt esetében (13. táblázat), a kalcium kivételével, a szemcsméret szerinti szétválasztás szintén statisztikailag igazolt különbségeket okozott a lisztfrakciók kálium -, magnézium -, foszfor - és kén-tartalmának alakulásában.

12. táblázat: A laboratóriumban őrölt lisztminta szemcseméret-frakcióinak makroelemtartalma

Szemcseméret (μm)	Makroelemek (mg kg^{-1})									
	Ca		K		Mg		P		S	
	Átl.	Sz.	Átl.	Sz.	Átl.	Sz.	Átl.	Sz.	Átl.	Sz.
Eredeti liszt (0-250)	198	8	1760	107	353	9	1340	46	1480	38
250-200	209	21	1780	41	388	12	1440	25	1520	197
200-160	184	6	1570	140	262	4	1120	14	1410	7
160-125	201	47	1470	204	269	14	1120	31	1410	25
125-90	209	15	1510	36	262	5	1090	29	1480	15
90-63	231	20	1680	58	383	1	1380	11	1590	40
<63	254	12	1970	70	532	21	1710	66	1620	58
SzD_{5%}	42,4**		195,3***		20,5***		61,2***		153,6***	

Átl.=Átlag; Sz.=Szórás; Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%.

13. táblázat: A malomüzemből származó lisztminta szemcseméret-frakcióinak makroelemtartalma

Szemcseméret (μm)	Makroelemek (mg kg^{-1})									
	Ca		K		Mg		P		S	
	Átl.	Sz.	Átl.	Sz.	Átl.	Sz.	Átl.	Sz.	Átl.	Sz.
Eredeti liszt (0-250)	282	22	1652	23	287	20	1197	47	1409	27
250-200	234	29	1287	105	179	11	945	28	1350	36
200-160	226	41	1628	39	224	62	968	26	1363	42
160-125	315	60	1478	114	253	2	1131	39	1481	42
125-90	529	167	1901	50	293	5	1217	13	1545	11
90-63	286	18	1923	125	357	28	1349	9	1725	53
<63	231	9	2046	182	307	7	1242	25	1193	30
SzD_{5%}	170,01		202,07***		47,21***		47,33***		64,79***	

Átl.=Átlag; Sz.=Szórás; Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%.

4. 1. 4. 4. A liszt szemcseméret-frakciók mikroelem-tartalmának alakulása

Egytényezős varianciaanalízissel bizonyítottam, hogy a laboratóriumban őrölt lisztminta esetében (14. táblázat), a kilenc vizsgált mikroelem koncentrációjának alakulására a szemcseméret szignifikáns hatással van.

14. táblázat: A laboratóriumban őrölt lisztminta szemcseméret-frakcióinak mikroelem-tartalma

Szemcseméret (μm)	Al		Ba		Cr		Cu		Fe		Li		Mn		Sr		Zn	
	Átl.	Sz.	Átl.	Sz.	Átl.	Sz.	Átl.	Sz.	Átl.	Sz.	Átl.	Sz.	Átl.	Sz.	Átl.	Sz.	Átl.	Sz.
Eredeti liszt (0-250 μm)	4,40	0,93	0,565	0,060	0,079	0,010	4,13	0,26	22,0	1,4	0,143	0,001	12,0	0,3	1,45	0,07	14,7	0,6
250-200	5,18	0,91	0,678	0,056	0,123	0,044	3,68	0,08	20,9	1,1	0,145	0,003	15,7	0,4	1,64	0,07	16,8	1,0
200-160	6,92	1,39	0,554	0,124	0,059	0,015	4,08	0,08	17,5	1,6	0,142	0,002	10,6	0,1	1,40	0,01	11,9	0,1
160-125	11,9	4,0	0,523	0,141	0,084	0,056	5,80	0,60	22,4	4,0	0,144	0,003	10,4	0,6	1,45	0,17	13,1	1,6
125-90	30,4	2,8	0,616	0,050	0,147	0,075	6,98	0,74	39,7	5,3	0,153	0,001	10,1	0,4	1,42	0,03	13,2	1,2
90-63	77,6	7,8	0,877	0,098	0,215	0,116	11,1	0,2	62,9	1,7	0,161	0,001	11,3	0,1	1,57	0,04	15,4	0,3
<63	229	15	1,40	0,16	0,224	0,027	25,9	3,2	105	11	0,181	0,005	14,0	0,7	1,72	0,10	19,5	0,7
SzD 5%	25,14***		0,39***		0,12*		4,75***		18,91***		0,008***		1,55***		0,22**		3,49***	

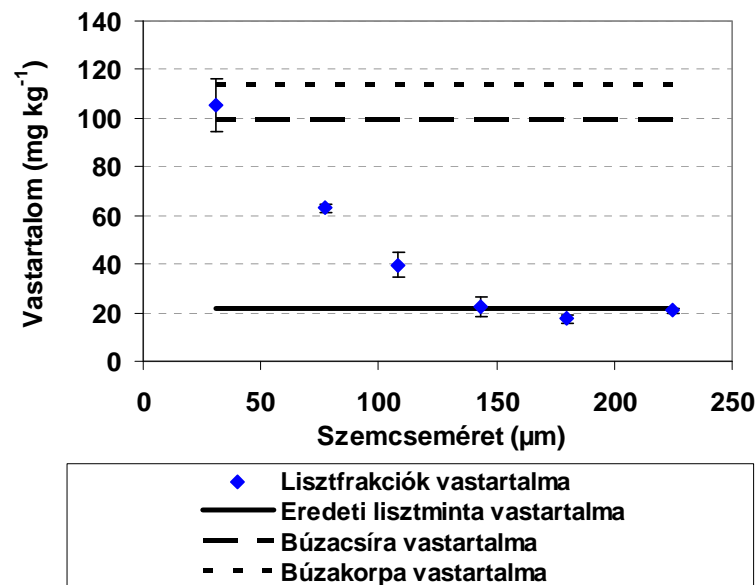
Átl.=Átlag; Sz.=Szórás; Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%.

15. táblázat: A malomüzemből származó lisztminta szemcseméret-frakcióinak mikroelem-tartalma

Szemcseméret (μm)	Al		Ba		Cr		Cu		Fe		Li		Mn		Sr		Zn	
	Átl.	Sz.	Átl.	Sz.	Átl.	Sz.	Átl.	Sz.	Átl.	Sz.	Átl.	Sz.	Átl.	Sz.	Átl.	Sz.	Átl.	Sz.
Eredeti liszt (0-250 μm)	7,31	0,18	0,931	0,098	0,899	0,514	1,78	0,05	17,5	4,2	0,185	0,001	6,4	0,3	1,36	0,14	7,0	0,1
250-200	15,43	2,41	0,791	0,068	0,373	0,058	1,89	0,11	14,9	2,6	0,183	0,005	4,5	0,1	1,39	0,09	5,6	0,6
200-160	31,09	19,81	1,228	0,695	0,566	0,192	2,59	0,07	25,5	18,7	0,202	0,033	5,1	0,5	1,79	0,93	9,5	1,3
160-125	49,56	7,98	1,195	0,326	0,378	0,037	2,49	0,17	18,9	2,2	0,196	0,024	6,6	0,4	1,36	0,13	8,4	0,9
125-90	33,80	17,25	1,581	0,153	0,514	0,294	5,36	0,28	16,2	1,9	0,206	0,023	6,5	0,1	1,60	0,15	9,1	0,5
90-63	44,74	4,57	2,015	0,177	1,699	1,429	8,80	0,16	23,8	1,5	0,189	0,010	7,2	0,2	1,21	0,06	11,7	0,1
<63	40,35	2,64	2,243	0,128	0,733	0,469	12,98	2,09	24,1	1,5	0,183	0,006	6,1	0,2	1,13	0,01	10,8	0,3
SzD 5%	19,26*		0,59**		2,226		1,25***		11,99		0,03		0,49***		0,78		1,42***	

Átl.=Átlag; Sz.=Szórás; Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%.

A mangán kivételével mindegyik vizsgált mikroelem koncentrációja a legkisebb szemcseméretű lisztfrakcióban a legnagyobb, melyet a vas példáján keresztül mutatok be (8. ábra).

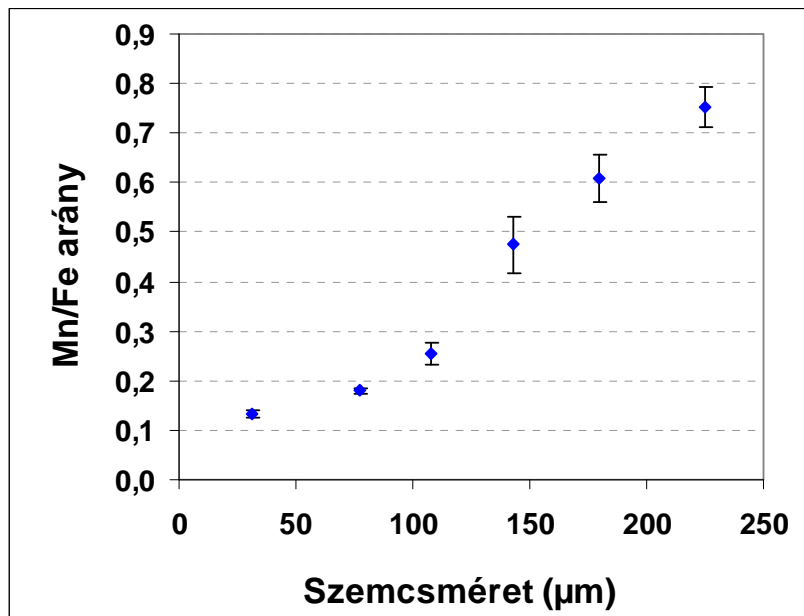


8. ábra: A laboratóriumi liszt-frakciók vastartalmának alakulása

Eredményeim alapján kijelenthető, hogy a PROKISCH et al. (2001) által, szintén a szemcseméret függvényében vizsgált kukoricaőrlemények esetében tapasztalt ásványi elemtartalom-eloszláshoz hasonló eloszlást tapasztaltam a laboratóriumi malmon őrölt őszi búza lisztjénél is.

Visszatérve a mangántartalomra, mivel a mangánban gazdag csíra a laboratóriumi őrlés esetén beleőrlődik a lisztbe, feltevésem szerint az, magas olajtartalma miatt, összeragasztotta a kisebb liszt szemcséket nagyobb szemcsékké, ezért a legnagyobb szemcseméretű lisztfrakció rendelkezik a legnagyobb mangántartalommal. Ez figyelhető meg a Zn esetében is, melynek oka, hogy a szakirodalom szerint a mangánon kívül csak a cink található meg nagyobb koncentrációban a csírában, mint a korpában. Ez azt valószínűsíti, hogy a finom frakciókban a magas korpatartalomnak, a durva frakciókban pedig a csírának az átlagostól nagyobb arányban való jelenléte okozta a magas mangán – és cinktartalmat. A többi vizsgált mikroelemből a korparészek tartalmaznak többet a csíránál, így azok esetében a vas példáján keresztül bemutatott eloszlást tapasztaltam. Mivel a korparészek több vasat, illetve a csíra több mangánt tartalmaz, e két elem eloszlásából és egymáshoz viszonyított arányából bizonyítható, hogy a mangánban gazdag csíra valóban a durvább szemcsésű frakciókba őrlődött bele,

hiszen a 9. ábrán feltüntetett mangán/vas arány a szemcseméret növekedésével szintén növekszik.



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

Az eredeti, frakcionálatlan nagyüzemi liszt és az egyes lisztfrakciók mikroelem-tartamát a 15. táblázat mutatja. A kilenc vizsgált mikroelem közül csak öt esetében (alumínium, bárium, réz, mangán és a cink) tudtam a szemcseméret szerinti szétválasztás hatását statisztikailag is igazolhatóan bizonyítani. A laboratóriumi liszt esetében elmondottaktól eltérően, az elemenkénti legnagyobb koncentrációk nem kizárólag a legkisebb szemcséjű frakcióban fordulnak elő, hanem azok előfordulása meglehetősen szabálytalan. Ez a megállapítás a hamutartalom esetében megfigyelt, frakciók közötti kis mértékű ingadozásra vezethető vissza.

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

4. 2. 1. Az alveográfus P értékek alakulása

Nyugat – és Dél – Európa, illetve más földrészek jónéhány országában (például: Franciaország, Belgium, Luxemburg, Nagy-Britannia, Spanyolország, Portugália, Olaszország, Kanada, USA, Lengyelország, Szlovákia, stb.) a búzaminták minősítéshez az alveográfus eredményeket is felhasználják. Természetesen ez más paraméterek figyelembe vétele mellett történik, mint amilyen például a fehérjetartalom és a Hagberg-féle esésszám.

Elsőként az alveográfus P érték, azaz a minta deformációjához szükséges maximális nyomás értékeit vizsgáltam a Karcagról származó, 2002-ben 10, 2003-ban 13, 2004-ben és 2005-ben 14 őszi búzafajta mintái alapján.

Eredményeim értékelése során a francia előírásokat vettem figyelembe (7. melléklet). Ez alapján a 40 mm fölötti P értékkel rendelkező búzák lisztje szivacsos keksz és tészta készítésére, az 50 mm fölötti értékűek háztartási lisztként és kekszek készítésére használhatók fel. 62 mm fölött hagyományos kenyér, 70 mm fölött briós, 80 mm fölött pedig hamburger típusú zsemle is készülhet a lisztből.

Látható, hogy a bemutatott eredmények (16. táblázat) nagy szórással párosulnak, melynek oka, hogy klimatikusan jelentősen eltérő évek, ingadozó minőségű termését hasonlítottam össze egymással. A 2002-es száraz év után egy rendkívüli hőséggel és ugyancsak nagy tavaszi-nyár eleji aszályal sújtott 2003-as év következett. A vizsgált évek közül 2004 átlagosnak mondható, míg 2005 az átlagosnál csapadékosabb volt. Így lehetőségem volt a kísérletbe vont őszi búzafajtákat minőségstabilitásuk szerint is vizsgálni, melyre ezek a szélsőségeket is felvonultató évek kitűnő összehasonlítási alapot biztosítottak. A 2003-as év egy extrém aszályos és forró május-júliusi időszakkal bírt, mely erősen rányomta bélyegét a vizsgált fajták minőségének alakulására. Igaz, hogy az átlagok vizsgálata elfedi a kiugró, akár rossz, akár jó eredményeket, de ez esetben a fajták minősítése a cél és ezt helyesebb idősorok eredményeinek tanulmányozásával, illetve a fajták minőségstabilitásának vizsgálatával megtenni, mintsem az egyes fajták által évente adott adatok tanulmányozásával.

A vizsgált négy év átlagát fajtánként tekintve megállapítható, hogy a legmagasabb P értéket az MV Magvas érte el, 81 mm-es értékkel, míg legalacsonyabbnak a GK

Garaboly P értékét találtam 29 mm-es értékkel, mely a francia előírások szerint, a P értéket tekintve nem használható fel sütőipari célokra. E fajtán kívül mindegyik fajta termése megfelel háztartási lisztként való felhasználásra. Ezek közül, az átlagokat tekintve, hagyományos kenyér készítésére 6 fajta (Jubilejnaja 50, MV Magvas, GK Kalász, MV Csárdás, MV Verbunkos, Alex) lisztje volt alkalmas, mert P értékük 62 mm fölötti értéket ért el. Ebből briós készítésére is alkalmasnak találtam az MV Magvas, a GK Kalász és az MV Csárdás lisztjét, míg az MV Magvas őszi búzafajta adott egyedül a hamburger típusú zsemle gyártására is alkalmas termést.

16. táblázat: Az alveográfus P értékek alakulása (Karcag, 2002-2005)

Fajta	Alveográfus P érték (mm)				Átlag	Szórás	RI %
	2002	2003	2004	2005			
<i>Jubilejnaja 50</i>	76	29	51	96	63	29	106,2
<i>MV Magdaléna</i>	82	39	57	62	60	18	71,7
<i>MV Magvas</i>	94	55	80	96	81	19	50,5
<i>Ludwig</i>	75	23	67	61	56	23	92,2
<i>GK Kalász</i>	94	43	71	83	73	22	70,1
<i>MV Csárdás</i>	96	39	70	86	73	25	78,4
<i>GK Petur</i>	62	30	46	60	50	15	64,6
<i>MV Verbunkos</i>	112	30	58	71	68	34	121,1
<i>GK Garaboly</i>	-	13	37	38	29	14	85,2
<i>Lupus</i>	-	18	62	79	53	31	115,1
<i>MV Palotás</i>	75	18	-	-	46	41	-
<i>GK Attila</i>	69	39	43	65	54	15	55,6
<i>MV Emese</i>	-	32	58	73	54	21	75,5
<i>KG Kunhalom</i>	-	-	56	53	55	2	-
<i>Alex</i>	-	-	66	68	67	1	-
Átlag	83	31	59	71			
Szórás	15	12	12	16			

Az értékek relatív intervallumának (azaz a minimum és maximum értékek különbségének és az időszak átlagának a hányadosa) csökkenése a fajtának, a változó környezeti feltételekhez való, mind jobb alkalmazkodását (klimatikus stressz-tűrését), illetve a szélsőértékek távolságának csökkenését jelzi. Az RI% értékek csak olyan fajok esetében számítottam ki, melyek legalább három évben termesztésre kerültek. RI=50,5%-os értékkel legstabilabb fajtaként az MV Magvas értékelhető, míg 121,1%-os értékkel, az évjárat az MV Verbunkos termésminőségére volt legjobban hatással.

Az évjárat termésminőség-alakító hatását bizonyítják a fajták átlagában kapott átlagok és szóráseredmények is. A legkisebb tenyészidőszakbeli lehullott csapadékkal

rendelkező 2002-es év adta a legjobb alveográfus P értéket (83 mm), míg az ugyancsak száraz és rendkívül forró 2003-ban sikerült a leggyengébb minőséget betakarítani, 31 mm-es átlagos P értékkel.

4. 2. 2. Az alveográfus L értékek alakulása

Az alveográfus L érték a minta nyújthatóságát fejezi ki mm-ben. A búzafajtákat a francia előírások szerint (7. melléklet) minősítve a következő határértékeket kapjuk: 98 mm alatti L értékű lisztekből kekszek készíthetők, 98 mm fölött hagyományos kenyér, 103 mm fölött briós és háztartásban felhasználható liszt, míg 117 mm fölött hamburger típusú zsemle és rétestészta is.

A fajták közül a KG Kunhalom érte el a legmagasabb L értéket (205 mm), de ezt az adatot fenttartással kell kezelni, mivel a fajta csak a két, jobb minőséget adó évben került termesztésre (17. táblázat).

17. táblázat: Az alveográfus L értékek alakulása (Karcag, 2002-2005)

Fajta	Alveográfus L érték (mm)				Átlag	Szórás	RI %
	2002	2003	2004	2005			
Jubilejnaja 50	101	39	146	91	94	44	113,5
MV Magdaléna	61	18	98	132	77	49	145,0
MV Magvas	75	46	84	112	79	27	83,3
Ludwig	103	52	129	174	115	51	106,6
GK Kalász	97	54	110	151	103	40	94,2
MV Csárdás	49	25	113	160	87	61	155,6
GK Petur	112	107	232	189	160	61	78,1
MV Verbunkos	48	17	103	150	80	59	167,3
GK Garaboly	-	11	179	222	137	112	153,6
Lupus	-	15	183	156	118	90	142,4
MV Palotás	112	15	-	-	64	69	-
GK Attila	110	64	187	190	138	62	91,5
MV Emese	-	22	135	139	99	66	118,6
KG Kunhalom	-	-	158	251	205	66	-
Alex	-	-	149	172	161	16	-
Átlag	87	37	143	164			
Szórás	26	27	41	42			

Hasonlóan kell tekinteni az MV Palotás 64 mm-es átlagos L értékét is. Négy év átlagában a GK Petur adott a legmagasabb L értékkel rendelkező (160 mm) termést, míg ilyen szempontból a sort az MV Magdaléna zárja (77 mm). Kizárólag keksz készítésére használható fel a Jubilejnaja 50, az MV Magdaléna, az MV Magvas, az MV

Csárdás és az MV Verbunkos őszi búzafajták lisztje. Az MV Emese lisztjéből már hagyományos kenyeret is lehet dagasztani, ám briós csak a következő fajták lisztjéből gyártható: Ludwig és GK Kalász. Az L érték szempontjából, a legmagasabb minőségi kategória határ 117 mm. A vizsgált évek átlagában ezt a GK Petur, a GK Garaboly, a Lupus és a GK Attila teljesítette.

Az évjáratok változatosságához az alveográfus L érték tekintetében a GK Petur alkalmazkodott a legkedvezőbbben, míg az MV Verbunkos tudhatja magáénak a „legkevésbé stabil fajta” jelzöt. Az eredményeket még jobban kisarkítja, az a tény, hogy a GK Petur őszi búzafajta legjobb stabilistása egy magas L érték mellett valósult meg, míg az MV Verbunkos egy meglehetősen alacsony L érték mellett volt a legmegbízhatatlanabb.

A fajták átlagában véve az évek sorrendje eltérő a P érték esetében felállítottához képest, bár itt is a két utóbbi évben betakarított termések bizonyultak jobb minőségűnek.

4. 2. 3. Az alveográfus P/L értékek alakulása

Az alveográfus minősítési rendszert alkalmazó országok a legfontosabb alveográfus mutatószámként az alveográfus W értéket, vagy P/L értéket használják. A P/L érték az alveográfus görbe konfigurációjának alakulását fejezi ki.

Franciaországban, 0,4-es P/L érték alatt, a liszteket sütőipari célra nem lehet felhasználni. A különféle kekszek és tészták a 0,4-0,5 közötti P/L értékkel rendelkező lisztekből készülhetnek. Ha P/L érték 0,5 és 0,7 közé esik, akkor a lisztet hagyományos kenyér készítésére tudják felhasználni, míg 0,7-0,8 között hamburger típusú zsemle mellett brióst és babapiskótát is süthetnek a lisztből. 0,8-as P/L érték fölött a tészta túl rugalmatlan, sütőipari célokra emiatt nem alkalmas.

A vizsgált négy év átlagában az MV Verbunkos őszi búzafajta adta a legmagasabb P/L értékkel rendelkező termést, mely 1,29-es átlagértéke miatt sütőipari termék előállítására nem volt alkalmas (18. táblázat). Az évenkénti részletes eredményeket tekintve megállapítható azonban, hogy a fajta lisztjéből 2004-ben kenyeret, 2005-ben pedig kekszet lehetett volna előállítani. A legalacsonyabb P/L értéket a két évben termesztésre került KG Kunhalom lisztje esetében mértem, melyet a francia előírások alapján szintén nem találtam megfelelőnek sütőipari célokra. Kekszgyártásra megfelelő lisztet csak a GK Attila és az Alex őszi búzafajták terméséből tudtam kiőrölni. A Ludwig, a GK Garaboly és a Lupus kenyér gyártására közvetlenül is felhasználható

lisztet adott. 0,7-0,8 közé esett a Jubilejnaja 50, a GK Kalász, valamint az MV Emese P/L értéke, így ezen fajták lisztjét hamburger típusú zsemle készítésére találtam alkalmasnak.

18. táblázat: Az alveográfus P/L értékek alakulása (Karcag, 2002-2005)

Fajta	Alveográfus P/L érték				Átlag	Szórás	RI %
	2002	2003	2004	2005			
<i>Jubilejnaja 50</i>	0,76	0,74	0,35	1,05	0,73	0,29	96,55
<i>MV Magdaléna</i>	1,34	2,17	0,58	0,47	1,14	0,79	149,12
<i>MV Magvas</i>	1,25	1,19	0,95	0,86	1,06	0,19	36,71
<i>Ludwig</i>	0,72	0,45	0,52	0,35	0,51	0,16	72,55
<i>GK Kalász</i>	0,97	0,79	0,65	0,55	0,74	0,18	56,76
<i>MV Csárdás</i>	1,95	1,55	0,62	0,54	1,17	0,70	125,32
<i>GK Petur</i>	0,55	0,28	0,20	0,32	0,34	0,15	103,70
<i>MV Verbunkos</i>	2,33	1,78	0,56	0,48	1,29	0,91	143,69
<i>GK Garaboly</i>	-	1,20	0,21	0,17	0,53	0,58	195,57
<i>Lupus</i>	-	1,17	0,34	0,50	0,67	0,44	108,96
<i>MV Palotás</i>	0,67	1,17	-	-	0,92	0,35	-
<i>GK Attila</i>	0,76	0,74	0,35	1,05	0,45	0,20	88,40
<i>MV Emese</i>	-	1,43	0,43	0,53	0,80	0,55	125,52
<i>KG Kunhalom</i>	-	-	0,36	0,21	0,29	0,11	-
<i>Alex</i>	-	-	0,44	0,40	0,42	0,03	-
Átlag	1,12	1,12	0,46	0,48			
Szórás	0,61	0,54	0,21	0,24			

Szembevetendő, hogy a kísérlet első két évének eredményei (P/L=1,12) és a második két év termésminősége (0,46-0,48) közötti jelentős különbségek szinte minden vizsgált fajta esetében fennállnak. A fajták átlagában 2003-ban és 2004-ben rugalmatlan tésztát adó termést sikerült csak betakarítani, míg a 2004-es és 2005-ös kísérleti években csak kekszgyártásra alkalmas, lágy tészta lett volna gyúrható a lisztekéből.

A legkisebb ingadozást az MV Magvas őszi búzafajta mutatta, 36,71%-os RI értékkel. A másik szélsőséget a GK Garaboly képviseli (RI=195,57%).

4. 2. 4. Az alveográfus G értékek alakulása

A G duzzadási index azon levegőtér fogat négyzetgyöke (ml-ben), amely a buborék felfújásához, annak elszakadásáig szükséges. Kevésbé fontos paraméter, a kutatások általában kikerülnek az alveográfus G érték részletetekbe menő vizsgálatát. A francia előírásokat követve, azon fajta lisztje, melynek G értéke eléri a 21ml-t kekszek készítésére, melyké eléri a 22ml-t kenyér készítésére, melyké eléri a 22,5ml-es

értéket, briós és háztartási liszt előállítására is alkalmas. 24ml-t meghaladó G értékű lisztek közül rétest és hamburger típusú zsemlet lehet sütni.

Legmagasabb átlagos alveográfus G értéket a KG Kunhalom őszi búzafajta esetében tudtam feljegyezni (31,6ml), azonban ha a négy év mindegyikében termesztésre került fajtákat tekintjük, akkor a GK Petur fajtát kell kiemelni 27,7ml-es G értékével. A legalacsonyabb G értéket az MV Verbunkos képviseli (18,6ml). A vizsgált időszak átlagának eredményei alapján kekszgyártásra öt kivételével, minden vizsgált búzafajta alkalmas (19. táblázat). Kenyér előállításra megfelelő minőségű termést adott a Ludwig, a GK Kalász, a GK Petur, a GK Garaboly, a Lupus, a GK Attila, a KG Kunhalom és az Alex. E fajtacsoportból briós sütésére is alkalmasnak találtam a Ludwig, a GK Petur, a GK Garaboly, a GK Attila, a KG Kunhalom és Alex őszi búzafajták lisztjét. A legszigorúbb határértéket négy fajta érte el: GK Petur, GK Attila, KG Kunhalom, Alex. Utóbbi kettő eredményét fenntartásokkal kell értékelni, mivel a két, jobb minőségű termést adó évjáratból származnak.

19. táblázat: Az alveográfus G értékek alakulása (Karcag, 2002-2005)

Fajta	Alveográfus G érték (ml)				Átlag	Szórás	RI %
	2002	2003	2004	2005			
Jubilejnaja 50	22,2	13,9	26,9	21,2	21,1	5,4	61,7
MV Magdaléna	17,4	9,5	22,1	25,6	18,7	7,0	86,3
MV Magvas	19,2	15,0	20,5	23,6	19,6	3,6	43,9
Ludwig	22,5	16,1	25,3	29,4	23,3	5,6	61,3
GK Kalász	21,9	16,3	23,3	27,4	22,2	4,6	50,0
MV Csárdás	15,5	11,2	23,6	28,2	19,6	7,7	86,7
GK Petur	23,5	22,9	33,9	30,6	27,7	5,4	39,7
MV Verbunkos	15,4	9,3	22,6	27,2	18,6	7,9	96,2
GK Garaboly	-	6,5	29,7	33,2	23,1	14,5	100,3
Lupus	-	8,8	30,1	27,8	22,2	11,7	95,8
MV Palotás	23,5	8,5	-	-	16,0	10,6	-
GK Attila	23,3	17,7	30,4	30,7	25,5	6,2	50,9
MV Emese	-	10,5	25,9	26,2	20,9	9,0	75,2
KG Kunhalom	-	-	28,0	35,2	31,6	5,1	-
Alex	-	-	27,2	29,2	28,2	1,4	-
Átlag	20,4	12,8	26,4	28,3			
Szórás	3,3	4,7	3,8	3,6			

Az előző táblázatokban bemutatott eredményekhez hasonlóan, a G érték esetében is megfigyelhető, hogy a fajták átlagában vett 2004-es és 2005-ös értékek mögött elmaradnak az első két év eredményei.

A többi alveográfus praméterhez viszonyítva a G érték fajtánkénti relatív intervallumai a legkisebbek, hiszen csak a GK Garaboly esetén találunk 100%-nál magasabb értéket. A legkedvezőbb relatív intervallum-értékkel a GK Petur rendelkezik. Annál is inkább értékes ez az eredmény, ha megnézzük, hogy mindezt a legmagasabb G érték mellett érte el a búzafajta.

4. 2. 5. Az alveográfus W értékek alakulása

A legfontosabb alveográfus paraméter a befektetett munka energiáját, vagy másképp kifejezve a minta deformációjához szükséges energiát kifejező W érték ($\times 10^{-4}$ J), mely a cm^2 -ben kifejezett görbe alatti planimetrált területből számolt érték.

A hagyományos kenyér készítéséhez az angol szabványok 210, a belga szabványok 160-240, a portugál szabványok 120-170, a spanyol szabványok pedig $180-200 \times 10^{-4}$ J W értékkel rendelkező lisztek felhasználást írják elő. A francia nyelvterületen a különböző termékekre alkalmazott határértékeket (7. melléklet) a szemléletesség kedvéért egy skálába rendezve, a következő táblázatot kapjuk:

Alveográfus W érték ($\times 10^{-4}$ J)	Termék
80-120	Tészta
120-160	Száraz keksz
160-200	Hagyományos kenyér
200-240	Teflon kenyér
240-280	Croissant és briós
280-320	Zsemle
320-360	Hamburger típusú zsemle

A határértékek alapján, a leggyengébb alveográfus minőséggel rendelkező lisztekből tészták készíthetők, mely kategóriától - a GK Garaboly kivételével - minden vizsgált fajta magasabb átlagértéket ért el (20. táblázat). Kekszgyártásra alkalmas céllisztet az MV Magdaléna, az MV Verbunkos és az MV Palotás terméséből lehetett kiörölni. Hagyományos kenyér készítésére a Jubilejnaja 50, az MV Csárdás, a GK Attila és az MV Emese lisztjét találtam alkalmasnak. A teflon kenyér gyártására alkalmas, jobb minőségű termést az MV Magvas, a Ludwig és a GK Petur őszi búzafajtáktól lehetett betakarítani. Tradicionális francia croissant, illetve brióst a GK Kalász, a Lupus és a KG Kunhalom őszi búzafajták lisztjéből lehetne sütni. Hagyományos zsemle gyártására közvetlenül egyik fajtát sem találtam alkalmasnak, míg végül megállapítottam, hogy a legfelső minőségi kategóriába (hamburger típusú zsemle) csak az Alex őszi búzafajta

sorolható be. Ismét hozzáteszem azonban, hogy e fajta átlageredménye mindössze két év adatából tevődik össze (a mindössze két évben termesztett fajtákat külön csoportosítva, a táblázat alsó részében tüntettem fel).

20. táblázat: Az alveográfus *W* értékek alakulása (Karcag, 2002-2005)

Fajta	Alveográfus <i>W</i> érték ($\times 10^{-4}$ J)				Átlag	Szórás	RI %
	2002	2003	2004	2005			
<i>Lupus</i>	-	17	342	420	260	214	155
<i>GK Kalász</i>	307	57	225	403	248	147	143
<i>Ludwig</i>	258	32	276	324	223	130	131
<i>GK Petur</i>	207	58	267	353	221	124	133
<i>MV Magvas</i>	229	65	201	340	209	113	132
<i>Jubilejnaja 50</i>	251	31	204	310	199	120	140
<i>GK Attila</i>	223	53	180	332	197	115	126
<i>MV Emese</i>	-	25	223	329	192	154	158
<i>MV Csárdás</i>	153	28	187	350	180	133	179
<i>MV Verbunkos</i>	182	17	146	269	154	105	164
<i>MV Magdaléna</i>	147	24	133	193	124	72	136
<i>GK Garaboly</i>	-	5	144	169	106	88	155
<i>Alex</i>	-	-	289	352	321	45	-
<i>KG Kunhalom</i>	-	-	203	310	257	76	-
<i>MV Palotás</i>	250	11	-	-	131	169	-
Átlag	221	33	216	318			
Szórás	50	20	60	69			

Az egyes fajtáknak az évjárat hatásokkal szembeni toleranciáját, illetve a klimatikus stresszhelyzetekhez való alkalmazkodását mutató relatív intervallum-értékek minden vizsgált fajta esetében 100% fölött vannak, ami az eredmények rendkívül nagymértékű ingadozására utal. 126%-os értékével legstabilabbnak a GK Attila őszi búzafajta tekinthető, míg az MV Csárdás relatív intervallum-értéke a legkedvezőtlenebb.

A 20. táblázat eredményeit általában tekintve megfigyelhető, hogy az egyes fajták és a fajták átlagában kiszámolt eredmények évek közötti ingadozása meglehetősen nagy. Rendkívül rossz, alig értékelhető minőséget hozott a 2003-as év, míg 2005-ben kimagasló minőségű termést sikerült betakarítani. Az adatok alapján a 2002-es és 2004-es év átlagosnak tekinthető.

