

**DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI**

NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM  
MEZŐGAZDASÁG- ÉS ÉLELMISZERTUDOMÁNYI KAR,  
MOSONMAGYARÓVÁR  
Agrárműszaki, Élelmiszeripari és Környezettechnikai Intézet

Doktori Iskola vezető  
Prof. Dr. Schmidt János  
MTA levelező tagja

Programvezető és témavezető  
Prof. Dr. Neményi Miklós  
MTA doktora

**ÖSSZEFÜGGÉS-VIZSGÁLATOK BÚZAJAJTÁK (*Triticum aestivum*)  
SZEMTERMÉSÉNEK AGROFIZIKAI TULAJDONSÁGAI KÖZÖTT**

Készítette:  
**GYIMES ERNŐ**

MOSONMAGYARÓVÁR  
2004

## 1. A KUTATÁS CÉLKITŰZÉSEI

A PhD munka alapvető célja az étkezési búza (*Triticum aestivum*) szemtermésének szemgeometriai, morfológiai, szemkeménységi, agrofizikai jellemzőinek vizsgálata valamint ezen paraméterek közötti összefüggések tisztázása volt.

A célkitűzés teljesítése érdekében az alábbiakat vizsgáltuk:

- a búza szemtermés geometriáját és a méretek hatását,
- azonos fajták esetében a termőhely és az évjáratok szerepét, bemutatta és elemezve az egyes faktorok egyedi és eredő hatását
- a búza halmaz- és egyedi sűrűségét valamint ezerszem-tömegét, kapcsolatot keresve a paraméterek között
- kísérleti aprítógépekkel meghatároztuk a búza aprításához szükséges fajlagos felületi energiaigényt, mint aprítási ellenállás (szemkeménység) értéket
- meghatároztuk azokat a minőségi jellemzőket, amelyekre a szemkeménység hatást gyakorol és megvizsgáltuk a kapcsolatot közöttük

## 2. ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálati alanyként a Szegedi Gabonatermesztési Kutató Kht. fajtái szolgáltak. A szemtermések 1999-2002. évekből, Táplánszentkereszt, Fülöpszállás, Zsombó és Szeged termőhelyről származtak. Néhány tulajdonság vizsgálatához korábbi évjáratú (1994-1998) mintákat is felhasználtunk.

A reprezentatív vizsgálati minták előkészítése a termőhelyről begyűjtött minták tisztítása (por és nagyobb szennyeződések eltávolítása céljából) után, saktábla osztás módszerével történt.

### **2.1 A búzaszemek geometriai és morfológiai jellemzőinek meghatározása**

A szemtermés méret meghatározásához mindhárom jellemző érték (hosszúság, szélesség és vastagság) vonatkozásában egyaránt 100-100 párhuzamos mérést végeztünk digitális tolómérővel, ez követően a méretek viszonyát statisztikai úton értékeltük.

### **2.2 A gabona szemek és halmazok tömeg, térfogat és különféle sűrűség paramétereinek bemutatása**

A minták ezerszem tömegét két párhuzamos vizsgálattal mértük. A mintákból 500-500 szemet kiválasztva, digitális mérlegen lemérve határoztuk meg a tömeg értékeket.

A burkolt sűrűség mérése folyadék kiszorításos elven történt, közegként petróleum-alkohol elegyet használtunk. A kapott eredmények két párhuzamos mérés értékei alapján adódtak

A valódi sűrűséget QUANTACHROME gáz piknométerrel mértük, hélium gázt használva. Ezt a jellemzőt a 2001 és a 2002. évi mintáknál mértük. Mintánként 3 párhuzamos mérést hajtottunk végre.

A halmazsűrűséget 1 dm<sup>3</sup>-es gabonaminőségi (hektoliter) mérlegen mértük, mintánként 3 párhuzamos mérést végezve.

### 2.3 A szemkeménység, mint szerkezeti tulajdonság meghatározása

A **szemkeménység** (HI: hardness index) mérése PERTEN SKCS 4100 mérőműszerrel történt. A készülék a HI értéke mellett méri a szemek tömegét, méretét és a nedvességtartalmát, majd a háromszáz, szemenkénti mérés alapján átlagértéket szolgáltat. A minták mérése 3-3 párhuzamos vizsgálattal történt.

Az **aprítási ellenállás** (fajlagos darálási felületi energiaigény) mérésére módszert dolgoztunk ki, amely aprításon és a képződött őrlemények szemcseméret meghatározásán alapul. A darálás KD-161 típusú kalapácsos darálóval, átalakított rosta szerkezet használatával történt.

