

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

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

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

Készítette:
GYIMES ERNŐ

MOSONMAGYARÓVÁR
2004

TARTALOMJEGYZÉK

KIVONAT	5
ABSTRACT	7
BEVEZETÉS	8
CÉLKITŰZÉSEK	10
1. IRODALMI FELDOLGOZÁS	11
1.1 A gabonafélék jelentősége	11
1.1.1 Táplálkozás-biológiai szerep, kémiai összetételek	13
1.1.2 A búza termesztés biológiai, technológiai alapjai	14
1.1.3 Az éghajlati tényezők szerepe a búza mennyiségére és a minőségi jellemzőkre	19
1.1.4 A termőhely szerepe a termés mennyiségre és minőségre	21
1.1.5 Az agrotechnikai kezelések mennyiségre és minőségre gyakorolt hatása	22
1.2 A gabonafélék agrofizikai tulajdonságai és jelentőségük a feldolgozás során	23
1.2.1 A gabonafélék alak és méret tulajdonságainak jelentősége	24
1.2.2 Szemestermények méret meghatározása és matematikai modellezése	25
1.2.3 A szemméret és felületek meghatározása és modelljei	26
1.2.4. A mesterséges képpalkotás és elemzés (image analysis) alkalmazása a gabona minősítés során	26
1.2.5 A szemtömeg, térfogat, sűrűség, halmazsűrűség szerepe	28
1.3 A búza szemszerkezetének és agrofizikai paramétereinek kapcsolata	33
1.4 A búza és őrleményeinek minőségi jellemzői	35
1.4.1 A minőségvizsgálatok célja és jelentősége	35
1.4.2 A hazai és külföldi búzaminőség kritériumai	36
1.4.3 A szemkeménység és mérése búzáknál	40
1.4.4 A lisztminőség megállapítás módjai és összehasonlításuk	42
2. KÍSÉRLETI RÉSZ	45
2.1 A vizsgálati anyagok és a termesztéstechnológiai háttér adatok bemutatása	45

2.2 A búzaszemek geometriai és morfológiai jellemzőinek meghatározása	46
2.2.1 A búza szemméretek mérése	46
2.2.2 A búzaszem felületének és térfogatának számítása	47
2.2.2.1 Felületek meghatározása	47
2.2.2.2 Térfogatok meghatározása	50
2.3 A gabona szemek és halmazok tömeg, térfogat és különféle sűrűség paramétereinek bemutatása	51
2.3.1 Az ezerszem tömeg meghatározás módszere	51
2.3.2 Búzák hektoliter tömegének mérése	51
2.3.3 A burkolt sűrűség fogalma és meghatározásának módszere	51
2.3.4 Valódi sűrűség mérése gázipiknométerrel	52
2.4 A szemkeménység, mint szerkezeti tulajdonság meghatározása	55
2.4.1 Az aprítási ellenállás mérése kalapácsos darálóval	55
2.4.2 Az aprítási ellenállás mérése tárcsás törővel való aprítással	61
2.4.3 A szemkeménység meghatározása SKCS 4100 mérőműszerrel	62
2.5 Kísérleti búzaőrlemények készítése és minőség vizsgálata	68
2.5.1 Laboratóriumi lisztgyártás	68
2.5.2 Sikér jellemzők vizsgálata	68
2.5.3 Állomány tulajdonságok vizsgálata	69
2.5.4 További jellemzők meghatározása	71
2.6 Az alkalmazott matematikai-statisztikai módszerek bemutatása	71
2.6.1 Változók összefüggés-vizsgálata regresszió-analízissel	71
2.6.2 Kísérleti adatok értékelése variancia analízissel	73
2.6.3 Többváltozós statisztikai módszerek, főkomponens analízis	74
3. MÉRÉSI EREDMÉNYEK KÖZLÉSE ÉS ÉRTÉKELÉSE	76
3.1 A búzaszemek geometriai és morfológiai jellemzőinek értékelése	76
3.2 A gabona szemek és halmazok tömeg, térfogat és különféle sűrűség paramétereinek értékelése	82
3.2.1. Ezerszem tömeg és számított tömeg értékek és kapcsolatok	82
3.2.2 A hektoliter tömeg alakulása és a porozitással való kapcsolata	85
3.2.3. A burkolt sűrűség értékei és összefüggései	92

3.2.4 A valódi sűrűség mérés eredményei	95
3.3 A szemkeménység meghatározás értékelése	103
3.3.1 Búzaminták aprítási ellenállásának mérési eredményei kalapácsos daráló használatakor	103
3.3.2 Búzaminták aprítási ellenállásának mérési eredményei tárcsás aprítógép használatával	111
3.3.3 Búzaminták szemkeménység mérési eredményei	114
3.4 Az agrofizikai jellemzők közötti kapcsolat értékelése	134
4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATTÉTEL	137
5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	145
6. ÖSSZEFOGLALÁS	147
SUMMARY	155
IRODALOMJEGYZÉK	157
JELÖLÉSEK	169
ÁBRA ÉS TÁBLÁZAT JEGYZÉK	171
KÖSZÖNETNYILVÁNITÁS	175
MELLÉKLETEK	

KIVONAT

Munkánkban a magyar köztermesztésben jelentős részt képviselő, szegedi nemesítésű közönséges, őszi búzafajtákkal (*Triticum aestivum*) végeztünk vizsgálatokat. Célunk volt megállapítani a jelenleg használt búzafajták fizikai tulajdonságait, a jellemzők közötti összefüggés-rendszer pontosabb leírása végett. Mintáink széles genetikai változékonyságúak voltak, több évjáratból és az ország különböző pontjairól származtak. Kiemelt figyelmet fordítottunk a búzák szemkeménységének meghatározására, annak tisztázására, hogy a szemkeménység mely agrofizikai jellemzővel áll kapcsolatban. Fontosnak tartottuk azon paraméterek és a közöttük lévő relációk feltérképezését, amelyek a malmi tevékenység minőségére és annak gazdaságosságára kihatnak, az eredmények gyakorlati alkalmazhatósága miatt.

Megállapítottuk, hogy a csapadékosabb vegetációs időszakban a búzaszemek hosszabbak és vékonyabbak, mind aszályos években. Kísérleti adatokra támaszkodva sikerült megalkotni egy **kétváltozós becsülő egyenletet**, amelynek segítségével a mért **ezerszem tömegből** és a szemek **szélességi** méretéből nagy pontossággal becsülhető a nehezebben mérhető **szemvastagság**. A becsülő egyenlet szemkeménységre érzékeny, így a **puha és kemény fajták esetében eltérő egyenlet** határozható meg. Javaslatot tettünk a „burkolt sűrűség” fogalmának bevezetésére és alkalmazására búzák esetében. **Burkolt sűrűségnek** nevezzük a szemtermés sűrűségének folyadék kiszorítás elvén mért jellemzőjét, amelyet a mért szemtömeg és bármely mérőfolyadék által kiszorított térfogat hányadosaként adunk meg. Megállapítottuk, hogy a gázpiknométerrel mért **valódi sűrűség**, nincs arányban a szemkeménységgel és nem is tekinthetők fajtajellemzőnek

Kidolgoztunk és tovább fejlesztettünk módszert a gabonaszemek aprítási ellenállásának mérésére. Kalapácsos darálót használva szignifikáns és közepesen szoros kapcsolatot kaptunk az aprítási ellenállás és a hardness index között. Tárcsás aprítógéppel a korreláció szignifikánsnak és szorosnak adódott.

Kísérleti malmon mért lisztkihozatal, vagyis a kiörlés és a hardness index között szignifikáns, közepesen szoros kapcsolatot tudtunk igazolni.

A szélességi méret és a szemkeménység változók bevonásával sikerült megalkotni egy kétváltozós becslő egyenletet, amely a laboratóriumi malmon mért kiőrlést szoros korreláció mellett becsli.

A valorigráfós (farinográfós) vizsgálati jellemzők és szemkeménység vizsgálata alapján kizárólag a vízfelvevő képesség és a hardness index értékek között lehet kimutatni kapcsolatot. Viszont ezen korreláció közepesen szoros, szignifikáns és meglehetősen robusztus. A megállapítás ugyanis több év viszonylatában is megállja a helyét, korábbi eredményeinkhez illeszkedik.

ABSTRACT**INVESTIGATIONS OF RELATIONSHIPS AMONG THE AGRO-PHYSICAL FEATURES OF WHEAT (*Triticum aestivum*) KERNEL VARIETIES**

The aim of the PhD work were the investigation of the kernel geometric, morphologic kernel hardness, agro-physical characteristic of the wheat (*Triticum aestivum*) and the clearing the relationship among these parameters.

We established a multivariable equation with which the thicknes measure can be estimated with high safety. Our hypothesis has been demonstrated, the kernel hardness affects the accuracy of the estimation significantly.

The meteorological conditions of breeding, the crop year and the location influenced the true density values more markedly.

The specific superficial grinding energy consumption as grinding resistance is suitable for classifying the varieties (samples) according to hardness.

We demonstrated a significant and strong correlation between the estimated and measured milling yield with a linear equation based on the kernel hardness and measure of width.

There was a positive and strong correlation between the kernel hardness and water absorption.

BEVEZETÉS

A minőség szerepe mindig is jelen volt a termelés-feldolgozás-értékesítés láncolatában, de az utóbbi években kulcsszerepet kapott. A mezőgazdasági termékek, így a gabonák is, olyan piaci termékékké váltak, amelyeknek egy globalizálódó piacon kell helytállniuk. A fenntartható mezőgazdaság a szó legszorosabb értelmében létkérdése az emberiségnek. Egyre lényegesebb, hogy milyen körülmények között, mit és mennyit termelünk.

Az újabb fajták megjelenése, a mezőgazdasági termelés feltételrendszerének megváltozása, a mérési technikák tökéletesedése időről időre felveti annak szükségességét, hogy a meglévő kutatási eredményekre támaszkodva újragondoljunk számos kérdést.

Az agrár-műszaki jellegű kutatásokat az alapozó és tudás szintetizáló ismeretek jellemzik, amely magába foglalja az agrofizikát, a kísérletes mezőgazdasági gépészeti tudományt. A kutatások célja valamint a várható eredmények ugyanis rendkívül fontosak, a precíziós mezőgazdasági technikák, a gabonafeldolgozó technológiák megkövetelik az eddiginél is pontosabb tervezést, az elméletek újragondolását, és mindezt a mai, megváltozott biológiai alapok ismerete mellett kell megtennie.

A mezőgazdaság egyik legfontosabb tényezője a genetikai alap. A biológiai potenciál pontosabb megismerése elengedhetetlen. A termények, az állatfajok a nemesítés hatására olyan mértékben változtak meg, hogy nem egy esetben a korábban leírt paraméterek az újabb fajtákra nem vonatkoznak. Ennek egyik oka éppen a változékonyság, a biológiai sokszínűség.

A tudásbázis növekedtével, a kutatás módszertanának változásával új elméletek születnek. Az adatfeldolgozás egyszerűsödése, a kifinomultabb matematikai-statisztikai módszerek lehetővé teszik, hogy az újabb biológiai objektumok vizsgálatával az elméletek és törvényszerűségek leírása tökéletesedhessen. A tudomány fejlődik és a dinamizmusát az adja, hogy újabb és újabb elméletek látnak napvilágot, amelyek egy részét a mérnöki tudomány, kísérleti adatokra támaszkodva megerősít vagy éppen elvet. Az elmúlt években ezen szemlélet jegyében, számtalan tudományterületen jelentős számú új eredmény, módszer született.

A biológiai alapok változását egyetlen adattal szemléltetve: az államilag elismert búza fajták száma a hatvanas években tíz körüli, 1995-ben még mindössze 44 volt, mára ez a szám közel kettőszázra növekedett.

Magyarországon kiemelt helyen szerepel a búza (*Triticum aestivum*), amely a vetésterület közel 20%-án uralja, így joggal mondhatjuk, hogy a legjelentősebb kenyérgabonánk.

Alapvető feladatunknak tekintettük, hogy a ma jellemző búzafajták szemtermésével végezzünk vizsgálatainkat. A minőségi tényezők közül azokat az agrofizikai jellemzőket mértük, amelyek a szemtermés méretét, alakját, sűrűségeit és szemkeménységét írják le.

Külön figyelmet fordítottunk az egyes jellemzők stabilitásának vizsgálatára, ezért a kísérleti minták több évből és számos termőhelyről származtak.

Nagyszámú minta elemzése alapján a levonható következtetések jobban általánosíthatók, érvényességi területük szélesebb körű.

Az agrofizikai tulajdonságok minél pontosabb feltérképezése, az összefüggés rendszer precíz megismerése gazdagítja elméleti tudásunkat, konkrét gazdasági eredményekhez segítheti a gabonavertikum szereplőit.

CÉLKITŰZÉSEK

Munkánk elsődleges célja az étkezési búza (*Triticum aestivum*) szemtermésének szemgeometriai, morfológiai, szemkeménységi, agrofizikai jellemzőinek vizsgálata valamint a vizsgált paraméterek közötti összefüggések tisztázása.

Az összefüggő kapcsolatrendszer egyes elemeinek, az elemek közötti kapcsolat feltárása, valamint a könnyebb áttekinthetőség érdekében a kísérleti rész három területre osztottuk fel, amely egyúttal az értekezés eredményeinek ismertetésekor is sorrend.

- A búzaszemek geometriai és morfológiai jellemzőinek meghatározása,
- a gabona szemek és halmazok tömeg, térfogat és különféle sűrűség paramétereinek vizsgálata,
- a szemkeménység, mint szerkezeti tulajdonság meghatározása

A búzaszemek méretének alakulásakor elsősorban azt kívántuk megtudni, hogy a ma köztermesztésben lévő fajták geometriai jellemzői miként alakulnak, valamint arra kerestük a választ, hogy a termesztés körülményei, elsősorban az évjárat és a termőhely, miként alakítják a szemek méreteit.

A sűrűség mérések elvégzését az indokolta, hogy ilyen jellegű és terjedelmű vizsgálatokat - legjobb tudomásunk szerint - nem végeztek, ugyanakkor a sűrűséggel kapcsolatban több, néha egymásnak is ellentmondó eredmény született.

A szemkeménység mérésére két alapvetően különböző módszert választottunk.

Az első az általunk kidolgozott és továbbfejlesztett aprítási ellenállás mérése, amelyet két különféle elven működő géppel –kalapácsos darálóval és tárcsás aprítógéppel - határoztunk meg.

A másik módszer, amellyel a sorozat vizsgálatokat végeztük, a világban jelenleg elterjedt hardness index mérés.

1. IRODALMI FELDOLGOZÁS

1.1 A gabonafélék jelentősége

A gabonaféléknek a keményítőben gazdag, de jelentős fehérjetartalommal is rendelkező lisztes szemet képző növényeket nevezzük (BOCZ, 1992). A cereáliáknak is nevezett növények közé sorolhatjuk a búza (*Triticum aestivum*), a rozs (*Secale cereale*), az árpa (*Hordeum vulgare*), a zab (*Avena sativa*), a rizs (*Oryza sativa*), a kukorica (*Zea mays*), a köles (*Panicum miliaceum*) és a cirok (*Sorghum vulgare*) növények szemtermését.

A gabona növények termesztése élelmiszeripari célra valamint takarmányozási céljra történik. A fejlett ipari országokban a gabonafélék nagyobb hányada takarmányozásra kerül, de Afrikában illetve Ázsia szegényebb országaiban a mai napig az egyetlen fő tápláléknövény. A cereáliák valamelyikét szinte az egész világon termesztik az éghajlati adottságok figyelembevételével.

A gabonafélék közül hazánkban legjelentősebb növény a búza. A búza a világon termesztett növények közül az egyik legértékesebb, termőterülete is a legnagyobb. A vetésterülete ingadozó, 2003-ben, a legutóbbi gazdasági évben a világon 208,13 millió hektáron takarították be, a termésmennyiség 557,31 millió tonna volt. Ez az utóbbi évekhez viszonyítva kismértékű visszaesést jelent, de több így is mint kétszeres a negyven évvel azelőtti mennyiségnek. Világkereskedelmi termék, így a mennyiségeket nemcsak a termesztési körülmények (időjárás, rovarkártevők, stb.) alakítják, hanem a piaci viszonyok is. Széles körű táplálkozási jelentőségét (ebben az első helyen áll) egyedül a rizs közelíti meg, elsősorban az ázsiai országok népessége és táplálkozási szokásai miatt.

Elterjedtségét a búzafajok és fajták változatos éghajlati igénye és jó alkalmazkodóképessége tette lehetővé. Gyakorlatilag a legszélsőségesebb éghajlati viszonyok kivételével (a trópusok, a sivatagok és a sarkvidékek) szinte mindenhol termesztik.

Élelmiszeripari felhasználása leginkább őrlemények formájában történik. A búza őrlemények alkalmazási területe széleskörű, legnagyobbbrészt kenyeret készítenek belőle – a világon hozzávetőleg 2000 féle kenyeret ismernek -, ezen kívül még számos sütő-, tészta-, édes- valamint cukrászipari felhasználási módja ismert. A búza nagy népszerűségének az az oka, hogy jó egyensúlyban van szénhidrát és fehérje tartalma, teljes gépesítettséggel gazdaságosan termesztethető, hosszú időn keresztül jól tárolható, akár

öröletlen szemek, akár liszt formájában (BARABÁS, 1987). Ez az egyetlen olyan gabona, amelynek fehérjei sikerképzésre hajlamosak. Egyetlen más cereália lisztjéből sem lehet olyan jól lazított, emészthető kenyeret készíteni, mint a búzáéból. A búza és örleményeinek felhasználáshoz tartozik még, hogy kiváló minőségű abraktakarmány. A búzaörlés melléktermékei is értékesek, a keletkező búzakorpa fehérjében gazdag takarmány alapanyag. Szalmája értékes alomanyag, újabban a „non-food” felhasználás egyre elterjedtebb, pl. a cellulózgyártásban vagy az agrár-, energetikai szektorban.

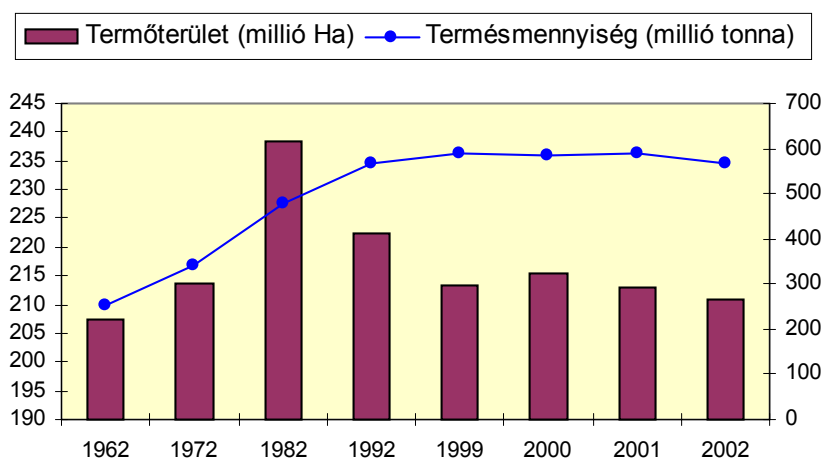
Az 1. sz. táblázat a világ cereália termesztési adatait mutatja be a legjelentősebb növények szerint. A táblázatból is látható, hogy a búza a termőterület arányában az első számú, a termésmennyiség tekintetében a kukorica és a rizs után a harmadik. A kukoricánál a nagy mennyiségű takarmány célú felhasználás, a rizsnél pedig elsősorban az ázsiai országok rizstermelése a magyarázat.

1. sz. táblázat Gabonafélék 2002. évi termesztési világhadatai (FAOSTAT,2002)

Megnevezés	Termés mennyiség (ezer tonna)	Arány (%)	Terület (ezer ha)	Arány (%)
Búza	568108,47	28,25	210785,14	32,34
Rozs	20747,08	1,03	9564,29	1,47
Árpa	131558,34	6,54	54012,74	8,29
Zab	27711,61	1,38	13493,83	2,07
Rizs	579476,72	28,82	146029,46	22,41
Kukorica	602026,82	29,94	138896,69	21,31
Köles	25762,60	1,28	36885,95	5,66
Cirok	55340,82	2,75	42103,35	6,46
Összesen	2010732,504	100	651771,461	100

Az 1. ábrán a búzatermesztés adatai láthatók az 1960-as évektől napjainkig. Jól érzékelhető, hogy a búza a világon egyre inkább alapvető élelmezési cikk lett. A 80-as években tapasztalt termőterület bővülés a 90-es évektől fokozatosan visszaállt a 60-as és 70-es évek szintjére, de eközben a

termésmennyiség a duplájára növekedett. Ez a változás az agrotechnika változása mellett a biológiai alapok megváltozásának köszönhető.