További vizsgálatokra lenne szükség annak kiderítésére, hogy mi az oka a két alacsony csapadékú tenyészidőszak (2001/2002 és 2002/2003) közötti nagy eltérésnek. Egyrészt valószínűsíthető, hogy a talaj nedvességtartalékai a 2001/2002-es évjáratban, az akkori

csapadékhiány miatt kimerültek. Másrészt a meteorológiai adatokat tekintve (5. melléklet és 6. melléklet) az is valószínűnek látszik, hogy 2003-ban, az átlagosnál jóval fagyosabb február és a rendkívül hűvös március - a talaj lassú felmelegedése miatt - nem tette lehetővé a búza gyors tavaszi fejlődését, illetve megerősödését, valamint a május-júniusi (szemfejlődési és szemtelítődési) időszakban lehullott, az átlagos érték közel felével egyenlő csapadékmennyiség akadályozta a fehérje beépülését, a fehérjemolekulák normális szintézisét a szemben. Ezt támasztja alá az is, hogy ebben az évben kialakult egy feltűnően magas fehérjetartalom (a fajták átlagában: 17,7%, szá.-ra vonatkoztatva), valamint egy szintén nagyon magas nedves siker – tartalom (a fajták átlagában: 42,55%), de a sütőipari minőségre, vagyis a sikérváz megfelelő kiépülésére utaló paraméterek extrémén alacsonyak maradtak: a valorigráfos értékszám a fajták átlagában csak 16,4 lett (8. melléklet), az alveográfus W érték pedig csak $33 \times 10^{-4} \text{J}$.

A 20. táblázat fajtasorrendjét az évek átlagában számított alveográfus W értékek csökkenő sorrendjében állítottam össze. Az osztályozáshoz a francia előírásokat vettem figyelembe, melyek szerint a W-érték $250 \times 10^{-4} \text{J}$ felett a kiváló, 160 és $250 \times 10^{-4} \text{J}$ között az I. osztályú, 120 és $160 \times 10^{-4} \text{J}$ között pedig a II. osztályú reológiai minőségi csoportnak felel meg (LÁNG és BEDŐ, 2003). Ennek megfelelően kiváló kategóriába sorolható a Lupus őszi búzafajta, mely a vizsgált évek átlagában $260 \times 10^{-4} \text{J}$ W értéket ért el. A vizsgált fajták nagy része az I. osztályú reológiai minőségi csoportba tartozik, alveográfus W értékeik alapján a következő sorrendben: GK Kalász, Ludwig, GK Petur, MV Magvas, Jubilejnaja 50, GK Attila, MV Emese, MV Csárdás. A II. osztályú reológiai minőségi csoportba mindössze két őszi búzafajtát, az MV Verbunkost és az MV Magdalénát tudtam besorolni. A sort a GK Garaboly őszi búzafajta zárja, mely $106 \times 10^{-4} \text{J}$ W értékével a legalsó francia minőségi csoport határértékét sem érte el.

4. 2. 6. A vizsgált őszi búzafajták osztályozása alveográfus minőségük alapján

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 búzafajtára 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	$0,7-0,8$	$0,5-0,7$	$0,4-0,5$	$0,4 >$ vagy $0,8 <$

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 pontszámokat a 21. táblázat és a 22. táblázat mutatják be.

21. táblázat: A fajták alveográfus P/L értéke alapján elért pontszámaik

Fajta	Alveográfus P/L érték								Átlag
	2002	Pont	2003	Pont	2004	Pont	2005	Pont	
<i>Jubilejnaja 50</i>	0,76	3	0,74	3	0,35	0	1,05	0	1,50
<i>MV Magdaléna</i>	1,34	0	2,17	0	0,58	2	0,47	1	0,75
<i>MV Magvas</i>	1,25	0	1,19	0	0,95	0	0,86	0	0,00
<i>Ludwig</i>	0,72	3	0,45	1	0,52	2	0,35	0	1,50
<i>GK Kalász</i>	0,97	0	0,79	3	0,65	2	0,55	2	1,75
<i>MV Csárdás</i>	1,95	0	1,55	0	0,62	2	0,54	2	1,00
<i>GK Petur</i>	0,55	2	0,28	0	0,20	0	0,32	0	0,50
<i>MV Verbunkos</i>	2,33	0	1,78	0	0,56	2	0,48	1	0,75
<i>GK Garaboly</i>	-	-	1,20	0	0,21	0	0,17	0	0,00
<i>Lupus</i>	-	-	1,17	0	0,34	0	0,50	2	0,66
<i>GK Attila</i>	0,76	3	0,74	3	0,35	0	1,05	0	1,50
<i>MV Emese</i>	-	-	1,43	0	0,43	1	0,53	2	1,00

22. táblázat: A fajták alveográfus W értéke alapján elért pontszámaik

Fajta	Alveográfus W érték ($\times 10^{-4}J$)								Átlag
	2002	Pont	2003	Pont	2004	Pont	2005	Pont	
<i>Jubilejnaja 50</i>	251	6	31	0	204	4	310	6	4,00
<i>MV Magdaléna</i>	147	2	24	0	133	2	193	4	2,00
<i>MV Magvas</i>	229	4	65	0	201	4	340	6	3,50
<i>Ludwig</i>	258	6	32	0	276	6	324	6	4,50
<i>GK Kalász</i>	307	6	57	0	225	4	403	6	4,00
<i>MV Csárdás</i>	153	2	28	0	187	4	350	6	3,00
<i>GK Petur</i>	207	4	58	0	267	6	353	6	4,00
<i>MV Verbunkos</i>	182	4	17	0	146	2	269	6	3,00
<i>GK Garaboly</i>	-	-	5	0	144	2	169	4	2,00
<i>Lupus</i>	-	-	17	0	342	6	420	6	4,00
<i>GK Attila</i>	223	4	53	0	180	4	332	6	3,50
<i>MV Emese</i>	-	-	25	0	223	4	329	6	3,33

A fajtasorrendet az alábbi, 23. táblázat mutatom be.

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

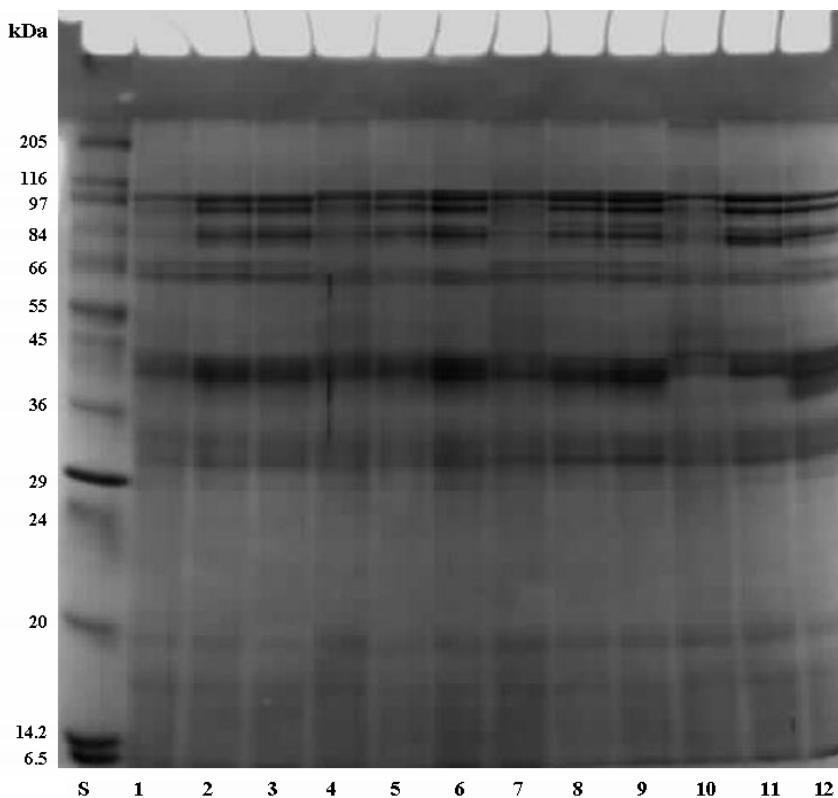
Fajta	Alveográfus W érték pontszáma	Alveográfus P/L érték pontszáma	Összpontszám
Ludwig	4,50	1,50	6,00
GK Kalász	4,00	1,75	5,75
Jubilejnaja 50	4,00	1,50	5,50
GK Attila	3,50	1,50	5,00
Lupus	4,00	0,66	4,66
GK Petur	4,00	0,50	4,50
MV Emese	3,33	1,00	4,33
MV Csárdás	3,00	1,00	4,00
MV Verbunkos	3,00	0,75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

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 MG 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.

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

4. 3. 1. A gél-elektroforézis eredményeinek értékelése

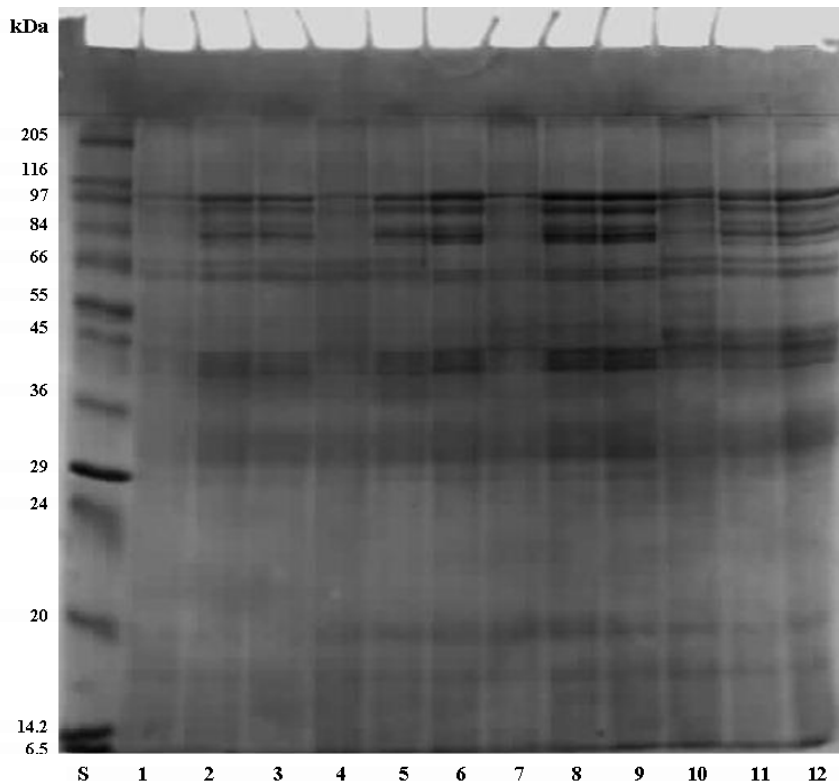
Az előzőekben bemutatott alveográfus részparaméterek évek közötti nagymértékű ingadozása megkívánja, hogy a különbségeket ne csak a klimatikus tényezők elemzésével közvetve, hanem a lisztminták fehérje-összetételének vizsgálatával, közvetlen módon is próbáljam magyarázni. Ennek érdekében az Osborne-féle fehérjefrakcionálási eljárás szerint a nyolc kiválasztott búzafajta lisztmintáiból kivontam a sikéralkotók közül a glutenin fehérjét, majd SDS-PAGE módszerrel elvégeztem ezek molekulatömeg szerinti elválasztását. Választásom azért a gluteninre esett, mert a búza minőségének alakításában a HMW-glutenineknek tulajdonítják a legnagyobb szerepet (Lásd: Irodalmi áttekintés című fejezet). Az SDS-PAGE módszer eredményeképpen kapott gélekről készült felvételeket a 10. ábra és a 11. ábra mutatják.



10. ábra: A Jubilejnaja 50, MV Magvas, GK Kalász és az MV Csárdás őszi búza fajták gluteninjeinek SDS-PAGE elektroforetogramja

S: standard kalibrációs kit (molekulatömegek: 205 kDa, 116 kDa, 97 kDa, 84 kDa, 66 kDa, 55 kDa, 45 kDa, 36 kDa, 29 kDa, 24 kDa, 20 kDa, 14,2 kDa, 6,5 kDa; SIGMA-ALDRICH);

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. Jubilejnaja 50, 2003; | 2. Jubilejnaja 50, 2004; | 3. Jubilejnaja 50, 2005; |
| 4. MV Magvas, 2003; | 5. MV Magvas, 2004; | 6. MV Magvas, 2005; |
| 7. GK Kalász, 2003; | 8. GK Kalász, 2004; | 9. GK Kalász, 2005; |
| 10. MV Csárdás, 2003; | 11. MV Csárdás, 2004; | 12. MV Csárdás, 2005; |

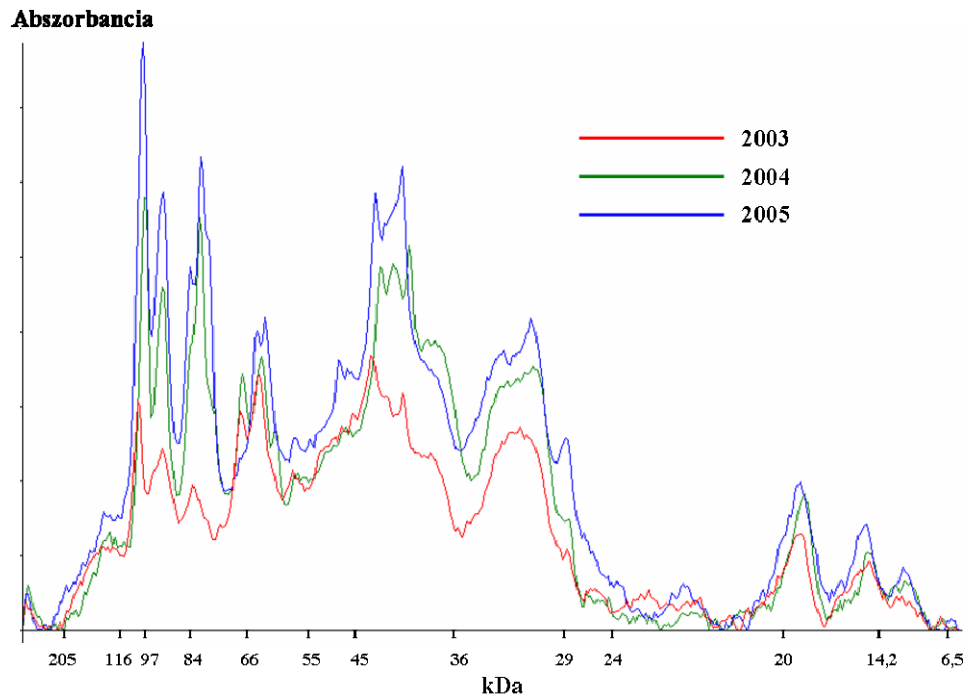


11. ábra: Az MV Emese, Lupus, Mv Verbunkos és a GK Attila őszi búza fajták gluteninjeinek SDS-PAGE elektroforetogramja

S: standard kalibrációs kit (molekulatömegek: 205 kDa, 116 kDa, 97 kDa, 84 kDa, 66 kDa, 55 kDa, 45 kDa, 36 kDa, 29 kDa, 24 kDa, 20 kDa, 14,2 kDa, 6,5 kDa; SIGMA-ALDRICH);

- | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| <i>1. MV Emese, 2003;</i> | <i>2. MV Emese, 2004;</i> | <i>3. MV Emese 2005;</i> |
| <i>4. Lupus, 2003;</i> | <i>5. Lupus, 2004;</i> | <i>6. Lupus 2005;</i> |
| <i>7. MV Verbunkos, 2003;</i> | <i>8. MV Verbunkos, 2004;</i> | <i>9. MV Verbunkos 2005;</i> |
| <i>10. GK Attila, 2003;</i> | <i>11. GK Attila, 2004;</i> | <i>12. GK Attila 2005;</i> |

A fehérjefuttatás alkalmával a gélsávok első helyén foglalt helyet az S betűvel jelzett molekulatömeg-standard, majd egymás mellé kerültek az egyes fajták glutenin-frakcióinak évenkénti mintái, az évek közötti különbségek eredményesebb vizsgálatának érdekében. A géleken kapott, különböző tömegű fehérjemolekulákból álló, glutenin-alegységek számszerű kiértékelésére egy speciális szoftvert alkalmaztam, mellyel először az egyes sávok elektroferogramját készítettem el. Példaként az alveográfus W értékek tekintetében a legjobb alveográfus minőséget mutató Lupus őszi búzafajta elektroferogramját ábrázoltam (12. ábra).



12. ábra: A Lupus őszi búzafajta elektroferogramja 2003-2005

Az évjáratok közötti különbségek szemmel is jól láthatók, így például az, hogy 2003-ban a 30-50 kDa és 70-100 kDa tartományokba eső glutenin alegységek a másik két évhez viszonyítva, kisebb mennyiségben szintetizálódtak. E megállapítások ellenére természetesen elengedhetetlen az egyes glutenin-frakciók mennyiségének számszerű meghatározása is. Ezen értékek százalékban való kifejezésével nagy mennyiségű adatot kaptam, amelyeknek további feldolgozásában a szakirodalmi forrásokra támaszkodtam.

4. 3. 2. Őszi búzafajták glutenin-frakcióinak molekulatömeg szerinti elemzése

Az Irodalmi áttekintés című fejezetben részletesen szó esett arról, hogy a nemzetközi szakirodalomban a búza glutenin-fehérjéit molekulatömegük alapján, négy csoportba sorolják (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). A vizsgált őszi búzafajták glutenin-frakcióinak elemzése során, először az imént említett csoportosítás alkalmazásával elemeztem a gél-elektroforézissel kapott eredményeket.

Az alveográfus és valorigráfus (38. táblázat) mutatók változásaihoz hasonlóan, a fehérjefrakciók évenkénti alakulása is nagy ingadozásokat mutat (24. táblázat és 25. táblázat). Az egyes fajták fehérjefrakcióinak évenkénti összege nem 100%, melynek az oka, hogy a szakirodalmi besorolás a 30 kDa molekulatömeg alatti polipeptideket és kis méretű fehérjéket, valamint a 60-80 kDa közé eső fehérjéket nem veszi figyelembe.

A legkisebb molekulatömegű tartomány (LMW C-csoport) vizsgálata során azt találtam, hogy annak mennyisége fajtától függően 20,10% és 46,68% között változott. E frakció mennyisége a Jubilejnaja 50 és az MV Verbunkos fajták esetében 2003-ban volt a legmagasabb. Az MV Emese őszi búzafajtát tekintve 2004-ben, míg további öt őszi búzafajta (MV Magvas, GK Kalász, MV Csárdás, Lupus és GK Attila) esetében a 30-40 kDa molekulatömegű frakciót 2005-ben találtam a legmagasabbnak. Az alacsony molekulatömegű glutenin-frakciók közül az LMW B-csoport mennyisége 2,99% és 15,02% között változik. Itt szintén jól megfigyelhető az egyes fajták értékei közötti és a fajtáknak az évek közötti nagymértékű eltérései. Az LMW D-csoport értékei 1,03% és 17,27% közötti értékeket vettek fel, míg a HMW gluteninek mennyisége 5,39% és 32,68% között változott.

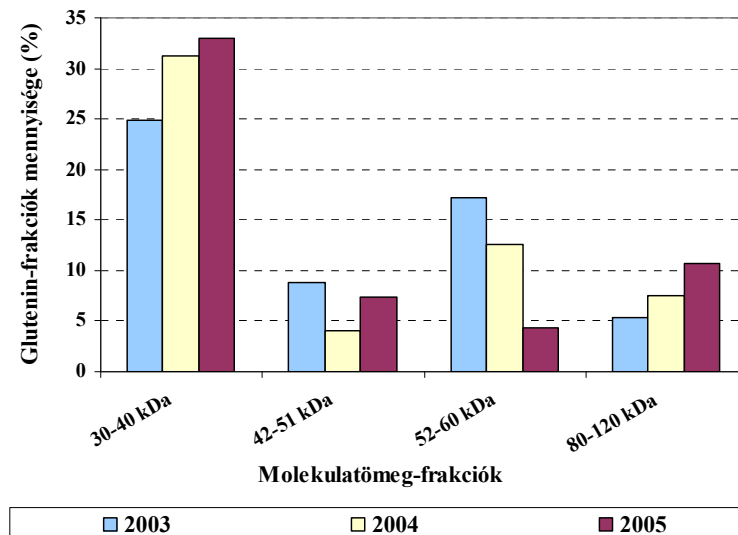
24. táblázat: A Jubilejnaja 50, az MV Magvas, a GK Kalász és az MV Csárdás őszi búzafajták glutenin-frakcióinak a szakirodalmi csoportosítás szerinti megoszlása

Molekula- tömeg (kDa)	Glutenin frakciók mennyisége (%)											
	Jubilejnaja 50			MV Magvas			GK Kalász			MV Csárdás		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
LMW C-csoport: 30-40	46,68	40,23	33,83	27,74	33,80	36,49	33,82	41,54	44,35	21,76	35,87	45,33
LMW B-csoport: 42-51	10,83	11,94	9,34	13,47	13,45	14,71	11,48	11,04	10,65	15,02	13,35	14,72
LMW D-csoport: 52-60	5,14	5,16	2,61	7,05	5,08	1,03	4,33	3,55	3,12	6,63	1,06	2,03
HMW A-csoport: 80-120	18,16	25,04	32,68	27,65	25,67	24,94	25,26	26,56	25,01	26,95	19,64	23,68

25. táblázat: Az MV Emese, a Lupus, a Verbunkos és a GK Attila őszi búzafajták glutenin-frakcióinak a szakirodalmi csoportosítás szerinti megoszlása

Molekula- tömeg (kDa)	Glutenin frakciók mennyisége (%)											
	MV Emese			Lupus			MV Verbunkos			GK Attila		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
LMW C-csoport: 30-40	33,53	35,24	20,10	24,95	31,20	33,01	26,82	24,90	21,36	23,06	27,68	32,86
LMW B-csoport: 42-51	3,86	5,58	2,99	8,83	4,10	7,44	8,39	8,97	8,75	9,77	5,65	8,97
LMW D-csoport: 52-60	10,73	12,65	15,62	17,27	12,60	4,32	10,17	8,50	5,37	10,62	9,62	10,72
HMW A-csoport: 80-120	15,35	10,17	8,11	5,39	7,53	10,73	10,35	9,81	8,34	8,19	8,74	11,20

A két táblázat adataiból jól látható, hogy ha a fajtákat egyenként vizsgáljuk, az évek sorrendje mindegyik molekulatömeg-csoportban eltérő. E megállapítás szemléletesebbé tételének érdekében példaként, a Lupus őszi búzafajta glutenin-frakcióinak megoszlását a 13. ábra segítségével mutatom be.



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

4. 3. 3. A glutenin-frakciók mennyisége és a reológiai tulajdonságok közötti összefüggések vizsgálata

A reológiai tulajdonságokat jellemző valorigráfos és alveográfos értékeknek, valamint az egyes glutenin-frakciók mennyiségének az előzőekben bemutatott jól megfigyelhető ingadozása indokolta, hogy korrelációanalízissel vizsgáljam, van-e statisztikailag is igazolható kapcsolat a sütőipari minőség és az egyes glutenin-frakciók mennyisége között. A másik oka vizsgálataimnak, hogy viszonylag kevés szakirodalmi adat áll rendelkezésre a gluteninek hatásairól az alveográfos mutatókra. Az összefüggésvizsgálatokat a fajták átlagában végeztem el, hiszen a fajtánként elvégzendő számításokhoz mindössze három adatpár állt volna rendelkezésemre, ami nem biztosított volna statisztikailag helytálló eredményt.

A kapott eredményeket a korrelációs mátrix nagy mérete miatt megbontottam és két táblázatban tüntettem fel. A 26. táblázat átló feletti értékei a három év átlagát, míg a táblázat átló alatti értékei az egyes években (sorrendben 2003, 2004 és 2005) fennálló korrelációs koefficiens értékeket jelentik. Jelen értékelésemnek nem témája az egyes fehérje-frakciók egymás közötti és szintén nem témája a valorigráfos mutatószámok egymás közötti korrelációjának vizsgálata, ezért ezen értékeket itt figyelmen kívül hagytam. Az évek átlagában a különböző molekulatömegű glutenin-frakciók és a

valorigráfós részparaméterek között nem találtam statisztikailag igazolható összefüggést. A LMW-gluteninek C-csoportja 2003-ban igen szoros pozitív kapcsolatban állt a tézstabilitási 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, mely kapcsolat P=1% szinten szignifikáns. Látható tehát, hogy néhány esetben mindössze a tézsta stabilitási idejét befolyásolták a különböző glutenin-frakciók mennyiségeinek változásai, de a korrelációs koefficiensek évenkénti eltérései miatt ebből messzemenő következtetés nem vonható le.

26. táblázat: A Pearson-féle korrelációanalízis *r* értékeinek alakulása a valorigráfós részparaméterek és az egyes glutenin-frakciók mennyisége között

	C	B	D	A	Vf.	VÉ	Kial.	Stab.	Ellá.
C	1	0,32	-0,58**	0,51*	-0,25	0,24	-0,04	0,21	-0,22
B	-0,20	1	-0,71**	0,72**	0,23	-0,15	-0,32	0,03	0,10
	0,48								
	0,72*								
D	-0,46	-0,52	1	-0,74**	-0,27	-0,20	0,20	-0,02	0,24
	-0,51	-0,93**							
	-0,67	-0,88**							
A	0,16	0,65	-0,81*	1	0,03	0,04	-0,24	0,13	-0,07
	0,77*	0,87**	-0,82*						
	0,69	0,67	-0,70						
Vf.	-0,63	0,27	-0,21	0,20	1	-0,14	0,04	-0,51*	0,04
	-0,55	-0,01	-0,16	-0,37					
	0,26	0,54	-0,28	0,17					
VÉ.	0,16	0,41	-0,59	0,47	0,08	1	0,48*	0,58**	-0,98**
	0,24	-0,38	0,47	0,02	-0,70				
	-0,41	-0,31	0,15	-0,16	-0,79*				
Kial.	-0,31	0,18	-0,24	0,23	0,42	0,82*	1	0,06	-0,39
	-0,23	-0,69	0,57	-0,49	0,03	0,64			
	-0,03	0,26	-0,09	-0,06	0,87**	-0,66			
Stab.	0,83*	0,02	-0,53	0,19	-0,58	0,39	-0,08	1	-0,52**
	0,42	0,40	-0,13	0,54	-0,78*	0,37	-0,44		
	-0,64	-0,81*	0,92**	-0,61	-0,25	0,19	0,07		
Ellá.	0,30	-0,65	0,40	-0,51	-0,43	-0,77*	-0,80*	0,14	1
	-0,36	0,33	-0,39	-0,12	0,76*	-0,97**	-0,53	-0,44	
	0,07	0,03	0,14	-0,01	0,70	-0,82*	0,83*	0,27	

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

C=LMW-gluteninek C-csoport, B= LMW-gluteninek B-csoport, D=LMW-gluteninek D-csoport, A=HMW-gluteninek.

Vf=vízfelvevő-képesség (%), VÉ=valorigráfós sütőipari értékszám (BU, valorigráfós egység),

Kial=tészta kialakulási idő (sec), Stab=tézstabilitási idő (sec), Ellá=tésztaellágyulás mértéke (BU, valorigráfós egység).

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 (27. táblázat).

Az adatpárok évenkénti kapcsolatrendszerét tanulmányozva megállapítható, hogy 2003-ban és 2005-ben az A-csoportba (80-120 kDa) tartozó glutenin frakciók mennyisége és alveográfus P értékek alakulása között szoros, pozitív összefüggés állt fenn, mely állítás 2003-ban P=5%, 2005-ben pedig P=1% szignifikancia szinten igazolt. Ezen kívül a B-csoport (42-51 kDa) mennyiségének növekedése 2004-ben statisztikailag igazolhatóan csökkentette az alveográfus L és a G értékeket, mely összefüggések a mezőgazdasági kutatásokban elfogadott P=5% szinten szignifikánsak.

27. táblázat: A Pearson-féle korrelációanalízis r értékeinek alakulása az alveográfus részparaméterek és az egyes glutenin-frakciók mennyisége között

	C	B	D	A	P	L	P/L	G	W
C	1	0,32	-0,58**	0,51*	0,29	0,19	-0,23	0,22	0,29
B	-0,20	1	-0,71**	0,72**	0,21	-0,28	0,25	-0,21	-0,14
	0,48								
	0,72*								
D	-0,46	-0,52	1	-0,74**	-0,56**	-0,11	0,06	-0,19	-0,29
	-0,51	-0,93**							
	-0,67	-0,88**							
A	0,16	0,65	-0,81*	1	0,40	-0,19	0,26	-0,11	0,05
	0,77*	0,87**	-0,82*						
	0,69	0,67	-0,70						
P	-0,14	0,54	-0,65	0,75*	1	0,59**	-0,37	0,66**	0,86**
	0,34	0,58	-0,48	0,56					
	0,51	0,70	-0,73*	0,88**					
L	0,10	0,33	-0,50	0,26	0,63	1	-0,86**	0,99**	0,84**
	-0,22	-0,76*	0,59	-0,60	-0,74*				
	0,06	-0,26	0,37	-0,63	-0,81*				
P/L	-0,38	-0,14	0,22	0,03	-0,14	-0,81*	1	-0,88**	-0,62**
	0,20	0,71*	-0,55	0,62	0,91**	-0,91**			
	0,15	0,40	-0,50	0,78*	0,89**	-0,96**			
G	0,15	0,36	-0,56	0,33	0,66	0,99**	-0,80*	1	0,86**
	-0,19	-0,76*	0,59	-0,59	-0,76*	0,99**	-0,92		
	0,06	-0,25	0,36	-0,63	-0,80*	0,99**	-0,97**		
W	-0,01	0,46	-0,52	0,53	0,86**	0,88**	-0,58	0,89**	1
	0,20	-0,48	0,43	-0,20	0,13	0,49	-0,24	0,49	
	0,57	0,09	-0,20	0,10	0,13	0,24	-0,18	0,26	

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

C=LMW-gluteninek C-csoport, B= LMW-gluteninek B-csoport, D=LMW-gluteninek D-csoport, A=HMW-gluteninek.

P (mm), L (mm), P/L, G (ml), W ($\times 10^{-4}$ J)=alveográfus részparaméterek.

4. 3. 4. Őszi búzafajták glutenin-frakcióinak alegységek szerinti vizsgálata

Annak érdekében, hogy a glutenin-frakciók mennyisége és a reológiai tulajdonságok közötti kapcsolatrendszerrel pontosabb megállapításokat tehessek, az SDS-PAGE módszer segítségével kapott eredményeknek a szakirodalmi felosztás alapján való elemzésén túlmenően, kiemelkedően fontosnak tartottam a gluteninek mennyiségének alegységenként történő vizsgálatát.

Az Irodalmi áttekintés című fejezetben bemutatott, PAYNE (1987) által készített besorolás csak a HMW-gluteninek nevezékτανára terjed ki, így a vizsgálataim során futtatott géleken látható glutenin-alegységeket analóg módon, a minták mellett futtatott molekulatömeg-standard segítségével, molekulatömegük alapján értékelttem ki.

A Jubilejnaja 50, az Mv Magvas, a GK Kalász és az MV Csárdás őszi búzafajták gluteninjainak alegységenkénti eredményeit a 28. táblázat, míg az MV Emese, a Lupus, az MV Verbunkos és a GK Attila őszi búzafajták hasonló adatait a 29. táblázat tartalmazza.

28. táblázat: A Jubilejnaja 50, az MV Magvas, a GK Kalász és az MV Csárdás őszi búzafajták glutenin-frakcióinak alegységek szerinti felbontása

Molekula- tömeg (kDa)	Glutenin alegységek mennyisége (%)											
	Jubilejnaja 50			MV Magvas			GK Kalász			MV Csárdás		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
124-132		0,73	1,86	1,78	1,24	1,21			0,74	2,09	0,68	1,32
116-119							2,74	1,94		0,83	0,57	
96-100	6,49	8,88	8,89	8,60	9,32	5,06	8,75	9,27	9,57	9,64	7,90	5,92
90-94	6,47	8,07	8,27	8,78	8,62	9,20	8,67	6,89	7,10	11,05	8,23	6,82
85-87							1,89	2,32	2,61			
80-84	5,19	8,09	15,52	10,27	11,87	10,68	3,20	6,15	5,73	5,42	2,94	10,94
74-79				1,87		4,00	2,77	3,11	2,26	3,80	8,96	
66	4,63	4,39	3,98				3,91	3,52	3,36	1,44		2,98
63-64	7,83	9,76	10,29	10,26	8,51	11,56	7,26	4,73	4,88	7,10	5,14	5,79
60-61							1,04	1,49	2,32	5,24	3,20	
57-58	2,31	3,16	2,61	2,94	2,30	1,03	3,30	2,06	0,80	2,06	1,06	2,03
54-55				1,39								
51-52	2,83	2,00		2,72	2,78	2,39	1,36	1,84	1,88	4,57	1,72	1,96
47-49	4,33	2,36	3,38	6,06	2,87	3,21		1,69	2,86	5,79	4,28	2,26
45							2,93	1,72			1,95	
42-43	6,49	7,59	5,96	11,75	10,58	9,12	7,18	5,78	5,91	9,23	7,12	10,50
39-40	26,17	19,51	20,99	14,35	26,16	27,20	12,65	25,11	27,17	7,55	12,42	20,23
37										1,19	4,16	
32-33	10,29	12,45	6,64	6,42	4,24	2,17	7,88	7,63	7,36	5,05	12,45	22,59
31	10,22	8,26	6,20	6,96	3,41	7,12	13,29	8,81	9,81	7,96	6,84	

A fajtánként történő elemzéskor ki kell emelni az adatok közül azokat az alegységeket, melyek valamelyik évben nem szintetizálódtak, illetve átalakultak vagy esetleg valamilyen ökológiai tényező hatására lebomlottak az érés során.

A Jubilejnaja 50 őszi búzafajta esetében a 124-132 kDa molekulatömegű alegység jelenlétét 2003-ban nem tudtam kimutatni, míg a másik két évben – kis mennyiségben bár, de – megfigyelhető e fehérjefrakció előfordulása. Emellett az 51-52 kDa molekulatömeggel jelzett frakció hiánya figyelhető meg 2005-ben. Az MV Magvas őszi búzafajta lisztjéből 2004-ben hiányoztak a 74-79 kDa molekulatömegű fehérjék, míg 2003-ban egy 54-55 kDa molekulatömegű sáv jelent meg. A GK Kalász fajta adatsorára tekintve kitűnik, hogy a 116-119 kDa molekulatömegű alegység 2005-ben hiányzik, vagy klimatikus hatásoknak köszönhetően átalakulhatott és a legnagyobb molekulatömegű tartományban jelent meg. Hasonló átalakulások valószínűsíthetők a 45 kDa és a 47-49 kDa molekulatömegű tartományok között is. Az MV Csárdás őszi búzafajta esetében 2004-ben a 66 kDa, míg 2005-ben a 116-119 kDa, a 74-79 kDa, a 60-61 kDa és a 31 kDa tömegű frakciók hiányát jegyeztem fel. A legkisebb molekulatömegű régiókban pedig ismét csak az egyes alegységek egymásba való átalakulása feltételezhető.