A módszer pontosítása érdekében egy Perten 3303 laboratóriumi aprítógéppel is folytattunk kísérleteket. A szítalást szabványos szítasorral végeztük. A darálóba bevezetett villamos energiát digitális fogyasztásmérővel regisztráltuk.

Az aprítási ellenállást a Bölöni-féle módosított kétváltozós energetikai függvény alkalmazásával határoztuk

Az adatokat STATISTICA (StatSoft, Inc) és STATGRAPHICS (Statistical Graphics Corp.) programcsomaggal értékeltük. Az alkalmazott eljárók a következők voltak: leíró statisztika, normalitás vizsgálatok ( $\chi^2$ -próba, Shapiro-Wilk teszt, egyszerű regresszió, többváltozós regresszió, variancia analízis, főkomponens elemzés.

### 3. MÉRÉSI EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

#### 3.1 Szemgeometriai vizsgálatok eredményei

Méréseink szerint a szélességi, hosszúsági méretek között nem mutatható ki kapcsolat. A méretek tehát **egymástól független változók**. A szélesség és vastagság között közepesen szoros, determinisztikus jellegű kapcsolat mutatható ki. A szemméretek más agrofizikai jellemzővel kapcsolatban állnak.

A **szélességi** méret búza legjellemzőbb méretének tekinthető. A szélesség és ezerszem tömeg között szoros kapcsolat tapasztalható, amelynek oka, hogy az ezerszem tömeg a búza fejlettségét mutatja és értéke elsősorban a szélességi méretből következik.

A búza **hosszúsági** mérete meglehetősen sajátos jelentőséggel rendelkezik. Önmagában laza vagy legfeljebb közepesen szoros kapcsolatban áll a többi jellemzővel, viszont egyedülállóan jól lehet számolni vele a többváltozós egyenleteknél.

A méret eloszlások és a tömeggel kapcsolatos vizsgálatok irányították rá a figyelmünket a **vastagsági** méret szerepére.

Ezen méret ismerete több szempontból fontos. A mesterséges látás (image analysis) alkalmazásakor általában csak 2 dimenziós képelemzés történik amely nem veszi figyelembe a vastagsági méretet, annak ellenére, hogy a búzák igen fontos jellemzője.

Aszimmetrikus ellipszoid modelltől kiindulva meghatároztuk a búza elméleti tömegét, majd ezt összevetve a mért, ezerszem tömeg (ESZT) értékekkel jó egyezést kaptunk ( $R^2=0,765$ ). A különbség oka, hogy mint az ismert a búza hosszanti oldalán egy bemélyedés található (*hasi barázda*), amely általában zárt, azaz a középső részén üreget képez. A mintákat kemény és puha osztályba sorolva külön-külön is összehasonlítottuk a tömeg értékeket. A puha mintáknál a különbség 10% körüli érték ( $R^2=0,809$ ) a kemény szemű minták esetében nagyobb differencia - közel 17 % - mutatkozott, kiváló ( $R^2=0,815$ ) determinációs együttható mellett.

Mindebből arra lehet következtetni, hogy a hasi barázda mélysége a kemény és puha szemű fajták között eltérő.

Ebből az állapotból kiindulva alkottunk meg egy többváltozós egyenletet, amellyel nagy biztonsággal becsülhető a vastagsági méret.

Hipotézisünk igazolást nyert, a szemkeménység jelentősen befolyásolja a becslés pontosságát. A becslő egyenleteket kemény és puha fajtákra szétbontva az alábbiakban mutatjuk be.

Kemény fajtákra ( $HI \geq 50$ ):

$$v = 2,927 - 0,206 * h + 0,029 * ESZT (R^2=0,63)$$

Puha fajtákra ( $HI < 50$ ):

$$v = 2,588 - 0,166 * h + 0,031 * ESZT (R^2=0,72)$$

ahol v: vastagság (mm)  
 ESZT: ezerszem tömeg (g)  
 h: hosszúság (mm)

### 3.2 Sűrűség és tömegmérések eredményei

A fajták sűrűség vizsgálatát három módszerrel határoztuk meg: a *halmazsűrűséget* a hektoliter tömeg (HLT) mérés szerint, az általunk *burkolt sűrűségnek* nevezett, a szemek hasi barázdájának külső részén mért térfogatot is magába foglaló sűrűséget folyadék kiszorítás elvén alapuló eszközzel, a *valódi sűrűséget*, amely a belső üregeket, kapillárisokat és zárványokat is magába foglalja, gáz (He) piknométerrel.