1. ábra A világ búza vetésterülete (ha) és a termés mennyisége (millió t)

Magyarországon is a legfontosabb és viszonylag nagy területen termesztett gabonaféle. Búza termesztésünk nemzetgazdaságilag és üzemgazdaságilag egyaránt jelentős ágazata növénytermesztésünknek, amelynek mindenkor feladata az, hogy a lakosság kenyérgabona szükségletét hazai termeléssel biztosítsa.

1.1.1 Táplálkozás-biológiai szerep, kémiai összetétel

A gabonafélék jelentőségét két tényező adja: egyrészt az egész Földön termesztethetők, másrészt a magas szénhidrát tartalmuk miatt jelentős energiaforrások, ugyanakkor a fehérjetartalmuk is megfelelő, noha az aminosav összetétele nem optimális. A két ok egyszerre áll fenn, tehát minden földrajzi területen betöltik az alapvető élelmiszer szerepet. Az ókorban a római katonák napi búzadara fejadagja 800 g volt, amely elegendő volt a komoly fizikai munkához. A modern táplálkozási szokások a gabonafélék fogyasztását a 70-es évektől visszaszorították, de napjainkban –

igaz más termékek formájában -, de a fogyasztás újra növekszik. A cereáliák előnyei közé tartozik, hogy könnyen emészthetőek, a keményítőtartalom miatt az energia ellátás hosszabb ideig biztosítható. Hátrányként említhető, hogy a fehérje összetétele nem optimális, bizonyos esszenciális aminosavakból nem tartalmaznak eleget. A gabonafélék összetétele eltérő, az 2. sz. táblázat a legfontosabb összetevőket mutatja be.

2. sz. táblázat A gabonafélék kémiai összetétele (Alais – Linden,1996)

Gabonaféle	Energia (kJ/100g)	Nyers-fehérje (%)	Nyers-zsír (%)	Hamu (%)	Rost (%)	Szénhidrát (%)
Rizs (csiszolatlan)	1610	7.3	2.2	1.4	0.8	64.3
Cirok	1610	8.3	3.9	2.6	4.1	62.9
Rozs	1570	8.7	1.5	1.8	2.2	71.8
Zab	1640	9.3	5.9	2.3	2.3	62.9
Kukorica	1660	9.8	4.9	1.4	2.0	63.6
Búza	1570	10.6	1.9	1.4	1.0	69.7
Árpa	1630	11.0	3.4	1.9	3.7	55.8
Hántolt köles	1650	11.5	4.7	1.5	1.5	63.4

1.1.2 A búzatermesztés biológiai, technológiai alapjai

Rendszertani besorolás

A búza a pászitfűfélék /Poaceae/ családjába és a búzanemzetségbe /Triticum/ tartozik. A búzanemzetségbe számos faj tartozik, de ezek közül csak néhányat termesztenek; a többi búzafajnak csak a búzanemesítésben van jelentősége.

Szokatlanak tűnik, de az egységes rendszertani elnevezése nem kristályosodott ki. A kutatók időnként pontosítanak, megváltoztatnak fajok nevét és rendszertani besorolását. Egységes viszont a búzafajok kromoszómaszámuk és készletük alapján történő osztályozása. Három nagy csoportba sorolhatók és poliploid sort alkotnak. Így beszélhetünk diploid, tetraploid és hexaploid sorozatról.

Egy csoportba több faj is tartozik. Ezek nagy részét nem, vagy csak nagyon kis területen (a búza vetésterületének kevesebb mint 1 százalékán) termesztik a világon.

A fentiek közül a diploidok kalásza kétsoros és lapos; ellenálló és igénytelen, de keveset termő fajtái Elő-Ázsiában honosak. Az alakor vagy egyszemű (*T. monococcum*) búza volt az első – már a kőkorszakban is – termesztett búza, amely szelekcióval a vad alakorból (*Triticum boeoticum*ból), kialakult faj. Néhány helyen még ma is termesztik, mert szemterméséből jó dara, kása készíthető.

A **tetraploid** sorozatot alkotó tönke búzák közül a kétszemű (*T. dicoccum*) vagy tönke búzát több, mint 10 ezer éve termesztik. Legismertebb alfajai a következők: az abesszíniai, az ázsiai, az európai és a marokkói tönke. Kalászorsójuk törékeny, lisztjükből kását és lepényt készítenek. Ebbe a csoportba sorolhatók a ma egyre népszerűbb durum (*T. durum*) búzák is, amelyek elsősorban térsztyagártási alapanyagként jelentősek.

A harmadik - **hexaploid** - csoportba tartoznak a tönköly búzák. Ezek közül is a legelterjedtebb és legismertebb a **közönséges búza (*T. aestivum*)** fajtái foglalják el a vetésterület majdnem 90 százalékát. Magyarországon is főleg ezeket a fajtákat termesztik. Ebbe a csoportba tartozik a névadó tönkölybúza (*T. spelta*) is, amely a germán népek ősi gabonája volt. Napjaink Nyugat-Európájában és hazánkban is sikerrel próbálkoznak a termesztésével. Kiváló minőségű gabona, hosszú, keskeny és ritka kalászorsója azonban törékeny meg keveset terem.

A morfológiai csoportosításon kívül az üzemi termesztés számára használhatóbbak az ökológiai sajátosságokat figyelembe vevő rendszerek.

A fajták négy **ökotípusba** sorolhatók:

- Humid éghajlat búzái
- Sztyeppe típusú búzák
- Sivatagi és félsivatagi búzák
- A magas hegyvidék párás éghajlatú búzái (BOCZ, 1992).

A búzafajták és a fajtakiválasztás szempontjai.

A fajta nem biológiai hanem leginkább ökonómiai kategória. A fajtákban rejlő, genetikailag meghatározott (biológiai) tulajdonság csak akkor érvényesülhet, ha az ökológiai feltételek ez lehetővé teszik (HANKÓCZY, 1938).

A fajtakiválasztás kérdése az utóbbi néhány évben a bőség okán is egyre nehezebb. 1995-ben még 44, 2001-ben pedig 105 államilag elismert őszi búza fajta volt hazánkban, amely 2003-ra közel kettőszáz lett.

A köztermesztésben lévő - minősített - búzafajtákat az érési idő és a felhasználhatóságuk alapján csoportosítjuk. Érési idő szerint vannak: korai, középérésű és középkésői érésű fajták. Felhasználhatóság - lisztminőség - alapján pedig étkezési és takarmány búzafajták különböztethetők meg. Az étkezési búzafajták közül azokat a fajtákat, amelyeknek kiváló a lisztminőségük /A1-A2/, a javító fajtáknak nevezzük. A nemesítés során előállított új, valamint a már meglévő fajtákat vetőmag útján szaporítják.

A vetőmag genetikai illetve fajtaértéke csak akkor bontakozhat ki, ha a vetőmag minőségét jelző összes tulajdonságok paraméterei a szabvány által előírt kivánalmaknak megfelelnek.

A fajták vetőmagjainak legfontosabb minőségi tulajdonságai:

- Tisztaság: a fajtaazonos magvak arányának tömegszázalékát jelenti.
- Csírázóképeség: a kicsírázott, egészséges csírárt hozó magvak %-ában adható meg.
- Életrevalóság: a vetőmagok vitalitásában is különbségek találhatók, melyek a mag kelésének erélyében és a fiatal növények fejlődésének gyorsaságában mutatkoznak meg.
- Ezerszemtömeg: ezer szemnek grammokban kifejezett tömege.
- Osztályozottság: a szemet hosszúsága, szélessége vagy vastagsága alapján válogatják.

RAGASITS-LÖNHARDNÉ (1992) a csíranövények fejlettsége, a vetőmag mérete és tömege közötti összefüggést vizsgálták. A vetőmagméretek: 2,2-3,5 mm közöttiek voltak. Eredményeik azt mutatták, hogy a különböző méretű szemek csírázásánál sem a csírázás erélyében, sem a csírázási %-ban

nem mutatkozott érzékelhető különbség. A szemtermés fizikai mutatói és farinográfus értékei sem mutattak eltéréseket.

MÁTÉ et al. (2002) búzafajták termésmennyiségét és minőségét vizsgálták eltérő termőhelyi adottságok között. A stabilitási vizsgálatokból kiderült, hogy vannak olyan búzafajták, melyeknek minősége stabilan öröklődik, a jó minőség kialakulására kedvező évben valamennyi termőhelyen „A” lisztminőséget érnek el, de minőségük kedvezőtlen évjáratban sem rosszabb „B1”-nél. Ugyanakkor vannak olyan fajták, amelyek kedvező évjáratban „A”, kedvezőtlen évjáratban azonban csak takarmányminőséget teremnek. A fajták eltérő természetstabilitását ezért megválasztásuk során mindenkor figyelembe kell venni.

PEPÓ Pé. és GYŐRI (1997) megállapították, hogy a kedvezőbb minőségi tulajdonságokkal rendelkező fajták évjáratától függő stabilitás ingadozása kisebb, mint a kedvezőtlenebb fajtáké.

KUTASY (2002) munkájában négy évjáratból származó fajtákat vizsgált. Megállapította, hogy a vizsgált 26 különböző éréscsoportba sorolható fajta közül 9 tudott minden évben stabilan jó minőséget produkálni.

A búza minőségét alapvetően a genetikai adottságok, a termesztés ökológiai feltétel-rendszere valamint az alkalmazott agrotechnológia határozza meg. SZABÓ (1986) hatáselemzést végezve arra a megállapításra jutott, hogy intenzív agrotechnikával a termőhely minőséget befolyásoló szerepe 42%, az évjáraté 18%, a termesztés-technológiáé 10%, míg a fajtáé 30% (3. táblázat).

SZENTPÉTERY et al. (1995a) leszögezi, hogy a termésmennyiség és általánosságban a minőségi jellemzők a fajták genetikailag determinált képessége, amelyet a környezeti és az agrotechnológiai tényezők érvényre juttathatnak, leronthatnak, de lényegesen javítani nem tudnak.

3. táblázat. Búza minőségét meghatározó feltételrendszer

TERMŐHELY 42 %	Talaj Vízföldrajzi adottság Domborzati adottság
ÉVJÁRAT 18 %	Meteorológiai tényezők: -csapadék (mennyiség, időpont) -hőmérséklet -napsütés -páratartalom
TERMESZTÉS TECHNOLÓGIA 10 %	Agrotechnikai elemek: -vetési paraméterek -tápanyag ellátás -nyomelem kijuttatás -herbicidek, fungicidek -aratási tényezők -vetésforgó -elővetemény -öntözés
FAJTA 30 %	Fajta genetikai tulajdonságok Fajta kiválasztás Vetőmag tulajdonságok

A 3. táblázatban látható csoportosításban természetesen átfedések találhatók, hiszen a termőhely ill. az évjárat hatása nem, ill. csak nehezen választható szét, hasonlóképpen a termőhelyen alkalmazott agrotechnikai tényezők, melyek optimális esetben a termőhely eredeti tulajdonságai alapján kerülnek megállapításra.

PEPÓ Pé (2000) több évtizedes kutatási eredményeire hivatkozva a fajta hatását 27%-ra, az ökológiai tényezőket 32%-ra, míg az alkalmazott agrotechnika hatást 41%-ra teszi. Kiemeli, hogy az ökológiai tényezők közül az időjárás, a betakarítás kori és az azt megelőző időszaké, meghatározó.

Az évjárat jelentőségét az adja, hogy a hatást kiküszöbölni nem lehet, az eredménye utólag nem változtatható, hiszen az összes hatás csak az aratás után mutatkozik meg. Az egyik legfontosabb teendő a fajták stabilitásának megállapítása, vagyis, hogy melyek azok a jellemzők, amely(ek)et az évjárat csak kismértékben módosít. A másik fontos feladat kiválasztani azon fajtákat, amelyekre az évjárat faktor-komplexum -valamely releváns paraméter vonatkozásában - csak elenyésző hatást gyakorol.

PEPÓ Pé (1998) a minőségre gyakorolt hatásokat természeti tényezőkre ill. az emberi beavatkozás szakszerűségére osztotta.

POLLHAMERNÉ (1981) a termőhelyi tényezőket minőségi szempontból két részre osztotta. Az első csoportba az agrotechnikai faktorokat (elővetemény, vetésidő, műtrágyázás, vetőmag mennyiség, gyomirtás, aratási idő, stb.) sorolta, míg a második csoportba a táj hatására bekövetkező változásokat osztotta. A fenti két faktor között lényeges különbség, hogy a tájhatások adottak, így legfeljebb az ésszerű választásra korlátozódik a befolyásolási lehetőség. Az agrotechnikai tényezők céltudatosan választhatók, változtathatók, így a búza minőség elvben befolyásolható.

1.1.3 Az éghajlati tényezők szerepe a búza mennyiségére és a minőségi jellemzőkre

A búza széles körű elterjedését a fajok és fajták változatos éghajlati igénye és jó alkalmazkodóképessége tette lehetővé. A trópusok, a sivatagok és a sarkvidékek kivételével szinte mindenütt termesztik. Nagy tengerszint feletti magasságokban is termesztik, Spanyolországban 2000 méter az Alpok déli lejtőin 1500 m, de Mexikóban, a Himalájában vagy az Andokban nem ritka, hogy 3000-3700 m magasságban termesztik. A hidegebb vidékeken (Kanada, Oroszország északi részén) a tavaszi típusokat termesztik, a mérsékelt égövön az őszi típusok a kedveltek. Jellemzően évente egyszer aratják, de különleges klíma mellett (India, Ausztrália) évi két aratás is lehet. Ahol az időjárási körülmények ezt lehetővé teszik, ott a bővebben termő őszi búza változatot termesztik.

Magyarországon az őszi búzák a jellemzőek, de a fajtaválasztékban található néhány tavaszi búza is. Az éghajlati, geográfiai és talajtani adottságok miatt Magyarország minden megyéjében lehet búzát termesztetni. A minőségi búzatermesztés természetesen egy másik kérdés, de a lehetőség adott.

Az éghajlati tényezők jelentős hatást gyakorolnak mind a termés mennyiségére, mind a termés minőségére. Hazánkra a változékony időjárás a jellemző, a csapadék, a hőmérséklet egyaránt szélsőséges értékeket produkál időnként.

Magyarország fontosabb meteorológia adatait az évekre bontva az alábbi, 4. sz. táblázatban mutatjuk be (OMSZ, 2003). A táblázat az átlaghőmérséklet, az átlagos csapadékmennyiség és a napsütéses órák számát tartalmazza.

**4. táblázat Néhány jellemző meteorológiai adata Magyarországon
2000 -2002 (OMSZ)**

Év	Átlag hőmérséklet (°C)	Csapadék mennyiség összesen (mm)	Napsütéses órák száma összesen (óra)
2000	11,5	430	2220
2001	10,3	604	1900
2002	11,4	570	1890
Átlag (1961-1990)	9,8	586	1960

A részletesebb elemzést mellőzve is szembeötlik, hogy az elmúlt években a hőmérsékleti középérték minden esetben meghaladta a sokéves átlagot.

SZENTPÉTERI et al. (1995b) kísérletében számottevő volt az időjárás – ezen belül is a csapadék hatásának figyelembe vétele. 1991-ben az átlagosnál jóval több csapadék zavarta a betakarítást. 1992-ben a teljes betakarítási időszak csapadékmentes volt, míg 1993-ban az időszak elején zavartalan, majd a második betakarítási időpont után csapadékosabb volt az idő. Az elhúzódó betakarítás rontotta a vizsgált búzák farinográfus jellemezőit. Számottevő csapadék esetén fokozatosan romlottak a farinográfus jellemzők, ennek mértéke viszont fajtánként különböző volt. Az elhúzódó betakarítás hatására a hektolitertömeg értékei parabolikus görbe szerint alakultak. A viaszérés végén növekszik, teljes érés idején éri el a legnagyobb értéket, ami az elhúzódó betakarítás folyamán kisebb-nagyobb mértékben csökken.

PEPÓ Pe.-PEPÓ P. (1988) őszi búzafajták kalászkezdeményének hosszúságát és szélességét vizsgálták az évjárat, a tápanyagellátás és a fajták érésideje szempontjából. Azt tapasztalták, hogy a tavaszi hasznos hőösszeg és a tenyészőcsúcs hossza között pozitív korreláció áll fenn, valamint azt, hogy a korai érésű fajták kalászkezdeményeinek növekedési ritmusa meghaladja a középérésű fajtákét.

MATUZ et al. (1999) mustár elővetemény után termesztett 29 őszi búzafajta minőségét vizsgálták 3 éven át. Az eredmények szerint az évjáratnak szignifikáns hatása volt az alveográfus L, P/L, G és W értékre és a farinográfus értékszámra is. Az egyes fajták között 3 éves átlagaikban az alveográfus P, P/L és W értékben, valamint a nedvessikér-tartalomban voltak statisztikailag megbízható különbségek. A vizsgált fajták közül 7 fajta a francia minősítés szerint is javító minőségű, speciális célra alkalmazható lisztet ad, mivel hároméves átlagban a W értékük 250 felett volt.

1.1.4 A termőhely szerepe a termés mennyiségre és minőségre

Annak ellenére, hogy a nagyobb területű búzatermő országok területével összehasonlítva hazánkat a vetésterület lényegesen kisebb, a Kárpát-medencében termesztendő búza minősége világviszonylatban a legjobbak közé tartozik. A hazai termőterület a geometriai méretek ellenére - közel sem egységes. Az évjáratok hatásával együtt a termőhely szerepe is lényeges a búzatermesztésben.

Amíg az alkalmazott agrotechnikai tényezőket célszerűen megválaszthatjuk és ezzel pozitív irányba befolyásolhatjuk a búza minőségét, addig a termőhelyi sajátosságok adottak. A minőséget csak annyiban befolyásolhatjuk, hogy a minőségre legkedvezőbb tájakon és talajokon termesztjük a legjobb minőségű búzafajtákat

POLLHAMMERNÉ (1998) írásában arra utal, hogy a termőhely célszerű megválasztása kedvező hatású lehet a búza minőségére. Adatai szerint a csapadékosabb és savanyú kémhatású talajokon az esésszám mértéke kisebb a mészben gazdag, kevésbé csapadékos termőhelyekhez viszonyítva. Megállapította, hogy a nedves sikértartalom és a fehérjetartalom tekintetében igen jónak ítéltető Közép és Dél-Kelet Alföld, a valorigráfus értéket illetően ezek egyes évjáratokban a Nyírség. A Körösök-völgyében és a Duna-völgyben igen jó a vízfelvevő képesség.

BENEDEK és GYÓRI (1995) hasonló eredményeket kaptak vizsgálataik során. Kísérleteiket három termőhelyről származó búzákkal folytatták. Megállapították, hogy a siker területkenység egyértelműen változik a termőhelyekkel. A vízfelvevő képesség nem mutat tendenciát a termőhellyel, a fajták között nincs jelentős különbség ebben a paraméterben.

GAINES et al. (1996.) a Michigan-ben és Washingtonban vetett puha búzákat vizsgálták. Megállapították, hogy a növekedés során fellépő környezeti hatásoknak láthatóan nagyobb hatása van a legtöbb tulajdonságra, mint a genotípusoknak.

BORGHI et al. (1997) munkájukban mediterrán (Olaszország) tájról származó búzákat vizsgáltak. Az alveográffal történt minősítésnél a termőterületek között szignifikáns differenciát tapasztaltak, amelyet a hőmérsékleti, valamint csapadékviszonyok mellett az eltérő talajadottságok okoztak.

GRAUSGRUBER et al. (2000) 8 búzafajtát vizsgáltak 15 különböző termőhelyen É-K Ausztriában. A különböző fajták teljesítményének értékeléséhez megbízhatósági indexet határoztak meg, amely alapján a vizsgált osztrák eredetű búzáknak - az ellágyulás mértékét és a Hagbert-féle esésszámot kivéve - nagy a stabilitásuk.

RHARRABTI et al. (2002) mediterrán éghajlaton 4 spanyolbúzafajta és 6 durum fajta tulajdonságait tanulmányozták. Minőségi szempontból, valamint statisztikai módszerekkel vizsgálták a genotípus és a környezet hatását. A kísérletek azt mutatták, hogy a durum búza fajták jelentősen eltérnek mind a hozam, mind a minőség szempontjából.

Az agrofizikai jellemzőket vizsgálva GYIMES és VÉHA (2001) megállapították, hogy a termőhelyek között a szemkeménységben, a szemméretekben valamint az ezerszem tömegben egyaránt különbség mutatkozott. GYIMES (2001) több év adatainak elemzése során közölte, hogy a termőhelyek eredményei között akkor is lényeges különbség lehet, ha azok gyakorlatilag azonos helyen fekszenek és a talaj is azonosnak tekinthető, amennyiben a lokális csapadék eloszlásban különbség mutatkozik.