Az MV Emese lisztjéből 2003-ban nem tudtam kimutatni a 102-103 kDa, a 69 kDa és a 60-61 kDa tömegű frakciókat. Százalékos mennyisége alapján valószínűsíthető, hogy a 2004-2005-ös években a 63-64 kDa tömegű tartományban detektált alegység 2003-ban a 66 kDa tömegű régióban jelent meg. Kiemelném, hogy 2003-ban egy 8,34 % mennyiségű, 39-40 kDa molekulatömegű alegységet mutattam ki, amely – ugyancsak a százalékos mennyiségből következően – 2004-ben és 2005-ben két különböző alegységre vált szét. Feltételezhető, hogy ennek magyarázata a 2003-ban bekövetkezett súlyos aszály által okozott stresszhatások között is kereshető, melyek 2003-ban drasztikus csökkenést okoztak az egyes őszi búzafajták sütőipari minőségében. Jó példa erre tehát az MV Emese, hiszen a fajta az aszályal sújtott 2003-ban C2-es takarmány, az átlagosnak mondható 2004-ben A2-es javító, míg a csapadékos 2005-ben B1-es malmi minőséget ért el. Alveográfus minősége szintén hasonló képet mutat, melyet a következő adatok szemléltetnek: a fajta alveográfus W értéke 2003-ban 25, 2004-ben 223, míg 2005-ben $329 \times 10^{-4}J$ volt. Áttérve a Lupus őszi búzafajta gluteninjeinek jellemzésére elmondható, hogy a 60-61 és 63-64 kDa tömegű glutenin-alegységek 2003-ban egyáltalán nem szintetizálódtak, továbbá a 42-43 kDa tömegű tartományban egy olyan fehérjealegységet találtam, mely a másik két vizsgált évjáratban nem fordult

elő, vagy klimatikus stressztől mentes évben, a szemek egészséges fejlődése során más molekulatömegű fehérjékké alakultak át. Ez, a feltételezett fejlődésbeni rendellenesség oka lehet annak, hogy a Lupus őszi búzafajta sütőipari értékszám 2003-ban mindössze egy 3-as (C2) értéket ért el. Az MV Verbunkos őszi búzafajta esetében 2003-ban egy fehérjefrakció jelenléte emelhető ki, melyek a másik két évben nem fordulnak elő: a 41 kDa molekulatömegű alegység. A GK Attila őszi búzafajta glutenin frakcióinak elemzésekor megállapítottam, hogy 2004-ben a 69 kDa és 42-43 kDa tömegű tartományokban két alegység jelent meg. E mellett látványos az a tény, hogy ezen két frakció fölötti tartományokban 2004-ben nem tudtam fehérjét kimutatni, amely arra utalhat, hogy valamely évjáratí sajátosság miatt a két megjelent alegységbe tartozó fehérjék nem tudtak tovább szintetizálódni az annál nagyobb tömegű tartományokba.

29. táblázat: Az MV Emese, a Lupus, az MV Verbunkos és a GK Attila őszi búzafajták glutenin-frakcióinak alegységek szerinti felbontása

Molekula- tömeg (kDa)	Glutenin alegységek mennyisége (%)											
	MV Emese			Lupus			MV Verbunkos			GK Attila		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
102-103		0,74	0,69	0,63		1,15	3,45	1,74	1,05			
96-100					1,49					0,79	1,89	0,66
85-87	13,19	9,43	7,42	4,77			6,89			7,40		
80-84					6,04	9,58		8,07	7,29		6,85	10,54
74-79	2,17	5,83	7,56	6,98	6,85	7,37	6,17	8,55	7,12	2,93	5,79	7,35
69		2,47	2,87							1,06		2,21
66	5,15			6,71	4,04	3,31	2,22	3,66	3,58		2,37	
63-64		5,08	6,93		7,99	5,67	5,98	7,29	5,08	7,07	4,46	5,99
60-61		4,47	2,39		2,88	2,95		3,04	4,44		2,38	1,63
54-55	3,49	2,30	5,62	6,15	4,75					4,44	2,85	3,71
51-52	7,23	5,88	10,00	11,12	4,97	9,68	10,17	9,36	9,24	6,18	4,39	7,01
47-49	3,86	3,10		4,41	4,09	2,07	4,72	2,03	2,12	4,34	1,95	2,90
42-43				4,42			3,67	3,04	2,76	5,43		3,06
41		2,48	2,99				1,76				3,70	
39-40	8,34	3,44	4,14	2,24		5,95	5,22	2,66	3,07			
37					2,24					8,45	4,74	7,60
34-35	17,55	7,07	8,58	9,24	9,82	7,62	13,20	8,47	10,96	10,68	7,72	12,44
32-33	7,64	24,72	7,38	7,93	11,84	13,42	6,92	9,37	4,99	3,93	15,21	12,83
31				5,54	7,30	6,02		4,42	2,34			

Az egyes fajták eredményeinek évek szerint történt kiértékeléséből az következik, hogy azonos termőhelyen termesztve, egyenértékű agrotechnika alkalmazása mellett, az őszi búzafajták eltérően reagálnak az évjáratí, azaz klimatikus hatásokra, mely reakciók közötti különbségek kitűnően nyomonkövethetők a glutenin-alegységek fajtánként

megfigyelt változásain keresztül az egyes alegységek eltűnésében, megjelenésében illetve mennyiségük megváltozásában.

Elttekintve az eredmények fajtánként történő bemutatásától, külön kiemelendő az a szembeötlő párhuzam, mely a Lupus, az MV Verbunkos és a GK Attila fajták között vonható annak tekintetében, hogy ezen fajták termésében a 60-61 kDa molekulatömegű glutenin-alegység 2003-ban egyáltalán nem szintetizálódott. Szintén következetes hasonlóság az, hogy 2003-ban mindhárom fajta esetében hiányzik a 80-84 kDa tömegű frakció, illetve azonosság lehet, hogy e frakció a 85-87 kDa-os tartományban jelent meg, mely megállapítás jól követhető a 29. táblázat adatsorában.

Az egyes kiemelt molekulatömeg-frakciók esetében leírt feltételezések bizonyítása véleményem szerint genetikai, biokémiai alapokon lenne eredményes. Kizárólag a reológiai tulajdonságokat determináló gének expresszáldásának vizsgálatával kapnánk pontos magyarázatot arra, hogy a fenti feltételezések valójában helyesek-e.

Az egyes fajtáknál kimutatott és szövegesen külön nem említett, többi glutenin-alegység mennyiségi változásainak évenként történő részletes bemutatásától, illetve elemzésétől eltekintek. A mindhárom évben megjelent alegységek évenként változó mennyiségben, de minden évben kialakultak és SDS-PAGE módszerrel detektálhatók voltak.

4. 3. 5. A glutenin-frakciók alegységeinek mennyisége és a reológiai tulajdonságok közötti összefüggések vizsgálata

A gluteninek és a reológiai tulajdonságok közötti összefüggések részletesebb feltárása érdekében, a glutenin-frakciók szakirodalom szerint felosztott eredményei helyett, a glutenin-alegységek egyenkénti eredményeit felhasználva vizsgáltam azok összefüggéseit a valorigráfos és alveográfos paraméterekkel. Az alábbi táblázatokban (30. táblázat és 31. táblázat) csak azokat az alegységeket tüntettem fel, ahol az adott alegység és valamelyik vizsgált reológiai részparaméter között szignifikáns kapcsolatot találtam.

Megállapítottam, hogy a 34-35 kDa és a 47-49 kDa molekulatömegű glutenin-alegységek egyforma hatást gyakoroltak a valorigráfos paraméterekre, szignifikánsan növelve a térszaellágyulás mértékét és csökkentve a valorigráfos sütőipari értékszámot. Az előbb említett kapcsolatok korrelációs koefficiens értékei szoros összefüggést mutatnak, melyek a 47-49 kDa tartomány esetében $P=1\%$ szinten, míg a 34-35 kDa tartomány esetében $P=5\%$ szinten szignifikánsak. A valorigráffal mért vízfelvevő képesség, mint nagyon fontos sütőipari technológiai paraméter és a 66 kDa

molekulatömegű gluteninek között P=1% szignifikancia szinten igazolt, szoros, negatív kapcsolatot találtam. A 96-100 kDa molekulatömegű glutenin-frakció negatívan befolyásolta a tésztakialakulási idő alakulását, mely összefüggés egy szoros, negatív, P=5% szinten szignifikáns kapcsolat. A 124-132 kDa molekulatömegű alegység szoros, pozitív kapcsolatban van valorigráfos téztaellágyulás mértékével, mely kapcsolat P=5% szinten szignifikáns.

30. táblázat: A Pearson-féle korrelációanalízis *r* értékeinek alakulása a valorigráfos részparaméterek és az egyes glutenin-alegységek mennyisége között

	Glutenin alegységek (kDa)				
	34-35	47-49	66	96-100	124-132
Kialakulási idő (sec)	-0,117	-0,135	-0,055	-0,514*	0,341
Stabilitási idő (sec)	-0,541	-0,336	0,083	0,194	-0,398
Ellágyulás mértéke (BU)	0,655*	0,694**	0,232	0,065	0,692*
Vízfelvevő képesség (%)	0,353	0,099	-0,691**	-0,313	0,330
Sütőipari értékszám (BU)	-0,623*	-0,682**	-0,155	-0,117	-0,635

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

Az alveográfus részparaméterek alakulása és a 32-33 kDa molekulatömegű tartomány között váltakozó előjelű, ám csak közepes erősségű összefüggéseket tudtam igazolni (31. táblázat). A 34-35 kDa molekulatömegű glutenin-alegység a 96-100 és a 90-94 kDa tömegű frakciókhoz hasonló hatást mutat: szoros, pozitív kapcsolatban áll a P/L értékkel. A legfontosabb valorigráfos paramétert, a sütőipari értékszámot negatívan befolyásoló 47-49 kDa molekulatömegű frakció mindegyik alveográfus paraméterrel statisztikailag igazolt kapcsolatban áll. A téztabuboréokra gyakorolt maximális nyomást kifejező P értéken és a nyújthatóságon (L érték) keresztül e frakció szoros, negatív hatást gyakorolt a legfőbb alveográfus mutatószám, a W érték alakulására, mely kapcsolatot P=1% szinten szignifikánsnak találtam. E frakció a P/L értékkel mutatott szoros, pozitív irányú kapcsolatán kívül, a 31. táblázat adatai szerint, minden egyéb alveográfus paraméterrel negatív összefüggésben áll. A 80-84 kDa molekulatömegű alegység az alveográfus P értékekkel mutat szoros, pozitív összefüggést. Igen szoros, pozitív, P=1% szinten szignifikáns kapcsolatot mutattam ki a 90-94 kDa molekulatömegű fehérjefrakció és a P/L értékek alakulása között. A 96-100 kDa-os

tartomány mindössze a P/L értékkel van statisztikailag is igazolt kapcsolatban, mely összefüggés szoros, pozitív irányú. Az L értékek alakulása igen szoros, negatív kapcsolatban áll a 124-132 kDa molekulatömegű gluteninek mennyiségének változásával. E fehérjefrakció hasonló hatást gyakorolt a G értékekre is, viszont pozitív, szintén igen szoros kapcsolatban áll a P/L értékek alakulásával.

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

	Glutenin alegységek (kDa)						
	32-33	34-35	47-49	80-84	90-94	96-100	124-132
P érték (mm)	0,044	-0,405	-0,478*	0,609**	-0,136	0,198	-0,187
L érték (mm)	0,486*	-0,496	-0,691**	0,124	-0,495	-0,493	-0,774*
P/L érték	-0,478*	0,644*	0,667**	0,156	0,762**	0,579*	0,888**
G érték (ml)	0,454*	-0,530	-0,709**	0,158	-0,504	-0,452	-0,788*
W érték ($\times 10^{-4}$J)	0,270	-0,450	-0,619**	0,410	-0,356	-0,156	-0,467

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

A 30. táblázat és 31. táblázat adatai alapján, a legfontosabb reológiai mutatószámok szempontjából megállapítható, hogy a valorigráfus értékszámot negatívan befolyásoló 34-35 kDa tömegű gluteninek az alveográfus W értékkel nincsenek szignifikáns kapcsolatban, míg 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.

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

4. 4. 1. A varianciaanalízis eredményeinek értékelése

A Dr. Pepó Péter által irányított, a Debreceni Egyetem Látóképi Kísérleti Telepén végzett, 1983-ban beállított fajtaösszehasonlító-műtrágyázási tartamkísérletből betakarított búzaminták megfelelő mintaanyagot képeztek ahhoz, hogy a két, leghosszabb időn át kísérletben tartott őszi búzafajta (GK Öthalom és Fatima 2) példáján keresztül elemezhessem a kijuttatott NPK-dózisok (lásd: Anyag és módszer) és az évjárat (1997-1999; 2001-2005) hatásait a termés alveográfus minőségére.

A minőségvizsgálati adatok varianciaanalízise szerint (32. táblázat) a műtrágyázás (A tényező) a P érték kivételével minden alveográfus részparaméterre (L, P/L, G és W értékek) $P=0,1\%$ szinten szignifikáns hatással volt. A fajta (B tényező) a W érték kivételével, minden vizsgált mutatóra $P=0,1\%$ szinten szignifikáns hatással volt. A legegyszerűbb hatást az évjárat, mint C tényező esetében figyeltem meg, melynek hatása minden általam vizsgált alveográfus minőségi értékszám esetében $P=0,1\%$ szignifikancia szinten volt megbízható.

A hatótényezők interakcióinak vizsgálatakor a következő eredményeket állapítottam meg:

A műtrágyázás (A tényező) és a fajta (B tényező) együttes hatása $P=5\%$ szinten volt szignifikáns a P értékre, szintén $P=5\%$ szinten a W értékre, $P=0,1\%$ szinten a P/L értékre és nem mutatkozott megbízhatónak az L és G értékek esetében. A műtrágyázás (A tényező) és az évjárat (C tényező) interakciójának vizsgálata alkalmával megállapítottam, hogy e két tényező kölcsönhatása a fajta (B tényező) és az évjárat (C tényező) kölcsönhatásához hasonlóan minden vizsgált paraméterre $0,1\%$ szinten szignifikáns. A vizsgált három tényező közös hatásáról megállapítottam, hogy az, minden alveográfus paraméterre tekintettel statisztikailag is igazolható hatást gyakorolt az alveográfus minőségre, mely hatás a W érték esetében 5% szinten, a többi paraméter esetében $0,1\%$ szinten volt szignifikáns.

A legfontosabb alveográfus paraméter, a W érték alakulására a műtrágyakezelések és az évjárat is szignifikáns hatással voltak. A jó tápanyag-reakcióval rendelkező őszi búzafajták kiválasztásával statisztikailag igazoltan növelni lehet az alveográfus minőségi mutatókat, mely hatás igazoltan évjáratfüggő.

32. táblázat: A vizsgált őszi búzafajták alveográfus minőségi jellemzőinek varianciaanalízise

Variancia forrása	Szabadságfok	Alveográfus paraméterek MQ értékei				
		P érték (mm)	L érték (mm)	P/L érték	G érték (ml)	W érték ($\times 10^{-4}$ J)
MŰTRÁGYAKEZELÉS (A)	5	55,397 ns	6677,059***	0,684***	100,883***	17349,314***
FAJTA (B)	1	13868,119***	44255,547***	11,664***	599,502***	2511,050 ns
ÉVJÁRAT (C)	7	4131,258***	19716,964***	2,767***	251,451***	95172,046***
Kölcsönhatások						
A×B	5	120,513*	253,356 ns	0,205***	3,560 ns	2601,896*
A×C	35	105,279***	712,446***	0,111***	9,296***	2811,395***
B×C	7	602,810***	1390,077***	0,365***	17,131***	13574,470***
A×B×C	35	99,525***	292,862***	0,147***	4,174***	1530,250*
Hiba	258	47,500	131,482	0,023	1,867	1003,083

Szignifikancia szintek: *P=5%, **P=1%, ***P=0,1%; ns = nincs szignifikáns kapcsolat;

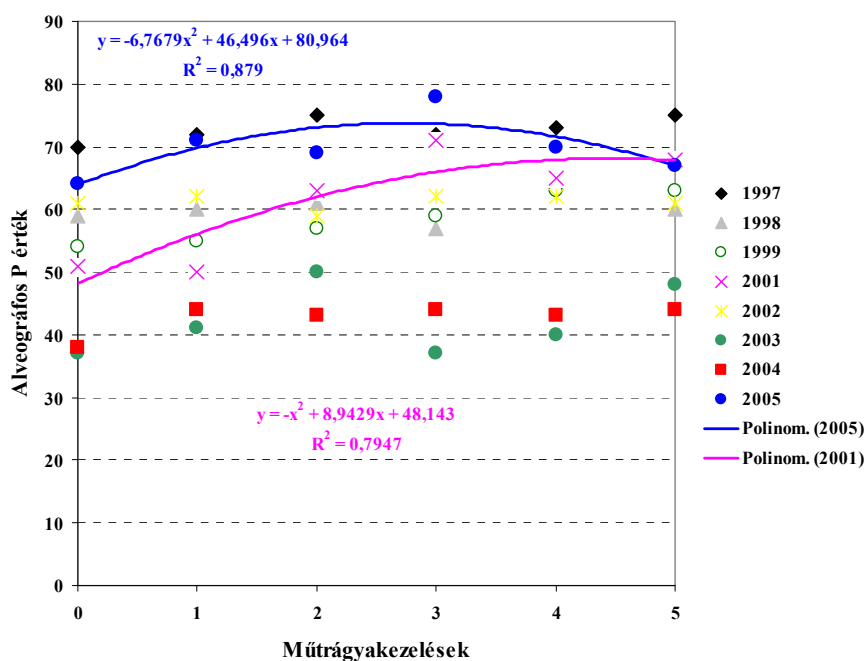
4. 4. 2. A GK Öthalom és a Fatima 2 őszi búzafajták alveográfus minőségének alakulása a műtrágyázás és az évjárat hatására

4. 4. 2. 1. Az alveográfus P érték vizsgálata

A GK Öthalom őszi búzafajta alveográfus P értékének négy ismétlésben vett átlaga, a vizsgált nyolc tenyészedőszakban, a legkisebb értéket (37mm) 2003-ban, a kontroll kezelésben vette fel (9. melléklet), a legmagasabbnak (78mm) pedig 2005-ben, a 3. kezelésben bizonyult.

A műtrágyakezelések átlagában a GK Öthalom P értéke 1997-ben volt a legmagasabb 73mm-es értékkel, míg 43mm-rel 2003-ban és 2004-ben találtam a legalacsonyabbnak. A műtrágyázás 2001-ben és 2005-ben hatott statisztikailag is igazolhatóan a GK Öthalom őszi búzafajta P értékének alakulására, mindkét esetben $P=5\%$ szignifikancia szinten. Ennek szemléletesebbé tétele miatt a P értékek évenkénti alakulását polinomiális függvények segítségével a 14. ábrán ábrázoltam.

Az évenkénti tendenciákat tekintve megállapítható, hogy a P érték maximumát az évek többségében a magas műtrágyaszinteken (120-150 kg/ha N+PK) érte el, kivéve a 2003-as és 2005-ös éveket. Ezen túlmenően figyelembe kell venni, hogy a P érték 2002-ben és 2004-ben három különböző műtrágyaszinten is elérte maximumát. A P érték legalacsonyabbnak a kontroll kezelések esetében mutatkozott, kivétel a 2001-es, a 2002-es és a 2003-as év.

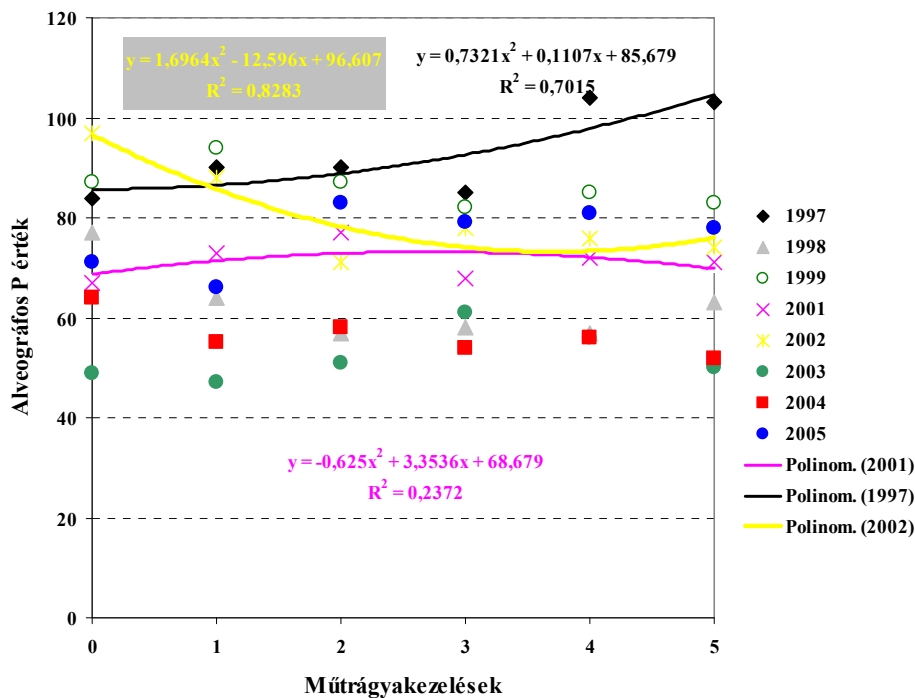


14. ábra: A GK Öthalom őszi búzafajta alveográfus P értékeinek alakulása a műtrágyázás hatására (Látókép, 1997-1999, 2001-2005)

Megállapítottam továbbá, hogy a GK Öthalom P értékének alakulására az évjárat minden műtrágyaszinten szignifikáns hatással volt ($P=0,1\%$). Az időjárási elemek hatásainak minél pontosabb megismerése érdekében, a virágzás-megtermékenyülés-termésfejlődés szakaszaiban (május elejétől betakarításig) előforduló havi csapadékmennyiség, havi átlaghőmérséklet, havi átlagos relatív légnedvesség és a napsütéses órák számának havi összege, illetve a különböző alveográfus paraméterek között Pearson-féle korrrelációanalízist végeztem. A GK Öthalom P értékei és ezen időjárási tényezők közötti, statisztikailag igazolt összefüggéseket a *11. mellékletben* tüntettem föl. Megállapítható, hogy a júliusi átlaghőmérséklet a kontroll és az 1. műtrágyaszint P értékeivel, míg a június-júliusi átlaghőmérséklet a 3. műtrágyaszint P értékeinek alakulásával áll igen szoros, negatív kapcsolatban. Ennek magyarázatául szolgálhat az, hogy a szemtelítődési-érési folyamatban a magas átlaghőmérséklet a szemek „megszorulását” idézi elő, vagyis a magas hőmérséklet miatt némely, a tézta erősségéért (P érték) felelős fehérjefrakciók még nem, vagy csak kis mennyiségben tudtak kialakulni a búzaszemben.

Ezen kísérlet keretei között a másik vizsgált őszi búzafajta a Fatima 2 volt, melynek négy ismétlés átlagából adódó P értékei közül a 2003-ban, a 30 kg/ha N+PK kezeléssel betakarított minták P értékét (*10. melléklet*) találtam a legalacsonyabbnak (47mm). A legmagasabb P érték az 1997-es év 4. műtrágyaszintjének termését jellemezte (104mm). A műtrágyakezelések átlagában tekintve a Fatima 2 őszi búzafajta P értékeit, megállapítottam, hogy az, 1997-ben volt a legmagasabb 103mm-es értékkel, míg 52mm-rel 2003-ban volt legalacsonyabb. Az NPK-trágyázás 1997-ben ($P=1\%$), 2001-ben ($P=0,1\%$) és 2002-ben ($P=0,1\%$) szignifikáns hatással volt a Fatima 2 őszi búzafajta P értékének alakulására. A statisztikailag igazolt műtrágyahatást mutató években a P értékek változását polinomiális függvények felvételével mutatom be (*15. ábra*).

Az évenkénti tendenciákat tekintve megállapítottam, hogy meglepő módon a GK Öthalom esetében elmondottaktól teljesen eltérő megállapításokat lehet tenni: a P érték maximumát, az 1997-es és a 2003-as évek kivételével, az alacsony műtrágyaszinteken (0-60 kg/ha N+PK) érte el. Az alveográfus P érték minimumának elhelyezkedése a különböző kezelések között teljesen szabálytalan. Két évben (1997 és 2001) például a kontroll kezelés, 1998-ban a 4. kezelés, míg 2004-ben a legmagasabb trágyaszint alkalmazása esetén mutatott a P érték minimumot. Az évek átlagában a P érték meglehetősen stabilnak mutatkozott: a különböző műtrágyaszinteken 71 és 74 mm között ingadozott.



15. ábra: A Fatima 2 őszi búzafajta alveográfus P értékeinek alakulása a műtrágyázás hatására (Látókép, 1997-1999, 2001-2005)

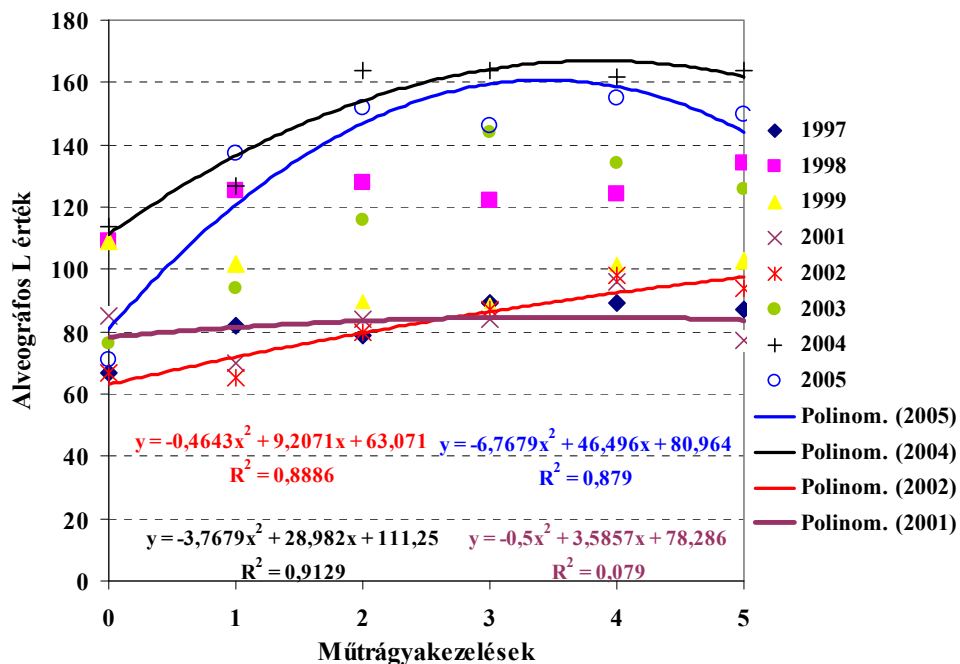
Áttérve a Fatima 2 őszi búzafajta P értékeinek az évjárat hatások szempontjából történő elemzésére elmondható, hogy az évjárat minden műtrágyaszinten szignifikáns hatással volt ($P=0,1\%$) a P értékekre. Az időjárási tényezők és a Fatima 2 őszi búzafajta P értékeinek alakulása között elvégzett korrelációanalízissel mindössze a Fatima 2 őszi búzafajta P értékei és a júniusi, valamint a május-június-július hónapok átlagos relatív légnedvessége között találtam statisztikailag is igazolt összefüggéseket (11. melléklet). Az korrelációs együtthatók értékei szerint a magas relatív légnedvesség kedvezett a magasabb P értékek kialakulásának.

Összefoglalásként elmondható, hogy mind a GK Öthalom, mind a Fatima 2 őszi búzafajta P értékei, a műtrágyakezelések átlagában 1997-ben voltak a legmagasabbak, míg 2003-ban a legalacsonyabbak. A fajták maximum – és minimumértékeit teljesen eltérő módon vették föl: a GK Öthalom a magasabb, a Fatima 2 őszi búzafajta az alacsonyabb kezelések mellett érte el maximumát. Mindkét fajta P értékeinek alakulására, minden műtrágyaszinten, az évjárat szignifikáns hatást gyakorolt.

4. 4. 2. 2. Az alveográfus L érték vizsgálata

A GK Öthalom őszi búzafajta alveográfus L értékének négy ismétlésben vett átlaga a 2001/2002-es tenyészidőszakban volt a legkisebb, értéke 65mm volt, melyet a 30 kg/ha N+PK tápanyagszinten ért el (12. melléklet). Az L átlagértékei közül a legmagasabb eredménnyel (164mm) több búzaminta is egyformán rendelkezett, melyek 2004-ben, különböző műtrágyaszinteken termettek.

A műtrágyakezelések átlagában a GK Öthalom L értéke 2004-ben volt a legmagasabb 148mm-es átlagértékkel, míg érdekes módon 82mm-rel, egyformán a minimumértéket képviseli az 1997-es, 2001-es és a 2002-es év. A műtrágyázásnak 2001-ben P=5%, míg 2002-ben, 2004-ben és 2005-ben P=0,1% szinten szignifikáns hatását állapítottam meg a GK Öthalom őszi búzafajta L értékeinek alakulására. Ezen évek adatsoraira polinomiális függvényt illesztettem (16. ábra).



16. ábra: A GK Öthalom őszi búzafajta alveográfus L értékeinek alakulása a műtrágyázás hatására (Látókép, 1997-1999, 2001-2005)

A GK Öthalom L értékei az egyes években a műtrágyázás hatására emelkedő tendenciát mutattak, melyet az előbbi egyenletek is bizonyítanak. Maximumukat a 3. vagy a 4. kezelés alkalmazásával érték el, mely alól csak az 1998-as év kivétel, amikor a maximumot (134mm) a legnagyobb tápanyagdózis kijuttatása eredményezte. Az L

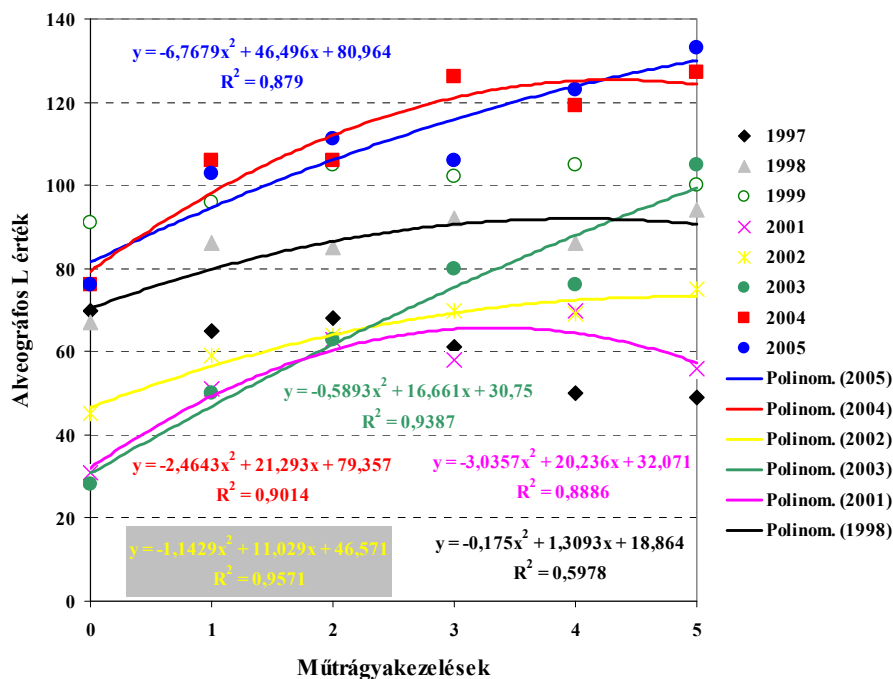
értékek az évek többségében a nem műtrágyázott parcellákról betakarított termés esetén mutattak minimumot.

A GK Öthalom őszi búzafajta tekintetében a P értékekhez hasonlóan, az L értékek alakulását is minden alkalmazott kezelés mellett, $P=0,1\%$ szignifikancia szinten befolyásolta az adott évjárat időjárása. Az időjárás elemeket részleteiben tekintve megállapítottam, hogy a májusi átlaghőmérséklet igen szoros, negatív hatással volt az L értékek alakulására, mely teljesen megegyezik a P érték esetében leírtakkal (*14. melléklet*). Tovább elemezve a táblázat eredményeit elmondható, hogy a szemtelítődési időszak napsütéses óráinak száma egyes kezelések esetében növelte a GK Öthalom őszi búzafajta L értékét. Értekezésemnek nem témája a növények fotoszintézis-aktivitásának vizsgálata, de véleményem szerint az előbbi megállapítás magyarázatát a napsugárzásnak az intenzívebb fotoszintézisen keresztüli, fehérjeszintézisre gyakorolt hatásában kellene keresni.

A Fatima 2 őszi búzafajta alveográfus L értéke 28mm-es értékkel 2003-ban, a kontroll kezelésben volt a legkisebb (*13. melléklet*), míg a legmagasabb eredményt (133mm) 2005-ben, a legnagyobb tápanyagdózis kijuttatása mellett érte el a fajta.

Az egyes műtrágyaszintek eredményét évenként átlagolva megállapítottam, hogy a legkisebb L értékkel (55mm) rendelkező termést a 2001-es év eredményezte, míg a legnagyobb nyújthatósággal rendelkező tésztákat a 2004. évi termésemből lehetett dagasztani. A nyolc vizsgált évjáratból hat esetben a különböző NPK-adagok kijuttatása, az elvégzett varianciaanalízis eredményei szerint, statisztikailag is hatással volt az egyes műtrágyaszintekről betakarított búzaminták L értékeinek alakulására. 1998-ban $P=5\%$, 2003-ban és 2004-ben $P=1\%$, míg 2001-ben, 2002-ben és 2005-ben $P=0,1\%$ szignifikancia szinten jelenthető ki, hogy a L értékek közötti különbségek nem a véletlenek, hanem az alkalmazott műtrágyák minőségalkakító hatásának köszönhetőek. A regresszióanalízis eredményeit a *17. ábra* mutatja.

Az alábbi egyenletekből következően megállapítottam, hogy a műtrágyakezelések átlagában tekintve a Fatima 2 őszi búzafajta L értékeit, az GK Öthalom hasonló paraméterével összehasonlítva, a Fatima 2 esetében következetesebb műtrágyahatás figyelhető meg. Erre a következtetésre jutunk akkor is, ha az évenkénti minimum és maximum értékek elhelyezkedését figyeljük meg. Az 1997-es év kivételével, a legalacsonyabb L érték a kontroll parcellák termését jellemzte, míg két év kivételével a maximumok a 150 kg/ha N+PK kezelésnél fordultak elő.