A várakozásoknak megfelelően a **halmaz sűrűség** és a Burkolt sűrűség mérések adatai a kisebb mértékben a fajták genetikai tulajdonságait, nagyobb részt a termesztés körülményeit (évjárat illetve termőhely) tükrözték vissza. A HLT és a lisztek minősége között jelen kutatási munka keretében nem tudtuk egzakt kapcsolatot kimutatni.

A HLT és a Burkolt sűrűség alapján kiszámított halmaz porozitás ( $\epsilon$ ) a szemek közötti térrész arányát mutatja. A HLT értéke fordított arányban áll a porozitással.

A HLT-ből számítható porozitást a szemszerkezet minősége lényegesen befolyásolja, amelyet a következő becsülő egyenletek bizonyítanak.

Kemény búzáknál ( $HI \geq 50$ )

$$\varepsilon = 0,722838 - 0,00403237 * HLT \quad (n=105, R^2=0,73, r= -0,850)$$

Puha búzáknál ( $HI < 50$ )

$$\varepsilon = 0,672659 - 0,00344793 * HLT \quad (n=59, R^2=0,66, r= -0,811)$$

ahol  $\varepsilon$  : porozitás  
HLT: hektoliter tömeg ( $kg/100dm^3$ )

A kemény szemű minták esetében az összefüggés determinációs együtthatója  $R^2 = 0,73$ , míg a puha mintáknál  $R^2 = 0,66$ .

A **porozitás** értéke elsősorban az *évjárat* hatására módosult. Az *évjárat* mögött elsősorban a csapadék és a hőmérséklet hatása mutatható ki. Értéke az aszályos 2000 és 2002 években szignifikánsan különbözött mind egymástól, mind a többi *évjárat*tól.

A *fajták* között számottevő a különbséget a porozitás tekintetében nem lehetett felfedezni.

Új tudományos eredményt szolgáltatott a **valódi sűrűség** mérés értékei. Két kemény és két puha búzafajtának két különböző évből származó mintáit vizsgálva arra az eredményre jutottunk, hogy a mért értékek **jelentős mértékben** nem tértek el egymástól. A termesztés meteorológiai körülményei, az *évjárat* és a termőhely hatása ugyan befolyásolta a valódi sűrűség értékeket, a **fajták között viszont szignifikáns különbséget nem tapasztaltunk**. Két év adatai szerint a 2001. évi mintáknál  $1,4219 \text{ g/cm}^3$ , a 2002. évi mintáknál  $1,4350 \text{ g/cm}^3$  értéket kaptunk.

Figyelembe véve a mérés relatív hibáját, az általunk kapott átlagérték ( $1,4285 \text{ g/cm}^3$ ) megfelelő pontossággal adja meg a búza valódi sűrűségét és átlagos számítási pontosságot igénylő feladatokhoz jól használható.

Az **ezerszem** tömeg (ESZT) a szem fejlettségét, érettségét mutatja. Mértéke két tényezőtől függ: a szemek *méretétől* és a *belső szerkezetétől*. Az elsőre a geometriai vizsgálatok adtak választ, a másodikra pedig a szemkeménységi mérésekből és a valódi sűrűség értékeiből következtethetünk.

### 3.3 Szemkeménység mérések eredményei

A búza szemszerkezete elsősorban a magbelső állományától függ. Mára tisztázódott a szemkeménység biokémiai háttere is. Egy 15 kDa méretű, friabilin elnevezésű fehérje felelős az eredendően kemény szerkezet lágyításáért (paradox módon a puhaságért).

A szemkeménység alatt adott erővel szembeni ellenállást értünk. A keménység mérésnek többféle módja létezik, leggyakrabban az aprózódáshoz szükséges erőt, időt vagy a keletkezett örlemény szemcseméretét vizsgálva.

Az általunk kidolgozott új mérési módszer Bölöni kétváltozós energetikai függvényének alkalmazására épült.

$$e_f = \frac{e_d}{\Delta a_d}$$

ahol,  $e_f$ : fajlagos aprítási felületi energia igény ( $\times 10^{-3}$  mWh/cm<sup>2</sup>)  
 $e_d$ : fajlagos darálási energia igény (kWh/t)  
 $\Delta a_d$ : fajlagos felületnövekedés (cm<sup>2</sup>/g)