1.1.5 Az agrotechnikai kezelések mennyiségre és minőségre gyakorolt hatása

Az alkalmazott agrotechnika hatásának megítélésében nincs kialakult álláspont, a szerzők különböző jelentőséget tulajdonítanak a kezeléseknak. Konszenzus van viszont abban, hogy az agrotechnika aktívan befolyásolja a minőséget és a termés mennyiséget. A termesztés során arra kell törekedni, hogy a fajták genetikai tulajdonságai minél inkább érvényre jussanak. Az agrotechnika az optimális eredmény elérésének egyik kulcsa.

A fogalom nem egyetlen kezelést, hanem a beavatkozások egészét jelenti, amelynek a leglényegesebb, de nem kizárólagos elemei a vetési idő, a talajművelés, a talajerő utánpótlás, a növényvédelem, az öntözés.

Az agrotechnikai tényezők és az évjárat hatását elemezte PEPÓ Pé. et al. (1986). HARMATI (1991) eredménye szerint az egyes búzafajták eltérő mértékben tudják hasznosítani a műtrágyát.

PEPÓ Pé. et al. (1989) munkájukban 10 őszibúza fajtaival végzett kísérletet. A műtrágyázás és az öntözés kapcsolatát vizsgálva a búzafajtákat 4

csoportba sorolták trágyareakciójuk alapján, míg az öntözés hatását tekintve 3 csoportot jelöltek ki. Hasonló kísérleteket végzett GYŐRI és BOCZ (1982), akik Jubilejnaja-50 búzafajtaival végeztek kísérleteket. Megállapításuk szerint az öntözés jelentős termésmennyiség növekedés mellett növelte a farinográfus értékszámot, a műtrágyázás hatása szintén kimutatható volt szemben egyéb trágyázási módokkal.

LESZNYÁKNÉ (1998) kísérletei során több termesztési tényezőt vizsgált és arra a megállapításra jutott, hogy az öntözés termésmennyiség növelő hatása a vizsgált évben nem volt kimutatható, a műtrágyázás hatása differenciáltan jelentkezett. Érdekes megállapítása munkájának, hogy az ezerszemtömeg és a termésátlag között nem mutatkozott szignifikáns kapcsolat. A termőhely termésmennyiségre és minőségre gyakorolt hatása ismert a szakirodalomban,

1.2 A gabonafélék agrofizikai tulajdonságai és jelentőségük a feldolgozás során

A gabonafélék szemmérete, alakja az egyik legtermészetesebb tulajdonság, amellyel a gabona faja, esetleg fajtája azonosítható. A szemméretet jelentőségét támasztja alá MORGAN et al. (2000) valamint TROCCOLI és di FONZO (1999) kísérleti eredményei. A gabonaszemek felületének fontosságát támasztja alá NEMÉNYI és SZODFRIDT (1985) munkája.

A sűrűség szerepét kutatta DOBARSZCZYK et al (2002), CHANG (1988), FANG és CAMPBELL (2000).

Az egyes geometriai, fizikai jellemzők mérése, az összefüggések feltárása az elméletek leírásán túl egy sor gyakorlati jelentőséget hordoz. Az agrofizikai kutatások egyik viszonylag új területe, az egyedenkénti vagy ahogy a gabonaféléknél szabatosabb, a szemenkénti mérés. Az utóbbi néhány évben több alkalmazás és tudományos értekezés látott napvilágot a szemenkénti tulajdonságok mérése alapján. Erre találunk példát a szemkeménység mérésénél (MARTIN et al, 1993) , a szemek méret meghatározásánál, a szín alapján történő osztályozásnál (SHADOW és CARRASCO, 2000) vagy az infravörös spektroszkópia alkalmazása (DELWICHE és HRUSCHKA, 2000), vagy a gabonafélék szemenkénti száradásának vizsgálatánál (JIA et al., 2002)

A szemenkénti mérés ott igazán előnyös, ahol a minta mennyisége viszonylag kicsi, ugyanakkor fontos a minőségi jellemzők becslése (SISSONS et al.,2000). Ezért lett népszerű a növény nemesítők körében.

1.2.1 A gabonafélék alak és méret tulajdonságainak jelentősége

A szemek méretének ismerete döntő fontosságú szinte minden műveletnél a vetőmag tisztítástól a vetésen és betakarításon át egészen a késztermék gyártásig. A legtöbb technológiai folyamatnál a méret hatása alapvető. A mezőgazdasági gépek tervezésénél a méret ismerete alapvető fontosságú (POLYÁK,N.I.,2001). A kalászban fejlődés során a szemek különböző méretűek. Ez a tény önmagában is magában hordozza, hogy az aratás utáni megmunkálások során a szemméretek illetve a méret eloszlások ismerete fontos.

A búza vetőmagok méret és fizikai jellemzőivel, valamint a levegőben történő mozgásának törvényszerűségével foglalkoztak CSIZMAZIA et al. (1994), CSIZMAZIA és NAGYNÉ P.I. (1996). Az aerodinamikai jellemzők, mindenekelőtt a lebegési sebesség méréséhez fejlesztettek eszközt (CSIZMAZIA et al., 2000). Az újszerű légszűrőben a magok lebegési sebessége minden eddiginél precízebben mérhető, így a szemméret és a lebegési sebesség összefüggése lényegesen nagyobb pontossággal számítható.

A vetőmag előállítás során a méret szerepe sokszorosan fontosabb, mint egyéb esetekben, hiszen az egyöntetű vetőmag biztosítja csak az optimális vetést és a mag későbbi egyenletes kelését (BOCKUS – SHROYER, 1996). GAN és STOBBE (1996) munkájukban arról számolnak be, hogy a kisméretű szemek kiválasztása nem szükséges.

PICCINNI et al. (2001) többek között a vetőmagméret hatását tanulmányozta a különféle növénybetegségek előfordulási gyakoriságára, de nem talált szignifikáns korrelációt a méret és a betegségek között.

A méretek ismerete hasonlóan jelentős a betakarítás utáni (post-harvest) technológiák pontos irányításához. A szárítás előtti rostálás, betárolás előtti osztályozás eredményessége, technológiai hatásfoka nagyrészt a helyesen megválasztott rostaméretnek köszönhető, amelyhez elengedhetetlen a méretek ismerete.

A szárítás során a fizikai jellemzők szerepe alapvető, a méret mellett a méret eloszlása – homogenitása -, a halmazsűrűség szerepe emelhető ki (BEKE, 1997).

A légáramos szállításhoz és tisztításhoz a megfelelő és gazdaságos légsebesség megválasztása többek között a búzahalmaz szemméreteinek ismeretét igényli. RAHEMAN és JINDAL, (2001) a függőleges pneumatikus szállítást tanulmányozva alkottak meg egy tapasztalati képletet, amelynek egyik tényezője az átlagos szemméret.

A búza malmi megmunkálásakor, az őrlés során a méret fontosságát több kutató vizsgálta.

CAMPBELL és WEBB (2001a) az őrlés függvényét alkotta meg, majd ennek folytatásaként

CAMPBELL et al (2001b) az őrlés egyenletét. Mindkét említett publikáció egyik alapeleme a szemméret.

Jellemző a fajták genetikai állományának és a nemesítési irányok változására, hogy LELLEY (1967) még azt írja, hogy az az apróbb szemű fajták sütőipari minősége jobb, mivel azok többnyire acélos szeműek. MORGAN et al. (2000) már arról számolnak be, hogy a nagyobb szemméretű fajták jobb, magasabb, vízfelvevő képességgel rendelkeznek.

1.2.2 Szemestermények méret meghatározása és matematikai modellezése

A méret megállapítására gyakran alkalmazott módszer a digitális képalkotás és képelemzés. Az elmúlt néhány évben több kutató tett kísérletet arra, hogy a szemestermények méretére alkalmazható modellt dolgozzon ki. OGAWA et al. (2001) publikációjukban beszámolnak egy három dimenziós képalkotási technikáról, amelyet rizs szemek vizsgálatára fejlesztettek ki. A bemutatott módszer egyik érdekessége, hogy a méretek megadása mellett a felvágott szemek belső szerkezetéről is, indikátor festés után, információt szolgáltat. A szemek mélységi-magassági adatát a két dimenziós képből, szoftverrel állítja elő, így képez 3D ábrát.

A búza méretének leírásával hazánkban több kutató foglalkozik. BARANYAI (1998) munkájában a búza körvonalának pontosabb leírására alkalmas függvényt mutat be. Eredményei alapján, 512x512 pixeles felbontásnál, egy negyedfokú függvényt ír, amely a statisztikai elemzések

szerint jobban megközelíti a valóságos alakot, mint a korábban használt szinusz függvény.

Szintén polinomiális közelítéssel készített paraméteres modellt MABILE és ABECASSIS (2003). Közleményükben a különböző búzákkal végzett kísérletek alapján készített paraméteres egyenletet mutatják be, amely jól közelítette a búza valódi alakját, lehetőséget adva a felület és térfogat számítására.

1.2.3 A szemméret és -felületek meghatározása és modelljei

A gabonaszemek illetőleg az őrlmények felületének pontos meghatározása egy sereg technológiai folyamatnál játszik szerepet. A hő- és anyagtranszport folyamatok a felületeken játszódnak le. De a szemek illetve a szemcsék felületén telepednek meg a káros mikroorganizmusok is. A felület pontos meghatározására utaló szakirodalmi hivatkozás meglehetősen szegényes.

Az egyik alapmunka NEMÉNYI és SZODFRIDT (1985) nevéhez fűződik. Kukorica hibridek szeméről manuális úton távolították el a maghéjat, majd meghatározták a felületet.

Megállapították, hogy szárítás során a magok vízleadása egyrészt genetikai sajátosság és ez a szemfelület elemzése során kimutatható másrészt a növény fejlődése során ért hatások eredményeként alakul ki (NEMÉNYI - SZODFRIDT, 1985).

NG et al. (1998) szintén kukoricát vizsgáltak, de a felületet elektronikusan határozták meg. Céljuk a felületet borító gombák arányának meghatározása volt. Beszámolójuk szerint a módszer kellően pontos volt, összehasonlítva más eljárásokkal jobb értékeket kaptak.

1.2.4 Mesterséges képalkotás és elemzés (image analysis) alkalmazása a gabona minősítés során

A méret meghatározásának egy dinamikusan fejlődő területe a mesterséges látással (maschine vision) összefüggő képértékelés (image analysis). Ennek technikai oldalról hajtóereje az egyre korszerűbb számítógépek elterjedése, amelyek lehetővé teszik a nagy adathalmazok kezelését és értékelését. A fejlődést katalizálja, hogy komoly piaci igény mutatkozik a technikára,

hiszen segítségével a minőségellenőrzés folyamatos és az élelmiszerbiztonság szint növekszik. A képelemzés a méret megállapítására és a változások nyomon követésére megfelelő. A gabonafélék méret meghatározására kifejlesztett eszköz és módszer (NOVALES et. al, 1998) folyamatos anyagáram mellett végzi a képalkotást.

A szemméret mérése során fejlesztette ki van LAARHOVEN et al (1997) módszerét, a sörárpa csírázásának állapot jelzésére. A csírázási folyamatot a képelemzés segítségével eloszlás függvényé konvertálta, így az optimális csíraméret biztosítható volt. A módszer a pontossága mellett költséghatékony is (van LAARHOVEN et al, 1998).

A rovarok és rovarmaradványok kimutatása (DAVIES et. al, 2003, valamint BROSNAN és SUN, 2002) mellett a káros, sérült magok azonosítása már nem csupán kutatói feladat, hanem gyakorlati alkalmazás. LOU et al. (1999) közleményében bemutat egy mesterséges látáson alapuló mérést. Többféle sérült szemet kevertek az ép búzához és vizsgálták a módszer hatékonyságát. Azt tapasztalták, hogy 90-100 % pontossággal ki lehetett válogatni a károsodott gabonaszemeket. Legpontosabban az égett szemeket sikerült megkülönböztetni, de a törött szemek válogatási pontossága is meggyőző volt. MAJUMDAR és JAYAS (1999) különféle gabonaszemek válogatását végezte digitális kép- és színelemzés segítségével. Ellenőrzésre 10500 az osztályozó egyenlettől független szemet használt, amelyek válogatásakor 100 % pontosságot kaptak.

A mesterséges látással azonban a mérten kívül egyéb jellemzőket is meg lehet határozni. Ez az előnye más módszerekkel szemben, hiszen így egy vagy néhány kép alapján, a megfelelő statisztikai módszert használva kiegészítő információkhoz juthatunk. Az egyik ilyen többlet információ az objektumok színe, amely a mezőgazdasági praktikumban szintén fontos. CHTIOUI et. al (1996) mesterséges idegrendszer és stepwise analízist hasonlított össze különféle termények (lucerna, vadszab, bükköny) és azok keverékét vizsgálva. A szín mellett a méret és az alak elemzésére is sor került.

de MONREDON et al. (1996) munkájukban kukorica hibrideket vizsgáltak. Az aprított magok méretét szítalással és lézer diffrakciós módszerrel mérték, majd az adatokat értékelték. Az őrlemény eloszlására két móduszú eloszlást kaptak, a másodlagos móduszt a keményítő mérettel tudták azonosítani.

További eredményként közölték, hogy a hibridek közül az egyiket (Volga) egyértelműen azonosítani tudták.

1.2.5 A szemtömeg, térfogat, sűrűség, halmazsűrűség szerepe

Szemtömeg

A gabonafélék szemtömege igen széles határok között változhat. Az ismert legkisebb méretű és tömegű magok a csak Etiópiában termesztett *Eragrostis tef* (*zucc*), amelynek ezerszem tömege mindössze 0,14 g, míg a legnagyobb értéket a kukorica (*Zea mays*) termése adja a nem ritkán 5-600 g értékkel (KENT, 1994).

A szemtömegből vagy az ezzel analóg ezerszem tömegből mindenekelőtt a termés mennyisége kalkulálható. LELLEY (1967) megállapítása szerint az ezerszem tömeg az egyik biztosítéka a jó termőképességnek. Azonos termőterületen nevelt növényeknél a kalászkok száma és a szemek tömege közül az utóbbi öröklődik a legszilárdabban.

Aestivum búzáknál a liszthozam és az ezerszemtömeg közötti korrelációból kiindulva folytattak kísérleteket nagy ezerszemtömegű fajták előállítására WIERSMA et al. (2001).

Durum búzákat vizsgálva a darahozam és az ezerszem tömeg között talált kapcsolatot ($r=0,69$) MATSUO és DEXTER (1980).

A szemtömeget általában az ezerszem tömegből származtatjuk, ritka amikor valódi szemenkénti vizsgálat folyik. A búzáknak szemenkénti tömeg meghatározására alkalmas a Perten SKCS 4100 készülék, amelyet MARTIN et al. (1993) fejlesztett ki.

Sűrűség értékek

Sűrűség alatt a szemcsék vagy a szemcsés halmaz tömegének és térfogatának hányadosát értjük. Mértékét több tényező együttes hatása alakítja, ezért is hordoz értékes információt. A gabonafélék minőségi vizsgálatok általában 3 sűrűség értéket különböztetünk meg. Beszélhetünk halmazsűrűségről és szemsűrűségről. Ez utóbbinál különbséget tehetünk a folyadék kiszorítás elvén működő piknométer (vagy hasonló eszköz) által

mérhető sűrűség és a gázipnométerrel mérhető sűrűség között. Az előbbi nevezhetjük „burkolt sűrűségnek”, míg az utóbbi a valódi sűrűség.

A különböző sűrűség értékek definiálásától eltekintünk, de meg kell említeni, hogy a brit szabvány 14 sűrűség jellemzőt sorol fel (WEBB, 2001). A sűrűség definiálásakor ki kell térni arra, hogy ezen jellemzők mérése különböző módszerekkel történik és a tulajdonságok is más információt hordoznak.

Halmazsűrűség – hektolitertömeg

A sűrűség vizsgálatoknál legelőször kell megemlíteni a halmaz sűrűséget, amelynél a szemek közti gáz (levegő) térfogatát is a szemekével együtt mérjük. A halmaz sűrűségét gyakran térfogat tömegnek nevezi a szakirodalom, noha fizikai értelemben sűrűségnek tekinthetjük. Ez utóbbi jellemző a malomipari praktikumban sokat használt és nagy jelentőséggel felruházott mutató, amelyet hektolitersúlynak neveztek. A közelmúltban a magyar búza szabványokban még ármeghatározó szerepe volt.

A legnagyobb búza exportáló országok nemzeti szabványaiban a mai napig érvényben lévő vizsgálati módszer.

Az ép, kifejtett és telt szemek hektoliter tömege magasabb, mint a fejletlen, sérül, szorult szemekből álló halmazé.

Az USA nemzeti szabványban az öt alaposztályba sorolás egyik tényezője a hektoliter tömeg (HLT) angolszász megfelelője, a TWB (test weight per bushel). Az ausztrál gabonatermelők szervezete az AWB (Australian Wheat Board) szabványa éppúgy előír minimum HLT követelményeket, mint a kanadai termelőket tömörítő CWB (Canadian Wheat Board).

A hektoliter tömeg alacsony értéke gyakran kisebb liszthozamot jelez (KELLY et al., 1995), amely a malomipar számára rossz előjel, de bizonyos mértékig a várható lisztminőséget is prognosztizálja. A szemméret hatása abban is megnyilvánul, hogy a tisztítás során a hektoliter tömeg növekszik (SCHULER et al., 1994). A HLT értékeiből a beltartalomra is következtetni lehet, amint azt SCHULER et al. (1995) eredményei mutatják.

A hektoliter tömeg értékét több tényező alakítja: a szemek mérete, a sérült szemek aránya (GAINES et al., 1997), alakja valamint a belső szerkezete. Durum búza esetében TROCCOLI és di FONZO (1999) negatív korrelációt állapított meg a HLT és a szemek hosszúsági méret között.

A különféle környezeti változók jelentősen befolyásolhatják a hektoliter értékeket. Az időjárás hatását tanulmányozták CZARNECKI és EVANS

(1986), GAN et al (2000). A csapadékosabb időjárás miatt gyakran az aratás ideje elhúzódik, amely mennyiségi és minőségi romlással jár. Tavaszi búzákat vizsgálva állapítja meg GAN et al (2000), hogy az elhúzódo aratás miatt hektoliter tömeg csökkenés következik be.

A termesztéstechnológiai hatások közül az öntözés hatására növekszik a HLT értéke, mint arról GULER (2003) beszámol. Az intenzív és extenzív termesztési körülmények között nem tapasztalt különbséget VARGA et al. (2000) a hektoliter tömegek között.

Szemsűrűség értékek

A mezőgazdasági anyagok esetében az ún valódi sűrűség fontos jellemző, ennek ellenére nem frekvenciált vizsgálat, az irodalma meglehetősen szegényes.

Ennek oka lehet, hogy a sűrűség értékek alakulásából – éppen a széleskörű tapasztalatok hiányában – nem tudunk releváns információhoz jutni.

JÁRAI et. al (1955) hektoliter tömeg mérésnél pontosabbnak tartják a sűrűség mérését, ezért javasolják, hogy a szabványosításban kapjon nagyobb szerepet a sűrűség mérése.

PAULSEN et al. (2002) kígyóhagyma kiválasztását vizsgálták. Arról számoltak be munkájukban, hogy a szemméretük hasonlósága ellenére, búza és a gyomnövény a sűrűség különbség alapján megfelelő hatékonysággal szétválasztható volt. NEMÉNYI (1988) kukoricahibridek vizsgálata során állapított meg összefüggést a sűrűség és a kémiai összetevők aránya között, méréseiket mérőhengerrel végezve.

Archimedes sok száz évvel ezelőtt írta le a térfogat mérés elvét, amely azóta sokat finomodott, de az alapelv változatlan: egy test térfogatát meghatározni az általa kiszorított folyadék vagy gáz térfogatának mérésével lehet. Ez a fajta mérés lehetővé teszi, hogy olyan szabálytalan formájú testek térfogatát is meghatározzuk, amelyek alakjára nincs vagy nem kellően pontos geometriai módszer áll rendelkezésünkre (MOHSEIN, 1986).