17. ábra: A Fatima 2 őszi búzafajta alveográfus L értékeinek alakulása a műtrágyázás hatására (Látókép, 1997-1999, 2001-2005)

Az évjáratok termésminőség alakító hatása a Fatima 2 őszi búzafajta esetében is egyértelmű: minden műtrágyaszinten statisztikailag igazolható különbségeket okozott az L értékek alakulásában. Az évjárat befolyásoló hatását az 1. kezelés kivételével (ahol $P=1\%$), minden tápanyagszinten $P=0,1\%$ szinten szignifikánsnak találtam. Az időjási elemek közül elsőként a csapadékot említve megállapítható, hogy míg a GK Öthalom esetében statisztikailag igazolt csapadékhatásról nem tudtam beszámolni, addig a Fatima 2 őszi búzafajta L értékeit a július hónapban, illetve a tenyészidőszak egészében lehullott csapadék mennyisége a 2. műtrágyaszinten szignifikánsan ($P=5\%$) növelte (14. melléklet). Hasonló hatást gyakorolt az L értékekre a júliusi napsütéses órák száma, az első, a harmadik és a negyedik kezelésben, illetve a június-júliusban előfordult napsütéses órák száma, a legnagyobb műtrágyadag kijuttatása mellett. Nem kedvezett viszont a magas L értékek kialakulásának a májusi magas átlaghőmérséklet, mely három kezelésben $P=1\%$, egy kezelésben pedig $P=5\%$ szignifikancia szinten csökkentette a Fatima 2 őszi búzafajta L értékeit. Hasonló hatást gyakorolt a május-június hónapok átlaghőmérséklete is, az első és a negyedik műtrágyaszintről betakarításra került búzaminták L értékeire is.

Az alveográfus P értékekről leírtakkal szemben megállapítottam, hogy az L értékek tekintetében a GK Öthalom őszi búzafajta mintáit jobb minőségűnek találtam, mint a

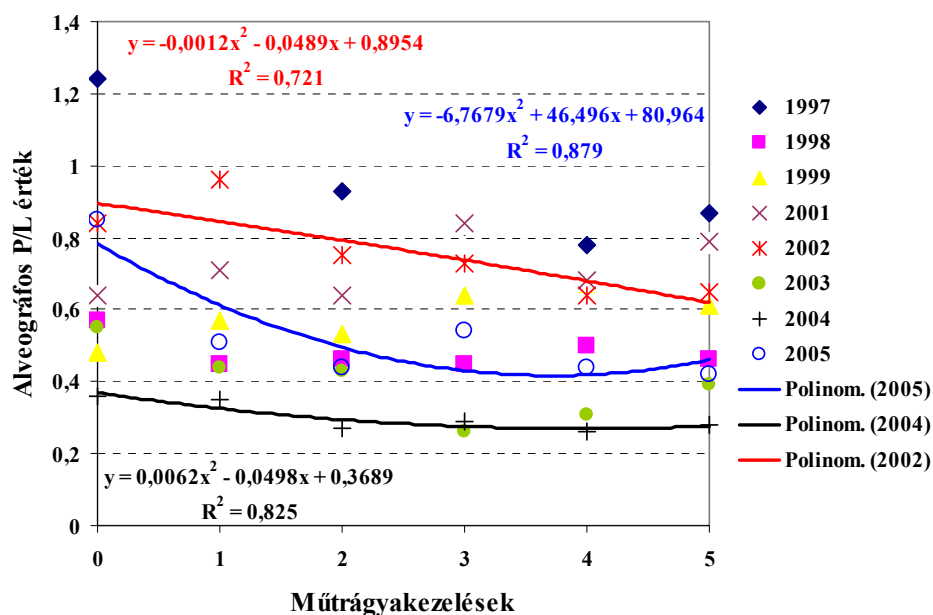
Fatima 2 mintáit. A műtrágyakezelések hatása a Fatima 2 fajta esetében egyöntetűbb volt: a maximum L értékeket a fajta szinte minden évben a legmagasabb NPK-dózisok alkalmazásával érte el, szemben a GK Öthalommal, melynek maximumai a harmadik, negyedik, vagy ötödik műtrágyalépcsőn található. Mindkét fajta L értékeinek alakulására, minden műtrágyaszinten, az évjárat szignifikáns hatást gyakorolt.

4. 4. 2. 3. Az alveográfus P/L érték vizsgálata

A P/L érték – a W értékhez hasonlóan – szintén számított érték. Értékelése más módon kell, hogy történjen, mint a P és L értékek esetében, hiszen ennek nagysága nem a görbe alatti területet, azaz a W értéket határozza meg, hanem a görbe konfigurációját mutatja meg. Ez esetben nem az a kívánatos, hogy értéke minél nagyobb legyen, hanem az, hogy a tézta erőssége és nyújthatósága arányos legyen. Eredményeim kiértékelésénél szintén a francia előírásokat vettem figyelembe.

A 15. melléklet a GK Öthalom őszi búzafajta alveográfus P/L értékeit mutatja, a vizsgált nyolc tenyészidőszak eredményei alapján. A legmagasabb P/L értékek 1997-ben fordultak elő (átlagban 0,89), melyek alapján kijelenthető, hogy ha a kisparcellákról betakarított minták valós, kereskedelmi tételekből származtak volna, akkor a búzatételeket rugalmatlanságuk miatt nem tudták volna kenyérből készítésre közvetlenül felhasználni. A műtrágyakezelések átlagában tekintve, szintén a rugalmatlanság jellemezte a 2002-ben betakarított mintákat. Elfogadható minőséget hozott az 1998-as, az 1999-es, a 2001-es és a 2005-ös esztendő, míg a másik végletet a 2003-as és a 2004-es évek testesítik meg, átlagban 0,4-es, illetve 0,3-as P/L értékkel.

A műtrágyalépcsők alkalmazása 2002-ben, 2004-ben és 2005-ben okozott statisztikailag is igazolt különbségeket az egyes műtrágyaszinteket jellemző P/L értékek között. A 15. melléklet adatsoraira tekintve megállapítható, hogy az 1999-es év kivételével a növekvő NPK-dózisok a P/L értékek tendenciaszerű csökkenését okozták (18. ábra). Ez a hatás kedvezőnek ítéltető meg 2002-ben és 2005-ben, hiszen az alacsony tápanyagdózissal kezelt parcellákról betakarított terméskből őrlött lisztek rugalmatlan mivoltát a növekvő NPK-dózisok a kedvezőbb arányok felé csökkentették. Az alveográfus W értékek értékelésére a későbbiekben térek ki, de az előrebocsátható, hogy e fenti két évben, a műtrágyaadagok növekvő mennyiségben történő kijuttatásának köszönhetően – a P/L értékek kedvezőbbé válása mellett – a W értékek emelkedése volt megfigyelhető.



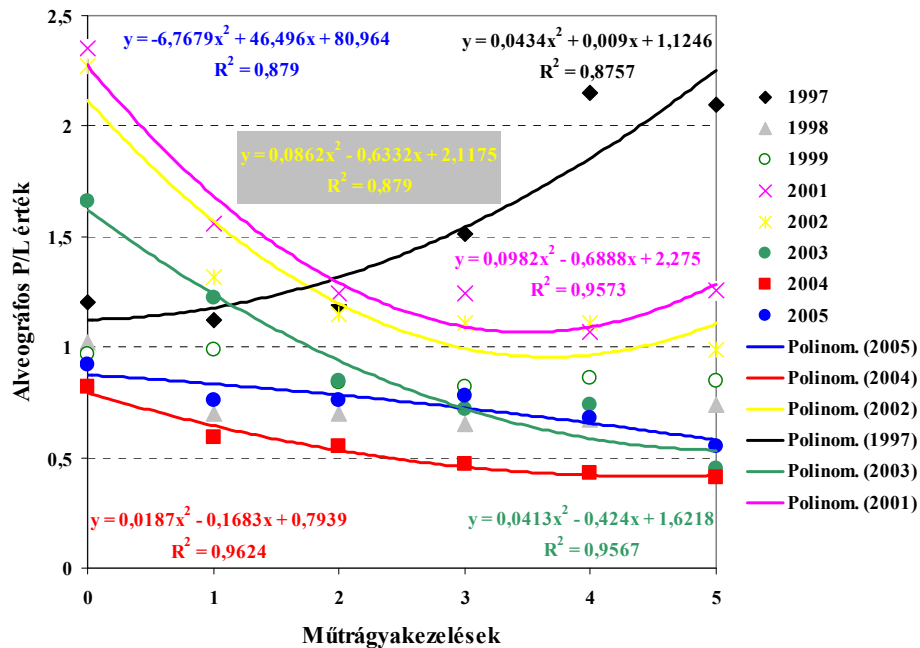
18. ábra: A GK Öthalom őszi búzafajta alveográfus P/L értékeinek alakulása a műtrágyázás hatására (Látókép, 1997-1999, 2001-2005)

A GK Öthalom őszi búzafajta P/L értékeinek alakulására az évjárat minden műtrágyaszinten szignifikáns hatással volt ($P=0,1\%$). Az időjárási elemek és a GK Öthalom alveográfus P/L értékei között elvégzett Pearson-féle korrrelációanalízis eredményei szerint (17. melléklet) megállapítható, hogy a júliusi napsütéses órák száma és a június-július hónapok napsütéses órák számának összege $P=5\%$ szignifikancia szinten, igen szoros, negatív kapcsolatban áll a P/L értékekkel.

Áttérve a Fatima 2 őszi búzafajta P/L értékeinek elemzésére (16. melléklet), első lépésben egy hasonlóságot fedezhetünk fel a két vizsgált fajta között, hiszen e fajtánál még egyértelműbben érvényesül az a megállapítás, mely szerint a növekvő NPK-adagok tendenciaszerű csökkenést okoztak a P/L értékek évenkénti alakulásában. További hasonlóság, hogy a legmagasabb P/L értékek 1997-ben fordultak elő (átlagban 1,58). A műtrágyakezelések átlagában tekintve, a 2004-es év kivételével, a többi évben betakarított búza lisztje kis nyújthatósággal rendelkezett, azaz P/L értéke túl magas volt a kenyérgyártásra való alkalmazhatóság határértékeitől.

A műtrágyalépcsők alkalmazása az 1998-as és 1999-es évek kivételével minden évben statisztikailag is igazolt különbségeket eredményezett az egyes műtrágyaszinteket jellemző P/L értékek között. A megfigyelt tendenciákat a 19. ábra szemlélteti. A hasonló lefutású görbektől az 1997-es év eredményeit ábrázoló függvény tér el jelentősen: az adott évjáratban az NPK-dózisok növekedésével a P/L értékek

növekedése volt tapasztalható, mely a Fatima 2 őszi búzafajta L értékeinek a műtrágyalépcsővel történő lecsökkenése miatt következett be.



19. ábra: A Fatima 2 őszi búzafajta alveográfus P/L értékeinek alakulása a műtrágyázás hatására (Látókép, 1997-1999, 2001-2005)

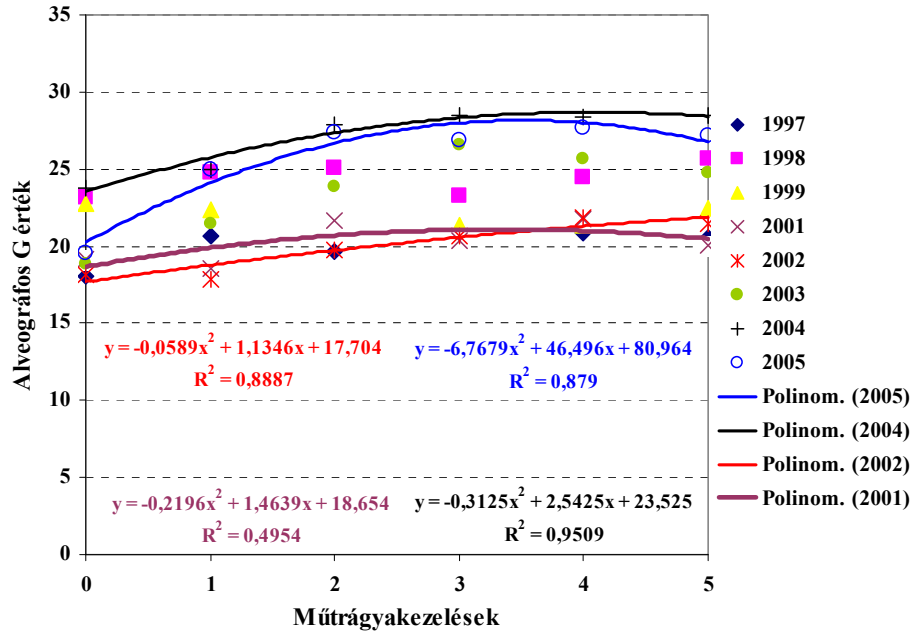
A Fatima 2 őszi búzafajta P/L értékeinek alakulására az évjárat minden műtrágyaszinten szignifikáns hatással volt ($P=0,1\%$), mely alól az első kezelés képez kivételt, ahol $P=5\%$ szignifikancia szintet állapítottam meg. A Fatima 2 őszi búzafajta esetében szintén elmondható, hogy a júliusi napsütéses órák száma $P=1\%$ szignifikancia szinten, igen szoros, negatív kapcsolatban áll a P/L értékekkel (17. melléklet). Szintén igen szoros, negatív kapcsolat áll fenn a júliusban, a betakarításig lehullott csapadék mennyisége és a P/L értékek alakulása között, ám ez a megállapítás csak a kontroll kezelés esetén bizonyult szignifikánsnak. A májusi átlaghőmérséklet P/L érték-növelő hatását viszont az első, a második és a harmadik műtrágyaszinten is statisztikailag igazoltnak találtam. Összefoglalásként elmondható, hogy mind a GK Öthalom, mind a Fatima 2 őszi búzafajták P/L értékei, a műtrágyakezelések átlagában 1997-ben voltak a legmagasabbak, míg 2004-ben a legalacsonyabbak. Összességében véve, a Fatima 2 őszi búzafajta – a P/L értékek tekintetében – kedvezőtlenebb eredményeket szolgáltatott, hiszen a betakarított mintákból őrölt lisztek P/L értéke rugalmatlan, kis nyújthatóságú tészták készítését tette csak lehetővé. Az évjárathatás – minden kezelésben – ezen alveográfus mutató esetében is szignifikánsnak mutatkozott.

4. 4. 2. 4. Az alveográfus G érték vizsgálata

A nemzetközi szabványok közül csak a francia előírások jelölnék meg határértékeket az alveográfus G értékre: minél magasabb, annál jobb minőségű terméket lehet a lisztből előállítani. Különösen a kelesztéssel készülő termékek esetén fontos figyelembevétele, hiszen megmutatja a tészta azon „képességét”, hogy mennyi élesztő által termelt széndioxid nyomásának tud még ellenállni. Az alveográfus G érték az egyetlen olyan paraméter, mely közvetlenül nem utal az alveográfus görbe alatti planimetrált terület nagyságára. Szakirodalmi források szerint a G érték szoros, illetve igen szoros korrelációt mutat a farinográfus/valorigráfus sütőipari értékszámokkal. Ezekből kiindulva szükséges az alveográfus G érték vizsgálatát is elvégezni.

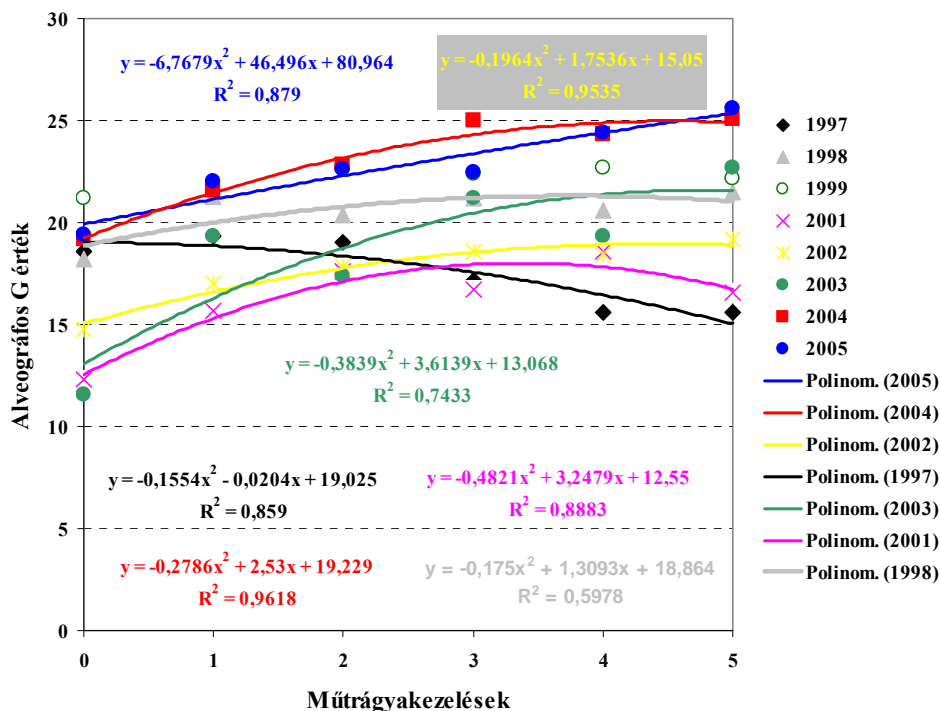
A GK Öthalom őszi búzafajta nyolc évben vizsgált, műtrágyaszinteként megállapított átlagos G értékei a *18. mellékletben* láthatók. 17,9ml-es értékkel a legkisebbnek a 2002-es év legalacsonyabb NPK-dózisú kezelését találtam, míg 28,5ml-rel a 2004-es év 150 kg/ha N+PK adagú kezelése érte el a legmagasabb értékét. Az 1999-es év kivételével a legalacsonyabb G érték a kontroll vagy az első kezelés mintáit jellemezte. 1999-ben a negyedik kezelés G értéke volt a legkisebb. A legmagasabb G értékek a nagy adagú műtrágyaszinteken (negyedik vagy ötödik kezelés) voltak mérhetőek, mely megállapítástól eltérő eredményt színtén az 1999-es év hozott: 22,8ml-rel a kontroll kezelés termése volt a legjobb minőségű. A műtrágyázásnak 2001-ben $P=5\%$, míg 2002-ben, 2004-ben és 2005-ben $P=0,1\%$ szinten szignifikáns hatását állapítottam meg a GK Öthalom őszi búzafajta G értékeinek alakulására. A G értéknek a műtrágyázás hatására történő változásaira polinomiális függvényeket illesztettem (*20. ábra*).

Az évjárat hatása az alveográfus G érték esetében is minden műtrágyaszinten szignifikánsnak bizonyult, a kontroll kezelés eredményei között $P=1\%$, míg minden más kezelésben $P=0,1\%$ szignifikancia szinten. A GK Öthalom őszi búzafajta kontroll kezelésének G értékei és a májusi átlaghőmérséklet között negatív, igen szoros korrelációs kapcsolatot talpasztaltam, melynek r értékét a *20. melléklet* mutatja. Az átlaghőmérsékleten túl, mindössze a napsütéses órák számának vizsgálata hozott statisztikailag is igazolt eredményt. Kiemelném a június-július hónapok napsütéses óráinak összegét, mely a harmadik ($P=1\%$), valamint a negyedik és az ötödik ($P=5\%$) műtrágyaszintről betakarított termés G értékeivel igen szoros, pozitív kapcsolatot mutat.



20. ábra: A GK Öthalom őszi búzafajta alveográfus G értékeinek alakulása a műtrágyázás hatására (Látókép, 1997-1999, 2001-2005)

A Fatima 2 őszi búzafajta alveográfus G értékei (19. melléklet) rendre alacsonyabbnak bizonyultak a GK Öthalom fajta megfelelő értékeinél, viszont a tápanyagutánpótlás hatásai következetesebben figyelhetők meg. 1997-et kivéve minden évben a kontroll parcellák adták a legalacsonyabb G értékkel rendelkező termést, míg a nyolcból öt évben a legnagyobb NPK-adagú kezelés és két évben a negyedik kezelés eredményezte a legmagasabb G értéket. 1997-ben a növekvő műtrágyadózisok hatására a G értékek tendenciaszerű csökkenése következett be. A tápanyagutánpótlás G értékekre gyakorolt hatását az 1999-es év kivételével minden évjáratban szignifikánsnak találtam. A változásokat a 21. ábra segítségével követhetjük nyomon:



21. ábra: A Fatima 2 őszi búzafajta alveográfus G értékeinek alakulása a műtrágyázás hatására (Látókép, 1997-1999, 2001-2005)

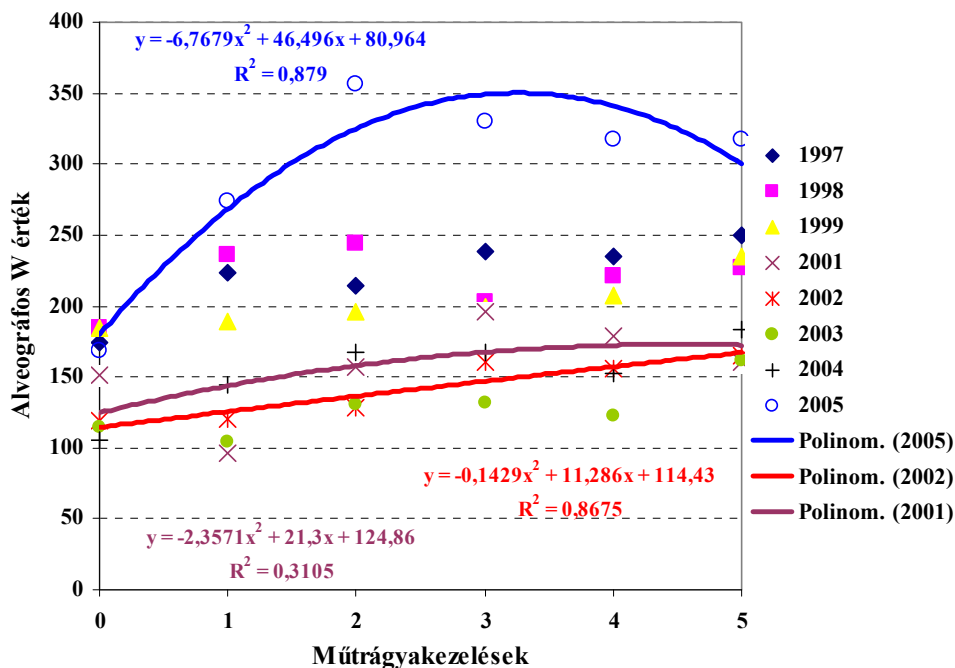
Az időjárási elemek hatásait egyenként elemezve (20. melléklet), Pearson-féle korrelációanalízis segítségével megállapítottam, hogy az első műtrágyalépcsőn a Fatima 2 őszi búzafajta alveográfus G értékei és a május hónapban lehullott csapadék mennyisége között igen szoros, pozitív kapcsolat áll fenn. Hasonló megállapításra jutottam a júliusi csapadékmennyiség esetében is, mely az első és a második kezelés mintáinak G értékeivel áll igen szoros, pozitív korrelációban. Kiemelném a hatótényezők közül a májusi átlaghőmérsékletet: a második, a harmadik és a negyedik műtrágyaszint esetében statisztikailag bizonyítást nyert, hogy a túl meleg május csökkentette a Fatima 2 őszi búzafajta G értékeit. Ugyanezen értékek esetében, szintén három kezelésben, a júliusi napsütéses órák számának pozitív befolyásoló hatását figyeltem meg.

Az alveográfus részparaméterek közül a G érték az, melynek alakulására a műtrágyázás a legtöbb évben hatással volt. A növekvő adagú NPK műtrágyák kijuttatása az alveográfus G értékeket egy-egy év kivételével mindkét fajta esetében növelte, így a legtöbb esetben a legmagasabb műtrágyaszint eredményezte a legmagasabb G értéket. Az évjáráthatásról ugyanazt tudtam megállapítani, mint az eddig vizsgált paraméterek esetében, azaz minden kezelés esetében megbízható különbségek vannak a G értékek között.

4. 4. 2. 5. Az alveográfus W érték vizsgálata

A DE ATC MTK Látóképi Kísérleti Telepén végzett fajtaösszehasonlító műtrágyázási tartamkísérletek alveográfus eredményei közül Sipos Péter, Ph.D doktori értekezésében, ugyanezen a mintanyagon, az alveográfus W értékek vizsgálatát már elvégezte. Eredményei a 2004-es évvel bezárólag kerültek bemutatásra, tehát munkája egy évjáráttal szűkebb adatbázison alapul. Munkája során megállapította, hogy az időjárás hatásainak jobb megismerését az időjárási paraméterek dekádonkénti felbontása nem segítette, hanem – véleménye szerint inkább – hosszabb idősorok elemzésére van szükség. Ezen tényekre tekintettel szükségesnek tartom a legfontosabb alveográfus mutatóknak, a W értéknek, az előző fejezetek gyakorlatához hasonló módon történő részletes vizsgálatát.

A GK Öthalom őszi búzafajta nyolc évjáratból, kontroll mellett öt műtrágyaszintről származó, négy ismétlésben vett átlagai közül a 2001-es év legalacsonyabb NPK-dózisú kezelése eredményezte a legkisebb alveográfus W értéket ($96 \times 10^{-4} \text{J}$) (33. táblázat). Az évjáratonkénti minimumok hat évben a kontroll kezeléssel, míg 2001-ben és 2003-ban az első műtrágyalépcsőről származtak. A legmagasabb minimumértékkel rendelkező búzaminták egyaránt $184 \times 10^{-4} \text{J}$ értékkel, az 1998-as és 1999-es év műtrágyázatlan parcelláiról kerültek betakarításra. A legmagasabb alveográfus W értéket ($356 \times 10^{-4} \text{J}$) 2005-ben eredményezte a 60 kg/ha N+PK műtrágyamennyiség kiszórása. A fajta 1998-ban szintén a második műtrágyaszinten érte el a legjobb minőséget, míg 2001-ben a harmadik kezelés adta a legmagasabb W értéket ($196 \times 10^{-4} \text{J}$). A kísérlet további öt vizsgált évében a maximum W értékek a 150 kg/ha N+PK műtrágyával kezelt parcellák termését jellemezték. Az egyes kezeléseket az évek átlagában tekintve megállapítható, hogy összességében véve a legmagasabb műtrágyaszinten realizálódott a legjobb minőségű termés, melynek szórásértéke a kontroll szórása után a második legkisebb. A növekvő adagú műtrágyázás W érték-befolyásoló hatását 2001-ben, 2002-ben és 2005-ben találtam szignifikánsnak. Előbbi két évben a fenti megállapítás $P=0,1\%$, míg 2005-ben $P=1\%$ szignifikancia szinten volt bizonyítható. A GK Öthalom őszi búzafajta W értékeinek alakulását a 22. ábra szemlélteti, melyen az igazolt trágyahatást mutató évek adatsoraira polinomiális függvényt illesztettem. A regressziós kefficiens értékek 2002-ben és 2005-ben mutatnak szoros összefüggést a növekvő műtrágyaadagok és az alveográfus W értékek alakulása között.



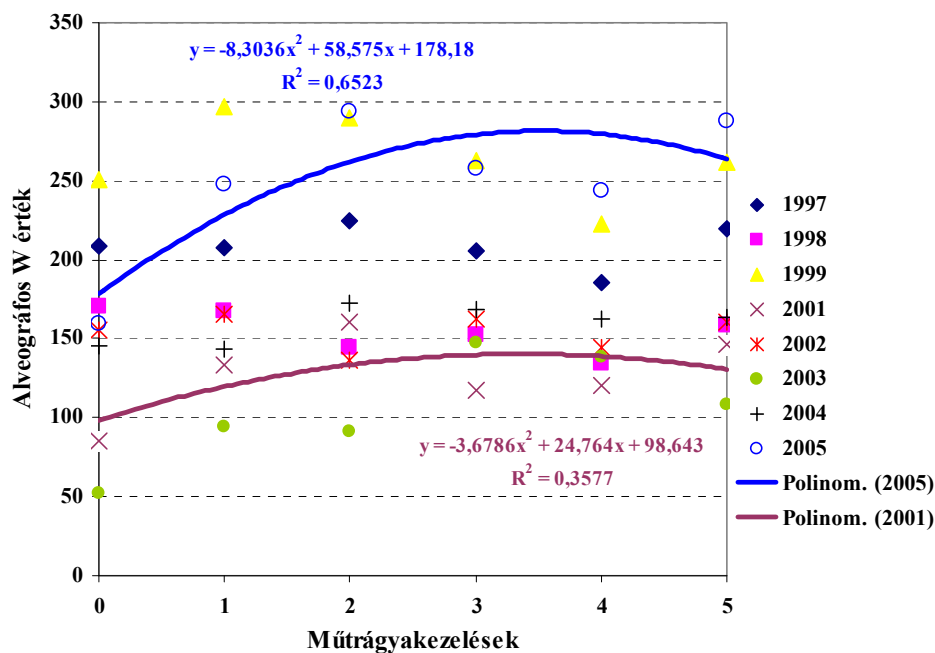
22. ábra: A GK Öthalom őszi búzafajta alveográfus W értékeinek alakulása a műtrágyázás hatására (Látókép, 1997-1999, 2001-2005)

Az évjárathatás minden tápanyagszinten statisztikailag igazolható különbségeket okozott az évek között, mely megállapítás a kontroll kezelés kivételével $P=0,1\%$ szinten szignifikáns. A műtrágyakezelések átlagában tekintve, a 2005-ös év adta a legjobb alveográfus minőségű termést, $291 \times 10^{-4} J$ átlagértékkel, míg leggyengébbnek a 2003-as évjárat bizonyult ($128 \times 10^{-4} J$). Az időjárási tényezők és az alveográfus W értékek alakulása között elvégzett Pearson-féle korrelációanalízis eredményei (35. táblázat) szerint megállapítottam, hogy a májusi csapadékmennyiség az első kezelés, a júliusban, a betakarításig lehullott csapadék mennyisége az ötödik kezelés, míg a május-június hónapok, illetve a május-június-július hónapok csapadékösszege a kontrollparcellák mintáinak alveográfus minőségét javították. Minden említett esetben igen szoros, pozitív összefüggésről tudok beszámolni, mely megállapítás a mezőgazdaságban elfogadott $P=5\%$ bizonytlansági szinten igazolt.

A másik vizsgált őszi búzafajta, a Fatima 2 alveográfus W értékeinek szám szerinti alakulását a 34. táblázat mutatja. Akár az éveknek a műtrágyaszintenként vett átlageredményeit, akár az egyes évek műtrágyakezelések átlagolásával kapott eredményeit tekintjük is, szembevetve, hogy a Fatima 2 őszi búzafajta eredményei az esetek többségében alacsonyabbak a GK Öthalom megfelelő eredményeitől. Minimum- és maximumértékei nem követik a GK Öthalom esetében leírt megállapításokat. Az évenkénti legkisebb W értékek változatosan fordulnak elő a kezelések között, hiszen

három évben (1997-1999) a negyedik, 2002-ben a második, 2004-ben az első, míg további három évben (2001, 2003, 2005) a kontroll kezelés adta a leggyengébb minőséget. Ezek közül negatívan a 2003-as év eredménye emelkedik ki, $52 \times 10^{-4} \text{J}$ értékkel. A nagyadagú műtrágyázás jobb minőségű termésben való megtérülését nem lehet megállapítani, hiszen a maximumok előfordulása a minimumértékekhez hasonló változatosságot mutat. A legtöbb műtrágyát (90 kg/ha N+PK), mely mennyiségét tekintve csak közepes adagúnak nevezhető, 2003-ban volt érdemes kijuttatni, hiszen az összes többi évjáratban ennél alacsonyabb dózisok alkalmazása mellett érte el a termés minősége az az évi maximumot. A maximumértékek között a legmagasabb W értékkel ($297 \times 10^{-4} \text{J}$) rendelkező minta 1999-ben, az első kezelésből származott, de meglepő az 1998-as év adatsora is, ahol a kontroll parcella termése volt jellemezhető a legmagasabb alveográfus W értékkel. A fenti adatokból következik, hogy az évek átlagában, a műtrágyaszintenként kiszámított W értékeknek a tápanyagdózis növelése hatására bekövetkező – a GK Öthalom esetében megfigyeltékhez hasonló – tendenciaszerű növekedését nem tapasztaltam. A műtrágyázás statisztikailag is igazolható hatását csak két évben tudtam kimutatni. 2001-ben $P=1\%$, míg 2005-ben $P=0,1\%$ szignifikancia szinten. A regresszióanalízis eredménygörbéi a 23. ábrán láthatók.

Az évjárat, illetve az időjárás hatásainak elemzése, a többi alveográfus paraméterhez hasonlóan, ez esetben is arra az eredményre vezetett, mely szerint az évjárat minden műtrágyaszinten szignifikáns hatást fejtett ki a Fatima 2 őszi búzafajta W értékére. A GK Öthalomtól eltérően, a Fatima 2 őszi búzafajta a műtrágyakezelések átlagában 1999-ben adta a legjobb alveográfus minőséget, $271 \times 10^{-4} \text{J}$ W értékkel. A leggyengébb eredményt azonban ez a fajta is 2003-ban nyújtotta.



23. ábra: A Fatima 2 őszi búzafajta alveográfus W értékeinek alakulása a műtrágyázás hatására (Látókép, 1997-1999, 2001-2005)

A részleteket tekintve, a júliusi csapadék egyértelmű minőségnövelő hatását figyelhetjük meg (35. táblázat). A nem műtrágyázott kontroll parcellákat kivéve, bármilyen mennyiségű NPK-adagok kijuttatása mellett azt tapasztaltam, hogy a júliusban lehullott csapadék mennyisége igen szoros, pozitív hatással volt a Fatima 2 őszi búzafajta W értékeinek alakulására. A tenyészidőszak átlagos relatív légnedvessége a kontroll kezelésemből, míg a május hónap és a május-június hónapok átlagának relatív légnedvessége a műtrágyázásban részesült parcellákról betakarított minták alveográfus W értékével mutattak igen szoros, pozitív korrelációt. Ennek magyarázataként feltételezhető, hogy a GK Öthalommal összehasonlítva, a Fatima 2 őszi búzafajta, geneikai potenciáljából adódó – feltételezhetően – jobb vízháztartási tulajdonságainak köszönhetően, ugyanazon klímakörülmények között, a magasabb relatív légnedvesség hatására, jobban visszafogta párologtatását, mely miatt a GK Öthalom esetében valószínűsített szem-megszorulás a Fatima 2 fajtánál nem következett be. Bizonyíték lehet erre, hogy a Fatima 2 őszi búzafajta P értékei magasabbak, azaz a térsza erősségéért felelős fehérjék sikeresebben szintetizálódhattak.