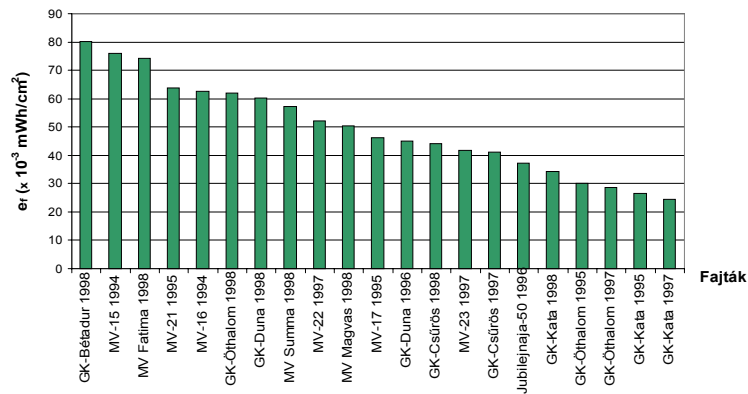
Megjegyzés: a mértékegységeket a jobban értelmezhető kisebb decimálisban adjuk meg.

Speciálisan kialakított darálótérrel rendelkező kalapácsos darálóval aprítottunk búzafajtákat. A darálótengelyre vezetett energia közel állandó értéken volt tartható. Mértük a daráló energia felvételét, majd meghatároztuk a képződött örlemény átlagszemcse méretét és fajlagos felületét. A képlet szerint meghatározott fajlagos darálási energiaigényt a képződött örlemény aprózódási tulajdonságai és az aprításhoz szükséges energia együttesen határozzák meg.



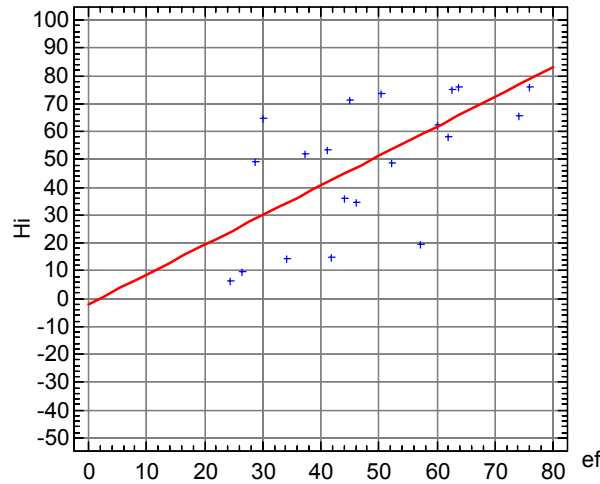
Több, eltérő tulajdonságú és fajtájú (szám szerint 20) minta vizsgálata alapján megállapítható, hogy az *fajlagos felületi darálási energiaigény, vagyis az aprítási ellenállás a szemkeménységgel összefüggő, anyag jellemző*. Az aprítási ellenállás értéke nem független az alkalmazott aprítóberendezéstől, az aprítás körülményeitől. Rögzített körülmények között alkalmas búzák dimenzionált aprítási ellenállásának meghatározására.

Az aprítási ellenállás figyelembe veszi az aprításhoz szükséges energiát és a képződött őrlemények szemcseméret változását. Ezáltal fizikailag is dimenzionálható értéket közöl, amely az alkalmazott aprítógéptől függő, de az adott fajtára jellemző érték. Anyagjellemző és alkalmas a fajták (vagy minták) keménységi osztályba sorolására. A 2. ábrán a fajták aprítási ellenállásának átlagértékei láthatók.



**2. ábra A vizsgált fajták aprítási ellenállásának átlagértékei csökkenő sorrendben**

Összehasonlítva a Perten SKCS 4100 készülék által mért hardness index értékekkel, pozitív és közepesen szoros összefüggés fedezhető fel (3. ábra).



**3. ábra Az aprítási ellenállás és a hardness index kapcsolata (n=21; r=0,74)**

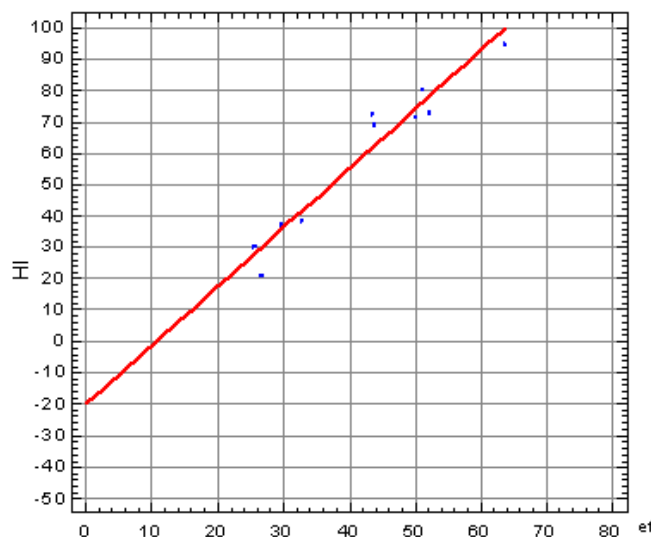
A kapcsolat egyenlete az alábbiak szerint alakult

$$HI = -2,949 + 1,119e_f \quad (n=21, r=0,74)$$

ahol, HI: hardness index (%)  
 $e_f$ : aprítási ellenállás ( $\times 10^{-3}$  mWh/cm<sup>2</sup>)