A sűrűségmérés legelterjedtebb módja az ún. piknométeres mérés. A tömeget az üres, a mérőfolyadékkal illetve a mérendő anyaggal együtt mérik le, majd a sűrűséget a következő (1) képlet alapján számítják ki:

$$\rho_{\text{min ta}} = \frac{\rho_{\text{folyadék}} \cdot m_{\text{min ta}}}{m_{\text{min ta}} - (m_{\text{össz}} - m_{\text{p+f}})} \quad (1)$$

Ahol $\rho_{\text{min ta}}$ a minta sűrűsége (g/cm^3), a $\rho_{\text{folyadék}}$ a mérőfolyadék sűrűsége (g/cm^3), $m_{\text{min ta}}$ a minta tömege (g), az $m_{\text{össz}}$ a piknométer, a mérőfolyadék és a minta együttes tömege (g), az $m_{\text{p+f}}$ a piknométer és a mérőfolyadék tömege (g).

Mérőfolyadékként olyan anyagot kell választani, hogy a felületet ne nedvesítse és ne is hatoljon be a héj vagy csírárésznél. A mérési gyakorlatban toluolt használnak (SITKEI, 1981).

A folyadék kiszorítás elvén mért értékek a szem külső térfogatát mérik, az így mért sűrűség alakulására a szem morfológiai sajátosságai erős hatást gyakorolnak, hiszen a zárt hasi barázdájú fajtáknál a felületi sűrűség kisebb, mint a nyílt szemek esetében. A méréshez használt folyadékként vizet és xylolt választva FANG és CAMPBELL (2000) a következő eredményeket kapta. A kétféle mérés eredménye között a puhább fajtánál $0,78 \text{ g/cm}^3$ a keményebb - és nagyobb szemű - fajtánál kisebb, mindössze $0,4 \text{ g/cm}^3$ volt a differencia. Magyarázatuk szerint a víz kevésbé mélyen tud behatolni a búza hasi barázdá részébe. MARTIN et al. (1998) munkájukban beszámolnak egy $100 \mu\text{l}$ -es mikropiknométer konstrukcióról, amellyel a sérült, a fuzárium gombával fertőzött és az egészséges szemek sűrűségét mérték. Mérőközegként alacsony sűrűségű manométer olajat használtak. Beszámolójuk szerint az ép szemek sűrűsége szignifikánsan magasabb volt ($1,28 \text{ g/cm}^3$), mint a sérült szemeké ($1,08 \text{ g/cm}^3$). A eredmények egyúttal rámutatnak a sűrűség mérés egy eddig nem kellően kiaknázott alkalmazási lehetőségére is.

A folyadék kiszorításos piknométerek egyik hátránya, hogy a héj által elzárt részekben még a kis tenziójú folyadékok sem mindig képesek behatolni, a szem belsejében található és igen nagy arányt képviselő belső üregek és kapillárisokba pedig egyáltalán nem. A pontosabb térfogat méréshez használhatók, a már régóta ismert gázpiknométerek. A sűrűség érték a mért tömeg és a piknométer által mért térfogat hányadosaként kapható meg.

A gáz piknométerek a mérendő anyag térfogatát az egyetemes gáztörvény (amely szerint egy adott mennyiségű gáz nyomásának és térfogatának

szorzata arányos a gáz abszolút hőmérsékletével) felhasználásával határozzák meg a következő (2) képlet szerint:

$$V_p = V_c + \frac{V_a}{1 - \left(\frac{p_2}{p_3}\right)} \quad (2)$$

Ahol V_p = a minta térfogata (cm^3), V_A = belső kalibrációs tér térfogata (cm^3), V_C = mintatartó üres térfogata (cm^3), p_2 = nyomásérték a mintatartóban (psi) és p_3 = nyomásérték a mintatartó és a belső tér összenyitása után (psi).

A gázpiknométereknél elméletileg bármely gáz használható, azonban figyelembe kell venni a mérendő anyag és a mérőközeg várható kémiai reakciót. A hélium a legkisebb pórusméretekbe is behatol, hozzávetőlegesen 10^{-10} m az áthatoló képessége. Ebből következik, hogy a héliumot használó gáz piknométerek nem csak a szemek hasi barázdájába és a nagyobb zárványokba képesek behatolni, hanem a legkisebb mikro kapillárisokba is. Tehát a He piknométerrel mért sűrűséget fogadhatjuk el valódi sűrűségnek. A hélium mellett szól, hogy megközelíti az ideális gáz ismérveit, tehát az egyetemes gáztörvény alkalmazásakor kisebb hibát vétünk. Hátránya, éppen a nagy behatoló képességből kifolyólag, hogy áthatolhat a sejtfaon is, így nagyobb térfogat értéket ad a mérés.

A legjelentősebb gázpiknométer alkalmazók a gyógyszergyárak, az építőipar és az ásványkutató. A gabonafélék valódi sűrűségének meghatározását relatíve kevés kutató végezte. CHANG (1988) hélium gázt használva azt állapította meg, hogy a vizsgált gabonafélék (búza, kukorica és köles) sűrűsége hasonló volt. FANG és CAMPBELL (2000) munkájukban nitrogén gázt alkalmaztak a méréshez. Az eredményeket folyadék piknométerrel is összehasonlították. Munkájuk eredménye szerint a keményebb búzák valódi sűrűsége $1,369 \text{ g/cm}^3$, míg a puhább fajtánál $1,345 \text{ g/cm}^3$ értéket mértek. A folyadék kiszorítás elvén mért sűrűség értékek kisebbek, $1,331 \text{ g/cm}^3$ valamint $1,287 \text{ g/cm}^3$ voltak. Az eredményekből következtethető ki az is, hogy a gáz piknométeres mérés értékeit a szemek mérete nem befolyásolta, szemben a folyadék piknométeres meghatározással.

A sűrűség értékek alakulására a minta nedvesség tartalma nagyobb hatást fejtett ki, mint azt CHANG (1988) valamint FANG és CAMPBELL (2000) is megállapítja.

Egy több mint fél évszázados forrásmunkában TORNOW (1950) a hektoliter tömeg és a sűrűség között pozitív regressziót feltételez. Részben a fenti munkára hivatkozva JÁRAI et. al (1955) munkájukban leírják, hogy a magasabb sűrűség (a kornak megfelelően a fajsúly kifejezést használva) acélosabb búzát jelent és ez jobb kiörlést és jobb minőséget is jelent.

SCHULER et al. (1995) munkájukban a sűrűség és a fehérjetartalom között pozitív korrelációról számolnak be, 24 puha búzafajta vizsgálatára alapján.

1.3 A búza szemszerkezetének és agrofizikai paramétereinek kapcsolata

A búza szerkezetileg három fő részből áll, amelyek mennyiségi aránya a következők. A héjrész hozzávetőleg 17 %, a csírarész 3 %, a maradék 80% arányt a magbelső jelenti. Felhasználási tulajdonságait tekintve számunkra a legértékesebb rész a magbelső. A malomipar célja, hogy a lehető legnagyobb mennyiségben, a leggazdaságosabb módon nyerje ki a liszttestet, különböző szemcseméretű őrlemények formájában. A nemesítés célja, hogy olyan tulajdonságú fajtákat hozzon létre, amelyekből jó minőségű őrlemények készíthetők. A termesztők célja pedig, hogy a termesztési adottságukhoz mérten a lehető legnagyobb mennyiségű és a legjobb minőségű búzát termesszenek.

A búza szemszerkezete alatt elsősorban az endospermium, másnéven a megbelső struktúráját értjük. Az endospermium valójában két részből áll, az aleuron rétegből és keményítőben gazdag liszttestből. Az előbbi egy 50 mikron vastagságú, fehérjékben gazdag réteg, amelynek vastagság a szemmérettől független (EVERS és MILLAR, 2002). Az egyszerűség kedvéért a továbbiakban endospermium alatt az aleuron réteg alatti részt értjük. A 2. ábrán a búza metszeti illetve keresztmetszeti képe látható.



2. ábra A búzaszem hossz- és keresztmetszeti képe

A szemszerkezet kialakulása elsősorban a genetikai sajátságokon múlik, amelyet a termesztési körülmények lényegesen módosíthatnak.

A lazább, lisztesebb magbelső és a sűrűség között vélt összefüggést felfedezni CHANG (1988) és hasonló eredményről számol be FANG és CAMPBELL (2000).

A hektoliter tömeg valamint a puha és kemény szemszerkezet kapcsolatát érintik SCHULER et al. (1995) munkája. Az érés során bekövetkező - jelentős részben az időjárási körülményekre visszavezethető- sérültség és magméret valamint a hektoliter tömeg korrelációját igazolta GAINES et al. (1997), rámutatva a töppedt szemek kiválasztásának szükségességére.

A keményebb szemű magvak őrlésének nagyobb az energia igénye, mint arra VÉHA és GYIMES (1999a), VÉHA és GYIMES (2000) utal. Az energiaigény vizsgálták PUJOL et al. (2000) is, amikor is megállapították, hogy a szemszerkezet keménysége és az aprítási energia igény között közepesen szoros, pozitív kapcsolata van.

A magbelső szerkezete és szilárdsága kapcsolatban áll az őrlési folyamattal és a keletkező termékek tulajdonságaival.

A szemszerkezet vizsgálatok alapvető eltéréseket mutatnak az acélos és lisztes endosperm sejtjeinek szerkezete között. POMERANZ (1984) közlése szerint a lisztszemcsék szerkezetük alapján csoportosíthatók, amelynek alapja:

- Az endosperm a búza melyik részéről származik (periféria vagy középső).

- A részecskét alkotó sejtek száma.
- A sejtek relatív sértetlensége, a burkoló sejtfa1 mértéke alapján, melyet a búza minősége (lisztes, acélos) az őrlés módja (törető, sima henger) és a kondicionálás befolyásol.

1.4 A búza és őrleményeinek minőségi jellemzői

A búza minősége több tényező együttes hatását jelenti és erősen a vizsgáló nézőpontjától függ (GYIMES, 2001.). A gabonavertikum szereplőinek a minőség egyes komponensei eltérő súlypontot képviselnek (GYŐRI és GYŐRINÉ, 1998). Az egyes jellemzők mérésére gyakran évszázados módszerek léteznek, amelyek nagy részét a világon mindenütt alkalmazzák. Számos olyan vizsgálati eljárás is létezik azonban, amelyet csak egy-egy országban használnak illetve csak speciális termékek minősítésére alkalmasak.

1.4.1 A minőségvizsgálatok célja és jelentősége

A minőség vizsgálatok célja lehet a búzahalmaz, a búzaszemek illetve az őrlés során képződött lisztek egy vagy több jellemzőjének meghatározása. Minden vizsgálat más és más tulajdonságra ad jelzést. Éppen a módszerek sokfélesége és az időigényessége miatt terjednek azon az eljárások, amelyek egyszerre több tényezőre adnak felvilágosítást. Az utóbbi tíz évben a közeli infravörös spektroszkópia térhódítása is ezzel magyarázható.

A vizsgálatokat több szempont szerint csoportosíthatjuk. A legáltalánosabb elv szerint megkülönböztetünk magvizsgálatokat és őrleményvizsgálatokat. A magvizsgálatnál különbséget kell tenni, hogy a halmazt, illetve annak jellemzőit érinti vagy a szemek egyedi tulajdonságainak megállapítását célozza meg.

Az őrlemények vizsgálata hasonlóan széleskörű. Az leggyakoribb a hamu és nedvességtartalom mérés, valamint a sikér tartalom megállapítás. Komplexebb tulajdonságok elemzésére adnak lehetőséget a műszeres vizsgálatok. A sort a végtermék specifikus vizsgálatok zárják, amelyek során rögzített körülmények között, kismennyiségű liszt felhasználásával készítenek különféle terméket. Ez utóbbi elemzések erősen ország specifikusak, ami érthető, hiszen a kenyér jellege más Magyarországon és

egészen más például Japánban. Nem is említve, hogy jó néhány olyan termék van amely egy adott országra vagy térségre jellemző.

1.4.2 A hazai és külföldi búzaminőség kritériumai

A gabonafélék - így a búza – minősítése, minőségi osztályba sorolása századévnyi hagyományra nyúlik vissza. A mezőgazdasági termények piaci áruvá válásának, a világkereskedelem létrejöttének időszakáig. Magától értetődő, hogy azelőtt is léteztek minőségi jellemzők, amelyet a termelők és a molnárok is ismertek, használtak. A minősítési rendszer kialakulását, a legkülönbélebb módszerek létrejöttét mégis a világméretű gabonakereskedelem indukálta. A világ legjelentősebb gabonaexportáló országaiban, a múlt század első három évtizedében lázas munka folyt.

Ezen munkában kiemelkedő szerepet játszott **HANKÓCZY JENŐ** aki számos ma is használt minősítési eljárást dolgozott ki. Ezek közül a legismertebbek a Farinográf, az extenzográf és a ma használt Alveográf őse.

Hasonlóan jelentős személyiség volt **GRUZZ FERENC**, aki Hankóczy munkatársaként, a labográfot készítette el. A sor folytatni lehet **PEKÁR IMRÉVEL**, aki a világszerte máig használt zseniálisan egyszerű liszt összehasonlító vizsgálatát dolgozta ki.

A minősítési módszerek fejlesztése máig tart.

A legfontosabb irányvonalak napjainkban a műszer fejlesztések területén:

- Kismennyiségű minták alapján történő minősítés. Ezt az irányt mindenekelőtt a minősítők generálják, akiknek gyakran csak néhány szemből kell el dönteni a szelekciós irányokat.
- Roncsolás mentes vizsgálatok. Egyrészt a nemesítők számára készülnek műszerek, mindenek előtt a minta további felhasználása indokolja a roncsolásmentes működést. Másrészt az üzemi folyamatokba illesztett online és offline vizsgálati módszerek és műszerek sorolható ebbe a csoportba. A közeli infravörös spektroszkópia és az image analysis a két leggyakrabban használatos technika.

- Környezetvédelmi szempontok miatt is egyre nagyobb teret hódítanak ezen technikák, hiszen nincs vegyszer, nem képződik veszélyes hulladék.
- Gyors, azonnali vizsgálatok. Összemosódik az előbbi területtel, bár a cél alapvetően különbözik. Igénye azért lép fel, mert a vizsgálatok egy része (pl. egy nedvesség tartalom mérés) gyakran órákat vesz igénybe és a technológiai folyamatok ennél gyorsabb reagálást igényelnek.

A világ legjelentősebb búzatermelő országai a nagy lélekszámú ázsiai országok, amelyek azonban a gabonakereskedelemben általában vevői pozíciót töltenek be. Ez a trend azonban néhány éve megfordult. A magukat tradicionálisnak tartó exportáló országok nem kis meglepetésére és bánatára exportőrként jelennek meg. A minőségi előírások, az osztályozási rendszerek pedig ott válnak igazán lényegessé és fontossá, ahol a megtermelt alapanyagot nem helyben használják fel, hanem gyakran a föld távoli pontjára szállítanak. Az öt búzaexportáló ország: Argentína, Amerikai Egyesült Államok, Ausztrália, Európai Unió és Kanada.

Az agrofizikai tulajdonságok közül a hektoliter tömeget mind a négy minősítési rendszerben mérik.

Az étkezési búza magyar szabvány szerinti minősége

Hazánkban a búza minőségét a MSZ 6383:1998 szabvány írja le. Sok tekintetben harmonizál az Európai Unió minőségi előírásaival, de bizonyos szempontból annál szigorúbb. A szabvány legfontosabb elemei a hektoliter tömeg, a nedvességtartalom és a tisztaság (keverékesség). A beltartalmi jellemzői a sikérmennyiség és területenység, a valorigráffal történő sütőipari értékcsoport, a Zeleny-test. Keménységre utaló előírás csak a durum (*Triticum durum*) fajtákra van megadva. A szabvány kivonata az 1. mellékletben található.

Az amerikai (USA) búzaszabványok

Az Egyesült Államokban a búza minőségi szabályozását törvény írja le, emellett rögzíti a búzák nyolc kategóriáját is (US Standards 810.2202).

A nyolc kategória a következő:

- Kemény-, vörös szemű tavaszi búza (HRSW: Hard Red Spring Wheat)
- Kemény-, vörös szemű őszi búza (HWWSW: Hard Red Winter Wheat)
- Puha-, vörös szemű őszi búza (SRWW: Soft Red Winter Wheat)
- Kemény-, fehér szemű búza (HWW: Hard White Wheat)
- Puha-, fehér szemű búza (SWW: Soft White Wheat)
- Durum búza (DW: Durum Wheat)
- Osztályba nem sorolt búzák (UW: Unclassified Wheat)
- Keverék búza (MW: Mixed Wheat)

A HRSW, a DW valamint a WW osztályokban alosztályokat is képeznek. Az osztályok és alosztályokban minőségi csoportokat (US grade) alakítanak ki, sorszámmal ellátva, ötöt-ötöt. Figyelembe véve az ország nagyságát (és a piaci igényeket) a törvény további kategóriák használatát is megengedi.

A kanadai búzaszabvány

A kanadai búza osztályozás elvei és gyakorlata sok hasonlóságot mutat az amerikaival. A legfontosabb szempont a szemkeménység, a magszín és a vetési időszak. Régiók szerint a nyugati és a keleti búzák külön osztályba kerülnek. A termelt mennyiség 20-25 millió tonna, amelynek döntő hányada exportra kerül. Az osztályozási rendszere a következők szerint épül fel:

- Nyugat-kanadai vörös szemű tavaszi búza (CWRS: Canada Western Red Spring)
- Nyugat-kanadai extra erős vörös szemű tavaszi búza (CWES: Canada Western Extra Strong Red Spring)

- Nyugat-kanadai borostyán durum (CWAD: Canada Wester Amber Durum)
- Nyugat-kanadai vörös szemű őszi búza (CWRW: Canada Western Red Winter)
- Nyugat-kanadai puha- fehérszemű tavaszi búza (CWSWS: Canada Western Soft White Spring)
- Kanadai (préri) vörös szemű tavaszi búza : (CPSR: Canada Prairie Red Spring)
- Kanadai (préri) fehér szemű tavaszi búza (CPSW: Canada Prairie Spring White)
- Kelet-kanadai fehér szemű őszi búza (CEWW: Canada Eastern White Winter)
- Kelet-kanadai vörös szemű őszi búza (CERW: Canada Eastern Red Winter)
- Kelet-kanadai puha- fehérszemű tavaszi búza (CESWS: Canada Eastern Soft White Spring)
- Kelet-kanadai kevert búza (CEMW: Canada Eastern Mixed Wheat)
- Kanadai takarmány búza (CFW: Canada Feed Wheat)

Az osztályozási rend egyik érdekessége, hogy a CWRS kategóriában az etalonnak tekintett (ún. benchmark) fajta az a **MARQUIS**, amely a mi világhírű **BÁNKUTI 1201** fajták egyik szülője.

Ausztrália búzaminőségi szabályozása

Az évi kb. 24 millió tonna megtermelt búzából 17,5 millió tonnát exportál, elsősorban a távol-keletre azon belül Japánba. A dél-kelet ázsiai piacokon a rendkívül világos lisztek a kedveltek (tésztafélék készítésére használják), ez teszi ki Ausztrália termelésének közel egyötödét. Ez utóbbi tényeket azért szükséges megemlíteni, mert így lehet megérteni, hogy a búza osztályozási rendszerükben miért elsődleges a fehér búza és miért éppen a szemkeménység a másik rendező elv.

Az ausztrál búza osztályozási rendszer az alábbiak szerint alakul (BÉKÉS, 2001):

- Ausztrál minőségi kemény búza (APH :Australian Prime Hard)
- Ausztrál kemény búza (AH1: Australian Hard)
- Ausztrál különleges fehérszemű búza (ARW: Australian Premium White)
- Ausztrál fehérszemű búza (ASW: Australian Standard White)
- Ausztrál tészta búza (ANW: Australian Noodle)*
- Ausztrál puhabúza (AS: Australian Soft)
- Ausztrál durum búza (AD: Australian Durum)

* Az ausztrál tészta búza nem hasonlítható össze a hazai tésztaipari búza fajtákkal, mert teljesen eltérő a kétféle tészta jellege.

Az EU búzaminőségi kritériumai

Az EU búza minőségi előírásai nem egységesek, bár léteznek minimum követelmények. Az egyes tagországok minőségi előírásai eltérnek. Ennek logikus oka, hogy az EU nem egységes termőterület, a leggyengébb minőségű, puha szemű búzától a legkiválóbb kemény fajtákon át a durum búzáig minden megtalálható. A minőségi kritériumok az egyes országok jellemző cereália termékei szerint változnak. A fizikai jellemzők közül a hektoliter tömegre és a nedvességtartalomra van határérték. A szemkeménység szerint nem tesz különbséget a búzák között.

Lényeges különbségek a műszeres vizsgálatoknál vannak, ugyanis a farinográffal szemben preferáltabb az alveográfus minősítés. Több EU tagállamban, így Angliában, Franciaországban, Belgiumban, Spanyolországban kidolgozott határértékek vannak az egyes céllisztekre. Eltérés tapasztalható az esésszám megítélésében is, ugyanis a csapadékosabb időjárás miatt az enzim aktivitás magasabb, mint Magyarországon általában. Sajnos közelmúltban nálunk is volt olyan időszak, amire azelőtt nem volt példa, hogy az esésszám komoly gondot okozott.