Érdeemes kitérni a két fajta csapadékreakciója közötti különbségekre (35. táblázat), melyhez visszautalnék a GK Öthalom őszi búzafajta W értékei és az időjárási elemek közötti összefüggésvizsgálatok alkalmával közölt megállapításokra. Ezekből kiindulva jól látható, hogy a GK Öthalom őszi búzafajta alveográfus W értékeinek alakulását a

termékenyülés-szemfeljlődés időszakában lehullott csapadékmennyiség főként a kontroll és a kis adagú műtrágyázásban részesült parcellák esetében volt képes befolyásolni. Teljesen mást tapasztaltam a Fatima 2 őszi búzafajta esetében, ahol a júliusi csapadékmennyiség W érték-növelő hatása minden műtrágyázott kezelés esetén statisztikailag is bizonyítást nyert (35. táblázat). Ennek magyarázatául szolgálhat, hogy a Fatima 2, mint középérésű őszi búzafajta esetében a fehérjeszintézis később fejeződik be, mint a korai éréscsoportba tartozó GK Öthalom esetében, így júliusban, a Fatima 2 teljes érése előtt lehullott csapadék hatása – az alveográfus L érték növelésén keresztül (14. melléklet) – még érvényre jut a W érték esetében tapasztalt növekedésben. A GK Öthalom esetében, a fajta teljes érésének korábbi bekövetkezése miatt ezt a hatást nem lehet megfigyelni.

A kísérletbe vont két fajtát, a legfontosabb alveográfus paraméter, a W érték alakulása szerint összehasonlítva megállapítható, 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.

33. táblázat: A GK Öthalom őszi búzafajta alveográfus *W* értékeinek alakulása az évjárat és műtrágyázás hatására

W (×10⁻⁴J)	Évek	1997	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	Összátlag	Szórás	SzD_{5%}
Műtrágyakezelés												
Kontroll	Átlag	174	184	184	151	119	115	106	169	150	32	44,81*
	Szórás	55	40	22	8	5	6	11	28			
1. szint	Átlag	224	236	189	96	120	104	144	274	173	67	42,27***
	Szórás	48	25	13	6	13	12	57	31			
2. szint	Átlag	214	244	196	157	128	131	167	356	199	75	53,31***
	Szórás	32	37	44	8	4	15	54	32			
3. szint	Átlag	238	203	200	196	160	132	167	330	203	61	63,49***
	Szórás	21	31	21	19	8	2	51	93			
4. szint	Átlag	235	221	208	179	156	123	153	318	199	61	45,55***
	Szórás	10	26	26	1	15	7	18	61			
5. szint	Átlag	250	227	235	160	165	162	183	317	212	56	38,97***
	Szórás	33	7	14	37	17	37	21	36			
Összátlag				224	219	202	153	141	128	156	291	
Szórás				39	33	29	36	22	22	44	78	
SzD_{5%}				53,03	43,87	38,45	28,28***	16,79***	27,73	62,66	78,81**	

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

34. táblázat: A Fatima 2 őszi búzafajta alveográfus *W* értékeinek alakulása az évjárat és műtrágyázás hatására

W ($\times 10^{-4}$J)	Évek	1997	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	Összátlag	Szórás	SzD 5%
Műtrágyakezelés												
Kontroll	Átlag	209	170	251	85	155	52	145	159	153	63	58,23***
	Szórás	16	33	90	1	12	16	77	14			
1. szint	Átlag	208	167	297	133	165	94	143	248	182	66	48,61***
	Szórás	34	22	43	40	15	35	48	28			
2. szint	Átlag	225	144	290	160	136	91	172	294	189	74	51,49***
	Szórás	24	42	28	7	22	30	66	28			
3. szint	Átlag	206	152	263	117	162	147	168	258	184	53	62,27**
	Szórás	22	13	29	37	5	84	52	33			
4. szint	Átlag	186	134	223	120	144	138	162	244	169	45	37,67***
	Szórás	69	55	96	48	56	64	58	92			
5. szint	Átlag	220	158	262	146	160	108	163	288	188	62	45,72***
	Szórás	20	43	70	11	11	33	37	19			
Összátlag				214	156	271	133	156	106	161	265	
Szórás				20	31	42	34	16	52	50	53	
SzD 5%				33,02	49,76	77,74	36,93**	21,18	71,19	82,08	39,43***	

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

35. táblázat: Az időjárás tényezők és az alveográfus *W* érték alakulása közötti kapcsolat Pearson-féle *r* értékei

W érték	GK Öthalom						Fatima 2						
	Kontroll	1. kezelés	2. kezelés	3. kezelés	4. kezelés	5. kezelés	Kontroll	1. kezelés	2. kezelés	3. kezelés	4. kezelés	5. kezelés	
Csapadékmennyiség (mm)													
Máj.	0,550	0,726*	0,674	0,422	0,535	0,649	0,237	0,357	0,277	0,450	0,416	0,360	
Júl.	0,535	0,633	0,660	0,548	0,592	0,736*	0,480	0,741*	0,768*	0,842**	0,837**	0,754*	
Máj.-Jún. összege	0,752*	0,312	0,383	0,337	0,417	0,297	0,298	0,458	0,411	0,195	0,159	0,341	
Máj.-Jún.-Júl. összege	0,778*	0,501	0,564	0,482	0,559	0,535	0,424	0,654	0,632	0,507	0,479	0,575	
Relatív légnedvesség (%)													
Máj.	0,189	0,436	0,221	0,152	0,227	0,468	0,663	0,655	0,507	0,802*	0,714*	0,574	
Máj.-Jún. átlaga	0,221	0,129	-0,050	0,048	0,082	0,246	0,691	0,710*	0,600	0,728*	0,639	0,574	
Tenyészedési időszak átlaga	0,262	0,132	-0,087	-0,037	0,020	0,199	0,731*	0,684	0,561	0,672	0,567	0,509	

4. 5. A fehérjetartalom és az alveográfus minőség kapcsolata

Az őszi búzafajták alveográfus minősége és a világszerte használatos egyéb minőségi mutatók között elvégzett összefüggésvizsgálatokra, nemzetközi és hazai szakirodalmi forrásokban nagyszámú példát találhatunk. Ezek összefoglalását az Irodalmi áttekintés című fejezetben végeztem el (2. táblázat). Az ott bemutatott megállapítások közül a legtöbb ellentmondás az alveográfus W érték és a fehérjetartalom közötti kapcsolatot övezi. Ezen ellentmondások feloldása érdekében Pearson-féle korrelációanalízist végeztem a fent említett két mutató között, melynek részletes vizsgálatára kitűnő alapot nyújtottak a Dr. Pepó Péter által irányított, a DE ATC MTK Látóképi Kísérleti Telepén zajló fajtaösszehasonlító-műtrágyázási tartamkísérletek eredményei. Így lehetőségem volt a legfontosabb alveográfus paraméter és a fehérjetartalom közötti kapcsolatrendszernek a vizsgált évek átlagában műtrágyaszintenként, illetve a műtrágyakezelések átlagában évenként történő elemzésére is. A számításokat az egyes nyugat-európai országok által kiemelten kezelt P/L érték esetében is elvégeztem.

Az elemzést is a P/L érték és a fehérjetartalom közötti összefüggésekkel kezdve (36. táblázat) elmondható, hogy mindössze a Fatima 2 őszi búzafajtánál, ez esetben is csak a kontroll kezelés esetén találtam statisztikailag igazolt kapcsolatot. Egyedi eset lévén, ebből további messzemenő következtetések levonása nem célszerű. A búzaminőségre irányuló kutatásokból régóta ismert tény, hogy a búza fehérjesajáttságai hatással vannak a reológiai tulajdonságokra. Ezen hatások évente eltérő módon befolyásolják – többek között – a P és L értékek alakulását is, mely paraméterek évenkénti ingadozása a két érték hanyadosaként számított P/L értéken keresztül már nem figyelhetők meg.

Az alveográfus W érték és a fehérjetartalom között, a vizsgált évek átlagában elvégzett Pearson-féle korrelációanalízis eredményei szintén a 36. táblázatban láthatók. Mind a GK Öthalom, mind a Fatima 2 őszi búzafajta esetében azt állapítottam meg, hogy a két említett paraméter között csak a kontroll és az alacsony NPK-adagú műtrágyakezelések esetében áll fenn statisztikailag igazolható összefüggés. Az r értékek, a GK Öthalom kontroll kezelését kivéve, szoros, vagy igen szoros pozitív kapcsolatot mutatnak, mely megállapítás P=1% szinten szignifikáns. A magasabb műtrágyaszintek közül mindössze a GK Öthalom őszi búzafajta negyedik kezelése esetében találtam szoros pozitív, szignifikáns összefüggést.

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

	Fajta	Kezelés	Alveográfus W érték	Alveográfus P/L 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.

Az alveográfus W értékek és a fehérjetartalom közötti Pearson-féle korrelációs együtthatók kiszámítását a műtrágyakezelések átlagában is elvégeztem (37. táblázat). A GK Öthalom esetében, a fenti paraméterek között, az 1998-as év kivételével, minden évjáratban statisztikailag igazolható összefüggéseket tudtam megállapítani. Az *r* értékek szerint ez a kapcsolat 1999-ben pozitív irányú és közepes erősségű, 1997-ben, 2001-ben, 2003-ban és 2004-ben szoros pozitív, míg 2002-ben és 2005-ben igen szoros pozitív, $P=5\%$ vagy $P=1\%$ szignifikancia szint mellett. A Fatima 2 őszi búzafajta fehérjetartalma viszont csak 2001-ben és 2005-ben mutat szignifikáns ($P=1\%$) összefüggést az alveográfus W értékkel, mely összefüggés mindkét esetben szoros, pozitív kapcsolat. A két fajta esetében tapasztalt különbségek magyarázata a fajták időjáráshoz való alkalmazkodóképessége közötti különbségekre vezethető vissza, hiszen a GK Öthalom őszi búzafajta időjáráshoz való jobb alkalmazkodóképességének köszönhetően, a fajta fehérjetartalmának mennyiségi kifejlődése mellett a minőségi differenciálódás (jó reológiai tulajdonságok kialakulása) is bekövetkezett, melyet az évente tapasztalt szignifikáns összefüggések támasztanak alá. Ezzel ellentétben valószínűsíthető, hogy a Fatima 2 őszi búzafajta fehérjéinek mennyiségi kialakulása és azoknak az alveográfus paraméterekben megmutatkozó minőségi átalakulása, csak az említett két évjáratban volt olyan tekintetben arányos, hogy a korrelációanalízis segítségével szignifikáns kapcsolatot tudtam kimutatni.

A fehérjetartalom és az alveográfus P/L érték között, a két fajta esetében szoros, vagy igen szoros, negatív kapcsolatot találtam (37. táblázat). Az összefüggések minden esetben $P=1\%$ szinten szignifikánsak. Annak magyarázatára, hogy miért éppen ezekre az évekre lehetett statisztikailag is igazolt összefüggéseket felírni, korrelációanalízist végeztem a fehérjetartalom és a P érték, illetve a fehérjetartalom és az L érték között is (37. táblázat). Az eredmények szerint mindkét fajta esetében megállapítható, hogy ha a P/L érték és a fehérjetartalom között szignifikáns, negatív kapcsolat áll fenn, akkor ebből következőleg vagy a P értéknek a fehérjetartalomhoz viszonyított csökkenését, vagy az L értéknek a fehérjetartalommal együtt történő növekedését figyelhetjük meg. Előbbi esetre egyetlen példát találunk: a Fatima 2 őszi búzafajta esetében, 2002-ben számolt $r = -0,781^{**}$ érték, míg utóbbi esetre több példa is előfordul (GK Öthalom esetében 1997-es, 2002-es és 2004-es évek, illetve Fatima 2 esetében 2001, 2003, 2004 évek).

Összefoglalásképpen 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 kontroll és az alacsony NPK-adagú műtrágyakezelések esetében áll fenn statisztikailag igazolható szoros, vagy igen szoros, pozitív összefüggés. Ezen túlmenően csak a GK Öthalom negyedik kezelésében tudtam kimutatni statisztikailag is igazolt korrelációt. 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.

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

	Fajta	Év	Alveográfus <i>W</i> érték	Alveográfus <i>P/L</i> érték	Alveográfus <i>P</i> érték	Alveográfus <i>L</i> érték
			<i>r</i> érték	<i>r</i> érték	<i>r</i> érték	<i>r</i> érték
Fehérjetartalom (%)	GK Öthalom	1997	0,691**	-0,648**	0,156	0,634**
		1998	0,247	0,040	0,244	0,209
		1999	0,480*	0,409	0,540**	-0,161
		2001	0,500*	0,399	0,730**	0,211
		2002	0,736**	-0,704**	0,096	0,828**
		2003	0,609*	-0,488	0,150	0,691**
		2004	0,631**	-0,682**	0,296	0,936**
		2005	0,737**	0,017	0,233	0,586**
	Fatima 2	1997	-0,344	0,043	-0,086	-0,144
		1998	-0,379	-0,205	-0,305	0,057
		1999	-	-	-	-
		2001	0,616**	-0,772**	0,356	0,687**
		2002	0,091	-0,862**	-0,781**	0,846**
		2003	0,410	-0,553**	0,286	0,425*
		2004	0,346	-0,810**	-0,369	0,784**
		2005	0,696**	-0,366	0,237	0,737**

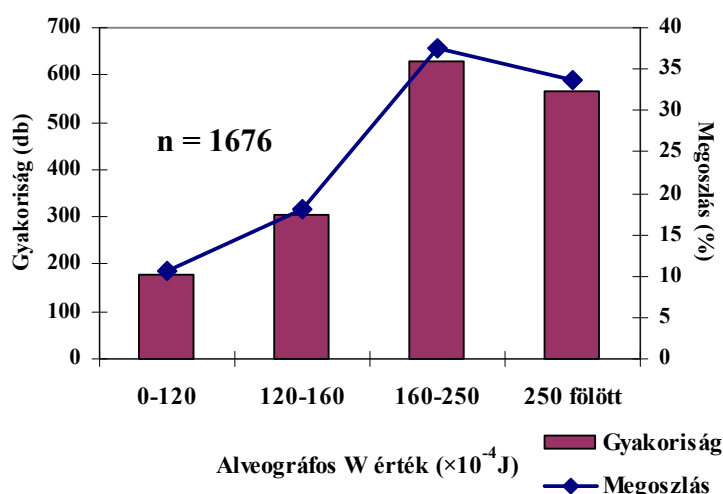
Megjegyzés: Az eredményeket hét év adatai alapján számítottam ki, az 1999-es év Fatima 2 őszi búzafajta fehérjetartalom eredményeinek hiányában.

4. 6. Az őszi búza alveográfus minőségének alakulása nagyszámú minta vizsgálata alapján

E fejezet megírásával az volt céлом, 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 $250 \times 10^{-4} \text{J}$ felett a kiváló, 160 és $250 \times 10^{-4} \text{J}$ között az I. osztályú, 120 és $160 \times 10^{-4} \text{J}$ 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. Ez a mintaanyag több kutatási programból és a versenyszféra megrendeléseiből, több mint tíz évjáratból, sok termelőtől, sok tábláról és agrotechnikai kezeléssel származik, így biztosítva van az a reprezentativitás és objektivitás, melyek alapján általános megállapítások tehetők.

A vizsgált búzaminták egyharmad része (33,8%-a) a $250 \times 10^{-4} \text{J}$ határértéktől magasabb W értékkel rendelkezik, vagyis a kiváló minőségi kategóriába tartozik bele (24. 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.



24. ábra: Nagyszámú búzaminta osztályozása a francia alveográfus előírások alapján

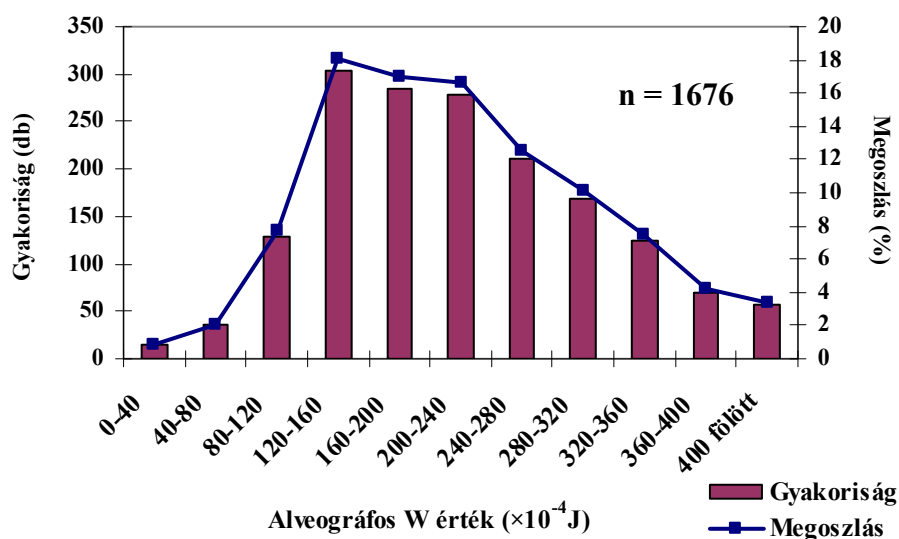
Ez utóbbi adat és a 33,8% részarányú, kiváló minőségű mintamennyiség azt jelzi, hogy az alveográfus minősítési rendszer használatától a magyar búzatermesztőknek nem

tartaniuk, a magyar búzatermés az alveográfval történő minősítés esetén is megállja a helyét a nemzetközi versenyben. A napjainkban fennhangon emlegetett búza-céltermesztés megvalósulása esetén tovább nőhet a kiváló minőségű búzaminták részaránya, mely nagyban segítené a minőségi búza-exportot, főleg azokba az országokba, ahonnan eddig az alveográfos paraméterek szerinti minősítés hiánya miatt szorult ki Magyarország.

A vizsgált mintamennyiség megoszlását érdemes megvizsgálni a francia nyelvterületeken elterjedt, különböző termékcsoportokra előírt határértékek szerint is. A francia nyelvterületen a különböző termékekre alkalmazott határértékeket (7. melléklet) a szemléletesség kedvéért egy skálába rendezve, a következő, korábban már bemutatott táblázatot kapjuk:

Alveográfus W érték ($\times 10^{-4}$ J)	Termék
80-120	Tészta
120-160	Száraz keksz
160-200	Hagyományos kenyér
200-240	Teflon kenyér
240-280	Croissant és briós
280-320	Zsemle
320-360	Hamburger típusú zsemle

A vizsgált búzaminták fenti határértékek szerinti besorolását az alábbi diagram (25. ábra) segítségével mutatom be.



25. ábra: A kereskedelmi minták osztályozása termékcsoport-határértékenként

A $80 \times 10^{-4} \text{ J W}$ érték alatti, sütőipari célra alkalmatlan lisztek részaránya összesen mindössze 2,9%-ot tett ki. Tésztakészítésre, a liszt javítása nélkül, a minták 7,7%-át találtam alkalmasnak. 303 darab búzamintából – mely csoport 18,1%-kal a legnagyobb részarányt képviseli – száraz keksz állítható elő. A vizsgált minták által reprezentált búzatételek 17,0%-ból hagyományos kenyér süthető. Szintén nagy részarányt képvisel azon lisztek csoportja (279 db, 16,6%), melyeket teflon kenyér készítésére találtam alkalmasnak. Különböző péksüteményeket (Croissant, briós) a vizsgált tételek 12,6%-ból lehet készíteni. Teljes egészében a kiváló minőségi kategóriájú lisztek közé tartozik az a 169, illetve 125 darab minta, melyekből hagyományos zsemle, illetve hamburger típusú zsemle állítható elő. A minták 7,5%-a pedig ezeknél a hatértékeknél is magasabb W értékkel rendelkezett.

Mivel a magyar előírások az egyes sütőipari termékek esetében csak egy valorigráffal vagy farinográffal meghatározott sütőipari értékszám alsó határt jelölnek meg, a termékeket nem lehet a francia kategória-rendszerhez hasonlóan csoportosítani.

4. 7. Az alveográfus és a valorigráfus minősítési rendszer összevethetősége

A szakirodalmi forrásokat tekintve a kutatók különbözőképpen ítélik meg az alveográfus eredmények használhatóságát a búzaminták sütőipari minősítésében. A kérdésben való állásfoglalás érdekében először a Karcagon beállított fajtaösszehasonlító kísérletek eredményeiből, majd ezt követően a Dr. Pepó Péter által koordinált, a DE ATC MTK Látóképi Kísérleti Telepén folyó kísérletek eredményeiből végeztem összefüggésvizsgálatokat annak megválaszolására, hogy a W érték vagy a P/L érték használatával kerülhetünk-e közelebb a hagyományos magyar minősítési módszerrel kapott eredményekhez.

A Karcagon végzett kísérletek esetében meg kell jegyezni, hogy a vizsgált fajták magas száma mellett, elsősorban azért erre a mintaanyagra esett a választásom, mert - mint ahogy azt már korábban többször is említettem - Karcagon 2003-ban egy rendkívüli aszályal jellemezhető, extrém tavasz és nyár volt, a 2005-ös év kiemelkedően csapadékos volt, míg a másik két év időjárása pedig átlagosnak mondható (5. melléklet és 6. melléklet). Ezen adatokból kiindulva lehetőség volt tehát klimatikusan egymástól jelentősen eltérő kísérleti években megítélni az alveográfus minősítési rendszert, a vizsgált fajták minőségének ilyen szempontú jellemzése mellett.

A francia előírások szerint az alveográfus W érték 250×10^{-4} J felett a kiváló, 160 és 250×10^{-4} J között az I. osztályú, 120 és 160×10^{-4} J között pedig a II. osztályú reológiai minőségi csoportnak felel meg. Eredményeim értékelésekor a francia előírásokat vettem alapul, melyek közül a kiváló minőségi csoportra térek ki. Ez alapján kiválónak tekinthetők tehát a 250×10^{-4} J fölötti W értékkel rendelkező lisztek, melyek a hazai szabvány szerint akkor kiválóak, azaz javító minőségűek, ha valorigráffal/farinográffal meghatározott sütőipari értékszámuk 70 fölötti.

A valorigráfus eredmények szerint (38. táblázat) 2002-ben és 2003-ban egyik őszi búzafajta sem adott javító minőségű lisztet, míg az alveográfus minősítés szerint 2002-ben négy fajta (Jubilejnaja, Ludwig, GK Kalász, Mv Palotás) kapott kiváló minősítést (4. 2. 5. fejezet, 20. táblázat, vastaggal jelölve). A valorigráfus minősítés szerint 2004-ben tíz őszi búzafajta terméséből tudtam javító minőségű lisztet őrölni (vastaggal jelölve), mely az alveográfus eredményeket tekintve csak három fajtáról mondható el. A 2005-ös évben pedig az előző évihez képest fordított arányokról lehet beszámolni.

38. táblázat: A valorigráfós sütőipari értékszám alakulása (Karcag, 2002-2005)

Fajta	Valorigráfós értékszám (BU)								Átlag	Szórás	RI %
	2002		2003		2004		2005				
<i>Jubilejnaja 50</i>	61,2	<i>B1</i>	18,1	<i>C2</i>	86,0	<i>A1</i>	65,2	<i>B1</i>	57,6	28,5	117,8
<i>MV Magdaléna</i>	41,8	<i>C1</i>	5,1	<i>C2</i>	53,2	<i>B1</i>	48,1	<i>B1</i>	37,1	21,8	129,8
<i>MV Magvas</i>	64,2	<i>B1</i>	31,3	<i>C2</i>	84,9	<i>A2</i>	65,4	<i>B1</i>	61,5	22,2	87,2
<i>Ludwig</i>	69,6	<i>B1</i>	20,7	<i>C2</i>	70,4	<i>A2</i>	55,4	<i>B1</i>	54,0	23,3	92,0
<i>GK Kalász</i>	66,9	<i>B1</i>	27,0	<i>C2</i>	82,9	<i>A2</i>	60,1	<i>B1</i>	59,2	23,5	94,4
<i>MV Csárdás</i>	41,0	<i>C1</i>	8,9	<i>C2</i>	55,0	<i>B1</i>	59	<i>B1</i>	41,0	22,7	122,3
<i>GK Petur</i>	57,8	<i>B1</i>	37,1	<i>C1</i>	90,1	<i>A1</i>	55	<i>B1</i>	60,0	22,1	88,3
<i>MV Verbunkos</i>	52,8	<i>B2</i>	6,4	<i>C2</i>	64,0	<i>B1</i>	61,2	<i>B1</i>	46,1	26,9	124,9
<i>GK Garaboly</i>	-	-	-	-	54,4	<i>B2</i>	42,4	<i>C1</i>	48,4	8,5	-
<i>Lupus</i>	-	-	2,5	<i>C2</i>	100,0	<i>A1</i>	71,3	<i>A2</i>	57,9	50,1	168,3
<i>MV Palotás</i>	61,2	<i>B1</i>	3,8	<i>C2</i>	-	-	-	-	32,5	40,6	-
<i>GK Attila</i>	63,0	<i>B1</i>	27,0	<i>C2</i>	74,7	<i>A2</i>	56,1	<i>B1</i>	55,2	20,3	86,4
<i>MV Emese</i>	-	-	8,9	<i>C2</i>	79,8	<i>A2</i>	69,9	<i>B1</i>	52,9	38,4	134,1
<i>KG Kunhalom</i>	-	-	-	-	74,0	<i>A2</i>	55,2	<i>B1</i>	64,6	13,3	-
<i>Alex</i>	-	-	-	-	93,0	<i>A1</i>	69,6	<i>B1</i>	81,3	16,5	-

A vizsgált őszi búzafajták eredményeit a legfontosabb alveográfós paraméterre, a W értékre, valamint a valorigráfós értékszámra vonatkozó határértékek szerint elemezve kijelenthető, hogy a minták sütőipari osztályozása e kétféle besorolás alkalmazásával jelentősen eltér egymástól.

A relatív intervallumok változása a két minőségi paraméter esetén szemmel látható módon hasonlóságot mutat, de a statisztikai szempontból való bizonyítás miatt korrelációanalízist végeztem a valorigráfós és az alveográfós eredmények esetén számolt relatív intervallum-értékek között. Megállapítottam, hogy a vizsgált őszi búzafajták évjárat-függő stabilitását mutató, a két minősítési eljárás esetén számolt relatív intervallum-értékek $r=0,614^*$ -es értékkel, szoros korrelációs kapcsolatban állnak. Ebből következik, hogy az őszi búzafajták minőségstabilitásának értékelése, a valorigráfós és az alveográfós minősítési rendszer alkalmazása esetén - statisztikailag is igazoltan - hasonló eredményre vezet.

Az alveográfós W érték mellett, a másik fontos paraméter a P/L érték. A búza című magyar szabványban (MSZ 6383:1998) azonban nincs olyan minőségi paraméter, mellyel célszerű lenne közvetlenül is párhuzamot vonni a P/L értékkel, mint ahogy azt a W érték esetében tettem. Emiatt a P/L értékeket (4. 2. 5. fejezet, 18. táblázat) csak a korrelációanalízisnél használtam fel, választ keresve a bevezetés elején feltett kérdésre.

Az évenként vizsgált 10-14 őszi búzafajta valorigráfos és alveográfos minőségének meghatározása elegendő adatot szolgáltatott ahhoz, hogy ezen értékek között Pearson-féle korrelációanalízissel keressek statisztikailag is igazolható összefüggéseket. A számításokat elvégeztem az egyes években kapott eredményekből külön-külön, majd az éveket együttvéve is elemeztem (39. táblázat).

39. táblázat: Az alveográfos értékek és a sütőipari értékszám közötti kapcsolat

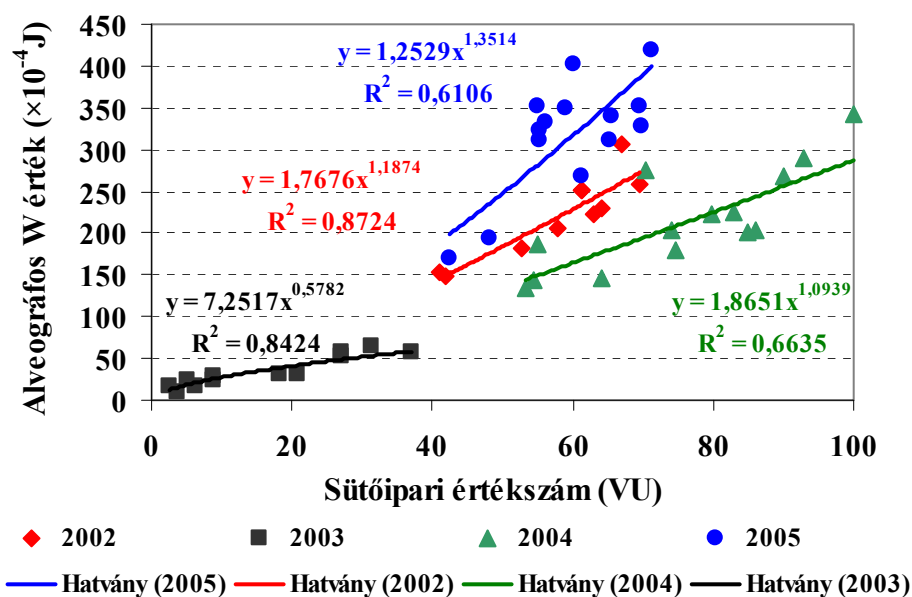
	Alveográfos paraméterek				
	P	L	P/L	G	W
	2002				
VÉ	-0,291	0,737*	-0,634*	0,749*	0,904**
	2003				
VÉ	0,497	0,916**	-0,726**	0,950**	0,946**
	2004				
VÉ	0,207	0,361	-0,104	0,361	0,806**
	2005				
VÉ	0,695**	-0,501	0,538*	-0,494	0,728**
	Vizsgált évek (2002-2005) átlagában				
VÉ	0,573**	0,689**	-0,531**	0,765**	0,776**

VÉ: Valorigráfos sütőipari értékszám; * P=5%; ** P=1%; ***P=0,1%;

A részparaméterek jelen esetben kevésbé fontos egymás közötti összefüggéseinek elemzésétől eltekintettem. 2002-ben a valorigráfos értékszám a P/L értékkel szoros, negatív, míg a W értékkel igen szoros pozitív, statisztikailag is igazolt kapcsolatban áll. Ugyanez mondható el a 2003-as év eredményeiről is, azzal a különbséggel, hogy a VÉ és a P/L érték között igen szoros, szignifikáns kapcsolat áll fenn. 2004-ben csak a VÉ és az alveográfos W érték között találtam statisztikailag is igazolható kapcsolatot ($r=0,806^{**}$). A következő évben a valorigráfos sütőipari értékszám és a P/L érték között szoros, a 2002-es és 2003-as eredményektől eltérően, pozitív előjelű kapcsolatot jegyeztem fel. A vizsgált négy évjárat eredményeit tekintve, a VÉ és a W érték közötti korrelációs koefficiens értéke 2005-ben volt a legkisebb, ám ez is igen szoros, pozitív kapcsolat.

Az összes vizsgált év eredményeit alapul véve, a VÉ és a P/L érték között negatív előjelű, szoros kapcsolatot találtam ($r = -0,531^{**}$). Ugyanezen adathalmazon vizsgálva a korrelációs koefficiens értékét, a valorigráfos értékszám és az alveográfos W érték között pozitív, igen szoros szignifikáns kapcsolatot állapítottam meg ($r=0,776^{**}$).

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 alveográfus W értéket. A legmagasabb R^2 érték elérése érdekében, hatvány típusú függvény felvételével jutunk legközelebb az alveográfus W értéknek a sütőipari értékszámából való eredményes becsléséhez. Az évenkénti kapcsolatrendszer, a regressziós egyenletekkel együtt a 26. ábrán tüntettem fel.



26. ábra: Az alveográfus 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 alveográfus W érték a sütőipari értékszámából erős összefüggés fennállásával becsülhető, a részeredmények jól megfigyelhető évjáratfüggése mellett.

Az értekezésem megírása során szintén felhasznált, Dr. Pepó Péter által koordinált, a DE ATC MTK Látóképi Kísérleti Telepén folyó kísérletek eredményeiből szintén

elvégeztem a főbb alveográfus mutatószámok és a valorigráffal mért sütőipari értékszám közötti Pearson-féle korrelációanalízist. A kísérleti évek átlagában, műtrágyaszintenként elvégzett számítások eredményeit a 40. táblázat tartalmazza.

40. táblázat: Az alveográfus *W* és *P/L* érték, illetve valorigráffos sütőipari értékszám közötti Pearson-féle korrelációanalízis *r* értékei, 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
Sütőipari értékszám (BU)	GK Öthalom	Kontroll	0,342	-0,024
		1.	0,695**	-0,050
		2.	0,691**	0,216
		3.	0,510**	0,124
		4.	0,277	0,472*
		5.	0,471**	0,265
	Fatima 2	Kontroll	0,648**	-0,057
		1.	0,547**	0,024
		2.	0,655**	0,173
		3.	0,597**	-0,010
		4.	0,845**	0,179
		5.	0,833**	0,097

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

A GK Öthalom őszi búzafajta esetében a kontroll kezelés és a negyedik műtrágyaszint kivételével minden kezelésben szignifikánsnak találtam az alveográfus *W* érték és a valorigráffos sütőipari értékszám közötti kapcsolatot. A 30-60-90 kg/ha N+PK dózisok alkalmazása mellett a korrelációs együttható értéke szoros, pozitív összefüggést mutat. A legnagyobb NPK-kezelés esetében csak közepes erősségű, de pozitív előjelű kapcsolatot állapítottam meg. A Fatima 2 őszi búzafajta esetében egységesebb adatsort kaptam: minden egyes műtrágyaszinten az alveográfus *W* érték és a sütőipari értékszám közötti statisztikailag igazolt kapcsolatot állapítottam meg. A műtrágyázás nélküli parcellák, valamint az első, a második és a harmadik kezeléseket mintáinak feldolgozásával nyert eredmények szerint a valorigráffal és alveográfus meghatározott legfőbb mutatószámok között szoros pozitív, míg a nagyadagú műtrágyák kijuttatása mellett igen szoros, pozitív kapcsolat áll fenn.

Az évek átlagában tekintve a *P/L* érték és a sütőipari értékszám közötti összefüggéseket megállapítottam, hogy mindössze a GK Öthalom őszi búzafajta negyedik kezelése esetén áll fenn statisztikailag igazolt összefüggés a két paraméter között, mely közepesen erős, pozitív kapcsolat.