Meg kell azonban jegyezni, hogy a két jellemző nem ugyanazt a mechanofizikai tulajdonságot takarja. A szemkeménység és az aprítási ellenállás hasonló szerkezeti tulajdonságot fed, de mégis szükséges két jellemzőként kezelni.

A járulékos ellenállások csökkentése, a mérés megbízhatóságának növelése érdekében elvégeztük 10 búzafajta aprítását egy ún. tárcsás darálóval is. A hasznos illetve veszteség energia értékek aránya miatt a tárcsás darálóval mért aprítási ellenállás és a hardness index közötti reláció szorossá vált, mint azt a 4. ábra is tanúsítja.



**4. ábra A tárcsás darálóval mért aprítási ellenállás ( $e_f$ ) és a hardness index (HI) közötti kapcsolat 10 búzafajta esetében**

A kapcsolatot leíró egyenlet az alábbi.

$$HI = -19,996 + 1,88 e_f \quad (R^2=0,941, n=10, r=0,97)$$

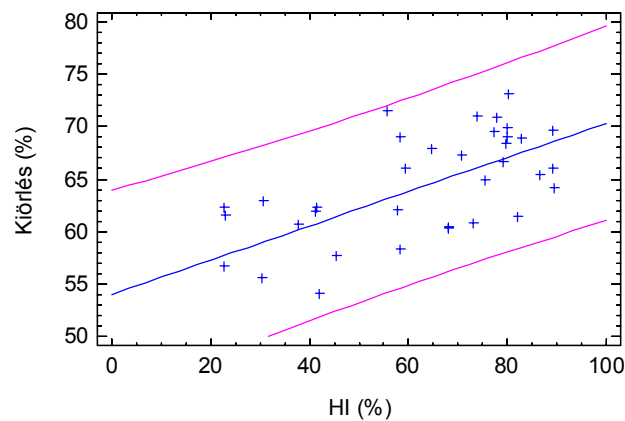
ahol, HI: hardness index (%)  
 $e_f$ : aprítási ellenállás ( $\times 10^{-3}$  mWh/cm<sup>2</sup>)

A vizsgált három szemkeménység mérési eljárások mindegyikénél megállapítást nyert, hogy a legtöbb fajta esetében a keménység stabilan öröklődött és a környezeti hatások módosítása ellenére megőrizték keménységi sorrendjüket.

A stabilan és egyöntetűen kemény búzákra komoly igény mutatkozik, javasoljuk a nem stabil keménységű fajták genetikai hátterének vizsgálatát, a nemesítésből való elkülönítését.

A szemkeménység és a lisztkihozatal kapcsolatának vizsgálatát a 2002 évekből származó mintákkal végeztük, a 36 minta különböző termőhelyről származott.

Vizsgálataink alapján bizonyítható, hogy a szemkeménység és a kiőrölhető liszt mennyisége között **pozitív korreláció** áll fenn, amint az a 5. ábrán látható. A közepesen szoros korreláció bizonyítja a kemény fajták előnyeit és prediktálja a gazdaságos malmi őrlési tevékenységet.



**5. ábra A szemkeménység és a lisztkihozatal kapcsolata (n=36; r=0,63)**

A várható liszthozam a becslési pontossága növelhető. A szemkeménység és a szélességi mérethez alapozott kétváltozós lineáris egyenlet alapján a kiórlés becslés és mért értékei között szignifikáns és szoros pozitív korrelációt igazoltunk.