1.4.3 A szemkeménység és mérése búzáknál

A keménység és az acélosság rokon fogalom, ugyanakkor lényegesen eltérő tulajdonságot takar. Az acélos-üreges magbelső alapvetően bármilyen búzafajtáknál kialakulhat. Feltétele, hogy a környezeti és agronómiai

tényezők kedvezőek legyenek, azaz a megfelelően magas hőmérséklet és elegendő N ellátottság biztosítva legyen.

A keménység viszont egy genetikai tulajdonság, amely örökletes és az adott fajtára jellemző (BÉKÉS, 2001).

A szemkeménység a keményítőszemcsék és az őket körülzáró fehérje-mátrix közötti kölcsönhatástól, az adhézio mértékétől függ. A puha és kemény szemszerkezetű búzák aprózódási hajlama eltérő. Az előbbinél az őrlés hatására a keményítő szemcsék a fehérje-mátrixból kipattannak. Kemény magbelső struktúra esetében az adhézio erő nagyobb, mint a keményítő közötti kötőerő. Ebből következik, hogy az aprítás során a keményítő töredezik szét. Ez utóbbi jelenséget nevezi a szakirodalom keményítő sérültségnek (BÉKÉS, 2001)

A szemkeménységet, az angolszász terminológiában hardness-, a magbelső szerkezetének kialakításáért felelős Ha gén alakítja, amely a búza 5D kromoszómáján található. Genetikai kutatások mutattak rá, hogy a hexaploid (*Tr. aestivum*) búzában jelen van, míg a tetraploid (*Tr. durum*) búzákból hiányzik. Pedig a durum búzák lényegesen keményebbek. Ebből lehet levonni a következtetést, hogy az endospermium szerkezetét nem a keménységért felelős faktorok, hanem éppen ellenkezőleg a puhaságát kódoló genetikai állomány között kell keresni. A biokémia hátteret tisztázva derült fény rá, hogy a friabilin nevű 15 kDa méretű fehérje (GSP: grain softness protein) felelős a keményítő és fehérje-mátrix közötti kötőháló lágyításáért. LILLEMO (2001) leszögezi, hogy a Puroindulin a (Pin a) és Puroindulin b (Pin b) a szemkeménységért felelős legfontosabb genetikai faktor.

A szemkeménység mérése alapvetően kétféle módon történik. Vizsgálhatjuk a **gabonahalmaz** mechanikai erővel szembeni ellenállását és mérhetjük a szemek **egyedi** ellenállását. Mindkét módszerre találunk példát.

Halmaz vizsgálatoknál a szemstruktúra belső viszonyára az aprítás, törés, hámozás során felhasznált energiamentiség, őrlési idő, aprítási fok, átlag szemcseméret stb. elemzése után lehetett következtetni (STENVERT, 1974; YAMAZAKI, 1972; FREUND és HANDRECK, 1994; VÉHA és GYIMES, 2000).

A búzák keménységének szemenkénti mérésével folytatott vizsgálatokat MARTIN et al. (1993), PSOTKA (1997).

A napi gyakorlatban mára három mérési módszer terjedt el:

- A szemcseeloszlás mérésén alapuló PSI (Particle Size Index), amelyet a hatvanas években szabványosítottak az USA-ban és a mai napig referencia módszer. A laboratóriumi malmon megőrölt mintát adott lyukbőségű szitán osztályozzák és a méret eloszlásból határozzák meg a keménységet.
- A Perten-féle SKCS 4100 (Single Kernel Characterization System) műszer 300 db gabonamag szemenkénti aprítása során kapott erődeformáció adat alapján határozza meg a hardness index értéket, adott algoritmus alapján.
- A spektroszkópai vizsgálatok során az egész magok illetve az őrlemény elemzése alapján adja meg a keménység értékeket. Mivel összehasonlító eljárásról van szó, előzetes kalibrációt igényel. Előnye, hogy a keménység mellett számos más, fontos jellemzőre is kalibrálni lehet a készüléket (pl. nedvesség-, siker-, fehérje tartalom).

1.4.4 A lisztminőség megállapítás módjai és összehasonlításuk

Sikérvizsgálatok

Sikérnek nevezzük a búza magbelsőjéből nyerhető, vízben oldhatatlan fehérje komplexet. Szerkezetileg kétféle fehérjéből épül fel.

Szerepe abban van, hogy a víz hatására egy térbeli szerkezet alakul ki, amely elég erős ahhoz, hogy a kelesztés során képződő gázt megtartsa és ezáltal kifejezetten nagy térfogatú termék alakuljon ki. A gyengébb szerkezetű, kis szilárdságú siker nem képes a gázt megtartani. Adalékanyagok hatására ez a tulajdonság javítható, de a minőségi búza lisztje ettől még jobb marad.

A magyar búza siker tartalma kiemelkedő. Mivel a jó minőségű búza a világpiacon ritka volt, ez volt az oka, hogy a kiváló magyar búza, sőt búzaliszt, keresett termék volt világszerte a két világháború között.

A sikértartalom és a lisztből készíthető termék tulajdonságait vizsgálta MARKOVICS et al. 1999, valamint MARKOVICS (2002), de az eredmények ellentmondásosak.

Az enzimtevékenység vizsgálat búzaliszteknel

A búza enzimrendszere bonyolult felépítésű és összetételű, de alapvetően három enzim szerepét ki lehet emelni. Az amiláz enzim felelős a keményítő lebontásáért, amely hatására cukrok keletkeznek. Ez a cukor lesz az élesztővel készített termékeknek az élesztő gombák tápanyaga. A proteáz enzim a fehérje bontását végzi és mint olyan felelős a siker szerkezet meggyengüléséért. A lipáz enzimek a zsírok lebontását végzik, legnagyobb koncentrációban a csíra részben található. A minőségvizsgálatoknál az első két enzim hatását vizsgálják, indirekt módon.

Statikus és dinamikus téstaszervezet vizsgálatok

A tészták reológiai tulajdonságait számtalan módon lehet vizsgálni. Az egyik csoportosítási elv szerint megkülönböztetünk statikus és dinamikus elven működő műszereket. A statikus módszerek segítségével a tészta tulajdonságait meghatározott körülmények között, rendszerint pihentetés után vizsgálják. A dinamikus módszerek a tészta készítése, tehát a dagasztás, illetve túldagasztás közben fellépő változások rögzítésén alapulnak (SZALAI, 1999).

Statikus	Dinamikus
elven működő vizsgáló műszerek	
Extenzográf	Farinográf
Alveográf	Valorigráf
Laborográf	Mixográf
Nyújtó és szakító berendezések	

A farinográfos és a vele azonos valorigráfos értékszám meghatározása a tészták reológiai vizsgálatán alapszik.

A vizsgálatkor a Z alakú keverő elemeket tartalmazó dagasztócsészében kialakuló tészta képződése során regisztráljuk a tésztával közölt munkát.

A Mixográf segítségével szintén a dagasztás körülményei között fellépő nyomatékváltozást regisztrálják. Főleg a tengerentúli nagy búzatermő területeken alkalmazzák, így az USA-ban, Kanadában, Ausztráliában.

Az extenzográf a statikus műszerek közül a legjobban kiépített műszer, a vizsgálathoz a tésztát a Farinográf dagasztócsészéjében készítik. A berendezésnek temperált gömbölyítő és hosszformázó elemei vannak, melyben a tészta a vizsgálathoz szükséges alakot elnyeri. A pihentetés oly módon történik, hogy a tészta a befogószerkezetben pihen. A tésztából több próbadarabot készítenek, így lehetőség van a nyújtási vizsgálatra a tészta különböző állapotában.

A nyújtás alkalmával a próbatest regisztráló mérlegszerkezeten van, a vizsgálat alatt a tészta előbb megnyúlik, majd elszakad. A vizsgálat során meghatározzák a szakításhoz szükséges munkát és a legnagyobb kifejtett erő értékét kiszámítják

Amíg az extenzográfos vizsgálat esetén a nyújtás egyirányú, az alveográfnál a nyújtás kétirányú. A vizsgálathoz készített tészta viszonylag kevés vizet tartalmaz. A vizsgálat során korong alakú pihentetett tésztalapot a kerületén rögzítik, majd levegő nyomásának segítségével gömböt fújnak belőle, addig, míg szét nem pukkan. A gömb belsejében uralkodó nyomás a nyújtó erővel arányos.

A Laborográf is a statikus elven működő berendezések közé tartozik. A tészta készítés után próbatestet készítenek, melyet pihentetnek, majd kinyújtanak. A laborogram alakja az extenzograméhoz hasonlít. A görbe alatti terület itt is munkát jelent, erről is nevezték el a készüléket. Miután mindig állandó (50%) mennyiségű vízzel készül a tészta, a vízfelvevőképességet figyelmen kívül hagyják, amit korrekciós tényezővel kompenzálnak, majd a farinográfos vizsgálathoz hasonlóan a vizsgált lisztet az A₁; A₂; B₁; B₂; C₁; C₂ minőségi osztályok valamelyikébe sorolják.

2. KÍSÉRLETI RÉSZ

2.1 A vizsgálati anyagok és a termesztéstechnológiai háttér adatok bemutatása

A vizsgálati mintákat a Szegedi Gabonatermesztési Kutató Kht. bocsátotta rendelkezésünkre. A búzaminták kiscellás termesztésből származtak az 1999-2002 évekből.

A mintákat több évjáratból gyűjtöttük be, így agrometeorológiai szempontból lényegesen különböztek egymástól. Az egyes évek legfontosabb meteorológiai jellemzőit az alábbiakban adjuk meg (5. táblázat). Az országos átlagokkal történő összevetést a 4. táblázat szerint lehet elvégezni.

5. táblázat Agrometeorológiai jellemzők a szegedi kísérleti parcellánkon

Év Termőhely	Átlag hőmérséklet (°C)	Csapadék mennyiség összesen (mm)	Napsütéses órák száma összesen (óra)
Átlag (1961-1990)	9,8	586	1960
Kecskéstelep 1999		881	
Kecskéstelep 2000		250	
Öthalom 2000		265	
Kecskéstelep 2001		588	
Öthalom 2001		661	
Kecskéstelep 2002		393	
Öthalom 2002		416	

Kecskéstelep és Bemutató parcellákon az elővetemény minden évjáratban mustár volt, az alkalmazott műtrágya adagok N/P/K egyaránt 75 kg/ha.

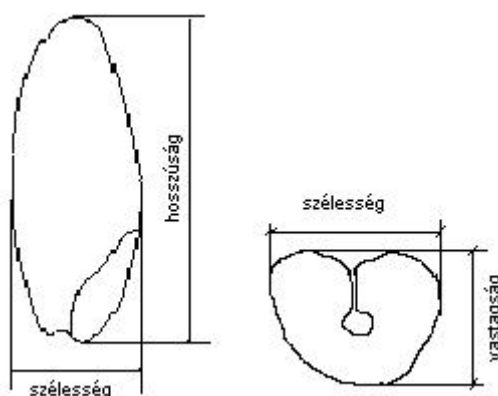
Öthalmi kísérleti parcellákon az elővetemények 2000 és 2002. évben borsó, 2001. évben kukorica. A műtrágya dózis borsó után 45-45 kg/ha NPK, míg kukorica elővetemény után 150 kg nitrogén és 75-75 kg foszfor és kálium hektáronként.

1999-ben a csapadék mennyisége jóval az átlag felett alakult (közel 890 mm), amely közel 60%-al magasabb a sokévi átlagnál. A magas

csapadékösszeg magyarázatot ad arra, hogy a 2000. évi aszályos évben nem volt nagyobb a termés kiesés és a minőség is megfelelően alakult.

2.2 A búzaszemek geometriai jellemzőinek meghatározása

A búzaszemek alakja leginkább ellipszoidra hasonlító, tojásdad alakú (lásd 2. ábra). A szemeken három jól elkülöníthető méret határozható meg. A legnagyobb mérete a hosszúsági méret. A legkisebb méret a vastagság, amelyet a búza hasi oldala (ahol a hasi barázda található) és a háti oldal legmagasabb pontja között kell mérni. A középső méret a szélességi méret, amelyet a hasi oldalon fekvő búzaszemnél a legnagyobb keresztben meghatározó méretnek tekintünk (3. ábra).



3. ábra A búzaszem sematikus ábrája a jellemző méretekkel

2.2.1 A búza szemméretek mérése

A szemméretek mérése az ábrán jelölt pontokon történt. Mindhárom méretet 100 szemnél mértük, digitális tolómérőt használva. A mérőeszköz felbontása 0,01 mm, pontossága 0,03 mm. A mért adatokat táblázatba foglaltuk, majd értékeltük.

A munka kezdetekor ellenőrző méréseket végeztünk és megállapítottuk, hogy a 100-100 méret jól reprezentálja a mintánkat, a mérés ismételhősége és szórása hibahatáron belül volt.

A morfológiai sajátosságokat értelmezhetjük szűkebben és tágabban, erre nincs kialakult terminológia. Tágabban értelmezve morfológiai jegyeknek nevezhetjük mindazon tulajdonságokat, amelyek a gabonaszemeket egyedileg vagy a halmazban jellemzik. A méreten és az alakon kívül ide sorolandó a szemek tömege, a sűrűség értékei, a színe, héj vastagsága, szemkeménysége.

Szűkebben értelmezve morfológiai jegyeken a szemméreteket, azok egymáshoz való viszonyát valamint a búzaszem alakját értjük. Mi ez utóbbi definíció szerint használjuk a fogalmat.

A geometriai méretek közötti arányokat a méretek viszonyával és a gömbalakúsággal szemléltettük. Búza esetében a gömbalakúság meghatározása az alábbi képlet (3) szerint (SITKEI, 1981).

$$\text{gömbalakúság} = \frac{\sqrt[3]{SZHV}}{H} \quad (3)$$

Vagyis a gömbalakúságot a három méret geometriai középértékének és a legnagyobb méretnek az aránya adja. Értelemszerűen gömb esetében az értéke 1, így minél gömbszerűbb a test, az értéke annál közelebb esik 1-hez.

2.2.2 A búzaszem felületének és térfogatának számítása

2.2.2.1 Felületek meghatározása

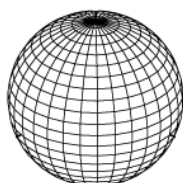
A felületek kiszámítása során három geometriai testből, mint modelltől indultunk ki. A kocka, a gömb és az ellipszoid.

Kocka esetében élhossznak a búza szélességi méretét (4) vettük, gömb modellnél a sugár a szélességi méret $\frac{1}{2}$ része (5). A képletek ezek alapján:

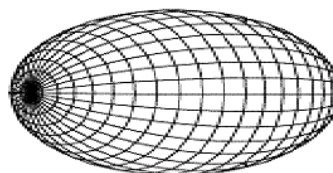
$$F_{\text{kocka}} = 6SZ^2 \quad (4)$$

$$F_{\text{gömb}} = SZ^2\pi \quad (5)$$

A forgási ellipszoid modellje (amikor is a két rövidebb tengely mérete azonos) valamelyest egyszerűbb és a gyakorlati számításokhoz feltehetően elégséges pontossággal is számol. Munkánkban az ellipszoidot úgy tekintettük, hogy mindhárom tengelyt különbözőnek vettük.



Gömb alak



Ellipszoid alak

A búzaszem alakja tojásdad, nyújtott és nem szimmetrikus. A geometriai testek közül leginkább az ellipszoidhoz hasonlítható.

A forgási ellipszoid esetében két alakzat különböztethető meg, a **lapított** (oblate) és a **nyújtott** (prolate). Az előbbi esetben a hosszabb és rövidebb tengelynél az arány 1,35:1. Könnyű belátni, hogy minél kisebb az arány a test annál jobban közelít a gömbhöz. Nyújtott ellipszoidról akkor tárgyalhatunk, ha a tengelyméret arány nagyobb 1,35-nél.

A forgási ellipszoid felülete

A felület meghatározása során, ha egyszerűbb formulát kívánunk alkalmazni, úgy kiindulhatunk abból, hogy a búza kisebbik két tengelye egyforma. Mérési eredményeink szerint átlagosan a szélességi méret 1,16 szorosa a vastagsági méretnek. A hosszúsági és a szélességi méret között az arány hozzávetőlegesen 2, tehát használhatjuk a nyújtott ellipszoidra felírt képletet. Ha, mint arra utaltunk, az ellipszoid két (tehát a hosszabb és a rövidebb) tengelye között a tengelyméret arány nagyobb, mint 1,35, akkor

nyújtott ellipszoidról beszélünk. Ennek felületét az alábbi (6) képlet segítségével lehet meghatározni.

$$F_{\text{nyújtott}} = 2b^2\pi + \frac{2ab\pi\text{ArcSin}(e)}{e} \quad (6)$$

Az excentricitást (e) az alábbi (7) összefüggés adja.

$$e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}} \quad (7)$$

Háromtengelyű ellipszoid felülete

A valóságos alakot jobban leírja és ezáltal pontosabb eredményt kapunk, ha a valóságos méretarányokból indulunk ki. Vagyis fennáll a tengely méretekre, hogy minden méret más és más.

Nem szimmetrikus ellipszoid felületének meghatározása **elliptikus integrális függvény** segítségével történhet, a számításra zárt alakzat nincs. Elliptikus integrál alkalmazását javasolja és ad meg rá képletet KWOK (1989), KWOK (1990), aki saját korábbi (KWOK, 1984) eredményeire támaszkodik. A búzaszem felület kiszámítására használt, az elliptikus integrál kiszámítását végző Visual Basic (VBA) makró **Dr. Rajkó Róbert** munkája. A szemméretek alapján a felület értékeket a **MAPLE V.** matematikai programcsomaggal is lefuttattuk, a felületek között minimális eltérést tapasztaltunk.

Különböző tengelyméretű ellipszoid felületének **közelítő képletét** (8) DIECKMANN (2003) levezetése szerint lehet meghatározni, az alábbi formula segítségével. A képlet 2%-nál jobb pontossággal alkalmazható, ha a legnagyobb tengely (**a**) mérete nagyobb, mint a középső (**b**) és a legkisebb (**c**). A két kisebb tengely mérete megegyezhet, bár arra az esetre létezik egyéb, ennél egyszerűbb képlet. Az excentricitás (**e**) kiszámítása a (9) képlet folytatása szerint történik.

$$F_{\text{ellipszoid}} = 2\pi \left(c^2 + abe + \frac{b^2 - c^2}{3ab} e^3 \left(c^2 - \frac{a^2}{2} + \frac{a^4 b^2 + 3a^4 c^2 - 12a^2 c^4 + 8b^2 c^4}{40a^2 b^2} e^2 \right) \right) \quad (8)$$

ahol az excentricitás (e) a (9) képlet szerint határozható meg

$$e = \frac{\text{ArcCos} \left[\frac{c}{a} \right]}{\sqrt{1 - \frac{c^2}{a^2}}} \quad (9)$$

2.2.2.2 Térfogatok meghatározása

A búza számított térfogatának meghatározása során három mértani testből indultunk ki, ezek a kocka, a gömb és az ellipszoid. Az első két testet gyakran használják az egyenértékű méretek megadásakor, míg az utóbbi a valóságos alakot legjobban megközelítő mértani test.

A kocka és a gömb térfogatának kiszámítása az alábbi (10) és (11) képletek szerint történt.

$$V_{\text{kocka}} = SZ^3 \quad (10)$$

$$V_{\text{gömb}} = \frac{1}{6} SZ^3 \pi \quad (11)$$

Ahol SZ a búza átlagos szélességi méretét jelenti.

Az ellipszoid térfogatának kiszámítása, a felületénél lényegesen egyszerűbben, az alábbi (12) képlet szerint történik, ahol H , SZ és V a korábban említettek szerint a búzaszemek méretei.

$$V_{\text{ellipszoid}} = \frac{1}{6} HSZV\pi \quad (12)$$

2.3 A gabona szemek és halmazok tömeg, térfogat és különféle sűrűség paramétereinek bemutatása

2.3.1 Az ezerszem tömeg meghatározás módszere

A búzaszemek ezerszem tömegét (ESZT) az MSZ 6367/4. szabvány szerint határoztuk meg. A gabona mintából kivettünk egy meghatározott (kb. 500 szemnyi ≈ 20 g) mennyiséget, 0,01 g pontossággal lemértük, majd a benne lévő ép szemek tömegét ezer szemre vonatkoztattuk. A mérést rendre két párhuzamosban végeztük, nagyobb eltérés esetében újabb mérés következett, majd a legjobban közelítő értékekből számítottuk ki az átlagos ezerszem tömeget.