A következő, 41. táblázat az alveográfus *W* és *P/L* értékek, illetve a sütőipari értékszám között elvégzett Pearson-féle korrelációanalízis korrelációs koefficiens értékeit mutatja,

a műtrágyakezelések átlagában. Az adatok részletes elemzése nélkül is szembevetendő, hogy az *r* értékek a *W* érték és a sütőipari értékszám között az esetek többségében szoros, vagy igen szoros pozitív, míg a *P/L* értékek és a sütőipari értékszám között általában szoros, vagy igen szoros negatív kapcsolatot mutatnak. A fejezet első felében ugyanezt a megállapítást tettem a Karcagról származó mintaanyag elemzése során is. A korrelációs koefficiens értékek részletes szöveges felsorolásától eltekintek.

41. táblázat: Az alveográfus *W* és *P/L* érték, illetve valorigráfus sütőipari értékszám közötti Pearson-féle korrelációanalízis *r* értékei, a műtrágyakezelések átlagában

	Fajta	Év	Alveográfus <i>W</i> érték	Alveográfus <i>P/L</i> érték
			<i>r</i> érték	<i>r</i> érték
Sütőipari értékszám (BU)	GK Öthalom	1997	0,276	-0,611**
		1998	0,196	0,116
		1999	0,732**	0,505*
		2001	0,460*	0,394
		2002	0,811**	-0,712**
		2003	0,147	-0,472
		2004	0,905**	-0,715**
		2005	0,796**	0,063
	Fatima 2	1997	0,221	0,529*
		1998	0,800**	-0,347
		1999	0,656*	0,332
		2001	0,621**	-0,762**
		2002	0,619**	-0,829**
		2003	0,702**	-0,444*
		2004	0,661**	-0,854**
		2005	0,751**	-0,432*

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

Összefoglalásképpen elmondható, hogy a Magyarországon hagyományos sütőipari minősítés szerint alkalmazott valorigráfus értékszám (VÉ), illetve az alveográfus *W* érték, a karcagi minták esetében minden vizsgált évben, míg a látóképi mintaanyag esetében az évek többségében igen szoros, pozitív korrelációs kapcsolatban állt, szemben a VÉ és *P/L* érték közötti szoros, negatív kapcsolattal. Arra a kérdésre tehát, hogy a *W* érték, vagy a *P/L* értékek használata jelenti-e a nagyobb biztonságot a búzaminták sütőipari minőségének meghatározásában, a válasz a következő: az őszi búzafajták alveográfus minősítéskor 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.

5. Következtetések

Szakirodalmi ellentmondások és saját mérési tapasztalataimból adódó megfigyelések is indokolták, hogy részletesebben vizsgáljam a búzaminta laboratóriumi minősítése előtt, a kísérleti liszt előállítását. Eredményeim szerint, a búza 16,5%-os nedvesség-értékre való kondicionálása, őrléskor, a héjrészeknek az endospermiumtól nagyobb arányban való eltávolíthatóságát eredményezi, mint azt a 15,5%-os nedvesítés esetében tapasztaltam. Ezt az bizonyítja, hogy a 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.

Tapasztalataim szerint ugyanazon búzaminta két, különböző típusú laboratóriumi malmon (CHOPIN LABORATORY MILL CD 1, illetve LABOR MIM FQC 109) való őrlése esetén a fehérjetartalom, az alveográfus P és P/L értékek esetében nem, viszont a hamutartalom, az alveográfus L, G és W értékek esetében szignifikáns különbségeket találtam a két malomtól származó lisztminták 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 hengersizájának 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 őrlött liszt hamutartalma rendkívül magas volt. A hamutartalom negatív befolyásoló hatásaiból következőleg ez utóbbi malomtól kapott liszt alveográfus reológiai tulajdonságai sokkal kedvezőtlenebbek voltak.

A laboratóriumi őrlés során, a szitálási időnek a magasabb kiőrlési arány elérése érdekében végzett növelése a fehérjetartalom folyamatos csökkenését és a hamutartalom tendenciaszerű növekedését okozta. A fehérjetartalom csökkenése lineáris, a hamutartalom növekedése pedig logaritmikus függvény szerint következett be.

Egy laboratóriumi malmon őrlött, ugyanazon lisztmintából szitálással nyert, különböző szemcseméretű lisztfrakciók 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 ugyanezt a megállapítást tudtam tenni. 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. Mivel 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 mangán/vas arány a szemcseméret növekedésével szintén növekszik.

A DE ATC Karcagi Kutatóintézetében folytatott őszi búza fajtaösszehasonlító kísérletekből származó, a 2002-2005-ös években betakarított, évente 10-14 őszi búzafajta mintáinak alveográfus minősítése után megállapítottam, hogy a fajták sorrendje évjáratonként jelentősen eltér egymástól, mindegyik vizsgált mutató esetében. Az alveográfus P, L, P/L, G és W értékek alakulásának elemzését a francia előírásokban foglalt határértékek szerint végeztem el. A gyakorlat azon igényéhez igazodva, mely szerint indokolt lenne a kb. 120 db-os őszi búza fajtalistából néhányat alveográfus minőségük szerint kiemelni, a karcagi kísérletekben termesztett fajtákból, alveográfus W és P/L értékeik alapján csoportokat képeztem. Ez az osztályozás értékesebb annak tekintetében, hogy a vizsgált évek klimatikusan teljesen eltérőek voltak, így fajták eredményei tükrözik, illetve magukban foglalják a fajták teljesen eltérő évjáratban kifejeződött minőségét is. Számításaim szerint a karcagi kísérletekbe vont fajták közül, alveográfus minősége alapján minőségi búza-termesztésre a leginkább javasolható a Ludwig, a GK Kalász, a Jubilejnaja 50 és a GK Attila őszi búzafajták.

Az előzőekben bemutatott alveográfus részparaméterek évek közötti nagymértékű ingadozása megkívánja, hogy a különbségeket a lisztminták fehérje-összetételének vizsgálatával, közvetlen módon is próbáljam magyarázni. Ennek érdekében az Osborne-féle fehérjefraccionálási eljárás szerint, nyolc kiválasztott őszi búzafajta lisztmintáiból

kivontam a sikéralkotók közül a glutenin fehérjéket, majd SDS-PAGE módszerrel elvégeztem ezek molekulatömeg szerinti elválasztását.

Először a vizsgált őszi búzafajták glutenin-frakcióinak molekulatömeg szerinti elemzését végeztem el a szakirodalmi besorolás alapján, így a glutenineket HMW A-csoportra (80-120 kDa), LMW B-csoportra (42-51 kDa), LMW C-csoportra (30-40 kDa) és LMW D-csoportra (52-60 kDa) osztottam fel. A búzaminták alveográfus és valorigráfus mutatóinak változásaihoz hasonlóan, e fehérjefrakciók évenkénti alakulása is nagy ingadozásokat mutatott. Az egyes gluteninfrakciók és a minőségi paraméterek közötti összefüggésvizsgálatok eredményei alapján megállapítottam, hogy az évek átlagában a különböző molekulatömegű glutenin-frakciók és a valorigráfus részparaméterek között nincs statisztikailag igazolható összefüggés. Néhány esetben mindössze a tézta stabilitási idejét befolyásolták a különböző glutenin-frakciók mennyiségeinek változásai, de a korrelációs koefficiens értékek évenkénti eltérései miatt ebből messzemenő következtetés nem vonható le. Áttérve a glutenin-frakciók mennyiségének az alveográfus mutatókkal való összefüggéseinek ismertetésére, eredményeim közül itt csak az LMW D-csoport (52-60 kDa) statisztikailag is igazolt befolyásoló hatását emelném ki, mely szerint e frakció mennyiségének változása szoros, negatív kapcsolatban volt az alveográfus P értékek alakulásával. 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 puha szemű búzafajták esetében fennálló 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 helytállóan bizonyul.

Elvégeztem a gluteninek mennyiségének alegységenként történő vizsgálatát is. A legszembetűnőbb, statisztikailag is helytálló hatást, a 47-49 kDa molekulatömegű glutenin-frakció mennyiségének változása kapcsán figyeltem meg: e fehérjék mind a valorigráfus értékszám, mind pedig az alveográfus W érték alakulására negatív hatást gyakoroltak.

A műtrágyázás és az évjárat hatásainak részletes elemzése során megállapítottam, hogy ezen 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.

A látóképi kísérletekbe vont két fajtát (GK Öthalom és Fatima 2), a legfontosabb alveográfus paraméter, a W érték alakulása szerint összehasonlítva megállapítható, hogy a GK Öthalom jobb megtérülést biztosító, következetesebb műtrágyareakciója és mind az évek-, mind a műtrágyakezelések átlagában vett jobb minősége miatt természetesen jobban ajánlható őszi búzafajta. A Fatima 2 őszi búzafajta – a P/L értékek tekintetében is – kedvezőtlenebb eredményeket szolgáltatott, hiszen a betakarított mintákból őrölt lisztek P/L értéke rugalmatlan, kis nyújthatóságú tészták készítését tette csak lehetővé. 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 fehérjesszintézis később fejeződik be, mint a korai érés csoportba 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.

Az őszi búzafajták alveográfus minősége és egyéb minőségi mutatói közötti összefüggések közül, értekezésemben csak az alveográfus W és P/L érték, illetve a fehérjetartalom közötti kapcsolatra tértem ki. Megállapítottam, hogy az általam, nyolc év eredményei alapján vizsgált két őszi búzafajta alveográfus W értéke és fehérjetartalma között csak a nem trágyázott és az alacsony NPK-dózisú kezelések esetén áll fenn pozitív korreláció. A műtrágyakezelések átlagában is elvégezve a

korrelációanalízist megállapítottam, hogy a GK Öthalom esetében hét évben, míg a Fatima 2 őszi búzafajta esetében csak két évben figyelhető pozitív, szignifikáns összefüggés a fehérjetartalom és az alveográfus W érték között. Ezen eredmények alapján kijelenthető, hogy a két említett paraméter közötti kapcsolat fajtafüggő. Kutatási programokból és a versenyszféra megrendeléseiből származó nagy számú búzaminta alveográfus minősítése a következő eredményeket adta: a minták egyharmad része (33,8%-a) a 250×10^{-4} J határértéktől magasabb W értékkel rendelkezik, vagyis a kiváló minőségi kategóriába tartozik bele. 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. A karcagi és a látóképi mintaanyag vizsgálatával a sütőipari értékszám és a W érték között igen szoros, pozitív, míg a sütőipari értékszám és a P/L érték között szoros, negatív kapcsolatot találtam. 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 évjárattól és a fajtaösszetételtől, illetve a műtrágyakezelésektől is függő mértékben ingadozott, melynek magyarázatára további vizsgálatok szükségesek.

6. Összefoglalás

Értekezésem megírása során a fő célkitűzésem az volt, hogy alapadatokat adjak meg a DE ATC Karcagi Kutatóintézetében és Látóképi Kísérleti Telepén folytatott őszi búza fajtaösszehasonlító, illetve műtrágyázási tartamkísérletek eredményeinek felhasználásával a Magyarországon köztermesztésben lévő őszi búzafajták alveográfus eredményeire, illetve a gyakorlat számára is hasznosítható eredményekkel szolgálhassak a műtrágyázásnak és az évjáratnak az őszi búzafajták alveográfus minőségre gyakorolt hatásának vizsgálatával. Az alveográfus mérési eredmények értékelése előtt, vizsgáltam a búzaminta őrlés előtti mintaelőkészítésének a liszt minőségére (kémiai összetétel, reológiai tulajdonságok) gyakorolt hatását, hiszen a laboratóriumokban rutinszerűen végzett lisztvizsgálatok mellett jóval kevesebb figyelem irányul a laboratóriumi vagy kísérleti lisztminta előállításának folyamatára.

Munkám első részében a búzaminta őrlés előtti kondicionálásának befolyásoló hatását, a búza őrléséhez használt laboratóriumi malom típusának és az őrlést követő szitálási idő változtatásának hatását vizsgáltam a liszt 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. Egy adott búzaminta nedvességtartalmának eltérő szintekre történő beállítása tehát szignifikánsan eltérő mérési eredményeket ad. 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 magasabb kiőrlési arányt eredményező szitálási időt 4 perces egységekkel növelve, a fehérjetartalom folyamatos csökkenését tapasztaltam. A szitálási idő növelésének függvényében a hamutartalom – a fehérjetartalommal ellentétben – növekvő tendenciát mutatott. Egy laboratóriumi malmon őrölt, ugyanazon lisztmintából szitálással nyert, különböző szemcseméretű lisztfrakciók 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 ugyanezt a megállapítás tudtam tenni.

A következőkben a DE ATC Karcagi Kutatóintézetében folytatott őszi búza fajtaösszehasonlító 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. Ezek szerint minél magasabb egy búzaminta P értéke, annál jobb reológiai tulajdonságokat igénylő készterméket lehet sütni a lisztből. Így a legmagasabb P értéket az MV Magvas őszi búzafajta érte el (81 mm), míg legalacsonyabbnak a GK Garaboly P értékét találtam 29 mm-es értékkel, mely a francia előírások szerint, a P értéket tekintve nem használható fel sütőipari célokra. E fajtán kívül mindegyik fajta termése alkalmas háztartási lisztként való felhasználásra. A P értékhez hasonlóan, a lisztminták L értékeit is önmagában tekintve elmondható, hogy minél magasabb egy minta L értéke, annál többféle termék előállítására alkalmas. Négy év átlagában a GK Petur adott a legmagasabb L értékkel rendelkező (160 mm) termést, míg ilyen szempontból a sort az MV Magdaléna zárja (77 mm). Az évjáratok változatosságához az alveográfus L érték tekintetében a GK Petur alkalmazkodott a legkedvezőbbben, míg az MV Verbunkos tudhatja magáénak a „legkevésbé stabil fajta” jelzőt. Az őszi búzák sütőipari minőségének értékelése az alveográfus P/L érték szempontjából eltérő módon történik. A P/L értékre a francia előírások termékcsopontonként intervallumokat adnak meg, vagyis nem a legmagasabb P/L értékkel rendelkező búzaminta a legjobb reológiai minőségű. 0,8-as P/L érték fölött a tészta már túlságosan rugalmatlan, sütőipari célokra emiatt nem alkalmas. A vizsgált négy év átlagában az MV Verbunkos őszi búzafajta adta a legmagasabb P/L értékkel rendelkező termést, mely 1,29-es átlagértéke miatt sütőipari termék előállítására nem használható fel. Az évenkénti eredményeket tekintve megállapítható azonban, hogy a fajta lisztjéből 2004-ben kenyeret, 2005-ben pedig kekszet lehetett volna előállítani. A legalacsonyabb P/L értéket a két évben termesztésre került KG Kunhalom lisztje esetében mértem, melyet a francia előírások alapján szintén nem találtam megfelelőnek sütőipari célokra. Kekszgyártásra megfelelő lisztet csak a GK Attila és az Alex őszi búzafajták terméséből tudtam kiörölni. A Ludwig, a GK Garaboly és a Lupus kenyér gyártására közvetlenül is felhasználható lisztet adott. 0,7-0,8 közé esett a Jubilejnaja 50, a GK Kalász, valamint az MV Emese P/L értéke, így ezen fajták lisztjét hamburger típusú zsemle készítésére találtam alkalmasnak. Az őszi búzafajtáknak a G érték alapján

való minősítése a P és az L értékek analógiájához hasonló módon történik. Ha a négy év mindegyikében termesztésre került fajtákat tekintjük, akkor a GK Petur fajtát kell kiemelni 27,7 ml-es G értékével. A legalacsonyabb G értéket pedig az MV Verbunkos képviseli (18,6 ml). A többi alveográfus praméterhez viszonyítva a G érték fajtánkénti relatív intervallumai a legkisebbek, hiszen csak a GK Garaboly esetén találunk 100%-nál magasabb értéket. A legszéleskörűbben használt alveográfus mutatószám a W érték, mely alapján a vizsgált fajták értékelését a legalább három évig termesztésben tartott 12 őszi búzafajtára végeztem el. Eredményeim alapján a kiváló kategóriába soroltam a Lupus őszi búzafajtát, mely a vizsgált évek átlagában 260×10^{-4} J W értéket ért el. A vizsgált fajták nagy része az I. osztályú reológiai minőségi csoportba tartozik, alveográfus W értékeik csökkenő sorrendje alapján a következők: GK Kalász, Ludwig, GK Petur, MV Magvas, Jubilejnaja 50, GK Attila, MV Emese, MV Csárdás. A II. osztályú reológiai minőségi csoportba mindössze két őszi búzafajtát, az MV Verbunkost és az MV Magdalénát tudtam besorolni. A sort a GK Garaboly őszi búzafajta zárja, mely 106×10^{-4} J W értékével a legalsó francia minőségi csoport határértékét sem érte el. Munkám során a karcagi fajtaösszehasonlító 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 évenkénti alakulása is nagy ingadozásokat mutatott. 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 téstastabilitási idővel, melynek alakulását az LMW-gluteninek B-csoportjának mennyiségi növekedése 2005-ben negatívan befolyásolta. Szintén igen szoros pozitív összefüggést figyeltem meg a téstastabilitási 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 gluténin 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. Annak érdekében, hogy a gluténin-frakciók mennyisége és a reológiai tulajdonságok közötti kapcsolatrendszerrel pontosabb megállapításokat tehessek elvégeztem a gluténinek mennyiségének alegységenként történő vizsgálatát is. Itt csak a legfontosabb reológiai mutatószámokat kiemelve megállapítottam, hogy a valorigráfus értékszámot negatívan befolyásoló 34-35 kDa tömegű gluténinek az alveográfus W értékkel nincsenek szignifikáns kapcsolatban, viszont a 47-49 kDa molekulatömegű gluténin-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.

A DE ATC Látóképi Kísérleti Telepén, Dr. Pepó Péter irányításával zajló műtrágyázási fajtaösszehasonlító 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.

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 esetben

befolyásolta, míg a Fatima 2 őszi búzafajta minőségét a júliusban, a betakarításig lehullott csapadék mennyisége minden műtrágyaszinten javította.

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. Összefoglalásképpen 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 kontroll és az alacsony NPK-adagú műtrágyakezelések esetében áll fenn statisztikailag igazolható szoros, vagy igen szoros, pozitív összefüggés. 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.

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, míg a látóképi mintaanyag esetében az évek többségében igen szoros, pozitív korrelációs kapcsolatban állt, szemben a sütőipari értékszám és a P/L érték közötti szoros, negatív kapcsolattal. A korrelációs együttható értéke az évjáratától és a fajta-összetételtől, illetve a műtrágyakezelésektől is függő mértékben ingadozott, melynek magyarázatára további vizsgálatok szükségesek.

Summary

The objective of my thesis was to provide raw data for the alveographic results of winter wheat produced in Hungary. By investigating the fertilizer and year effect on the alveographic quality of winter wheat, I would also like to provide results that can be used in practice as well. To accomplish this, I used the results of field fertilizer experiments carried out in the Karcag Research Institute and Látókép Research Institute of the University of Debrecen. Before evaluating the results of the alveographic measures, I have investigated what effect the sample preparation of wheat before grinding has on the quality of wheat (chemical composition, reologic features), as in laboratories doing routine flour investigations, less attention is paid on the process of flour production for research and laboratory use.

The first part of my thesis deals with the fact of how the conditioning of wheat samples before grinding influence the quality of flour, and how is it influenced by the mill type used for grinding and the change of the sieving time. When conditioning a given wheat sample before grinding, the moist content set to a higher (16.5%) level caused the protein and ash content to decrease, and the alveographic L and W values to increase statistically. Thus, by setting the moist content of a given wheat sample to different levels, the measurement results will be significantly different. When grinding a sample in two laboratory mills (CHOPIN LABORATORY MILL CD1, and LABOR MIM FQC 109), no significant difference was found between the protein content of the flours. However, the ash content of the flour grinded by the French-made CHOPIN mill was 1.5 higher than that of the flour grinded by the FQC 109 mill, which is widely used in Hungary. When examining the flours grinded by the different mills, significant difference was found in terms of the alveographic L and G values at $P=1\%$, and in terms of the W value at $P=0.1\%$. By increasing the sieving time by 4-minute units, the protein content continuously decreased. Unlike the protein content, the ash content increased by increasing the sieving time. There is a significant difference between the reologic features and the protein-, ash-, macroelement (Ca, K, Mg, P, S) and microelement (Al, Ba, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Sr, Zn,) content of flour fractions of different particles derived from the same sample by sieving and grinded with the same laboratory mill. Except from some microelements (Cr, Fe, Li, Sr), I found the same in terms of a BL 55 flour produced in a mill.

On the basis of the operative French regulations, I have qualified the alveographic qualification of the 10-14 winter wheat varieties grown each year between 2002-2005 and used in field experiment in the Karcag Research Institute of the University of Debrecen. I concluded that the higher the P value of a wheat sample, the better the reologic feature of the end product. MV Magvas winter wheat variety had the highest P value (81 mm), the lowest was of GK Garaboly, which is, according to the French regulation, is not suitable for the baking industry. Except for this variety, all others are suitable to use as flour for household use. Similarly to the P value, the higher the L value of a flour sample, the more types of products can be made of it. The yield with the highest L value (160mm) on a four year basis was of GK Petur, the lowest value was of MV Magdaléna (77 mm). In terms of the alveographic L value, GK Petur was best adopted to the varying years, at the same time, the “least stable variety” proved to be MV Verbunkos. As regards alveographic P/L value, the qualitative evaluation of winter wheat varieties for suitability for the baking industry use different methods. French regulations give intervals by product groups, i.e. it is not the wheat sample with the highest P/L value that is of the best quality. Above 0.8 P/L value the dough is too inelastic and unsuitable for the baking industry. Taken the average of the examined 4 years, the yield with the highest P/L value was of MV Verbunkos (1.29), which is unsuitable for the baking industry. If we examine the period year by year, we can conclude that the flour of the variety was suitable to produce bread in 2004, and biscuits in 2005. The flour with the lowest P/L value was of the variety GK Kunhalom, which was grown in two years, and according to the French regulations, was unsuitable for the baking industry. Winter wheat varieties GK Attila and Alex gave flour suitable for biscuit production. The flour of the varieties Ludwig, GK Garaboly and Lupus were suitable to produce bread directly. The P/L value of the varieties Jubilejnaja 50, GK Kalász and MV Emese ranged between 0.7-0.8, therefore these varieties are suitable to produce hamburger rolls. The qualification of winter wheat varieties in terms of the G value is similar to the analogy of P and L values. Looking at the varieties grown in each of the four years, GK Petur has the highest (27.7 ml), and MV Verbunkos has the lowest (18.6 ml) G value. Compared to the other alveographic G values, the relative intervals by the variety are the smallest, as only the value of GK Garaboly exceeds 100%. The most widely used alveographic index is the W number, which was used to examine the 12 varieties of winter wheat been grown for at least 3 years. My results justify why I put winter wheat variety Lupus in the outstanding category, of which W value was 260×10^{-4}

J on the basis of the examined years. Most of the examined varieties belong to the 1st class reologic group, their alveographic W values are in decreasing order: GK Kalász, Ludwig, GK Petur, MV Magvas, Jubilejnaja 50, GK Attila, MV Emese, MV Csárdás. The 2nd class reologic group includes only two varieties, MV Verbunkos and MV Magdaléna. GK Garaboly (W value= 106×10^{-4} J) is the last in the row, not reaching even the limit of the lowest French quality group. I have chosen 8 varieties used in the Karcag research and according to the Osborne protein fractionating process and using flour samples from the years 2003-2005 I have extracted glutenin proteins of the gluten constituents, then I separated them by molecular weight according to the SDS-PAGE method. Similarly to the changes of the alveographic and valorigraphic indexes in the wheat samples, the protein fractions that have been examined according to the literature fluctuated year-by year. By examining the relationship between the specific glutenin fractions and the reologic parameters, I found that taken the average of the years, there is no statistically proved relationship between the glutenin fractions of different molecular weight and the valorigraphic parameters. In 2003, the C group of the LMW glutenins had a close positive relationship with the dough stability time, which was negatively influenced by the volume increase of B group of LMW glutenins in 2005. I have found positive relationship between the dough stability time and the D group of LMW glutenins in 2005. As regards the relationship between the quantity of glutenin fractions and the alveographic values, my results proved that taken the average of the years, the change in the D group quantity (52-60 kDa) of the glutenin fractions showed a close negative relationship with the alveographic P value, which is significant at P=1%. Examining the year by year relationship between the data pares, I found that in 2003 and 2005 there was a close positive relationship between the glutenin fractions of big molecular weight in the A group (80-120 kDa) and the alveographic P values. Furthermore, it is statistically proved that the increase in the volume of the B-group (42-51 kDa) decreased the alveographic L and G values in 2004. In order to specify the relationship between the volume of the glutenin fractions and their reologic features, I examined the glutenin volume as a subunit as well. As regards the most important reologic indexes, I found that there is no significant relationship between the 34-35 kDa glutenins influencing the valorigraphic value and the alveographic W value. However, taken the samples of the 2003-2005 crop years, the volumen change of the glutenin fractions with 47-49 kDa molecular weight is statistically proved, and it has a close negative relationship with the baking quality and the alveographic W value.

Under the supervision of Dr Péter Pepó, the field experiment at the Látókép Research Institute of the University of Debrecen allowed me to examine the alveographic values of the samples of GK Öthalom and Fatima 2 winter wheat varieties taken from a 8 years period (1997-1999 and 2001-2005), in terms of fertilization and the year effect. The 3-factor variance analysis showed that at $P=1\%$, except from the P value, the effect of fertilization and except from the alveographic W value, the effect of the variety had a significant effect on each alveographic subparameter, respectively. The most obvious effect was of the year, which reliability was $P=0.1\%$ at each examined alveographic values.

I would like to draw attention on my experience with the two most important alveographic parameters, W and the P/L values. In terms of the effect of fertilization, taken the average treatment of the year, I found that as regards GK Öthalom, the quality of the yield was best at the highest fertilization level. I could not draw the same conclusion with Fatima 2, because the yearly maximum values of W parameters show great diversity. Increasing the NPK doses, the P/L values decreased, except from in 1999 in terms of GK Öthalom and of Fatima 2 in 1997. Out of the weather conditions, precipitation at the maturing period influenced the alveographic W values of GK Öthalom only at individual fertilizer treatment, while the precipitation in July increased the quality at each fertilization level.

According to my examinations on the relationship between the alveographic quality and other qualitative parameters, the most contradictory relationship was found between the alveographic W value and the protein content. I found that as regards winter wheat varieties GK Öthalom and GK Fatima 2, taken the average of the years, there is a close or quite close positive relationship between the alveographic W value and the protein content only at the control or low-dose fertilization. According to the correlation analysis based on the average of the fertilization doses, examining GK Öthalom, I find that except from 1998, there was a statistically proved (closed or quite close) relationship between the upper parameters. However, the protein content of Fatima 2 had a significant relationship with the alveographic W value in 2001 and 2005.

Through the experiment of samples from the Karcag Research Institute and Látókép Research Institute of the University of Debrecen, I tried to find whether the alveographic W value or the P/L value ensures the more safe method for the qualification of wheat samples, instead of the qualification commonly used in Hungary. I found that in terms of the samples from the Karcag Research Institute, the baking

quality and the W value in each of the examined years, while in terms of the Látókép Research Institute most of the years showed a close positive correlation, contrary to the close negative relationship between the baking quality and the P/L value. The correlation index varied depending on the year, the variety, and fertilizer doses, which require further examinations.

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 kiőrlési arány elérése érdekében végzett szitálás idejének növelése, csökkenő fehérje – és egyben növekvő hamutartalommal rendelkező liszteket eredményezett.
- Egy laboratóriumban őrölt 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 őrölt, 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 javasolható 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.

Irodalomjegyzék

1. ABRAMCZYK, D. 1997. Klaszifikacja jakosciowa ziarna pszenicy w oparciu o parametry oceny alveograficznej. *Przeglad Zbozowo-Mlynarski*, 4. 8-12.
2. ADDO, K. COHRAN, D. R. POMERANZ, Y. 1990. A new parameter related to loaf volume based on the first derivative of the alveograph curve. *Cereal Chemistry*, 67. 1. 64-69.
3. American Association of Cereal Chemists. 1983. Alveograph Method for Soft and Hard Wheat Flour. 54.30A. The Association: St. Paul, MN.
4. American Association of Cereal Chemists. 1999. Approved Methods of the AACC, 10th edition Method 26-10A, The Association: St. Paul, MN.
5. ANDREWS, A. T. 1988. Electrophoresis. Theory, techniques, and biochemical and clinical applications, Oxford Scinces Publication, Clarendon Press. Oxford.
6. BAIK, B. K., CZUCHAJOWSKA, Z., POMERANZ, Y. 1994. Role and contribution of starch and protein contents and quality to texture profile analysis of oriental noodles. *Cereal Chemistry*, 71. 4. 315-320.
7. BAJAI, J., KOLTAY, Á. (szerk.) 1985. Búzatermesztési kísérletek 1970-1980. Akadémiai Kiadó, Budapest.
8. BARTOLUCCI, J. C., LAUNAY, B., BAR, C., BRANLAND, G., THARRAULT, J. F., RENARD, C. 1998. Tenacity and extensional properties of french wheat. 16th ICC Conference, Vienna, Austria, May 13-15, 1998. Book of Abstracts, 69.
9. BEDŐ, Z., BALLA, L., LÁNG, L., STÉHLI, L. 1987. Nagy fehérjetartalmú, intenzív búza szelekciója. *Növénytermelés*, 36. 4. 229-235.
10. BEDŐ, Z., KÁRPÁTI, M., VIDA, G., KRAMARIK-KISSIMON, J., LÁNG, L. 1995. Good breadmaking quality wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes with 2+12 subunit composition at the *Glu-D1* locus. *Cereal Research Communications*, 23. 3. 283-289.
11. BELITZ, H. D., GROSCH W. 1987. Food Chemistry. Springer – Verlag Berlin, Heidelberg.
12. BENEDEK, Á., GYŐRI, Z. 1995. A különböző termőhelyen termesztett búzafajták lisztminőségi paramétereinek összehasonlítása. *Növénytermelés*, 44. 1. 11-17.
13. BEREZ, K., KISSIMON, J., RAGASITS, I. 1995. Fehérje-összetétel változás a búza szemfejlődése során nitrogén-műtrágyázás függvényében, klasszikus frakcionálási és SDS-PAGE módszerekkel vizsgálva. *Növénytermelés*, 44. 1. 19-32.
14. BERGER, M., GRANDVOINET, P. 1979. Effectes de l'acide ascorbique et du chlorhydrate de cysteine sur les proprietés rheologiques des pates de farine de blé appréciés avec l'Alveographe et le Farinographe. *Annales de Technologie Agricole*, 28. 3. 273-286.
15. BEROT, S., CHIRON, H., NICOLAS, M., GAUTIER, S., GODON, B., POPINEAU, Y. 1996. Pilot scale preparation of wheat gluten protein fractions. II. Technological properties of the fractions. *International Journal of Food Science and Technology*, 31. 1. 77-83.

16. BETTGE, A., RUBENTHALER, G. L., POMERANZ, Y. 1989. Alveograph Algorithms to Predict Functional Properties of Wheat in Bread and Cookie Baking. *Cereal Chemistry*, 66. 81-86.
17. BILHEUX, R., ESCOFFIER, A., HERVE, D., POURADIER, J. M. 1989. *Special and Decorative Breads*, 1, New York: Van Nostrand Reinhold.
18. BOCZ, E. (Szerk.) 1992. *Szántóföldi növénytermesztés*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
19. BOCZ, E., PEPÓ, P., FARKAS, B. 1983. Az öntözés és a tápanyagreakció. *Magyar Mezőgazdaság*, 38. 14. 10-11.
20. BÓDIS, L. 1998. Terítéken a gabona. *Gyakorlati Agroforum*, 9. 10. 2-5.
21. BOGGINI, G., TUSA, P., POGNA, N. E. 1995. Bread making quality of durum wheat genotypes with some novel glutenin subunit compositions. *Journal of Cereal Science*, 22. 2. 105-113.
22. BOLLEN, L., DUBOIS, A., BISTON, R., DEROANNE, C. 1986. Recherche de méthodes d'analyse plus discriminantes. In: *Phytotechnie et qualités technologiques du froment*. Ministère des Moyennes et de l'Agriculture, Direction Générale et Développement Bruxelles.
23. BÓNA, L., BEKE, B., CSEUZ, L., FÓNAD, P., PAUK, J., MESTERHÁZY, Á., MATUZ, J. 2006. A nemesítés irányjai és eredményei Szegeden. In.: *Búzavertikum aktuális kérdései*, (Szerk.: PEPÓ, PÉ.). Kiadó: Debreceni Egyetem. Debrecen.
24. BORBÉLY, M., GYŐRI, Z. 2003. Application of NIR technique in wheat and maize analysis. *Proceedings of the IInd Alps-Adria Scientific Workshop*. Croatia, Trogir 3-8 March 2003. 20-24.
25. BORGHI, B., CORBELLINI, M., MINOIA, C., BOGGINI, G., DI FONZO, N., PERENZIN, M. (ED.: BORIN, M., SATTIN, M.) 1994. Effects of mediterranean climate on wheat bread making quality. *Proceedings of the third congress of the European Society for Agronomy*, Padova University, Abano Padova, Italy, 18-22 September 1994. 584-585.
26. BORGHI, B., CASTAGNA, R., CORBELLINI, M., HEUN, M., SALAMINI, F. 1996. Breadmaking quality of Einkorn wheat (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*). *Cereal-Chemistry*, 73. 2. 208-214.
27. BRANLARD, G. 2004. Genetic determination of protein quality in wheat grain. *Modelling quality traits and their genetic variability for wheat*. Abstract book for the international workshop. 12-14.
28. BRANLARD, G., DARDEVET, M. 1985. Diversity of grain proteins and bread wheat quality. II. Correlation between high molecular weight subunits of glutenin and flour quality characteristics. *Journal of Cereal Science*, 3. 4. 345-354.
29. BRUINSMA, B. L., ED. STEELE, J. L., CHUNG, O. K. 1997. Determination of Wheat and Flour Quality. In: *Proceedings of the International Wheat Quality Conference*, Manhattan, Kansas, USA, May 18-22, 1997. 45-50.
30. BUSHUK, W. 1998. Wheat breeding for end-product use. *Euphytica*, 100. 137-145.