A becslő egyenlet a következő alakban írható fel:

$$\text{Kiórlés} = 3,40979 + 15,8725 \cdot \text{SZ} + 0,174489 \cdot \text{HI}$$

$$(R^2=0,5424, n=36, r=0,734)$$

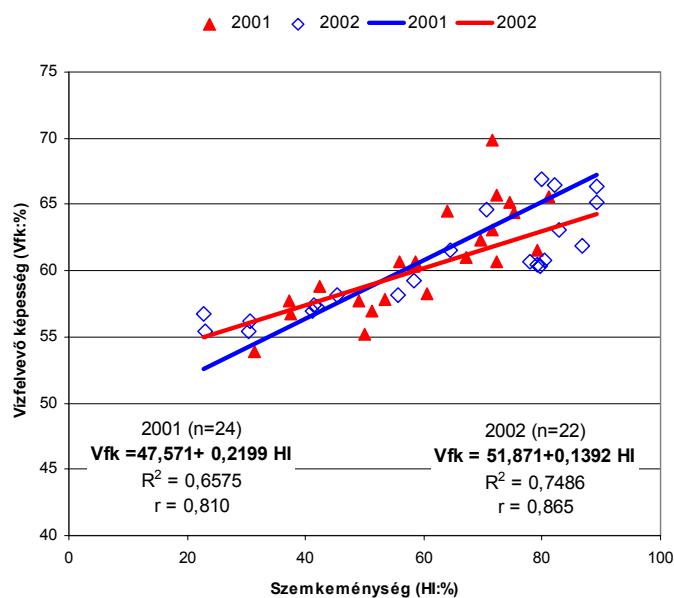
ahol SZ: a búzaszemek szélességi mérete (mm)  
 HI: a búzaminták hardness index értéke (%)

Az endoszperm és héjrészek szétválaszthatósága a szem törési sajátosságaival hozható kapcsolatba. A jó elválaszthatóság összefügg a sejtek közötti (intercelluláris) töréssel. Amennyiben az **endoszperm sejteken** keresztül haladtak a törésvonalak, több endoszperm rész marad a héjrészen. A szem keménysége jelentősen befolyásolja a törés módját. A sejtek egy egységként viselkednek, amelyek később jól elkülöníthetők a héjrészekről. A lisztes búzában a sejt kisebb szilárdságú, a nyíróerők a sejtet hasították szét, kisebb a visszahatás a héjrészre, az endoszperm egy része visszamaradt a héjrészen.

Ez az oka annak, hogy a puha búzákból a laboratóriumi őrlés során és az ipari gyakorlatban egyaránt kevesebb liszt nyerhető, annak ellenére, hogy a képződött őrlemény átlag szemcsemérete kisebb.

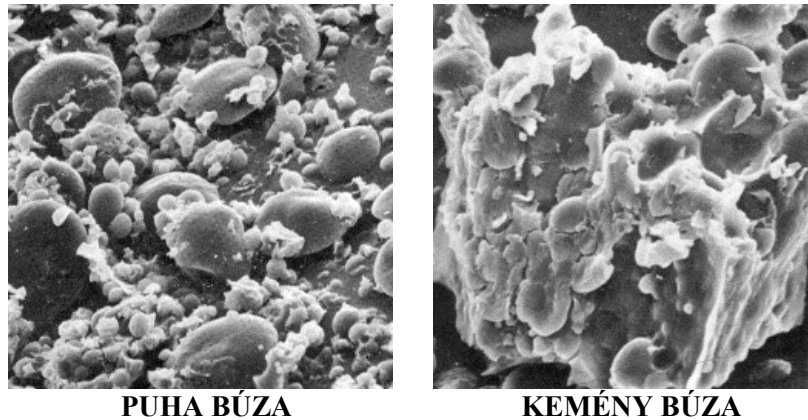
A *szemkeménység* és a *vízfelvevő* képesség közötti kapcsolatot két évben (2001 és 2002) vizsgáltuk (6. ábra). A vízfelvevő képesség a lisztek sütőipari felhasználásakor az egyik tényező, amely a sütőipari termelés gazdaságosságát alapvetően befolyásolja, így értéke és az alakulását befolyásoló tényező ismerete a gyakorlat számára kiemelt fontosságú.

Szegedi termőhelyekről származó minták esetében a két jellemző között **pozitív és szoros** ( $r=0,810$  illetve  $r=0,865$ ) korrelációt sikerült megállapítani. Meg kell említeni, hogy korábban az aprítási ellenállás és a vízfelvevő képesség között is sikerült kapcsolatot igazolni.



**6. ábra A búzák szemkeménysége és vízfelvő képessége közötti kapcsolat a 2001 és 2002. évi mintáknál (n=46)**

A 2002. évi minták közül a termőhely szerepét vizsgálva arra a következtetésre jutottunk, hogy a termesztés lokális jellemzői erős hatást gyakorolnak a szemkeménység és a vízfelvő képesség közötti kölcsönkapcsolatra. Ezt igazolták, hogy az összefüggés determinációs és korrelációs együtthatói – egy termőhely kivételével – szoros és szignifikáns kapcsolatot bizonyítottak.