2.3.2 Búzák hektoliter tömegének mérése

Hektoliter tömeg (HLT) egy hektoliter gabona tömegét értjük, amelyet az e célra készült hitelesített mérőeszközön mérünk. A HLT meghatározása az MSZ 6367/4 szabvány szerint történt. Egy liter (1dm^3) gabona tömegét megmértük egy speciális gabonaminőség mérlegen. Ezután egy átszámítási táblázat segítségével határoztuk meg a hektolitertömeget. A mérést rendre két párhuzamosban végeztük, nagyobb eltérés esetében újabb mérés következett, majd a legjobban közelítő értékekből számítottuk ki az átlagos hektoliter tömeget.

2.3.3 A burkolt sűrűség fogalma és meghatározásának módszere

A hazai szakirodalomban szemesterményeknél a valódi sűrűséget szokás megadni. Mérése úgy történik, hogy a minta sűrűségét piknométerrel - folyadékot (poláros vagy apoláros egyaránt szóba jöhet) használva - meghatározzuk. A legtöbb gabonafélénél ez nem jelent nagyobb hibát, hiszen vagy nincs hasi barázdájuk, vagy nagyon sekély. A búza esetében

azonban a hasi barázda nemcsak, hogy mély, de sok esetben zárt is. Ezáltal az ilyen módon mért sűrűséget semmiképpen nem tekinthetjük valódi sűrűségnek.

Javasoljuk a **burkolt sűrűség** fogalmának bevezetését és definiáljuk is, hogy mit értünk alatta. Burkolt sűrűségnek nevezzük a búzaszemek hasi barázdájának külső részén mért térfogatot is magába foglaló sűrűséget. Mérése folyadék kiszorítás elve alapján történhet, a szokott módszerek valamelyikével.

Az általunk alkalmazott mérési módszer a következő volt. Egy átalakított 50 cm³-es, finom beosztású mérőhengerbe 20 cm³ petróleum-alkohol elegyet töltöttünk. Az elegy használatát az indokolta, hogy nem mérgező (szemben a rákkeltő toluollal) ugyanakkor a búzaszem felülete nem szívja be a mérőfolyadékot. A víz használatát éppen az előbbi ok miatt vetettük el. Az alkohol tartalom minimális volt, így a párolgásból nem származott mérési pontatlanság, de a felületi feszültség csökkent, a búzaszemek felületén található szennyeződés gyorsan átmedvesedett, a hasi barázdába gyorsabban behatolt a folyadék. A kimért folyadékba 15 g, pontosan kimért búzát helyeztünk, a térfogatváltozás segítségével a búza sűrűsége kiszámítható. A módszer pontossága a tömegmérésnél 0,01 g, míg a az átlagos térfogat mérési pontosság 0,1 cm³ értékre adódott.

2.3.4 Valódi sűrűség mérése gázpiknométerrel

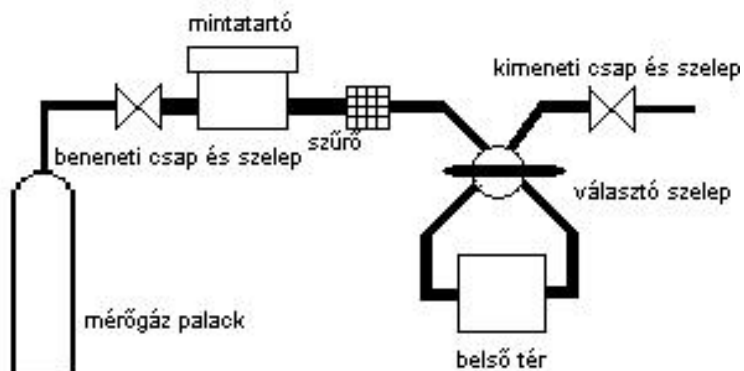
A valódi sűrűség mérést QUANTACHROME (Quantachrome Instruments, Inc.) STEREOPICNOMETER segítségével, hélium mérőgázt használva végeztük a Szegedi Tudományegyetem Gyógyszerésztudományi Kar Gyógyszertechnológiai Intézetében.

A műszer a 4. ábrán látható.



4. ábra A Quantachrome stereopycnometer képe

Főbb kezelő szervei a mintatartó, a bemeneti és kimeneti gázáram nyitását és zárását biztosító csap, a be és kimeneti oldalon található egy-egy tűszelep, a váltószelep, a nyomásmérő panelműszer(digitális) és a nullázó gomb.



5. ábra A sztereo piknométer mérési elve

A mérés sematikus ábráján (5. ábra) nyomon követhető a működési elv. A mintatartóba ismert tömegű mintát helyezünk, majd kinyitjuk a kimeneti csapot és a választószelepet „KIMENET” állásba állítjuk, miután zárt szelep és csap állapot mellett a műszert lenulláztuk. Néhány perc szellőztetés után a kimeneti csapot zárjuk és megnyitjuk a bemeneti oldalt. Mikor a nyomás a kívánt (17 psi = 1.1721075 bar) értéket elérte, a csapot és túszelepet elzárjuk és leírjuk a műszer által mutatott nyomás értéket (p_2). A következő lépésben a választószelep nyitjuk és hagyjuk, hogy a nyomás kiegyenlítődjön a két tér között (az egyik ismert térfogatú belső tér, a másik maga a mérőtér. A nyomás érték stabilizálódása után a kiírt értéket leolvassuk (p_3), majd óvatosan a gázt kiengedjük a műszerből a kimeneti csapon át.

A két leolvasott érték és a műszer kalibrációja során kapott standard térfogatok segítségével a minta térfogata az alábbi (13) képlet segítségével határozható meg.

$$V_p = V_c + \frac{V_a}{1 - \left(\frac{p_2}{p_3}\right)} \quad (13)$$

ahol V_p = a minta térfogata (cm^3)
 V_A = belső kalibrációs tér térfogata (cm^3)
 V_C = mintatartó üres térfogata (cm^3)
 p_2 = nyomásérték a mintatartóban (psi)
 p_3 = nyomásérték a mintatartó és a belső tér összenyitása után (psi)

A szükséges kalibrációk elvégzése után az általunk használt készülék kalibrációs értékei az alábbiak voltak:

$$V_A = 154,5947 \text{ cm}^3$$

$$V_C = 88,1920 \text{ cm}^3$$

A sűrűség kiszámítása a térfogat és tömeg arányában az ismert (14) képlettel történt.

$$\rho_{\text{val.}} = \frac{m_{\text{min ta}}}{V_p} \quad (14)$$

ahol $\rho_{\text{val.}}$ = a minták valódi sűrűség értéke (g/cm³)
 $m_{\text{min ta}}$ = a minta 0,1 mg pontossággal lemerített tömege (g)
 V_p = a minta térfogata a (13) képlet szerint kiszámítva (cm³)

2.4 A szemkeménység, mint szerkezeti tulajdonság meghatározása

Az étkezési céllal termelt búzák esetében, akár közönséges (*Triticum aestivum*), akár durum (*Triticum durum*) fajtákról is van szó, a malomipari és lisztfelhasználó ipari - azaz minőségi – megítélésekor kiemelt jelentőséget kap a szemek keménysége. Az endospermium struktúra szilárdsága vagy laza kötésű állapota jól előrejelzi a búzafajta beltartalmi kategóriáját. A keménység ilyen vonatkozásban értékmérő és ármeghatározó fajtajellemző. A búzák szemkeménységének objektív, dimenzionálható meghatározására évek óta jelentős kutatómunka irányul.

2.4.1 Az aprítási ellenállás mérése kalapácsos darálóval

"Órlési ellenállásnak" a kalapácsos darálóval állandó e_d (kWh/t) fajlagos darálási energiaszükséglet mellett végzett aprítás fajlagos felületi darálási energiaigény (kWh/cm²) elnevezésű jellemzőjét tekintjük (BÖLÖNI et al., 1997, VÉHA et al., 1998 és VÉHA-GYIMES 1999)

BÖLÖNI és CSERMELY (1991) a három legfontosabb (RITTINGER, BOND, BONG-WANG) energia-egyenletre ellenőrző méréseket végeztek kalapácsos darálón történt **árpadarálásnál**. Megállapították, hogy az aprítás előtt az egész szemek átlagmérete bár csak $x_{0g} = 3,4$ mm volt, a RITTINGER szerinti hiperbola a vízszintes szemcseméret tengelyt $x_{0g} = 4,87$ mm-nél (jelentősen a tényleges méret fölött) metszette és így bebizonyosodott, hogy az elsőfokú hiperbola a keresett energetikai összefüggés leírására nem alkalmazható

$$e_d = \frac{11,262}{\bar{x}} - 2,314 \quad (15)$$

BÖLÖNI és BELLUS (1999) által közölt kétváltozós energetikai modell szerint, ahol az e_d (kWh/t) fajlagos darálási energia igény már az \bar{x}_d dara átlag-szemcseméret mellett az e_f (kWh/cm²) fajlagos felületi darálási energia szükségletnek is függvénye:

$$e_d(e_f, \bar{x}_d)$$

Amely teljes kifejtésben:

$$e_d = \frac{6 \cdot 10^6 \cdot e_f}{\rho} \left[\frac{c.o.}{\bar{x}_d} - \frac{1}{\bar{x}_{og}} \right] \quad (16)$$

ahol

e_d = a darálás fajlagos energiaigénye (kWh/t)

e_f = a fajlagos felületi darálási energiaigény (kWh/cm²)

\bar{x}_d = őrlemény átlag szemcsemérete (μm)

\bar{x}_{og} = gabona átlag szemmérete

ρ = a gabona sűrűsége (g/cm³)

6 = a gabona szemek kockaalakjának feltételezéséből következő állandó

10⁶ = a választott mértékegységekből adódó konverziós faktor,

c.o.=

A dara fajlagos felületnövekedését (Δa_d) a (17) képlet alapján számítottuk.

$$\Delta a_d = \bar{a}_d - \bar{a}_{og} \quad (17)$$

Ahol \bar{a}_d dara átlagos fajlagos felületéhez (cm²/g) a (18) képlet alapján jutunk.

$$\bar{a}_d = \frac{6 \cdot (c.o.)}{\rho \cdot \bar{x}_d} \quad (18)$$

Míg az aprítás előtti egész gabonaszemek fajlagos felületét \bar{a}_{0g} (cm²/g) az alábbi (19) szerint kaphatjuk meg:

$$\bar{a}_{0g} = \frac{6}{\rho \cdot \bar{x}_{og}} \quad (19)$$

A Δa_d összefüggést visszavezetve a e_d egyenletébe az $e_d = e_f \cdot \Delta a_d$ összefüggéshez jutunk, amelyből a szemkeménységre utaló „őrlési ellenállás”, azaz a fajlagos felületi darálási energia fogyasztás kifejezhető az alábbi képlettel (20), amely egyben a szemkeménység matematikai modellje, melyből e_d és Δa_d egymástól független valószínűségi változók.

$$e_f = \frac{e_d}{\Delta a_d} \quad (20)$$

Az e_d (kWh/t) a fajlagos darálási energiafogyasztás, vagyis a „fajlagos ütőmunka”, amely az aprított anyag *egyik* fizikai tulajdonságát fejezi ki. Megmutatja, hogy adott kinematikai és geometriai paraméterekkel rendelkező darálóval egy bizonyos fajtájú és állapotú terményfélésegre (pl. fajtaazonos búzára) mekkora maradandó deformációt okozó energiát lehet átvinni, vagyis az anyag mennyi fajlagos ütőmunkát képes felvenni.

A Δa_d (cm²/g) fajlagos felületnövekedés, amely a fajta *másik* fizikai-mechanikai tulajdonsága. Azt mutatja meg, hogy az adott búzafajta az előző (e_d) fajlagos aprítási energia ráfordítás mellett milyen finomságú, szemcse-összetételű őrleményre esik szét.

Ha tehát az e_f (kWh/cm²) fajlagos felületi darálási energia igényt (őrlési ellenállás) kívánjuk a különböző búzafajtákra vonatkozólag összehasonlítani, célszerű az e_d (kWh/t) fajlagos darálási energia-fogyasztást állandósítanunk

ahhoz, hogy előző e_f jellemző értékeit azonos alapon összemérhessük, összehasonlíthassuk.

Ez esetben az e_f és Δa_d (dara fajlagos felületnövekedés) egymással szoros kapcsolatban első fokú hiperbola szerint változik, ahogy az BÖLÖNI (1996) összefüggéséből levezethető és mint az korábban bizonyítást nyert (VÉHA et al. 1998).

A fajlagos darálási energia felvétel (e_d :kWh/t) akkor állandósítható, ha azonos daratömegáram (Q_d :kg/h) mellett a darafinomságot folyamatosan szabályozni tudjuk és képesek vagyunk az állandó tömegáramhoz előre meghatározható hasznos darálási hajtóteljesítmény-szükségletet (P_d :kW) úgy beállítani, hogy a hajtóteljesítmény és a daratömeg áram hányadosa, vagyis a fajlagos darálási energia felvétel közel állandó legyen.

Előzetes kísérleti tapasztalataink alapján, a darálókonstrukcióhoz az $e_d \cong 2,0$ kWh/t = állandó értéket céloztuk meg, amelyet minden fajtánál képesek voltunk betartani.

A daráló fontosabb műszaki paraméterei a 6. sz. táblázatban láthatók. A dara átlagos szemcsemérete a speciális kialakítású rostával változtatható.

6. sz. táblázat a KD 161 daráló néhány műszaki jellemzője

Motorteljesítmény	1500 W
Motorfordulatszám	2880 1/min.
Kalapácsok száma	28 db
Rosta átmérő	232,4 mm
Rosta szélesség	75 mm
Rosta összes felülete:	547,6 cm²
Rosta körülforgási szöge	230°
Rosta eleven felület (130 rostalyuknál)	0,24-24 %
Kalapács kerületi sebesség	33,17 m/s

A darálás egy átalakított KD 161 típusú darálóval történt (6. ábra).

A szitálás során keletkezett szitamaradék (átmenetek) illetve a legalsó keret átesésének mennyiségét 0,1 g pontosságú digitális, elektronikus mérlegen mértük.

A szitaanalízisnél a következő lyukméretű szitákat használtuk: 250, 400, 630, 800, 1000, 1250, 1400, 1600, 2000, 2500 μm .

Az átlag szemcseméretet a következő (21) képlet alapján számoltuk:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i \times f_i}{100} \quad (\mu\text{m}) \quad (21)$$

ahol:

\bar{x} = az átlag szemcseméret,

x_i = a szitamaradék közepes szemcsemérete az i -edik bevonaton,

f_i = a szitamaradék (%),

i = a bevonat sorszáma,

n = a bevonat száma.

A dara fajlagos felületének számítását az alábbi (22) képlet alapján számoltuk:

$$a_d = \sum_{i=1}^n \frac{f_i}{x_i \times \left(\frac{6}{\rho_{\text{gab.}}} \right)} \quad (\text{cm}^2/\text{g}) \quad (22)$$

ahol:

a_d = a minta fajlagos felülete (g/cm^2)

x_i = a szitamaradék közepes szemcsemérete az i -edik bevonaton,

f_i = a szitamaradék (%),

i = a bevonat sorszáma,

$\rho_{\text{gab.}}$ = a gabona sűrűsége

n = a bevonat száma.

2.4.2 Az aprítási ellenállás mérése tárcsás törővel való aprítással

Az aprítási ellenállás mérését a kalapácsos darálóval való mérés tapasztalatára támaszkodva elvégeztük egy tárcsás aprítógéppel is. A Perten 3303 típusú laboratóriumi aprítógépe eredetileg olyan minták darálására fejlesztették ki, amelyeknél lényeges, hogy a minta az aprózódás során minél kisebb mértékben melegedjen. jellemző alkalmazási területe a minták nedvességtartalmának mérése előtti minta előkészítés és közeli infravörös spektroszkópiai vizsgálatoknál a minták darálása.

A készülék néhány jellemző műszaki paraméterét a 7. táblázat mutatja be.

7. sz. táblázat a Perten 3303 tárcsás aprítógép néhány műszaki jellemzője

Műszaki paraméter és érték	
Motorteljesítmény	150 W
Motorfordulatszám	2800 1/min.
Tárcsa átmérő	75 mm
Tárcsa kerületi sebessége	10,99 m/s

A berendezésnél az őrlési finomsága a tárcsák egymáshoz való távolságának állításával szabályozható. Előzetes kísérleti eredményeink alapján a „3-as” finomsággal mértünk, amely közepes finomságú darákat eredményezett. A legfinomabb („0-s”) állítást a dara nagymértékű felmelegedése miatt vetettük el.

A berendezés képe a 7. ábrán látható. A jobb oldali rész ábrázolja nyitott ajtónál a darálót, így jól látható a darálótárcsa.



7. ábra A Perten 3303 tárcsás aprító nézeti és nyitott ajtó mellett készült képe

A mérést a KD 161 darálónál ismertetett módon végeztük, azzal a kivétellel, hogy a darálóba az anyag szabadeséssel érkezett a tölcserből. A darálás egy finomsági fokozaton, a már közölt közepes („3-as”) állásban történt. A energetikai adatok mérése, gyűjtése és rendszerezése, a számítási eljárások és képletek a korábban közöltek szerint.

A szemcse méretek és a fajlagos felületek számítása a korábban ismertetett (21) és (22) képletek szerint történt.

Ennél az aprítási módnál a kisebb méretű szemcsék aránya jelentősen több, mint a KD 161 daráló esetében, ezért kellett a 100 mikron alatti tartomány mérése, ugyanakkor az 1250 μm méretű szitán gyakorlatilag nem maradt fenn örlemény.

Ennek megfelelően az alkalmazott szitaméretek az alábbiak voltak: 100, 250, 400, 600, 800, 1000, 1250 μm .

2.4.3 A szemkeménység meghatározása SKCS 4100 mérőműszerrel

A hardness index meghatározását SKCS 4100 mérőműszerrel (PERTEN INSTRUMENTS, INC.) végeztük. A műszert az Egyesült Államokban fejlesztették ki, az USDA ARS GMPRC szakemberei. A fejlesztőmunka több éven keresztül tartott és mintegy 80 millió forintnak megfelelő összegbe került. A műszer elkészítését az Egyesült Államokban tapasztalt

szemeket a mérleg kanál felé orientálja. A mérlegkanálba esve megtörténik a szemek tömegmérése. Az egyedi tömegmérés után a búzaszem a forgó roppantó és a vele szűkülő rést képező saru (az eredeti leírásokban sarló szerepel) közé esik. A beékelődés pillanatában konduktancia mérés elvén meghatározza a szemek nedvességtartalmát, és jellemző méretét. A rotor forgásával a szemek erőt fejtenek ki az erőmérő cellára, egészen a törés pillanatáig. A szemek beékelődési helyzete véletlenszerűen a szélességi vagy a vastagsági méret szerint. Az erőmérő cella az erő hatására fellépő elmozdulást hatást mér és analóg/digitális adatkonverzió után a mérő számítógépben továbbítja az adatokat. A megroppant szem ezután egy gyűjtőedénybe hullik. A műszer 300 szem mérése után áll le.

A gyártó cég kétféle számítógépes háttérrel kínálja a műszert; a régebbi MS-DOS alapú, az újabb korszerűbb MS-WINDOWS alapú operációs rendszerhez illeszthető.

Mivel a készülék hazánkban egyelőre nem elterjedt (mindössze három készülék üzemel) így a mérési eljárást semmiképpen nem tekinthetjük rutinszerűnek és általánosan ismertnek. A készülékkel történő mérés menetét ezért részletesebben mutatjuk be.

Az általunk használt mérő készülék két részből áll. A mérőegység mellé önálló vezérlő és értékelő számítógép tartozik. A számítógép konfigurációja a következő: Intel P-IV (1500 Mhz) processzor, WINDOWS-2000 operációs rendszer. A műszer és a számítógép között soros (COM 1) porton RS232 szabvány szerint történik a kommunikáció. A számítógépen futó szoftver vezérli a mérést és a gépen tárolódnak a mérési adatok is. A mérőműszer és a számítógép a mérőhelyen a következő ábrán látható (9. ábra).