31. BUTCHER, J., STENVERT, N. L. 1973. Conditioning studies on Australian wheat, I. The effect of conditioning on milling behaviour. *Agricultural and Food Science*, 24. 1055-1066.
32. CAMPBELL, G. M., WEBB, C. 2001. On predicting roller milling performance Part I: the breakage equation. *Powder Technology*, 115. 3. 234-242.
33. CHARMET, G., OURY, F. X., RAVEL, C. 2005. Use of molecular markers to improve wheat quality in organic farming systems. Proceedings of the COST SUSVAR/ECO-PB workshop on organic plant breeding strategies and the use of molecular markers, 17-19 January 2005. Driebergen. The Netherlands. 37-41.
34. CHEFTEL, J., C., CUQ, J. L., LORIENT, D. 1985. *Protéines alimentaires*. Lavoisier, Tec & Doc, Paris.
35. CHEN, J., D'APPOLONIA, B. L. 1985. Alveograph studies on hard red spring wheat flour. *Cereal Food World*, 30. 12. 862-867.
36. CHOPIN, M. 1927. Determination of baking value of wheat by measure of specific energy of deformation of dough. *Cereal Chemistry*, 4. 1.
37. CHOPIN, M. 2000. LABORATORY MILL CD 1 User's manual. Villeneuve La Garenne cedex, France.
38. CIAFFI, M., TOZZI, L., LAFIANDRA, D. 1996. Relationship between flour protein composition determined by size-exclusion high-performance liquid chromatography and dough rheological parameters. *Cereal Chemistry*, 73. 3. 346-351.
39. CONSDEN, R., GORDON, A. H., MARTIN, A. J. P. 1946. Ionphoresis in silica jelly. *Biochemical Journal*, 40. 33-41.
40. COOLIDGE, T. B. 1939. A simple cataphoresis apparatus. *Journal of Biological Chemistry*, 127. 551-554.
41. CZUCHAJOWSKA, Z., LIN, P. Y., SMOLINSKI, S. 1996. Role in dough rheology of high molecular weight glutenin subunits of soft white winter and club wheats. *Cereal Chemistry*, 73. 3. 338-345.
42. D' APPOLONIA, B. L. 1993. Wheat. *Cereal Foods World*, 78. 831-832.
43. DEXTER, J. E., PRESTON, K. R., MARTIN, D. G., GANDER, E. J. 1994. The Effects of Protein Content and Starch Damage on the Physical Dough Properties and Bread-making Quality of Canadian Durum Wheat. *Journal of Cereal Science*, 20. 2. 139-151.
44. DOBRASZCZYK, B. J. 1997. Development of a new dough inflation system to evaluate doughs. *Cereal Foods World*, 42. 7. 516-519.
45. DUBOIS, M. 1975. Backfanhigskeitsuntersuchungen an Franzosischen Weizen in der Letzten 30 Jahren. *Getreide Mehl und Brot*, 29. 5. 141-144.
46. DuPONT F. M., ALTENBACH S.B., 2003. Molecular and Biochemical impacts of environmental factors on wheat grain development and protein synthesis. *Journal of Cereal Science*, 38. 133-146.
47. EDWARDS, I. B. (ED.: STEELE, J. L., OKKYUNG, K. C.) 1997. A global approach to wheat quality. In: Proceedings of the International Wheat Quality Conference, Manhattan, Kansas. May 18-22, 1997. 27-38.

48. ELMADFA, I., LEITZMANN, C. 1990. Ernährung des Menschen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
49. ERDEI, P., SZÁNIEL, I. 1975. A minőségi búza termesztése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
50. FARIDI, H. 1985. Rheology of Wheat Products. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
51. FARIDI, H., RASPER, V. F. 1987. The Alveograph Handbook, AACC, St. Paul, Minnesota, USA.
52. FAUBION, J. M., HOSENEY, R. C. 1990. The viscoelastic properties of wheat flour doughs. In: Dough Rheology and Baked Product Texture. H. FARIDI and J. M. FAUBION, EDS. VAN NOSTRAND REINHOLD, New York.
53. FEHÉR, GY.-né, BÁNYÁSZ, I. 1993. A búzafajták farinográfus és alveográfus tulajdonságainak összehasonlítása. Gabonaipar, 40. 2. 9-12.
54. FEILLET, P., FEVRE, F., KOBREHEL, K. 1977. Modifications in Durum Wheat Protein Properties During Pasta Dough Sheeting. Cereal Chemistry, 54. 3. 580-587.
55. FENWICK, R. 1993. Cereal variety quality evaluation in a changing agricultural environment. Aspects of Applied Biology, 36. 169-178.
56. GAINES, C. S., FINNEY, P. L. 2004. Prediction Of Sugar-Snap Cookie Diameter Using Sucrose Solvent Retention Capacity, Kernel Texture, And Protein Content For Flours Produced Using Three Laboratory Milling Systems. Cereal Chemistry, 84. 549-552.
57. GALLEGOS, T. R., SALAZAR, Z. A. 1991. Propiedades reológicas y funcionales de harinas de trigo (*Triticum aestivum* L.) con diferente contenido y calidad de proteína. Revista Chapingo, 15. 76. 15-20.
58. GAO, L., NG, P. K. W., BUSHUK, W. 1992. Structure of glutenin based on farinograph and electrophoretic results. Cereal Chemistry, 69. 452.
59. GASZTONYI, K., LÁSZTITY, R. 1993. Élelmiszer-kémia 2. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
60. GAWALKO, E. J., GARRETT, R. G., NOWICKI, T. W. 2002. Cadmium, copper, iron, manganese, selenium and zinc in Canadian spring wheat. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 33. 3121 – 3133.
61. GOLMIRZAIE, A. M., SCHMIDT, J. W., DREIER, A. F. 1990. Components of variance and stability parameters in studies of Cultivar × Environment Interactions in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). Cereal Research Communications, 18. 3. 249-256.
62. GRAVELAND, A., BOSVELD, P., LICHTENDONK, W. J., MARSEILLE, J. F., MOONEN, J. H. E., SHEEPSTRA, A. A. 1985. A model for the molecular structure of the glutenins from wheat flour. Journal of Cereal Science, 3. 1.
63. GRAYBOSCH, R. A., PETERSON, C. J., BAENZIGER, P. S., SHELTON, D. R. 1995. Environmental modification of hard red winter wheat flour protein composition. Journal of Cereal Science, 22. 1. 45-51.

64. GRAYBOSCH, R. A., PETERSON, C. J., SHELTON, D. R., BAENZIGER, P. S. 1996. Genotypic and environmental modification of wheat flour protein composition in relation to end-use quality. *Crop Science*, 36. 296-300.
65. GUARDA, G., PADOVAN, S., SALVADORE, G. (ED.: BORIN, M., SATTIN, M.) 1994. Production and bread-making characteristics in old populations and varieties of common wheat (*Triticum aestivum* L.) as a function of nitrogen fertilizing. Proceedings of the third congress of the European Society for Agronomy, Padova University, Abano Padova, Italy, 18-22 September 1994. 598-599.
66. GUPTA, R. B., MACRITCHIE, F., SHEPHERD, K. W., ELLISON, F. 1990. Relative contribution of LMW and HMW glutenin subunits to dough strength and dough stickiness of bread wheat, in: Bushuk, W., Tkachuk, R. *Gluten proteins*, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota, USA.
67. GYŐRI, Z. 1998. A termesztési tényezők hatása egyes gabonafélék és maghüvelyesek minőségére. MTA Doktori értekezés.
68. GYŐRI, Z. 1999. A tápanyagellátás hatása a növényi termékek minőségére. (In: FÜLEKY, GY.: *Tápanyag-gazdálkodás.*) Mezőgazda Kiadó, Budapest.
69. GYŐRI, Z., GYŐRINÉ, MILE, I., 1998. A búza minősége és minősítése. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest.
70. GYŐRI, Z., SZILÁGYI, SZ. 1999. Eljárás az őszi búza lisztminőségének komplex meghatározására. Magyar Szabadalmi Hivatal, P-99-03980. (1999. okt. 29.).
71. GYŐRI, Z., SZILÁGYI, SZ. szerk.: Illés É.: 1998. Összehasonlító minőségvizsgálatok őszi búzánál. Lippay János–Vas Károly tudományos ülészak összefoglalói. Élelmiszeripar, Budapest.
72. HAGBERG, S. 1960. A rapid method for determining amylase activity. *Cereal Chemistry*, 37. 218-222.
73. HAGBERG, S. 1961. Note on a simplified rapid method for determining alpha-amylase activity. *Cereal Chemistry*, 38. 202-203.
74. HAJÓS, GY. 1993. Elektroforézis és alkalmazása az élelmiszerfehérjék elválasztásában. *Élelmiszervizsgálati közlemények*, 39. 1. 6-25.
75. HAJÓSNÉ, N. M. 1999. Genetikai variabilitás a növénynevelésben, Mezőgazda Kiadó. Budapest.
76. HARASZI, R., BÉKÉS, F., BASON, M. L., DANG, J. M. C., BLAKENEY, J. L. 2003. Dough mixing studies on the micro Z-arm mixer. Abstracts of the 8th Gluten Workshop, 8-10 September, 2003, Viterbo. Italy, 24.
77. HARELAND, G. A. 2003. Effects of pearling on falling number and α -amylase activity of preharvest sprouted spring wheat. *Cereal Chemistry*, 80. 2. 232-237.
78. HATCHER, D. W., ANDERSON, M. J., DESJARDINS, R. G., EDWARDS, N. M., DEXTER, J. E. 2002. Effects of Flour Particle Size and Starch Damage on Processing and Quality of White Salted Noodles. *Cereal Chemistry*, 79. 1. 64-72.
79. HE, Z. H., LIU, L., XIA, X. C., LIU, J. J., PENA, R. J. 2005. Composition of HMW and LMW Glutenin Subunits and Their Effects on Dough Properties, Pan Bread, and Noodle Quality of Chinese Bread Wheats. *Cereal Chemistry*, 82. 4. 345-350.

80. HIBBERD, G., PARKER, N. 1974. The rate of growth of dough bubbles on the Chopin Alveograph. *Science et Technologie Alimentaire*, 7. 6. 318-321.
81. HINTON, J. J. C. 1959. The distribution of ash in the wheat kernel. *Cereal Chemistry*. 36, 19-31.
82. HOLLÓSSY F. 2002. Proteomkutatás – Egy új szakterület születése. *Természet világa*, 133. 4. 155-158.
83. HOU, G., YAMAMOTO, H., NG, P. K. W. 1996. Relationships of quantity of glutenin subunits of selected U.S. soft wheat flours to rheological and baking properties. *Cereal Chemistry*, 73. 3. 358-363.
84. ICC No. 121:1996. Method for using the Chopin-Alveograph.
85. IGREJAS, G., GUEDES-PINTO, H., CARNIDE, V., CLEMENT, J., BRANLARD, G. 2002. Genetical, Biochemical and Technological Parameters Associated with Biscuit Quality. II. Prediction Using Storage Proteins and Quality Characteristics in a Soft Wheat Population. *Journal of Cereal Science*, 36. 2. 187-197.
86. ISO 5530-4:2002. Wheat flour (*Triticum aestivum* L.)–Physical characteristics of doughs–Part 4: Determination of rheological properties using an alveograph.
87. JANSSEN, A. M., VLIET, T. V., VEREIJKEN, J. M., V. VLIET, T. 1996. Fundamental and empirical rheological behaviour of wheat flour doughs and comparison with bread making performance. *Journal of Cereal Science*, 23. 1. 43-54.
88. JOHANSSON, E., SVENSSON, G. 1995. Contribution of the high molecular weight glutenin subunit 21* to breadmaking quality of Swedish wheats. *Cereal Chemistry*, 72. 3. 287-290.
89. JOLÁNKAI, M. 1982. Őszi búzafajták tápanyag és vízhasznosítása. Kandidátusi értekezés, Martonvásár.
90. JOLÁNKAI, M. 1993. A búzatermesztés egyes meghatározó tényezői. MTA doktori értekezés, Martonvásár.
91. JOLÁNKAI, M., SZENTPÉTERY, ZS., SZALAI, T., ÓRSI, F. 1998. Az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) minőségének és szermaradvány tartamának alakulása agrokémiai kezelésekben. *Növénytermelés*, 47. 1. 71-77.
92. KARÁCSONYI, L. 1970. Gabona-, liszt-, sütő- és tésztaipari vizsgálati módszerek. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
93. KASARDA, D. D. 1989. „Glutenin structure in relation to wheat quality.” In: *Wheat is Unique*. Pomeranz, Y., ed., American Association of Cereal Chemists, St. Paul.
94. KENT, N. L. 1980. *Technology of cereals with special reference to wheat*. Second Edition. Pergamon Press, Oxford.
95. KENT, N. L. 1990. *Technology of Cereals. An introduction for students of food science and agriculture*, Third Edition. Pergamonn Press, Oxford.
96. KERR, W. L., WARD, C. D. W., McWATTERS, K. H., RESURRECCION, A. V. A. 2000. Effect of Milling and Particle Size on Functionality and Physicochemical Properties of Cowpea Flour. *Cereal Chemistry*, 77. 213-219.

97. KHATTAK, S., D'APPOLONIA, B. L., BANASIK, O. J. 1974. Use of the Alveograph for Quality Evaluation of Hard Red Spring Wheat. *Cereal Chemistry*, 51. 355-363.
98. KHELIFI, D., BRANLARD, G. 1992. The effects of HMW and LMW subunits of glutenin and of gliadins on the technological quality of progeny from four crosses between poor breadmaking quality and strong wheat cultivars. *Journal of Cereal Science*, 16. 3. 195-209.
99. KOLSTER, P., KRECHTING, K. F., van-GELDER, W. M. J. 1993. Variation in type and relative amounts of the high molecular weight glutenin sub-units in Dutch wheat varieties. *Journal-of-the-Science-of-Food-and-Agriculture*, 61. 2. 167-174.
100. KONOPKA, I., FORNAL, L., ABRAMCZYK, D., ROTHKAEHL, J., 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. 1. 11-20.
101. KOSUTÁNY, T. 1907. A magyar búza és magyar liszt a gazda, molnár és sütő szempontjából. *Molnárok Lapja Könyvnyomdája*, Budapest.
102. KOVÁCS, B., DÁNIEL, P., GYŐRI, Z., LOCH, J., PROKISCH, J. 1998. Studies on Parameters of Inductively Coupled Plasma Spectrometer. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 29. 2035-2054.
103. KOVÁCS, B., GYŐRI, Z., PROKISCH, J., LOCH, J., DÁNIEL, P. 1996. A study of plant sample preparation and inductively coupled plasma emission spectrometry parameters. *Communications in soil science and plant analysis*, 27. 1177-1198.
104. KOVÁCS, E. T., GELENCSÉR, É., TAKÁCS, K. 2004. Transzglutamináz enzim alkalmazása búza alapú hypoallergén tészta termékek előállítására. VI. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia. 2004. május 20-21. Szeged. Összefoglalók, 55-56.
105. KRUGER, J. E., TIPPLES, K. H. 1981. Relationships between falling number, amylograph viscosity and α -amylase activity in Canadian wheat. *Cereal Research Communications*, 9. 97-105.
106. LAEMMLI, U. K. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of Bacteriophage T4. *Nature*, 227. 680-685.
107. LAGUA, R. T., CLAUDIO, V. S. 1996. Nutrition and diet therapy reference dictionary. Chapman & Hall. New York.
108. LAI, F. S., POMERANZ, Y., MARTIN, C. R., DIKEMAN, E., MILLER, B. S. 1981. Mineral Components of Grain Dust. *Cereal Chemistry*, 58. 417-421.
109. LÁNG, G. 1976. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
110. LÁNG, L. BEDŐ, Z. 2003. Subával az EU piacokra: három új, javító minőségű Mv búzafajta. Az MTA Martonvásári Kutatóintézetének Közleményei, Martonvásár, 15. 2. 6-7.
111. LÁNG, L., RAKSZEGI, M., SZŰCS, P. 2003. Sokoldalú biztonság a minőségstabilitásban. Gyakorlati Agrofórum, 14. 9. 15-16.
112. LÁSZTITY, R. 1981. Gabonafehérjék. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

113. LÁSZTITY, R. 1996. The chemistry of cereal proteins. CRC Press, Boca Ralton. New York. London. Tokyo.
114. LÁSZTITY, R. 1999. Cereal chemistry. Akadémiai Kiadó, Budapest.
115. LAUNAY, B., BURÉ, J., PRADEN, J. 1977. Use of the Chopin Alveographe as a Rheological Tool. I. Dough Deformation Measurements. *Cereal Chemistry*, 54 5. 1042-1048.
116. LELLEY, J., RAJHÁTHY, T. 1955. A búza és nemesítése. Akadémiai Kiadó. Budapest.
117. LESZNYÁK, M-né. 1996. Az őszi búza terméslemeinek vizsgálata faktoranalízissel különböző évjáratban és vetésváltási változatban. *Növénytermelés*, 45. 133-144.
118. LOCH, J., NOSTICZIUS, Á. 1992. Agrokémia és növényvédelmi kémia. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
119. LODGE, A. 1886. D. A. Report (Thesis).
120. LOOKHART, G. L., COX, T. S., CHUNG, O. K. 1993. Statistical analyses of gliadin reversed-phase high-performance liquid chromatography patterns of hard red spring and hard red winter wheat cultivars grown in a common environment: classification indices. *Cereal Chemistry*, 70. 4. 430-434.
121. MacMASTERS, M. M., BRADBURY, D., HINTON, J. J. C. 1964. Microscopic structure and composition of the wheat kernel. In: HLYNKA, I., Editor, 1964. *Wheat: Chemistry and technology*. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
122. MacRITCHIE, F. 1973. Conversion of a weak flour to a strong one by increasing the proportion of its high molecular weight gluten protein. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 24. 1325.
123. MADRUGA, M. S., CAMARA, F. S. 2000. The chemical composition of "Multimistura" as a food supplement. *Food Chemistry*, 68. 41-44.
124. MAHAN, L. K., S. S. ESCOTT. 1996. *Krause's food, nutrition, diet therapy*. W. B. Saunders Company. Philadelphia.
125. MARIANI, B. M., D'EGIDIO, M. G., NOVARO, P. 1995. Durum wheat quality evaluation: influence of genotype and environment. *Cereal Chemistry*, 72. 2. 194-197.
126. MARKET, B. 1993. Interelement correlations detectable in plant samples based of data from reference materials and high accurate research samples. *Fresenius Journal of Analytical Chemistry*, 345. 318–322.
127. MARKOVICS, E. (szerk.: PEPÓ, P., JOLÁNKAI, M.) 2002. Búzafajták sütőipari minőségének komplex vizsgálata. II. Növénytermesztési Tudományos Nap, *Proceedings*, Budapest, 250–257.
128. MASCI, S., LAFIANDRA, D., PORCEDDU, E., LEW, E. J. L., TAO, H. P., KASARDA, D. D. 1993. D-glutenin subunits: N-terminal sequences and evidence for the presence of cysteine. *Cereal Chemistry*, 70. 581-585.
129. MATSOUKAS, N. P., MORRISON, W. R. 1991. Breadmaking quality of ten Greek bread wheats. II. Relationships of protein, lipid and starch components to

- baking quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 55. 1. 87-101.
130. MATUZ, J., DÉVÉNYI, K., SALLAI, J. 1981. Analysis of qualitative characters of the grain yield of winter wheats by principal component method. *Cereal Research Communications*, 9. 4. 289-295.
131. MATUZ, J., KERTÉSZ, Z., ÁCS, ZS. 1993. Inheritance of bread making quality in crosses of Hungarian and North-American winter wheats (*Triticum aestivum* L.). *Cereal Research Communications*, 21. 1. 39-43.
132. MATUZ, J., MARKOVICS, E., ÁCS, E., VÉHA, A. 1999a. Őszi búzafajták lisztjének minőségi tulajdonságai közötti összefüggések vizsgálata. *Növénytermelés*, 48. 3. 243-253.
133. MATUZ, J., VÉHA, A., MARKOVICS, E. 1999b. Az évjárat hatása a szegedi őszibúza-fajták alveográfus minőségére. *Növénytermelés*, 48. 2. 115-124.
134. MERIDIAN, E. 1991. Metals and their compounds in the environment. VCH Weinheim, New York, Basel, Cambridge.
135. MESTERHÁZY, Á. 1995. Minőségbiztosítási rendszer a gabonavertikumban. *Agrofórum*, 11. 8-9.
136. METAKOVSKY, E. V., FELIX, I., BRANLARD, G. 1997a. Association between dough quality (W value) and certain gliadin alleles in French common wheat cultivars. *Journal of Cereal Science*, 26. 3. 371-373.
137. METAKOVSKY, E. V., ANNICCHIARICO, P., BOGGINI, G., POGNA, N. E. 1997b. Relationship between gliadin alleles and dough strength in Italian bread wheat cultivars. *Journal of Cereal Science*, 25. 3. 229-236.
138. MIRALBES, C. 2003. Prediction chemical composition and alveograph parameters on wheat by near-infrared transmittance spectroscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51. 6335-6339.
139. MOSONYI, Á. 1987. A búza minősége, a minőség mérése. In: BARABÁS, Z. (szerk.) *A búzatermesztés kézikönyve*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
140. MOSONYI, Á. 1998. A búza minőségvizsgálata. *Magyar Mezőgazdaság, Vetőmag (különszám)*. 53. 13-16.
141. MOUSIA, Z., EDHERLY, S., PANDIELLA, S. S., WEBB C. 2004. Effect of wheat pearling on flour quality. *Food Research International*, 37. 5. 449-459.
142. MSZ 6367/9-1989. Élelmezési, takarmányozási, ipari magvak és hántolt termények vizsgálata. A búzaliszt laboratóriumi előállítása.
143. MSZ 6383/1998. Búza. (az MSZ 08-0700:1984, az MSZ 6383:1979 helyett).
144. NAGY, L. 1981. A búzatermesztés területi elhelyezése Magyarországon természeti tényezők alapján. Akadémiai Kiadó, Budapest.
145. NÉMETH J., WILLIAMS, P. C., BUSHUK, W. 1994. A comparative study of the quality of soft wheats from Canada, Australia, and the United States. *Cereal Foods World*, 39. 9. 691-700.
146. OSBORNE, T. B. 1907. The proteins of the wheat kernel. Carnegie Institute, Washington, D. C.

147. P. HARTYÁNYI, B. 2006. Pekár Imre. Mezőgazdasági Pantheon <http://mek.oszk.hu/00000/00058/html> (2006. június 26.).
148. PAIS, I., BENTON, J. EDS. 1997. The Handbook of Trace Elements, St Lucie Press. Boca Raton, Florida.
149. PARK, S. H., CHUNG, O. K., SEIB, P. A. 2001. Effects of flour particle size on loaf volume and internal characteristics of experimental pup-loaf bread. AACC Annual Meeting, Charlotte, North Carolina, October 14-18, 2001, Charlotte Convention Center.
150. PAYNE, P. I. 1987. The genetical basis of breadmaking quality of wheat. Applied Biochemistry and Biotechnology, 15. 79.
151. PAYNE, P. I., CORFIELD, K. G. 1979. Subunit composition of wheat glutenin proteins, isolated by gel filtration in a dissociating medium. Planta, 145. 83-88.
152. PAYNE, P. I., HOLT, L. M., JARVIS, M. G., JACKSON, E. A. 1985. Twodimensional fractionation of the endosperm proteins of bread wheat (*Triticum aestivum*): Biochemical and genetic studies. Cereal Chemistry, 62. 319-326.
153. PAYNE, P. I., NIGHTINGALE, M. A., KRATTIGER, A. F., HOLT, L. M., 1987. The relationship between HMW Glutenin Subunit Composition and the Bread-making quality of British-grown Wheat Varieties. Journal of the Science of Food and Agriculture, 40. 51-65.
154. PEKÁR, I. 1881. Földünk búzája és lisztje a fogyasztó, a molnár és a termelő szempontjából. Budapest.
155. PEPÓ, PÁ., PEPÓ, PÉ., 1987. Herbicidek kijuttatási időpontjának vizsgálata őszi búzafajtáknál. II. Nemzetközi Növénytermesztési Szimpózium. 1987. június 23-26. Debrecen-Nádudvar. Összefoglalók, 31.
156. PEPÓ, PÁ., TÓTH, SZ., PETŐNÉ, S. L. 2004. A minőségjavítás lehetőségei és korlátai gabonanemesítési programunkban. VI. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia. 2004. május 20-21. Szeged. Összefoglalók, 53-54.
157. PEPÓ, PÁ. 2006. Hozzászólás az MTA állásfoglalásához a génmódosított, a hagyományos és a biotermesztett növények együttes termesztéséről, Magyar Tudomány, 4. 484.
158. PEPÓ, PÉ. 1990. Őszi búzafajták trágyázása és öntözése. Kandidátusi értekezés. Debrecen.
159. PEPÓ, PÉ. 1997. A fajtaspecifikus agrotechnika szerepe az őszi búza termesztésében. Gyakorlati Agrofórum, 10. 15-18.
160. PEPÓ, PÉ. 1997. A gabonatermesztési technológiák és a minőség. Agro-21 Füzetek, 23. 40-68.
161. PEPÓ, PÉ. 2004. Az őszi búza tápanyagellátása a Hajdúságban. MTA Doktori értekezés.
162. PEPÓ, PÉ. 2006. Fejlesztési lehetőségek, új piaci trendek a magyar búzatermesztésben. Agrárunió, 7. 5. 12-13.
163. PEPÓ, PÉ., PEPÓ, PÁ., GYŐRI, Z. 1987. Az őszi búzafajták aratási idejének hatása a termés mennyiségére és minőségére. Növénytermelés, 36. 5. 339-348.

164. PERENZIN, M.-POGNA, N. E.-BORGHI, B. 1992. Combining ability for breadmaking quality in wheat. *Canadian Journal of Plant Science*, 72. 3. 743-754.
165. PEYRON, S., MABILLE, F., DEVAUX, M. F., AUTRAN, J. C. 2003. Influence of Structural Characteristics of Aleurone Layer on Milling Behavior of Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.). *Cereal Chemistry*, 80. 62-67.
166. PINTÉR, J. 2006. Kosutány Tamás. Mezőgazdasági Pantheon. <http://mek.oszk.hu/00000/00058/html> (2006. június 26.).
167. POLLHAMER, E.-né. 1973. A búza minősége a különböző agrotechnikai kísérletekben. (Martonvásár 1963-1971). Akadémiai Kiadó, Budapest.
168. POLLHAMER, E.-né. 1975. Az őrlés hatása a búza minőségére. *Növénytermelés*, 24. 3. 209-217.
169. POLLHAMER, E.-né: 1981. A búza és a liszt minősége. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
170. POLLHAMER, E.-né. 1988. A búza. Legújabb minőségvizsgálati eredmények. Akadémiai Kiadó, Budapest.
171. POSNER, E. S., HIBBS, A. N. 1997. Wheat flour milling. American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, Minnesota, USA.
172. PRESTON, K. R., KILBORN, R. N., 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 Journal*, 20. 2. 75-80.
173. PRIMARD, S., GRAYBOSCH, R., PETERSON, C. J., LEE, J. H. 1991. Relationships between gluten protein composition and quality characteristics in four populations of high-protein, hard red winter wheat. *Cereal Chemistry*, 68. 3. 305-312.
174. PROKISCH, J., ZELENY, R., TRAPMANN, S., LE GUERN, L., SCHIMMEL, H., KRAMER, G. N., PAUWELS, J. 2001. Estimation of the minimum uncertainty of DNA concentration in a genetically modified maize sample candidate certified reference material. *Fresenius Journal Analytical Chemistry*, 370. 935-939.
175. PROKSZA, J., KERTÉSZ, Z.-né, MATUZ, J. 1992. A fajtafenntartó nemesítés hatása két őszi búzafajta minőségére. *Növénytermelés*, 41. 4. 289-303.
176. PYLER, E. J. 1988. *Baking Science & Technology*. Third Edition, Kansas City: Sosland Publishing Co.
177. RAGASITS, I. 2000. Termés és minőség. *Magyar Mezőgazdaság*, 55. 9. 11.
178. RAGASITS, I., VALENT, F. 1993. A vetésidő hatása a búza sütőipari minőségére. *Növénytermelés*, 42. 2. 165-169.
179. RAKSZEGI, M., LÁNG, L., VIDA, GY., BEDŐ, Z. 2004. Terjed az alveográf használata. *Az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetének közleményei*, 16. 1. 19-20.
180. RANHOTRA, G. S., GELROTH, J. A., GLASER, B. K., REDDY, P. V. 1994. Nutritional profile of a fraction from air-classified bran obtained from a hard red wheat. *Cereal Chemistry*, 71. 321-324.

181. RASPER, V. F., PICO, M. L., FULCHER, R. G. 1986. Alveography in quality assessment of soft white winter wheat cultivars. *Cereal Chemistry*, 63. 395-400.
182. REDAELLI, R., POGNA, N. E., NG, P. K. W. 1997. Effects of prolamins encoded by chromosomes 1B and 1D on the rheological properties of dough in near-isogenic lines of bread wheat. *Cereal Chemistry*, 74. 2. 102-107.
183. ROBERT, N., DENIS, J. B. 1996. Stability of baking quality in bread wheat using several statistical parameters. *Theoretical and Applied Genetics*, 93. 1-2. 172-178.
184. RUZSÁNYI, L., PEPÓ, P. 1999. Környezet és minőség. *Magyar mezőgazdaság*, 54. 18. 14–15.
185. SALGÓ, A., LÁSZTITY, R., VARGA, J. 1998. Vizsgálati módszerek gabonafélék csírázottságának meghatározására. *Élelmiszervizsgálati közlemények*, 46. 2. 67-74.
186. SANCHEZ-MARROQUIN, A., DOMINGO, M. V., MAYA, S., SALDANA, C. 1985. Amaranth flour blends and fractions for baking applications. *Journal of Food Science*, 50. 3. 789-794.
187. SÁRVÁRI, M. 1978. Különböző műtrágya adagok és arányok hatása az őszi búza, kukorica és borsó termésmennyiségére réti talajon. Egyetemi doktori értekezés, Debrecen.
188. SÁRVÁRI, M., GYÓRI, Z. 1982. A monokultúrában és vetésváltásban termesztett kukorica termésátlagának és minőségének változása különböző tápanyagellátás esetén. *Növénytermelés*, 31. 2. 213-221.
189. SÁRVÁRI, M. 1986. A vetésváltás, tápanyagellátás hatása a búza, kukorica termésére. Kandidátusi értekezés, Debrecen.
190. SCHNUG, E., HANEKLAUS, S. 1993. Impact of sulphur supply on the baking quality of wheat. *Aspects of Applied Biology*, 36. 337-345.
191. SCHÖGGL, G. 1998. Überprüfung der technologischen Aussagefähigkeit von Alveogrammwerten zur Weizenbeurteilung. *Getreide Mehl und Brot*, 52. 218-223.
192. SCHUSTER, I., SOUZA, M. A., CARDOSO, A. A., SEDIYAMA, C. S., MOREIRA, M. A. 1997. Correlation between high molecular weight gluten subunits composition and bread-making quality in Brazilian wheat. *Brazilian Journal of Genetics*, 20. 4.
193. SHELLENBERGER, J. A. 1965. Fifty years of milling advances. *Cereal Science Today*, 9. 260-262.
194. SIDHU, J. S., AL-HOOTI, S. N., AL-SAQER, J. M. 1999. Effect of adding wheat bran and germ fractions on the chemical composition of high-fiber toast bread. *Food Chemistry*, 67. 365–371.
195. SINGH, G. P., SINGH, R. P., BAINS, G. S. 1978. A study of interaction of bread improvers on rheological and baking properties of Punjab Wheats. *Journal of Food Science and Technology*, 15. 255-258.
196. SIPOS, P. 2006. Az őszi búza minőségére ható tényezők számszerűsítése. Doktori (PhD) értekezés. Debrecen.