**7. ábra A különböző szemszerkezetű búzák lisztjének képe (800x nagyítás)**

A 7. ábra bal oldalán a puha, a jobb oldalon a kemény búzákból készült liszt mikroszkópikus képe látható (Henry Stevens hozzájárulásával).

A vízfelvevő képesség az endospermium részekben található keményítő részek sérülésével hozható kapcsolatba. A keményebb szerkezetű búza keményítő részei eltörnek, míg a puhábbaknál a keményítő kifordul a fehérje mátrixból.

A vízfelvevő képesség változás oka, hogy a kisebb, puha szemszerkezetű búzákból származó őrlmények szemcséi a felületükre kerülő vizet nem tudják a belsőbe kell sebességgel továbbítani, így a vízmolekulák egymás felületén is elcsúsznak, ezáltal a tészta konzisztenciája lágyabb lesz. Vagyis a keményebb tészta szerkezet csak úgy jön létre, ha a hozzáadott víz lehetőleg gyorsan a belső részekbe illetve a fehérjéhez kötődik.

A vízfelvevő képesség a lisztek sütőipari felhasználásakor az egyik tényező, amely a sütőipari termelés gazdaságosságát alapvetően befolyásolja, így értéke és az alakulását befolyásoló tényező ismerete a gyakorlat számára kiemelt fontosságú.

#### 4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Becslő egyenletet állítottam fel, amely kapcsolatot teremt a szemméretek és az ezerszem tömeg között, eltérő szemkeménység figyelembe vételével. Ezek alapján, többek között, a vastagsági méret becslése megfelelő pontossággal elvégezhető.
2. Definiáltam a burkolt sűrűség fogalmát, valamint kísérleti úton igazoltam, hogy a gázipnométerrel mért valódi sűrűség olyan anyagjellemző, amelyre a fajta hatása kisebb, a termőhelyi hatások nagyobb hatást gyakorolnak.
3. Új mérési eljárást dolgoztam ki a búza szemstruktúra keménységének mérésére.
4. Megállapítottam a fajlagos darálási felületi energia-igény alakulását különböző búzafajtánál, amely alapján a kemény és puha szemű fajták egyértelműen különválaszthatók.
5. Megállapítottam, hogy kalapácsos daráló használatával a fajlagos felületi darálási energiaigény, mint aprítási ellenállás közepesen szoros korrelációban van a Perten hardness index értékekkel.
6. Megállapítottam, hogy a fajlagos felületi aprítási energiaigény és a hardness index közötti kapcsolat lényegesen pontosabban igazolható tárcsás aprítóberendezés használata során.
7. Megállapítottam, hogy a búza szemkeménység alapvetően fajtatulajdonság, amely azonos nedvességtartalom esetén az egyéb agrofizikai jellemzőktől gyakorlatilag független anyagjellemző.
8. A szemkeménység és a laboratóriumi malmon előállított lisztek kihozatala között egyértelmű korrelációs kapcsolatot mutattam ki, amely összhangban van a malmi tapasztalatokkal.
9. Megállapítottam, hogy a búza szerkezete (keménysége) és a lisztjének vízfelvevő képessége között határozott, pozitív és szoros korreláció igazolható. Ennek oka a különböző szerkezetű búzákból készült lisztek eltérő szemcse alakjában és a méreteloszlásában keresendő.



## 5. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBŐL ÍRT TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

### Referált, impakt faktoros szakmai folyóiratban:

1. Véha, A – Gyimes, E (1999): Őszi búzafajták szemkeménységének vizsgálata kalapáncsos darálóval Növénytermelés, Tom. 48. No 2. pp. 143-151 (**If: 0,274**)
2. Véha, A. – Gyimes, E. (1999.): Investigation of Kernel Hardness in Winter Wheat Varieties with Hammermill Cereal Research Communitation Vol. 27. No.4 pp. 463-470. (**If: 0,294**)

### Lektorált folyóiratban:

1. Véha, A – Gyimes, E. (2000): Determining Kernel Kernel Hardness Through the Granulometric Parameters of Grinding Hungarian Agricultural Engineering Vol. 13. p. 29-31.
2. Véha, A – Gyimes, E – Markovics, E. – Matuz, J.(2000): Relationship between the kernel-hardness and flour quality remarks by some different Hungarian wheat varieties Journal for Cereal and Flour Technology (Zito Hleb), Novi Sad Vol.27. No. 4-5. p126-134
3. Gyimes, E. – Rajkó, R. – Véha, A. (2001): Statistical Investigation of Particle Size Distribution of Some Grain Grist Hungarian Agricultural Engineering, Gödöllő Vol. 14. p. 26-27.
4. Gyimes, E. – Neményi Miklós – Véha, Antal (2002): Reológia és szemkeménység összefüggése őszi búzáknál In: Ötven éves az Acta Agronomica Hungarica Martonvásár, p.117-124
5. Véha, A. – Gyimes, E. (2003): Energetic Modelling of Wheat Kernel Hardness. Hungarian Agricultural Engineering, Gödöllő Vol. 16. p. 66-67.