9. ábra Az SKCS 4100 mérőműszer a vezérlő-értékelő számítógéppel

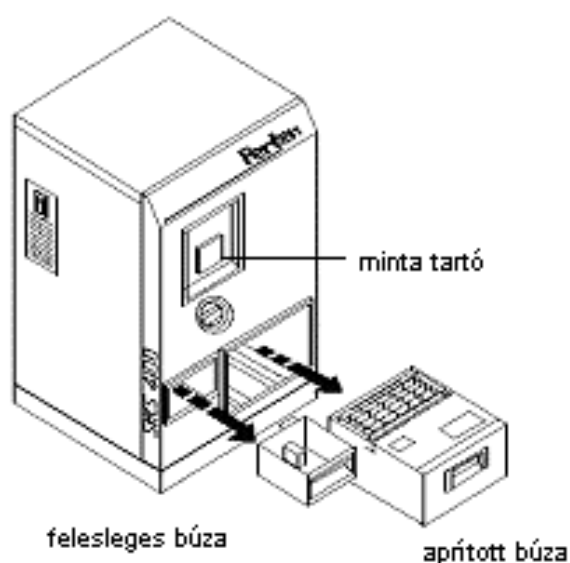
A rendelkezésünkre álló műszert MS-DOS alapú mérőprogrammal üzemeltettük, bár rendelkezésünkre állt a korszerűbb változat is, de így láttuk biztosítottak a hibamentes üzemelést.

A mérést a készülék bekapcsolása után hozzávetőleg 10-15 perc után lehet elkezdni, ennyi idő kell, hogy a mérőcellák és érzékelők működése biztonságos legyen. Amennyiben valamelyik egysége nem kellően stabil, úgy a mérést nem lehet végrehajtani, a program leáll.

A mérés menete azzal kezdődik, hogy a működtető szoftverben egy projektet kell létrehozni. A projekt összetartozó méréseket jelent, amely lehet egy fajta, de lehet napi projektet is nyitni. Mivel célunk a lehető legtöbb információ összegyűjtése volt, így mi mintánként új állományokba mentettük az adatainkat. Amint arra később utalunk, a műszer számos mért és számított értéket tárol, nem kizárólag a négy jellemző mért értéket.

A minta egyedi azonosító adatainak megadása után kezdődik a mérés.

A készülék kezelőszervei a 10. ábrán láthatók. A mintatartónak üresnek kell lennie. Az ürítés a mintatartó alatt található gomb elforgatásával végezhető. Ekkor a felesleges búza az alul található edénybe kerül. Így biztosítható, hogy a minták nem keverednek. Ezután a mintát be kell tölteni a nyílásba (kb. 20 g minta elegendő), majd a gomb elfordításával a búza a minta garatba hullik.

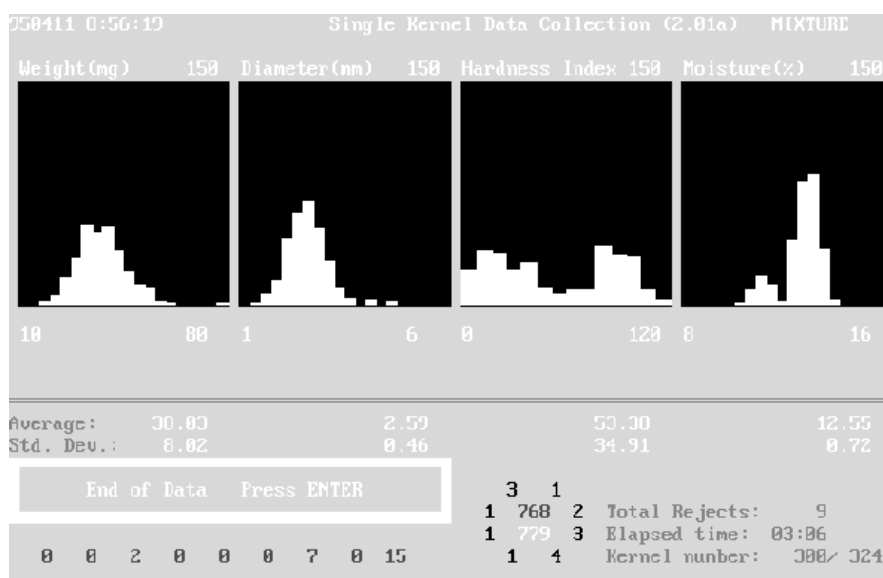


10. ábra Az SKCS 4100 mérőműszer sematikus képe a legfontosabb kezelőszervekkel

Ha mindezek rendben vannak, akkor a műszer hozzákezd a mérésnek. A mérés során a készülék méri a szemek tömegét, méretét, nedvességtartalmát és a szemkeménységet. A 300 szem egyedi jellemzőinek meghatározása után átlagolja a mért eredményeket és szórás értéket is számol, valamint lehetőség van a mért eredmények grafikus ábrázolására is oszlop diagramokban. Ez utóbbi lehetőség a mérés folyamán is fenntartható, így folyamatosan lehet a mért értékeket is szemmel tartani. A program lehetőség arra, hogy az utolsó mért eredményeket a következő minta mérése után is visszanezzük. Természetesen a mért eredményeiket, azok hisztogramjait igény szerint ki is lehet nyomtatni. A megroppantott búza összegyűlik egy tartályban, amely igény és tetszés szerinti gyakorisággal üríthető.

A 11. ábra egy tipikus mérés eredményét mutatja be. A harmadik oszlopdiagram mutatja a szemkeménységet, amely ebben az esetben ún. kevert. Ez azt jelenti, hogy puha és kemény búzaszemek egyaránt előfordulnak a mintában. Ez a készülék egyik előnye és egyben a fejlesztés eredeti célja is ez volt: azonosítani a kemény és puha szemeket.

A keménység értékek azonban fizikailag nem dimenzióált viszonyszámok, vagyis szélsőséges esetben előfordulhatnak nulla, ad abszurdum negatív előjelű mért értékek. Ez utóbbiak természetesen semmilyen körülmények között nem tekinthetők korrektnek.



11. ábra A mérési eredmények grafikus képernyője

A vezérlő szoftver a mért eredményeken kívül lementi többek között az üzemeltetési jellemzőket (hőmérséklet, nyomás) valamint a törési jellemzőket (erő, görbe alatti terület). Az érzékelők elektronikai elemeinek karakterisztikái pontosan nem ismertek, így nem lehet teljes biztonsággal értelmezni azokat, annak ellenére, hogy fizikailag az adatok digitális formában hozzáférhetőek. Egyik nagy előnye a mérések jó reprodukibilitása (LÁNG et al. ,2001).

2.5 Kísérleti búzaőrlemények készítése és minőség vizsgálata

2.5.1 Laboratóriumi lisztgyártás

A laboratóriumi lisztkészítés két célt szolgált. Egyrészt meghatározni a búzák lisztkihozatalát, amelyet kiörlésnek vagy lisztfajlagnak is szokás nevezni. A másik célja, hogy a készített lisztekkel szabványos vizsgálatokat lehet végezni a búzák beltartalmi jellemzőinek megállapítása céljából.

A búzák őrlését Brabender Quadromat Senior labormalommal végeztük. A berendezés 4 fő szerkezeti egységre osztható: szitára, vázra, 3 pár törető hengerre és 3 pár őrlőhengerre. Az őrlési elrendezése extrém rövid őrlés technológiának tekinthető, fix őrlőrésekkel. A berendezés elméletileg 65-75% közötti lisztkihozatalra képes.

Elsőként a megtisztított gabona nedvességtartalmát szárítószekrényes módszerrel meghatároztuk. Ezt követően, az őrlés előtt 16 órával 15,5 %-os nedvességtartalomra nedvesítettük a búzát, majd szobahőmérsékleten pihentettük.

Az őrlés során liszt1, liszt2, finom korpa ill. goromba korpa frakciókat választottunk szét, majd a képződött liszteket és korpákat digitális mérlegen lemértük. A liszthozamot (kiörlést) a kapott liszt ill. lisztek, valamint az őrlött gabona mennyiségi arányából kaptuk.

2.5.2 Sikér jellemzők vizsgálata

A sikér a búza egyik legjellemzőbb fehérjéje. Sajátossága, hogy víz hozzáadásával egy rugalmas, gumira emlékeztető komplex jön létre. A sikér jellemzők meghatározására számos vizsgálati módszer létezik. Ezek egy részénél indirekt következtetéseket lehet levonni, mind a mennyiség, mind a minőség vonatkozásában. Hazánkban a sikér tartalom és a sikér jellemzők mérése a malmi minőség egyik lényeges szempontja, szemben olyan országokkal, ahol elegendőnek tartják a fehérjetartalom mérését. Megítélésünk szerint a sikér mennyiségi és minőségi paraméterei olyan többlet információkat szolgáltatnak, amelyek ismerete nem nélkülözhető.

A sikérjellelmezők meghatározását MSZ 6369/5-87 szabvány alapján végeztük.

A **nedvessikér tartalom** meghatározásához első lépésként 12 cm³ 2%-os NaCl oldatot és 24 g lisztet homogén tésztaává gyúrtunk össze. A tésztát nedves szűrőpapírral bélelt pohár alatt 30 percig pihentettük. A pihentetés végeztével a tésztából 30 g-ot kimértünk, amit hagyományos sikérmosó berendezésbe tettünk, majd kb. 10 percig folyóvíz alatt mostuk. Ezután kézi után-mosást alkalmaztunk. A visszamaradt sikérhálót lemértük, és a tésztában lévő liszt mennyiségére vonatkoztattuk.

A **sikérterület** meghatározásához a nedvessikér mennyiségéből 5 g-ot külön választottunk, amiből gömb alakot formáltunk. A golyót üveglapra helyeztük, mely alá előzőleg milliméterpapírt tettünk. Két egymásra merőleges irányban leolvastuk a sikérgolyó átmérőjét, majd ezt követően nedves szűrőpapírral bélelt pohárral leborítottuk. Egy óra elteltével ismét leolvastuk a két átmérőt. A területet az átlagos átmérők különbsége adta meg mm/óra mértékegységben.

A **szárazsikér** tartalom meghatározásához Glutork 2020 sikérsütő berendezést használtunk. Az összes nedvessikért a készülékbe helyeztük, majd 4 percig (tömegállandóságig) sütöttük. A sütés végeztével a korongot lemértük, majd a liszt tömegére vonatkoztatva megkaptuk a szárazsikér mennyiséget. A sikér arányszámot a nedvessikér tartalom és a szárazsikér tartalom hányadosa adta.

2.5.3 Állomány tulajdonságok vizsgálata

Az étkezési célú búzák legkomplexebb minősítése a műszeres minőség meghatározás, amelynek ismertetése korábban megtörtént. Munkánkban két minőség vizsgálati eljárást alkalmaztunk. A valorigráffal dinamikus, míg alveográffal statikus tésztajellemzőket mérhetünk. Mindkét módszernél a mérések szabvány szerint történtek.

A Valorigráfós mérés

A vizsgálat jelentősége, hogy a lisztek vízfelvevő képességének ismeretében a várható, fajlagos lisztfelhasználás számíthatóvá válik.

A búzalisztból készült sütőipari termékek alaki- és lazítottsági tulajdonságainak meghatározásában a tészta fizikai tulajdonságainak fontos szerepe van a vizsgálatnak. Ármeghatározó jelentőségű, a magyar búzaszabvány (MSZ 6383:1998) szerint a minőségi besorolás alapja a sütőipari értékszám.

A valorigráffal történő minősítés gyakorlatilag a farinográfos minősítés alapján történik, bár az alkalmazott műszerek eltérőek. A módszer alapelve, amelyet Hankóczy Jenő fektetett le, hogy a lisztek a víz hozzáadása során tésztává alakulnak és az átalakulás közben a konzisztenciájuk folyamatosan változik. Rögzített körülmények között a változás regisztrálni lehet.

Kétféle jellemző meghatározását tartjuk fontosnak kiemelni:

Vízfelvevő képesség: a kívánt keménységű (500 valorigráfes érték :VE) tészta dagasztásához szükséges vízmennyiség a liszt %-ában kifejezve,
Sütőipari érték meghatározása: az 500 VE konzisztenciájú tészta 15 percen belül bekövetkező fizikai (reológiai) változásainak vizsgálata.

A meghatározás menete a következő:

A liszt nedvességtartalmának ismeretében, a bemérésre vonatkozó korrekciók figyelembevételével végezhető el a mérés, azonos hőmérsékleti körülmények (30 °C) mellett.

Az 500 VE eléréséhez szükséges víz térfogatát a bemért lisztre vonatkoztatva, százalékban fejezzük ki. Folyamatos dagasztás mellett a bürettából fogyott víz térfogatának (cm³) kétszerese adja a vizsgált liszt **vízfelvevő képességét (%)**. A vizsgálat során az 500 VE-től legfeljebb +20 VE eltérés engedélyezett, ilyen esetben megfelelő korrekciót kell alkalmazni.

A **sütőipari értékcsoportot** a valorigram planimetrált területe alapján határozható meg.

Az **Alveográf**al végzett mérés az ISO 5530-4 szabvány ajánlása szerint történt. Ennek menete röviden: 250 g lisztet az alveográf dagasztó egységébe helyeztünk, melyhez 2,5%-os NaCl oldatot adagoltunk. A dagasztás 8 percig tartott. A dagasztás végeztével a dagasztókar forgásirány kapcsolóját

átváltottuk, melynek következtében a tészta az extrúder nyíláson át egyenletes vastagságban távozott. A tésztát elnyújtottuk, majd kör alakú tészta darabot szűrtünk ki belőle, melyeket pihentető lapra helyeztünk. A pihentetés 28. percében kezdődik meg a tulajdonképpeni mérés. A tészta alá a készülék levegőt fúj, ezáltal a tésztát kétirányú nyújtásnak teszi ki: A tészta deformációja a buborék képződésben jelenik meg, a buborék szétpattanásakor a mérés befejeződik. A mérés során egy írószerkezet regisztrálja a nyomásváltozásokat, amelyet később lehet kiértékelni.

2.5.4 További jellemzők meghatározása

Az általánosan ismert és alkalmazott vizsgálatok részletes bemutatását mellőzve táblázatosan közöljük. A legtöbb módszer szabványban rögzített, így a szabvány számának közlését elegendőnek tekintjük.

Nedvességtartalom		MSZ 6369/4
Hamutartalom		MSZ 6369/3
Esésszám		ISO 3039

2.6 Az alkalmazott matematikai-statisztikai módszerek bemutatása

A kísérleti adatok feldolgozása és értékelése során a szokásos biometriai módszereket alkalmaztuk. Az értékeléshez az alábbi számítógépes matematikai szoftvereket használtuk. Az adatok statisztikai jellemzőinek számítására, a normalitás vizsgálatokhoz és az ábrázoláshoz STATISTICA for Windows 6. (StatSoft Inc. USA), a fentiekén túl az egy és több tényezős variancia analízishez, a többváltozós regresszió analízishez STATGRAPHIC Plus 5.1 (Statistical Graphic Inc., USA). Az adatok szerkesztésére, a számított változók létrehozására Excel 2002 táblázatkezelő programot használtunk.

2.6.1 Változók összefüggés-vizsgálata regresszió-analízissel

A kvalitatív változók közötti összefüggések feltárására a leggyakrabban alkalmazott módszer a regresszió analízis. Alapesetben megkülönböztetünk

függő és független változókat, amennyiben oksági kapcsolat áll fenn közöttük, úgy az okozat illetve a később bekövetkező tulajdonságot tekintjük függő változónak. Ha ez előbbi feltétel nem teljesül, akkor szakmai szempontok szerint mérlegelünk (SVÁB, 1981).

Egyváltozós lineáris és nem-lineáris regresszió analízis

A *lineáris regresszió* során a két változó összefüggését egy egyenes vonal adja, az egyenes - egyenlete $Y=a+bx$ alakú. A *b-tényező* - a regressziós tényező - az egyenes meredekségét adja, amely számos esetben további változóként is felhasználható.

Nem lineáris regresszióról akkor beszélhetünk, ha a függő és független változó között fennáll a kapcsolat, de annak matematikai alakja az egyenestől eltér. Ilyen regresszió lehet a polinomiális, hiperbola, logaritmus, exponenciális, hatvány, telítődési vagy logisztikus függvény.

Többváltozós regresszió-analízis

Amennyiben a függő változó értékét több független változóból alkotott matematikai modell írja le, úgy többváltozós modellről beszélhetünk.

A *beta regressziós* koefficiens: többszörös regresszió esetében ez azt jelenti, hogy ha a többi független változó értéke állandó, akkor a vizsgált független változó egy egységnyi változásának a függő változó milyen mértékű változása felel meg.

A lépcsőzetes többszörös regressziónál (stepwise multiple regression) a cél, hogy minél jobb, a függő változót minél jobban előrejelző modellt építsünk fel. A legegyszerűbb mód minden szakmailag értelmes változót figyelembe veszünk, kiszámítjuk a *b* értékeket, majd ha azokat, melyek nem szignifikánsak, kihagyjuk és újra számolunk. Ha jól dolgoztunk, akkor az egyes változókhoz tartozó R^2 értékeknek nőnie kell.

A módszert automatikusan is el lehet végezni, ennek három módja a forward selection, a backward elimination és a stepwise regression:

- forward selection: először egyetlen változót visz a program be az egyenletbe, azt, amelyiknek a legnagyobb a st. regr koefficiense, a következőnél megvizsgálja a program: szignifikánsan (F-teszt) növeli-e az R^2 értéket. Akkor van vége, ha nincs több ilyen változó.

- backward elimination: először minden változó bekerül a modellbe, majd lépésről lépésre kihagyja a program azokat a változókat, amelynél ez az elimináció az R^2 értéket nem csökkenti szignifikánsan.
- stepwise regression (selection): úgy kezdődik, mint a forward selection, de minden új változó beépítése után megvizsgálja a program, hogy a már beépített változók közül melyik eliminálható úgy, hogy az R^2 érték ne csökkenjen

2.6.2 Kísérleti adatok értékelése variancia analízissel

A variancia analízis alapgondolata, hogy az adatok összes szóródását mérő variancia (szórásnégyzet) különböző elemeket tartalmaz. Másszóval az összes szóródás specifikus jelentést hordozó összetevőkre bontható.

Ha a null hipotézis teljesül, akkor minden független komponens ugyanazon populáció szórásának a független becslése.

Az első lépésben arra vagyunk kíváncsiak: van-e különbség a csoportok között, vagy pedig azok mind egy populációból származó minták? Azaz elvetjük-e a H_0 -t, vagy a H_0 -t érvényesnek tekintjük, mert nem vetjük el. A minta elemek szórásának vizsgálata során először a négyzetes eltéréseket, majd az összegzett négyzetes eltéréseket vizsgáljuk. Az "átlagos" négyzetes eltérés a variancia, ennek négyzetgyöke a szórás (standard deviáció).

A mintaelemekből számított teljes négyzetes összeg olyan $N-1$ összeadandóból áll, amelyek egyes tagjai a szóródást létrehozó különféle tényezőkről, "okokról" tájékoztatnak. A négyzetes összeg felbontható (additív) komponensekre.

Osztályozó vagy csoportosító változónak nevezzük azt a független változót, amely tartalmazza a meghatározott beavatkozások jellemzőit.

Függő változó vagy változók tartalmazza a mért, vagy megfigyelt adatokat; minta értékeit.

Az adatok összes szóródását mérő variancia (szórásnégyzet) különböző elemeket tartalmaz, vagyis az összes szóródás specifikus jelentést hordozó összetevőkre bontható. Ha a null hipotézis teljesül, akkor minden független komponens ugyanazon populáció szórásának a független becslése.

A variancia kiszámításánál használt négyzetes összeg felbonthatóságának tételét alkalmazzuk.

Az egyik lehetséges felbontás: A csoportokon belüli szórás összevonható, és a közös szórásbecslés ugyanannak a populációnak a szórását becsüli, mint az átlagokból származtatott szórásbecslés, ami az adatmodellben a (kezelési átlag)-ok szóródása. A nullhipotézis teljesülése esetén a a kezelési átlagok valódi értékei mind nullák! Szóródásukban csak a minta véletlen szóródásból eredő változékonysága jelentkezik.

A két szórásbecslés hányadosa, mint statisztika az **F eloszlást követi** (a számlálóban és a nevezőben lévő szórásbecslések szabadságfokaival jellemzett F eloszlást).

Ha az F statisztika értéke nagyobb vagy egyenlő az eloszlásból számított küszöbértéknél, akkor a null hipotézist elvetjük. Miután már korábban teszteltük, hogy a szórásokra fennáll a homogenitás, azaz a szórások egy közös populáció szórásának becsléseiként foghatók fel, ezért az F próba szignifikanciájából következik, hogy az átlagok nem egyetlen populáció várható értékének becslései, azaz legalább egy átlag egy másik populációból származik, azaz eltér a többitől.

A variancia analízis négy feltétele a változók normális eloszlása, a véletlen mintavétel, a hiba varianciák függetlensége és a varianciák homogenitása.

Az ANOVA robusztus eljárás, azaz a feltételek kisebb-nagyobb mértékű nem teljesülése nem rontja el a következtetések érvényességét, nem növeli meg jelentősen a hibás döntések számát (MAKARA, 2002).