197. SUBDA, H. 1992. Assessment of chemical composition of flour and its effect on baking characteristics of wheat. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 1. 42. 2. 15-21.
198. SUGIURA, S. H., DONG, F. M., RATHBONE, C. K., HARDY, R. W. 1998. Apparent protein digestibility and mineral availabilities in various feed ingredients for salmonid feeds. *Aquaculture*, 159. 177-202.
199. SUTTON, K. H., HAY, R. L., MOUAT, C. H., GRIFFIN, W. B. 1990. The influence of Environment, Milling and Blending on Assessment of the Potential Breadmaking Quality of Wheat by RP – HPLC of Glutenin Subunits. *Journal of Cereal Science*, 12. 145-153.
200. SVÁB, J. 1973. *Biometriai módszerek a kutatásban*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
201. SZABÓ, M. 1972. Őszi búzafajták lisztminőségének változása a termesztési tényezők hatására, 1970. évi országos fajtakísérletek. Országos Mezőgazdasági Fajtamínósító Intézet, Budapest.
202. SZABÓ, M., ÁNGYÁN, J., FORGÁCS, M., TIRCZKA, I. 1987. Magyarország klimatikus adottságainak biometriai elemzése az őszi búza termésátlaga és minősége szempontjából. *Növénytermelés*, 36. 1. 17-30.
203. SZÁNIEL, I., PÁLVÖLGYI, L. 1978. Búzafajták minősége termőtájanként 1976-ban. Gabonatermesztési Kutató Intézet, Szeged.
204. SZENTPÉTERY, ZS., JOLÁNKAI, M., VARGA, J., FEHÉR, GY.-né. 1995a. Az őszi búza hektoliter-tömegének, fehérje és nedves siker mennyiségének változása az elhúzódo betakarítás hatására. *Növénytermelés*, 44. 4. 335-342.
205. SZENTPÉTERY, ZS., JOLÁNKAI, M., VARGA, J., BÁNYÁSZ, I. 1995b. Az őszi búza sütőipari jellemzőinek változása az elhúzódo betakarítás és a késői nitrogén fejtrágyázás hatására. *Növénytermelés*, 44. 5-6. 475-482.
206. SZENTPÉTERY, ZS., KOMÁROMI, N., VARGA, J., KÁRPÁTI, M. 1992. A virágzás utáni nitrogéntrágyázás hatása különböző búzafajták fehérje- és keményítőtartalmának kialakulására. *Növénytermelés*, 41. 5. 413-419.
207. SZILÁGYI, SZ. 2000. A műtrágyázás hatása a búzaliszt minőségére, összefüggés vizsgálatok a minőségi mutatók között. Debrecen, PhD értekezés.
208. TANÁCS, L., GERŐ, L. 2002. Fungiciddel kezelt két őszibúza-fajta sikértartalmának, területének és esésszámának alakulása. *Növénytermelés*, 51. 497-507.
209. TANÁCS, L., MATUZ, J., BARTÓK, T., GERŐ, L. 1995. Effect of NPK fertilisation on the individual amino acid content of wheat grain. *Cereal Research Communications*, 23. 4. 403-409.
210. TANÁCS, L., MATUZ, J., GERŐ, L., KOVÁCS, K. 1993. Műtrágyázott őszi búzafajták sütőipari paramétereinek alakulása. *Növénytermelés*, 42. 3. 509-518.
211. TEJADA, M., ESPEJO, J. A., BENITEZ, C., GONZALEZ, J. L. 1995. Influence of organomineral fertilization on wheat yield and flour quality under dry conditions. *Agricultura Mediterranea*, 125. 2. 138-149.
212. THOMPSON, S., BISHOP, D. H. L., TATHAM, A. S., SHEWRY, P. R. 1994. Exploring disulphide bond formation in a low molecular weight subunit of

- glutenin using a baculovirus expression system. in: *Gluten Proteins 1993*. Association of Cereal Research: Detmold, Germany. 345-355.
213. TÖMÖSKÖZI, S., BÉKÉS, F., HARASZI, R., GRAS, P.W., VARGA, J., SALGÓ, A. 2002. Application of micro Z-arm dough mixer in wheat research – Effect of protein addition on mixing properties of wheat dough. *Periodica Polytechnica Ser. Chem. Eng.* 46. 1. 31-38.
 214. TÖMÖSKÖZI, S., KINDLER, A., VARGA, J., LÁNG, L., BEDŐ, Z., BÉKÉS, F. 2003: Determination of breadmaking quality of wheat flour dough with different macro and micro mixers. Abstracts of the 8th Gluten Workshop, 8-10 September, 2003, Viterbo. Italy, 50-51.
 215. TRIBOI, E., ABAD, A., MICHELENA, A., LLOVERAS, J., OLLIER, J. L., DANIEL, C., 2000a. Environmental effects on the quality of two wheat genotypes: I. Quantitative and qualitative variation of storage proteins. *European Journal of Agronomy*, 13. 47-64.
 216. TRIBOI, E., DANIEL, C. 2000b. Effects of Temperature and Nitrogen Nutrition on the Grain Composition of Winter Wheat: Effects on Gliadin Content and Composition. *Journal of Cereal Science*, 32. 45-56.
 217. TRIBOI, E., TRIBOI-BLONDEL, A. M. 2001. Environmental effects on wheat grain growth and composition. *Aspects of Applied Biology*, 64. 91–101.
 218. UTHAYAKUMARAN, S., BEASLEY, H. L., STODDARD, F. L., KEENTOK, M., PHAN-THIEN, N., TANNER, R. I., BÉKÉS, F. 2002. Synergistic and Additive Effects of Three High Molecular Weight Glutenin Subunit Loci. I. Effects on Wheat Dough Rheology. *Cereal Chemistry*, 79. 2. 294-300.
 219. UTHAYAKUMARAN, S., GRAS, P. W., STODDARD, F. L., BEKES, F. 1999. Effect of varying protein content and glutenin-to-gliadin ratio on the functional properties of wheat dough. *Cereal Chemistry*, 76. 389-395.
 220. VAJDAI, I., BUJÁKI, G. 2002. *Mezőgazdasági zsebkönyv*. Gazda Kiadó, Budapest
 221. VÁMOS, V. L. 1967. *Papírelektroforézis*. Műszaki könyvkiadó, Budapest.
 222. Van LILL, D., PURCHASE, J. L., DE VILLIERS, O. T. 1993. Effect of cropping systems on five South African winter wheat cultivars. II. Bread-baking quality and quantitative protein composition. *Journal of Food Science*, 5. 1. 22-26.
 223. VÉHA, A., GYIMES, E. 1999. Investigation of kernel hardness in winter wheat varieties with hammermill. *Cereal Research Communications*, 27. 4. 463-470.
 224. VÉHA, A., GYIMES, E. 2004. Őszi búzák szemstruktúrájának agrofizikai és reológiai összefüggései. VI. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia. 2004. május 20-21. Szeged. Összefoglalók, 16-17.
 225. VÉHA, A., MARKOVICS, E. 1998. Correlation between wheat flour quality parameters. 16th ICC Conference, Vienna, Austria, May 13-15, 1998. *Book of Abstracts*, 147.
 226. VIDA GY., LÁNG L., BEDŐ Z. 1996. Őszi búzák alveográfus és más sütőipari minőségi tulajdonságai közötti összefüggések vizsgálata főkomponens–analízissel. *Növénytermelés*, 45. 5–6. 435–443.

227. VIDA, GY., BEDŐ, Z., LÁNG, L., JOLÁNKAI, M. 1998. Analysis of the quality traits of a Bánkúti 1201 population. *Cereal Research Communications*, 26. 313-320.
228. VIDA, GY., JOLÁNKAI, M. 1995. Eltérő sütőipari minőségű búzafajták vizsgálata különböző évjáratok és termesztési tényezők között. *Növénytermelés*, 44. 1. 43-54.
229. VOCKE, G., ALLEN, E. 2002. *Wheat Outlook*. United States Department of Agriculture.
230. WALKER, C. E., HAZELTON, J. L. 1996. Dough Rheological Tests. *Cereal Foods World*, 41. 1. 23–28.
231. WANG, L., FLORES, R. A. 2000. Effects of Flour Particle Size on the Textural Properties of flour Tortillas. *Journal of Cereal Science*, 31. 263–272.
232. WANG, C., KOVACS, M. I. P. 2002. Swelling index of glutenin test for prediction of durum wheat quality. *Cereal Chemistry*, 79. 2. 197-202.
233. WEBER, K., OSBORN, M. 1969. The reliability of molecular weight determinations by Dodecyl Sulfate-Polyacrylamide Gel Electrophoresis. *Journal of Biological Chemistry*, 244. 4406-4412.
234. WILLIAMS, P. 2006. Variety development and quality control of wheat in Canada.
235. WRIGLEY, C. W. 1996. Giant proteins with flour power. *Nature*, 381. 738-739.
236. WRIGLEY, C. W., LAWRENCE, G. J., SHEPHERD, K. W. 1982. Association of Glutenin Subunits With Gliadin Composition and Grain Quality in Wheat. *Australian Journal of Plant Physiology*, 9. 1. 15–30.
237. WU, Y. V., STRINGFELLOW, A. C. 1992. Air Classification of Flours from Wheats with Varying Hardness: Protein Shifts. *Cereal Chemistry*, 69. 188-191.
238. YAMAMOTO, H., WORTHINGTON, S. T., HOU, G., NG, P. K. W. 1996. Rheological properties and baking qualities of selected soft wheats grown in the United States. *Cereal Chemistry*, 73. 2. 215-221.
239. YANG, G., WEHLING, R. L., ZEECE, M. G., PARTRIDGE, J. E., SHELTON, D. R. 1995. Characterization of hard red winter wheat storage proteins by two-dimensional electrophoresis and their correlations with selected quality parameters. *Cereal Chemistry*, 72. 6. 568-570.
240. ZELENY, L. 1947. A simple sedimentation test for estimating the bread-making quality and gluten qualities of wheat flour. *Cereal Chemistry*, 24. 465-475.

Mellékletek

1. melléklet: A vegetációs periódus havi csapadékmennyiségének (mm) alakulása Látóképen

Évjárat	Okt.	Nov.	Dec.	Jan.	Febr.	Márc.	Ápr.	Máj.	Jún.	Júl. első fele	Összesen
1996/97	32,5	18,5	47,3	12,6	5,1	0,0	36,9	32,2	53,5	33,9	272,5
1997/98	9,7	37,5	58,3	17,9	1,2	7,9	87,7	85,8	78,5	41,4	425,9
1998/99	42,6	62,3	24,9	9,0	60,1	18,6	81,5	53,8	117,6	82,5	552,9
2000/01	1,9	20,7	59,4	33,4	25,9	76,8	50,8	0,9	160,4	17,9	448,1
2001/02	2,4	31,7	5,8	8,2	28,9	18,3	16,0	11,8	61,5	7,2	191,8
2002/03	46,0	29,9	27,7	36,6	39,4	9,7	13,7	54,4	22,2	39,9	319,5
2003/04	90,0	21,7	20,8	37,2	41,6	46,5	40,0	17,0	61,7	37,2	413,7
2004/05	38,9	63,5	33,7	18,2	40,6	10,5	74,9	75,8	54,3	77,2	487,6
30 éves átlag	30,8	45,2	43,5	37,0	30,2	33,5	42,4	58,8	79,5	35,7	436,6

2. melléklet: A vegetációs periódus havi átlaghőmérsékletének (°C) alakulása Látóképen

Évjárat	Okt.	Nov.	Dec.	Jan.	Febr.	Márc.	Ápr.	Máj.	Jún.	Júl.	Átlag
1996/97	11,7	8,6	-0,5	-1,4	1,4	7,9	9,7	19,1	21,2	18,3	9,6
1997/98	9,6	8,1	3,7	4,1	5,2	4,7	12,4	15,8	20,3	20,6	10,4
1998/99	11,2	3,1	-4,9	-0,7	-1,0	6,7	12,4	15,9	20,8	22,3	8,6
2000/01	12,8	8,6	2,4	1,1	2,7	8,0	11,3	18,2	18,4	21,8	10,5
2001/02	12,1	1,7	-5,8	-1,7	3,6	5,9	9,9	17,5	19,0	21,8	8,4
2002/03	9,1	6,0	-1,8	-3,3	-6,1	2,9	9,2	19,2	21,3	25,2	8,2
2003/04	7,9	5,9	-0,5	-3,3	-0,7	4,8	11,4	14,8	19,3	21,1	8,1
2004/05	11,1	4,9	0,9	-0,9	-3,7	2,2	10,8	16,2	18,4	21,1	8,1
30 éves átlag	10,3	4,5	-0,2	-2,6	0,2	5,0	10,7	15,8	18,7	20,3	8,3

3. melléklet: A napos órák havi számának (óra) alakulása a vegetációs periódusban Látóképen

Évjárat	Okt.	Nov.	Dec.	Jan.	Febr.	Márc.	Ápr.	Máj.	Jún.	Júl. első fele	Összesen
1996/97	164,3	97,1	30,6	40,6	116,8	222,1	179,1	266,4	282,1	113,8	1512,9
1997/98	171,5	71,7	29,7	59,2	142,2	167,4	160,9	230,5	253,3	138,4	1424,8
1998/99	104,7	65,7	59,4	48,6	82,3	195,6	194,3	263,0	248,1	140,3	1402,0
2000/01	166,1	102,1	73,4	68,3	114,6	112,0	185,2	303,3	213,0	122,4	1460,4
2001/02	136,1	71,8	61,6	57,9	83,2	196,0	199,7	239,1	270,0	135,2	1450,6
2002/03	119,0	53,0	54,0	35,8	113,2	191,1	209,9	289,3	330,5	124,9	1520,7
2003/04	131,6	104,9	85,5	60,7	83,0	146,3	218,4	240,7	302,8	144,7	1518,6
2004/05	162,3	78,6	50,5	87,4	83,2	198,9	188,9	278,4	309,8	133,1	1571,1
30 éves átlag	166,4	73,5	48,2	58,6	85,0	153,3	196,4	249,4	263,2	147,1	1441,1

4. melléklet: A relatív légnedvesség (%) havi alakulása a vegetációs periódusban Látóképen

Évjárat	Okt.	Nov.	Dec.	Jan.	Febr.	Márc.	Ápr.	Máj.	Jún.	Júl.	Átlag
1996/97	87,0	89,0	95,0	95,0	91,0	61,0	67,0	68,0	74,0	73,0	80,0
1997/98	76,0	82,0	90,0	90,0	77,0	71,0	80,0	63,0	57,0	64,0	75,0
1998/99	88,0	92,0	95,0	96,0	94,0	78,0	75,0	74,0	83,0	75,0	85,0
2000/01	71,0	82,0	89,0	92,0	74,0	76,0	67,0	53,0	70,0	73,0	74,7
2001/02	88,0	84,0	88,0	87,0	86,0	70,0	65,0	67,0	69,0	70,0	77,4
2002/03	86,0	90,0	82,0	89,0	84,0	72,0	60,0	66,0	65,0	74,0	76,8
2003/04	82	90	90	86	85	81	69	65	67	67	78,2
2004/05	81	86	88	81	84	74	64	68	64	72	76,2
30 éves átlag	78,3	85,4	88,4	86,9	82,7	75,3	69,4	69,3	71,0	69,2	77,6

5. melléklet: A vegetációs periódus havi csapadékmennyiségének (mm) alakulása Karcagon

Évjárat	Okt.	Nov.	Dec.	Jan.	Febr.	Márc.	Ápr.	Máj.	Jún.	Júl. első fele	Összesen
2001/02	2,7	22,6	7,1	3,7	18,1	6,9	21,6	41,9	86,2	17,9	228,7
2002/03	28	25,9	30,4	33,7	45,2	5,6	4,1	26,2	48,4	10,8	258,3
2003/04	113,5	25,8	6,7	35,3	40,2	66	44,2	26,6	78,2	17	453,5
2004/05	33,8	71	36,4	15	43,4	22,1	70,1	37,8	74,8	131,2	535,6
30 éves átlag	30,8	45,2	43,5	37,0	30,2	33,5	42,4	58,8	79,5	35,7	436,6

6. melléklet: A vegetációs periódus havi átlaghőmérsékletének (°C) alakulása Karcagon

Évjárat	Okt.	Nov.	Dec.	Jan.	Febr.	Márc.	Ápr.	Máj.	Jún.	Júl.	Átlag
2001/02	14,2	3,1	-4,8	0,1	5,8	8,5	12,7	20,8	22,3	25,1	10,8
2002/03	11,3	7,9	-1,4	-3,5	-7,3	3,8	10,6	20,3	23,3	23,5	8,9
2003/04	9,3	7,8	0,5	-2,5	1,3	6,3	12,5	15,6	20,2	22,3	9,3
2004/05	11,6	5,1	0,6	-0,4	-4,4	3,0	11,4	16,5	18,6	21,0	8,3
30 éves átlag	10,3	4,5	-0,2	-2,6	0,2	5,0	10,7	15,8	18,7	20,3	8,3

7. melléklet: A sütőipari célból felhasznált búza minőségi követelményei Franciaországban

Sütőipari termékek	Alveográfus paraméterek					Fehérje (%) (N × 5,7)	Esésszám (s)
	W	P	G	L	P/L		
Hagyományos francia kenyér	180 ± 20	62	22	98	0,6 ± 0,1	11 ± 0,5	240 – 280
Briós	250 ± 20	70	22,5	103	0,7 ± 0,1	13 ± 0,5	260 – 300
Hamburger típusú zsemle	340 ± 20	80	24	117	0,7 ± 0,1	14 ± 0,5	260 – 300
Kekszipari – cukrászati felhasználás							
– Száraz keksz	140 ± 20	50	22,5	103	0,5 ± 0,1	10,5 ± 0,5	260 – 320
– Szivacsos keksz	80 – 100	40	21	90	0,4 – 0,5	9 ± 0,5	260 – 320
– Tészta	90 – 120	45	22	98	0,4 – 0,5	9,5 ± 0,5	260 – 320
– Rétes tészta, leveles tészta	180 – 200	55	24	117	0,45 – 0,6	11 ± 0,5	260 – 320
– Kelt tészta	160 – 180	60	22	98	0,65 – 0,85	10,5 ± 0,5	300 – 350
– Omlós tészta	170 – 190	55	23,5	112	0,4 – 0,5	11 ± 0,5	260 – 320
– Babapiskóta	260 – 280	73	23	107	0,7 – 0,8	13 ± 0,5	260 – 320
Háztartási liszt	150 ± 20	53	22,5	103	0,5 – 0,6	10,5 ± 0,5	300 – 350
„Teflon” kenyér	200 ± 20	65	22	98	0,6 ± 0,1	12 ± 0,5	260 – 280

8. melléklet: A nedves siker-tartalom és a sütőipari minőség alakulása
(Karcag, 2002/2003)

Fajta	Nedves siker-tartalom (%)	Valorigráfós sütőipari értékszám (BU)	Minőségi csoport
Jubilejnaja 50	36,73	18,1	C2
MV Magdaléna	50,55	5,1	C2
MV Magvas	39,87	31,3	C1
Ludwig	41,48	20,7	C2
GK Kalász	37,73	27,0	C2
MV Csárdás	46,62	8,9	C2
GK Petur	37,11	37,1	C1
MV Verbunkos	50,75	6,4	C2
GK Garaboly	39,62	A vizsgálat értékelhetetlen volt.	–
Lupus	41,05	2,5	C2
MV Palotás	40,34	3,8	C2
GK Attila	49,27	27,0	C2
MV Emese	42,00	8,9	C2
Átlag	42,55	16,4	–
Szórás	5,03	12,0	–

9. melléklet: A GK Öthalom őszi búzafajta alveográfus P értékeinek alakulása az évjárat és műtrágyázás hatására

P (mm)	Műtrágyakezelés	Évek	1997	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	Összátlag	Szórás	SzD 5%
	Szórás	1	3	1	2	2	8	3	3				
1. szint	Átlag	72	60	55	50	62	41	44	71	57	11	10,03***	
	Szórás	16	5	1	2	4	4	10	2				
2. szint	Átlag	75	61	57	63	59	50	43	69	60	10	10,22***	
	Szórás	10	1	9	7	6	3	7	4				
3. szint	Átlag	72	57	59	71	62	37	44	78	60	14	9,06***	
	Szórás	3	7	3	13	5	3	6	5				
4. szint	Átlag	73	64	63	65	62	40	43	70	60	12	7,01***	
	Szórás	4	3	1	7	6	3	5	7				
5. szint	Átlag	75	60	63	68	61	48	44	67	61	10	9,55***	
	Szórás	5	3	3	11	1	8	3	4				
Összátlag					73	60	59	62	61	43	43	69	
Szórás					7	4	5	11	4	7	6	6	
SzD 5%					11,78	6,18	6,85	12,26*	6,80	8,42	9,15	6,46*	

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

10. melléklet: A Fatima 2 őszi búzafajta alveográfus P értékeinek alakulása az évjárat és műtrágyázás hatására

P (mm)	Évek	1997	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	Összátlag	Szórás	SzD 5%
Műtrágyakezelés												
Kontroll	Átlag	84	77	87	67	97	49	64	71	74	15	15,50***
	Szórás	6	18	27	0	5	10	0	10			
1. szint	Átlag	90	64	94	73	88	47	55	66	72	17	15,02***
	Szórás	9	6	4	3	11	13	8	17			
2. szint	Átlag	90	57	87	77	71	51	58	83	72	15	10,50***
	Szórás	9	6	7	2	7	8	9	6			
3. szint	Átlag	85	58	82	68	78	61	54	79	71	12	11,48***
	Szórás	4	4	15	3	4	14	8	7			
4. szint	Átlag	104	57	85	72	76	56	56	81	73	17	12,31***
	Szórás	10	10	17	1	5	12	6	4			
5. szint	Átlag	103	63	83	71	74	50	52	78	72	17	15,90***
	Szórás	4	5	26	0	1	13	6	11			
	Összátlag			92	63	86	71	81	52	56	76	
	Szórás			10	11	14	4	11	12	7	11	
	SzD 5%			11,05**	14,06	26,89	2,85***	9,05***	19,09	10,19	15,23	

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

11. melléklet: Az időjárási tényezők és az alveográfus P érték alakulása közötti kapcsolat Pearson-féle r értékei

P érték	GK Öthalom						Fatima 2					
	Kontroll	1. kezelés	2. kezelés	3. kezelés	4. kezelés	5. kezelés	Kontroll	1. kezelés	2. kezelés	3. kezelés	4. kezelés	5. kezelés
Átlaghőmérséklet (°C)												
Júl.	-0,721*	-0,724*	-0,621	-0,625	-0,692	-0,605	-0,527	-0,479	-0,535	-0,352	-0,587	-0,679
Jún.-Júl. átlaga	-0,627	-0,645	-0,528	-0,742*	-0,667	-0,538	-0,463	-0,360	-0,489	-0,260	-0,413	-0,487
Relatív légnedvesség (%)												
Jún.	0,107	0,038	0,096	0,168	0,199	0,312	0,403	0,714*	0,677	0,642	0,636	0,555
Máj.-Jún.-Júl. átlaga	0,150	0,145	0,114	0,099	0,148	0,244	0,361	0,622	0,630	0,713*	0,643	0,541

12. melléklet: A GK Öthalom őszi búzafajta alveográfus L értékeinek alakulása az évjárat és műtrágyázás hatására

L (mm)	Évek	1997	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	Összátlag	Szórás	SzD 5%
Műtrágyakezelés												
Kontroll	Átlag	67	109	109	85	67	76	114	71	87	20	17,87***
	Szórás	19	16	6	2	6	45	16	12			
1. szint	Átlag	82	125	102	70	65	94	127	137	100	27	20,17***
	Szórás	2	8	16	5	7	4	28	7			
2. szint	Átlag	79	128	89	84	80	116	164	152	111	34	21,73***
	Szórás	8	8	10	12	8	21	11	21			
3. szint	Átlag	89	122	88	84	87	144	164	146	116	32	17,59***
	Szórás	15	9	8	3	11	1	2	24			
4. szint	Átlag	89	124	101	96	98	134	162	155	120	28	19,79***
	Szórás	6	16	9	13	12	13	6	19			
5. szint	Átlag	87	134	103	77	94	126	164	150	117	31	12,95***
	Szórás	9	14	9	12	7	5	3	19			
Összátlag				82	123	99	82	82	115	148	137	
Szórás				13	14	12	11	15	28	25	33	
SzD 5%				17,37	18,70	15,65	13,22*	12,74***	34,47	21,72***	27,17***	

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

13. melléklet: A Fatima 2 őszi búzafajta alveográfus L értékeinek alakulása az évjárat és műtrágyázás hatására

L (mm)	Évek	1997	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	Összátlag	Szórás	SzD 5%
Műtrágyakezelés												
Kontroll	Átlag	70	67	91	31	45	28	76	76	60	23	13,81***
	Szórás	8	6	2	4	3	6	22	3			
1. szint	Átlag	65	86	96	51	59	50	106	103	77	23	25,57**
	Szórás	19	2	10	16	13	32	3	2			
2. szint	Átlag	68	85	105	63	64	63	106	111	83	21	19,91***
	Szórás	12	16	8	5	12	19	19	3			
3. szint	Átlag	61	92	102	58	70	80	126	106	87	24	22,92***
	Szórás	8	12	5	16	3	34	2	4			
4. szint	Átlag	50	86	105	70	69	76	119	123	87	26	17,00***
	Szórás	9	7	25	8	8	15	14	4			
5. szint	Átlag	49	94	100	56	75	105	127	133	92	31	9,42***
	Szórás	3	6	7	1	5	14	2	8			
Összátlag				61	84	100	55	64	65	110	107	
Szórás				12	12	10	15	13	31	23	20	
SzD 5%				15,81	14,88*	18,04	15,25***	12,38***	36,79**	21,47**	6,50***	

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

14. melléklet: Az időjárási tényezők és az alveográfus L érték alakulása közötti kapcsolat Pearson-féle r értékei

L érték	GK Öthalom						Fatima 2						
	Kontroll	1. kezelés	2. kezelés	3. kezelés	4. kezelés	5. kezelés	Kontroll	1. kezelés	2. kezelés	3. kezelés	4. kezelés	5. kezelés	
Csapadékmennyiség (mm)													
Júl.	0,301	0,670	0,367	0,274	0,354	0,410	0,700	0,690	0,788*	0,597	0,673	0,603	
Tenyészedőszakbeli összes	0,617	0,581	0,364	0,177	0,301	0,298	0,501	0,616	0,714*	0,534	0,685	0,455	
Átlaghőmérséklet (°C)													
Máj.	-0,752*	-0,718*	-0,641	-0,410	-0,547	-0,656	-0,687	-0,893**	-0,848**	-0,860**	-0,830*	-0,664	
Máj.-Jún. átlaga	-0,480	-0,537	-0,580	-0,322	-0,510	-0,517	-0,423	-0,715*	-0,697	-0,658	-0,767*	-0,551	
Napsütéses órák száma (óra)													
Jún.	-0,260	0,414	0,554	0,749*	0,659	0,639	0,029	0,180	0,193	0,400	0,280	0,596	
Júl.	0,710*	0,558	0,550	0,404	0,518	0,621	0,478	0,714*	0,686	0,818*	0,764*	0,696	
Jún.-Júl. összege	-0,064	0,542	0,674	0,822*	0,766*	0,773*	0,153	0,358	0,363	0,596	0,468	0,752*	

15. melléklet: A GK Öthalom őszi búzafajta alveográfus P/L értékeinek alakulása az évjárat és műtrágyázás hatására

P/L	Évek	1997	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	Összátlag	Szórás	SzD 5%
Műtrágyakezelés	Évek	1997	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	Összátlag	Szórás	SzD 5%
	Átlag	1,24	0,57	0,48	0,64	0,84	0,55	0,36	0,85	0,69	0,28	0,22***
Kontroll	Átlag	1,24	0,57	0,48	0,64	0,84	0,55	0,36	0,85	0,69	0,28	0,22***
	Szórás	0,18	0,07	0,01	0,04	0,11	0,23	0,04	0,20			
1. szint	Átlag	0,71	0,45	0,57	0,71	0,96	0,44	0,35	0,51	0,59	0,20	0,12***
	Szórás	0,02	0,02	0,05	0,09	0,13	0,06	0,10	0,02			
2. szint	Átlag	0,93	0,46	0,53	0,64	0,75	0,43	0,27	0,44	0,56	0,21	0,14***
	Szórás	0,08	0,05	0,04	0,11	0,13	0,10	0,03	0,03			
3. szint	Átlag	0,83	0,45	0,64	0,84	0,73	0,26	0,29	0,54	0,57	0,23	0,17***
	Szórás	0,15	0,03	0,07	0,18	0,14	0,01	0,04	0,11			
4. szint	Átlag	0,78	0,50	0,67	0,68	0,64	0,31	0,26	0,44	0,53	0,19	0,15***
	Szórás	0,01	0,11	0,16	0,15	0,10	0,05	0,04	0,04			
5. szint	Átlag	0,87	0,46	0,61	0,79	0,65	0,39	0,28	0,42	0,56	0,21	0,12***
	Szórás	0,07	0,07	0,08	0,17	0,06	0,08	0,02	0,02			
Összátlag				0,89	0,48	0,59	0,71	0,76	0,40	0,30	0,55	
Szórás				0,17	0,07	0,10	0,13	0,15	0,12	0,06	0,19	
SzD 5%				0,16	0,11	0,13	0,19	0,17**	0,17	0,08*	0,16***	

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

16. melléklet: A Fatima 2 őszi búzafajta alveográfus P/L értékeinek alakulása az évjárat és műtrágyázás hatására

P/L	Évek	1997	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	Összátlag	Szórás	SzD 5%
Műtrágyakezelés												
Kontroll	Átlag	1,20	1,02	0,97	2,35	2,27	1,66	0,82	0,92	1,40	0,62	0,23***
	Szórás	0,16	0,24	0,32	0,13	0,13	0,12	0,10	0,09			
1. szint	Átlag	1,12	0,70	0,99	1,56	1,32	1,22	0,59	0,76	1,03	0,33	0,49*
	Szórás	0,04	0,14	0,06	0,52	0,26	0,57	0,10	0,08			
2. szint	Átlag	1,19	0,70	0,84	1,24	1,15	0,85	0,55	0,76	0,91	0,26	0,24***
	Szórás	0,19	0,17	0,13	0,13	0,26	0,20	0,03	0,03			
3. szint	Átlag	1,51	0,65	0,82	1,24	1,11	0,72	0,47	0,78	0,91	0,35	0,21***
	Szórás	0,13	0,12	0,18	0,26	0,10	0,09	0,10	0,08			
4. szint	Átlag	2,15	0,67	0,86	1,07	1,11	0,74	0,43	0,68	0,96	0,53	0,35***
	Szórás	0,53	0,13	0,36	0,04	0,18	0,07	0,04	0,04			
5. szint	Átlag	2,10	0,74	0,85	1,26	0,99	0,45	0,41	0,55	0,92	0,56	0,16***
	Szórás	0,06	0,12	0,32	0,02	0,08	0,16	0,04	0,05			
Összátlag				1,58	0,73	0,88	1,43	1,28	0,94	0,55	0,75	
Szórás				0,50	0,18	0,20	0,46	0,44	0,46	0,16	0,13	
SzD 5%				0,42***	0,23	0,38	0,39***	0,26***	0,46**	0,11***	0,10***	

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

17. melléklet: Az időjárási tényezők és az alveográfus P/L érték alakulása közötti kapcsolat Pearson-féle r értékei

P/L érték	GK Öthalom						Fatima 2					
	Kontroll	1. kezelés	2. kezelés	3. kezelés	4. kezelés	5. kezelés	Kontroll	1. kezelés	2. kezelés	3. kezelés	4. kezelés	5. kezelés
Csapadékmennyiség (mm)												
Júl.	-0,185	-0,522	-0,400	-0,249	-0,152	-0,328	-0,740*	-0,536	-0,534	-0,403	-0,293	-0,320
Átlaghőmérséklet (°C)												
Máj.	0,572	0,455	0,652	0,372	0,379	0,586	0,606	0,779*	0,757*	0,709*	0,668	0,561
Napsütéses órák száma (óra)												
Júl	-0,722*	-0,369	-0,704	-0,508	-0,485	-0,688	-0,411	-0,635	-0,745*	-0,808*	-0,791*	-0,736*
Jún.-Júl. összege	-0,148	-0,508	-0,522	-0,781*	-0,778*	-0,768*	-0,475	-0,557	-0,644	-0,590	-0,389	-0,581

18. melléklet: A GK Öthalom őszi búzafajta alveográfus G értékeinek alakulása az évjárat és műtrágyázás hatására

G (ml)	Évek	1997	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	Összátlag	Szórás	SzD 5%
Műtrágyakezelés												
Kontroll	Átlag	18,1	23,2	22,8	19,2	18,2	18,9	23,8	19,6	20,5	2,4	2,99**
	Szórás	2,6	1,8	1,0	0,2	0,8	5,9	1,7	2,3			
1. szint	Átlag	20,7	24,8	22,4	18,6	17,9	21,5	25,0	25,0	22,0	2,9	2,09***
	Szórás	1,1	0,8	1,7	0,7	0,9	0,4	2,7	2,0			
2. szint	Átlag	19,7	25,1	21,6	21,7	19,8	23,9	27,9	27,4	23,4	3,2	2,30***
	Szórás	0,9	0,7	1,6	2,0	1,0	2,2	1,5	2,0			
3. szint	Átlag	20,7	23,3	21,4	20,4	20,7	26,6	28,5	26,9	23,6	3,3	2,02***
	Szórás	1,9	2,6	1,3	0,4	1,2	0,1	0,2	2,4			
4. szint	Átlag	20,9	24,5	21,4	21,8	21,9	25,7	28,4	27,7	24,0	3,0	2,93***
	Szórás	0,6	1,8	1,8	1,6	1,4	1,2	0,6	1,8			
5. szint	Átlag	20,6	25,7	22,5	20,1	21,5	24,8	28,5	27,2	23,9	3,1	2,21***
	Szórás	1,1	1,4	1,0	1,0	0,8	0,6	0,3	1,7			
Összátlag				20,1	24,4	22,0	20,2	20,0	23,6	26,9	25,5	
Szórás				1,6	1,7	1,4	1,6	1,8	3,2	2,4	3,5	
SzD 5%				2,26	2,43	2,16	1,76*	1,55***	4,12	2,24***	3,01***	

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

19. melléklet: A Fatima 2 őszi búzafajta alveográfus G értékeinek alakulása az évjárat és műtrágyázás hatására

G (ml)	Évek	1997	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	Összátlag	Szórás	SzD 5%
Műtrágyakezelés												
Kontroll	Átlag	18,6	18,2	21,2	12,3	14,8	11,6	19,2	19,4	16,9	3,6	1,88***
	Szórás	1,1	0,9	0,2	0,7	0,6	1,2	2,8	0,5			
1. szint	Átlag	19,3	21,3	21,7	15,7	17,0	19,3	21,6	22,0	19,7	2,4	2,63***
	Szórás	0,3	1,5	1,1	2,6	1,9	1,3	2,2	1,3			
2. szint	Átlag	19,0	20,4	22,7	17,6	17,8	17,4	22,8	22,6	20,0	2,4	2,64***
	Szórás	1,0	2,1	0,9	0,7	1,8	2,7	2,1	1,7			
3. szint	Átlag	17,2	21,2	22,4	16,7	18,6	21,2	25,0	22,5	20,6	2,9	2,29***
	Szórás	1,2	1,4	0,4	2,2	0,4	3,3	0,2	0,9			
4. szint	Átlag	15,6	20,6	22,7	18,6	18,4	19,3	24,3	24,4	20,5	3,1	2,01***
	Szórás	1,3	0,8	2,7	1,1	1,0	2,0	1,4	0,6			
5. szint	Átlag	15,6	21,5	22,2	16,6	19,2	22,7	25,1	25,6	21,1	3,7	1,01***
	Szórás	0,5	0,7	0,8	0,1	0,7	1,4	0,2	0,8			
Összátlag			17,4	20,5	22,1	16,2	17,6	18,2	23,0	22,6		
Szórás			1,8	1,6	1,1	2,4	1,8	4,2	2,7	2,1		
SzD 5%			1,55***	1,99*	1,93	2,26***	1,78***	3,50***	2,68**	1,55***		

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

20. melléklet: Az időjárási tényezők és az alveográfus G érték alakulása közötti kapcsolat Pearson-féle r értékei

G érték	GK Öthalom						Fatima 2					
	Kontroll	1. kezelés	2. kezelés	3. kezelés	4. kezelés	5. kezelés	Kontroll	1. kezelés	2. kezelés	3. kezelés	4. kezelés	5. kezelés
Csapadékmennyiség (mm)												
Máj.	0,309	0,691	0,428	0,330	0,330	0,487	0,397	0,723*	0,405	0,424	0,359	0,502
Júl.	0,410	0,660	0,410	0,331	0,278	0,412	0,666	0,803*	0,764*	0,588	0,649	0,596
Átlaghőmérséklet (°C)												
Máj.	-0,859**	-0,695	-0,639	-0,405	-0,492	-0,664	-0,684	-0,662	-0,849**	-0,767*	-0,842**	-0,672
Máj.-Jún. átlaga	-0,573	-0,454	-0,599	-0,325	-0,484	-0,533	-0,431	-0,330	-0,655	-0,529	-0,775*	-0,546
Napsütéses órák száma (óra)												
Júl.	0,795*	0,530	0,540	0,411	0,465	0,632	0,465	0,544	0,665	0,792*	0,797*	0,724*
Jún.-Júl. összege	0,096	0,531	0,589	0,844**	0,760*	0,754*	0,142	0,568	0,315	0,691	0,446	0,744*
Máj.-Jún.-Júl. összege	-0,223	0,296	0,468	0,745*	0,637	0,495	-0,172	0,291	0,083	0,418	0,305	0,560