### Konferencia kiadványok, idegen nyelven:

1. Gyimes, E. – Véha, A. (1998.): New method for the determination of wheat hardness 45.th Research Review Conference Wooster, Ohio, USA 04.22
2. Gyimes, E. – Véha, A. (2001): Effect of the Growing Field on the Hardness, Physical Properties and Kernel Size of Winter Wheat II. International Wheat Quality Conference Kansas State University, Manhattan, USA 05.20-24. Abstract p.33.

### Konferencia kiadványok, magyarul:

1. Gyimes, E – Véha, A. (2001): A termőhely hatása őszi búzáknak szemkeménységére, halmaztulajdonságaira és szemméretére. VII. Növénytermesztési Tudományos Napok Budapest, 01.23-24. Abstract p.62.

2. **Gyimes, E.** – Neményi, M. (2002): Agrofizikai vizsgálatok a búza minőség megközelítésére MTA-AMB Kutatás-Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő január 15. Abstract, Nr.26 p. 43.
3. **Gyimes, E.** – Véha, Antal: (2002): A búza agrofizikai-, beltartalmi jellemzői és kapcsolatuk Tudomány Napja Szeged, 11.09.
4. **Gyimes, E.** – Neményi M. - Véha, A. (2003): A búzaminőség agrofizikai megközelítése. IX. Növénynevelési Tudományos Napok Budapest, 03.05-06. Abstract: p. 51.
5. **Gyimes, E.** – Neményi M. - Véha, A. (2004): Az őszi búzák néhány agrofizikai jellemző és kapcsolatuk a szemkeménységgel. MTA-AMB 28. Kutatás-Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő január 20-21. Abstract, Nr.28 p. 54-55.
6. **Gyimes, E.** – Véha, A. (2004): A szemkeménység stabilitása valamint szerepe őszi búzák agrofizikai jellemzőinek becslésére. X. Növénynevelési Tudományos Napok, Budapest, 02.18-19. Abstract: p. 53.

Idegen nyelvű konferencián teljes terjedelemben megjelent anyag:

1. Véha, A. - **Gyimes E.** (1998.): Grinding Energy Consumption of different Hungarian Hard Winter Wheat Varieties International Symposium Energy and Food Industry CIA-MÉTE Budapest, 09. 14-16. Proceeding : p. 100-109.
2. **Gyimes, E.** – Neményi, M. - Véha, Antal (2002): Agrophysical features and stability of wheats ICC Conference, Budapest 05.26-29. Proceedings: 120-125
3. Véha, A., - **Gyimes, E.** – Bölöni, I.(2003): Experimental Grinding Energetic Model to Determine Wheat Kernel Hardness. CEEAgEng Conference, Gödöllő, szeptember 11-13. Proceedings: 125-131.

Magyar nyelvű konferencián teljes terjedelemben megjelent anyag:

1. **Gyimes, E** -Véha, A - Rajkó, R. (1999): A szemcseméret és fajlagos felület meghatározás anyag és hőátadási folyamatokhoz 3. Magyar Szárítási szimpózium, GATE MFK Nyíregyháza, 09.15-16. Proceeding: 110-115
2. **Gyimes, E.** (1999): Összefüggés-vizsgálatok a szemkeménység és néhány beltartalmi mutató között étkezési búzáknál V. Ifjúsági Tudományos Fórum Keszthely, 03.11 Proceeding p 153-157.
3. **Gyimes, E.** (2001): A termőhely hatása a búza agrofizikai minőségére. MTA Növénytermesztési Bizottság II. Növénytermesztési Tudományos Nap, Budapest. 11.26. Abstract, p.51. Proceeding: 258-264
4. **Gyimes, E.,** (2001): A búza és minősége SZTE-SZÉF Tud.Közlemények 22. p. 46-56.
5. **Gyimes, E** -Véha, A - Rajkó, R. (2003): Őszi búzák (*Triticum aestivum*) szemméreteinek és sűrűség értékeinek összefüggés- rendszere. 5. Magyar Szárítási szimpózium, proceeding (ISBN 963 482 647 4)p. 46-52.