2.6.3 Többváltozós statisztikai módszerek, főkomponens analízis

Nagyobb adatmennyiség esetén a szokásos statisztikai módszerek nem minden esetben használhatók, más eljárások és számítási módszerek szükségesek. A számítástechnika fejlődésével együtt fejlődtek a többváltozós statisztika eljárások is, amelyeket követtek a statisztikai kiértékelő szoftverek is. A biológiai objektumokkal végzett kísérletek során általában nem is várhatjuk el, hogy egyetlen változóval írjunk le bonyolult folyamatokat.

Megoldást jelentenek a sokváltozós adatelemzés módszerei, amelyek közül munkánkban a főkomponens elemzést emeljük ki.

A főkomponens elemzés (PCA: Principal Component Analysis) nemcsak a faktor analízis megvalósításának egyik útja, hanem önállóan használható adatszerkezet elemző módszere is. A főkomponens elemzés során kapott *főkomponensek* a teljes variancia lehető legnagyobb hányadát próbálják magyarázni, a *közös faktorok* az egyes változók közötti korrelációt fedik le maximálisan. Ezért különböztetjük meg a komponens és a faktor elnevezést. A főkomponens elemzés során főtengelely transzformációt végzünk és így az eredeti változó által kifeszített teret egy alacsonyabb dimenziójú térbe vetítjük. Ennek eredményeként az egyes csoportosulások könnyebben felfedezhetők és azonosíthatók.

A főkomponens elemzés eredményeinek prezentálása vagy a főkomponens együttható (loading) vagy a főkomponens (score) ábrákkal történhet.

A főkomponens együttható ábráról a tulajdonság változók hasonlóságára, korrelációira lehet következtetni. Ez alatt az eredeti változók és a főkomponensek közötti korrelációt értjük. A korrelációs mátrixot tekintve a főkomponens együtthatók közvetlenül a korrelációs koefficienseket adják meg, abszolút értékben vett nagyságuk pedig az adott tulajdonság fontosságát mutatja a kiindulási adatok főkomponensekkel való reprodukálása során. A koordináta rendszer középpontjában lévő főkomponens együtthatók nem fontos tulajdonságokat reprodukálnak.

A főkomponensek és főkomponens együtthatók együttes értelmezése úgy történik, hogy azokat azonos méretűre skálázzuk (ún. bi-plot) és együttesen ábrázoljuk őket (HÉBERGER és RAJKÓ, 2001).

3. MÉRÉSI EREDMÉNYEK KÖZLÉSE ÉS ÉRTÉKELÉSE

3.1 A búzaszemek geometriai és morfológiai jellemzőinek értékelése

Az 1999-2002. években termelt és általunk vizsgált búzaminták méret és méret arányainak statisztikai adatai a 8. táblázatban láthatók.

8. táblázat A geometriai alapadatok statisztikai értékei évek szerint

Jellemző / Év	1999			2000			1999-2002		
Mintaszám	7800			8800			27900		
	SZ	H	V	SZ	H	V	SZ	H	V
Átlag	3,049	6,545	2,531	3,235	6,162	2,825	3,178	6,392	2,738
Minimum	2,09	4,94	1,56	2,01	4,02	1,64	1,99	3,17	1,56
Maximum	3,99	8,27	3,97	4,29	8,69	3,91	4,29	9,08	3,97
Szórás	0,286	0,488	0,231	0,286	0,566	0,259	0,306	0,619	0,286

Jellemző / Év	2001			2002			1999-2002		
Mintaszám	5000			6300			27900		
	SZ	H	V	SZ	H	V	SZ	H	V
Átlag	3,309	6,799	2,764	3,153	6,203	2,852	3,178	6,392	2,738
Minimum	1,98	4,4	1,53	1,99	3,17	1,8	1,99	3,17	1,56
Maximum	4,22	9,08	3,86	3,91	7,9	3,71	4,29	9,08	3,97
Szórás	0,309	0,696	0,284	0,29	0,548	0,244	0,306	0,619	0,286

A táblázatból látható, hogy a négy éves átlagértékekhez leginkább a 2001. év adatai hasonlítanak a szórások és a szélső értékek tekintetében.

Az egyes búzaszemek geometriai arányait két jellemzővel számítottuk, így közvetve mindhárom tengely méret szerepet kapott. Ennek eredményeit mutatja be a 9. táblázat.

9. táblázat A geometriai arányok értékeinek statisztikai adatai

Jellemző / Év	1999		2000		1999-2002	
Mintaszám	7800		8800		27900	
	H/SZ	SZ/V	H/SZ	SZ/V	H/SZ	SZ/V
Átlag	2,161	1,209	1,912	1,151	2,024	1,167
Minimum	1,466	0,752	1,228	0,7	1,177	0,7
Maximum	3,283	1,818	3,275	1,958	3,627	2,116
Szórás	0,233	0,107	0,184	0,109	0,23	0,114

Jellemző / Év	2001		2002		1999-2002	
Mintaszám	5000		6300		27900	
	H/SZ	SZ/V	H/SZ	SZ/V	H/SZ	SZ/V
Átlag	2,066	1,204	1,976	1,108	2,024	1,167
Minimum	1,406	0,708	1,177	0,816	1,177	0,7
Maximum	3,627	2,116	2,98	1,839	3,627	2,116
Szórás	0,235	0,126	0,177	0,084	0,23	0,114

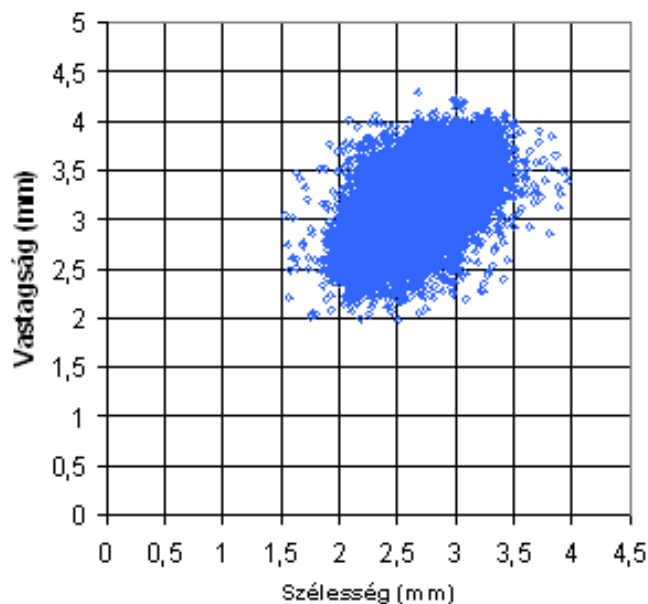
Az eredmények alapján elmondható, hogy a búza hosszúsági mérete nagy biztonsággal a szélességi méret kétszeresének tekinthető, annak ellenére, hogy a két méret között igazolható kapcsolat nincs.

A szélességi és a vastagsági méret között az arány itt 1,16-nak adódik, azonban itt közepesen szoros összefüggés mutatható ki. Ez a kapcsolat azonban inkább determinisztikusnak tekinthető, figyelembe véve az összefüggés viszonylag alacsony ($R^2=0,3131$) együtthatóját. A 12. ábra a vizsgált 27900 szem esetében a szélességi és vastagsági méret közötti kapcsolatot mutatja be.

A kapcsolatot az alábbi egyenlettel írja le:

$$V = 1,07675 + 0,522738 \cdot SZ \quad (n=27900, r=0,559)$$

ahol V: vastagság (mm)
SZ: szélesség (mm)



12. ábra A szélesség és vastagság kapcsolata a vizsgált búzafajták esetén (n=27900)

A méretek alakulása a fajta genetikai tulajdonságaitól valamint a termesztés egyéb körülményeitől függ. Az elvégzett variancia analízis szerint a fajta, az évjárat valamint a termőhely hatása egyaránt jelentős hatást gyakorol a szemméretek alakulására (10-12. táblázat).

10. táblázat A szélesség alakulásának variancia táblázata

HATÁS	Négyzetösszeg	FG	Variancia	F-arány	P-érték
Év	1,64658	3	0,548861	42,32	0,0000
Fajta	2,65417	59	0,0449859	3,47	0,0000
Termőhely	0,93543	5	0,187087	14,42	0,0000
Reziduális	2,73676	211	0,0129704		
Teljes	8,77189	278			

11. táblázat A hosszúság alakulásának variancia táblázata

HATÁS	Négyzetösszeg	FG	Variancia	F-arány	P-érték
Év	7,37108	3	2,45703	48,27	0,0000
Fajta	34,7998	59	0,589828	11,59	0,0000
Termőhely	1,90013	5	0,380027	7,47	0,0000
Reziduális	10,7407	211	0,0509037		
Teljes	66,4585	278			

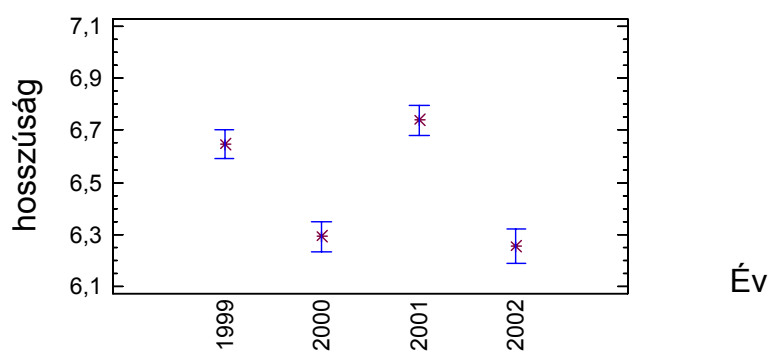
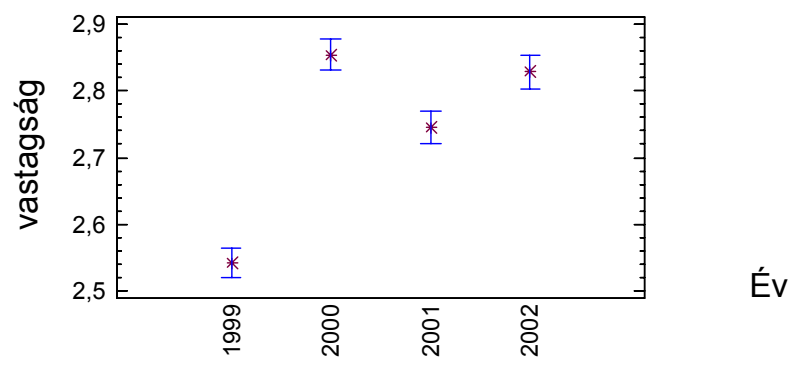
12. táblázat A vastagság alakulásának variancia táblázata

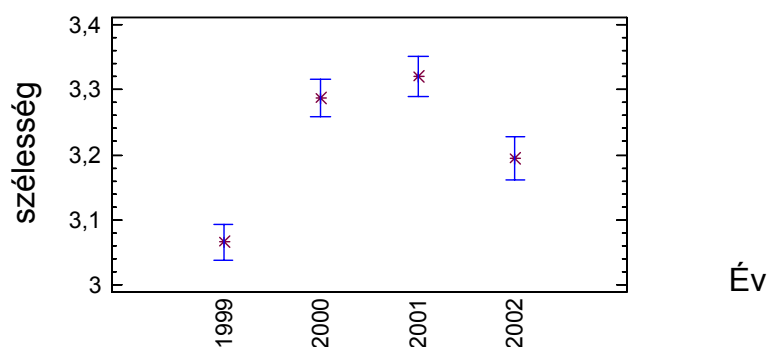
HATÁS	Négyzetösszeg	FG	Variancia	F-arány	P-érték
Év	2,23202	3	0,744007	4,83	0,0000
Fajta	2,31889	59	0,0393032	91,36	0,0000
Termőhely	0,24046	5	0,048092	5,91	0,0000
Reziduális	1,71836	211	0,00814389		
Teljes	9,28357	278			

Szembeötlő különbségeket tapasztalunk, ha az évjáratok szerint vizsgáljuk a szemméreteket (13. ábra).

A hosszúsági és a vastagsági méret híven tükrözi az adott év időjárási viszonyait. A szárazabb, **aszályosabb** és melegebb években (2000 és 2002) **rövidebbek** és meglepő módon **vastagabbak** voltak a szemek, mint a vizsgált másik két évben.

A **szélességi** méretnél ugyan kimutatható az évjárat hatása, de ilyen direkt összefüggést nem lehetett felfedezni, egyedül az 1999. év mutat jelentősen eltérő értékeket.





13. ábra A szemméretek alakulása az évjárat hatására 1999-2002 között (n=278)

A szemméretek ismerete a malomipari gyakorlatban nélkülözhetetlen. A tisztítási folyamatok során a rostálás műveleténél alapvetően fontos mind a méretek, mind azok eloszlásának ismerete mérésére egyre gyakoribb igény. Különösen fontos abban az esetben, ha a búza exportra kerül, mivel export minőség esetén a halmaz egyneműségére gyakran külön paramétereket írnak elő.

Megoldás lehet a szemenkénti mérés, amely azonban rendkívül időigényes. Az egyik legkorszerűbbnek tekintett módszer a mesterséges látás alkalmazása. A mesterséges képalkotással (image analysis) létrehozott képek igen kevés kivételtől eltekintve kétdimenziósak, azaz egyszerre maximum két méretet lehet segítségükkel megadni. A búza alakjából adódóan a szemek – már kismértékű rázkódás hatására – a legstabilabb „oldalukra” azaz a hasi barázda felőli oldalra fekszenek. Ebben az állapotában a felülről történő képalkotás alkalmával a búzaszemnek két fő mérete látszik. Ezek a szélességi és a hosszúsági. A vastagsági méret csak egy külön optikai lencserendszer vagy külön kamera segítségével lehet meghatározni.

A 2D képalkotás már egy viszonylag egyszerű képdigitalizáló (scanner) vagy fényképezőgép segítségével is megoldható. A képek kiértékelésére több szoftver (pl. MatLab) használható.

Mint arra már utalás történt a vastagsági méretet a szélességi és hosszúsági méretekből közvetlenül nem lehet meghatározni, ezért szükségesnek láttuk becslő modellek megalkotását.

A modell alapja, hogy mindhárom méret autonóm, a vastagság kapcsolatban van a később részletesebben is ismertetésre kerülő ezerszem tömeggel (ESZT). Fontos elem még a búzák keménységi értéke, amelyek alapján két csoport, a kemény és a puha búza különböztethető meg. Előzetes modellalkotásaink során ugyanis bizonyítást nyert, hogy a kétféle búzaszerkezethez eltérő méretingsajátságok tartoznak (GYIMES és VÉHA, 2001, GYIMES et al., 2003).

A fentiek szerint a vizsgált mintákat két csoportra osztottuk. A puha csoportba kerültek a $HI < 50$, kemény csoportba pedig a $HI \geq 50$ szemkeménységi indexel jellemezhető minták.

A becslő egyenleteket az alábbiakban adjuk meg:

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 A gabona szemek és halmazok tömeg, térfogat és különféle sűrűség paramétereinek értékelése

3.2.1 Ezerszem tömeg és számított tömeg értékek és kapcsolatuk

Az ezerszem tömeg értékeit (ESZT) viszonylag széles tartományban mértük, amely összhangban áll azzal, hogy a minták több évjáratból, köztük szélsőséges is, származtak. A nagy átlagértékű fajták között kemény és puha egyaránt előfordult. A legmagasabb átlagértéke a kemény fajták közül a

Jubilejnaja-50 fajtának volt 47,45 g értékkel, a puha szemű fajták közül a Mérő (44,21 g) tömege volt a legmagasabb. A legkisebb ESZT értéket a Forrás (32,72g) adta. Az évek tekintetében a legkisebb mért értékek az 1999, a legmagasabbak a 2002. évből származtak.

Az elvégzett variancia analízis eredményeit a 13. táblázat mutatja be. Mint a P értékekből is látható mindhárom tényező szerepe igazolható, tehát a fajta genetikai adottságai, a termőhely és az évjárat hatása egyaránt szignifikáns hatást gyakorol.

13. táblázat Az ezerszem tömeg alakulásának variancia táblázata

HATÁS	Négyzetösszeg	FG	Variancia	F-arány	P-érték
Év	1584,36	3	528,118	68,63	0,0000
Fajta	3794,91	35	108,426	14,09	0,0000
Termőhely	653,676	5	130,735	16,99	0,0000
Reziduális	1662,09	216	7,69487		
Teljes	8693,45	259			

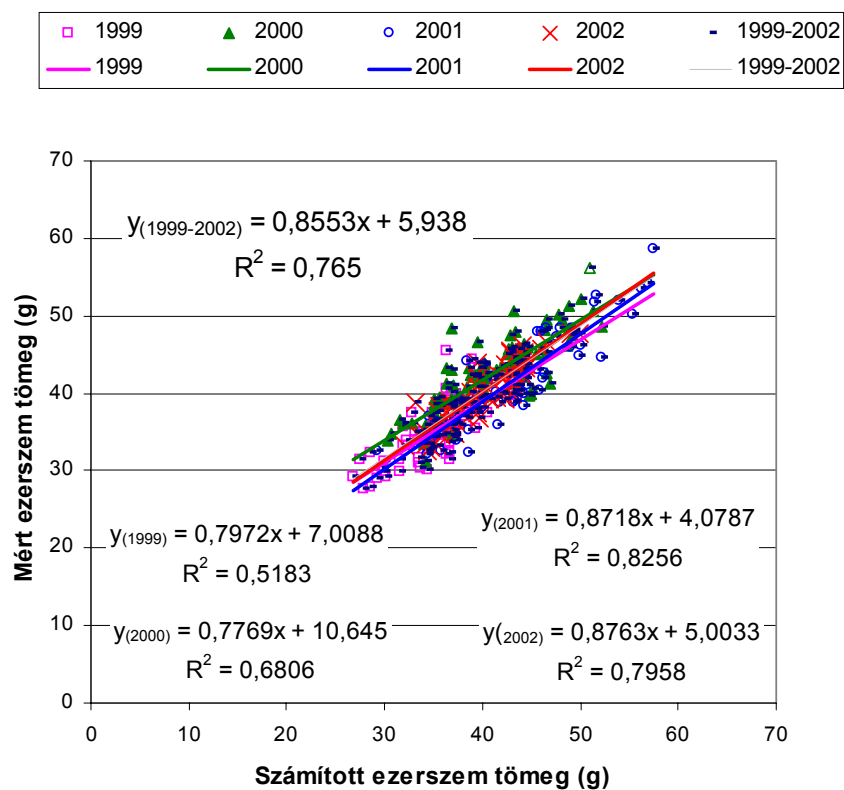
Fontosnak tartottuk megállapítani, hogy a mért tömeg értékek milyen kapcsolatba hozhatók a számított tömeg értékekkel. Hipotézisünk szerint a mért tömeg értékeknek kisebbnek kell lenniük a számítottnál. Ugyanis a vastagsági méretnél a hasi barázda mélysége, alakja illetve a hasi barázda közepén bezárt térrész nagysága jelentősen különbözhet. A hasi barázda jelentősége a malomipari gyakorlatban többrétű és leginkább negatív gondolatkör társul hozzá. A legnagyobb probléma, hogy a hasi barázdában lévő szennyeződések onnan nem illetve csak nagy nehézségek árán távolíthatók el. Tovább nehezíti a helyzetet, ha a barázda mélyen zárul és a búzaszem közepén lezárt teret képez, mivel a szemfejlődés során az eredetileg nyitott üregbe megtapadó por, kémiai és mikrobiológia szennyeződések csak az aprózódás folyamán kerülnek felszínre. A hasi barázda őrlési kihozatalra gyakorolt hatása ugyanakkor ellentmondásos, MARSHALL et al. (1986) rendkívül alacsony, negatív és nem szignifikáns kapcsolatról számolnak be. MABILLE és ABECASSIS (2003) ugyanakkor kiemeli a szemalak és ezen belül a hasi barázda jelentőségét saját eredményeikre és részben POMERANTZ (1990) munkájára hivatkozva

A szemek számított tömegét úgy határoztuk meg, hogy a magok alakját ellipszoidnak tételeztük fel és az így kiszámított térfogatot szoroztuk meg az adott mintához tartozó burkolt sűrűség értékkel.

Azért a burkolt sűrűség értékkel számoltunk, hogy a hasi barázda arányát minél nagyobb pontossággal tudjuk becsülni. A számított és a mért (ezerszem tömeg) értékek kapcsolatát mutatja be az 14. ábra.

Megállapítható, hogy a számított és mért tömeg értékek között a kapcsolat szoros, valamint arra is következtetni lehet, hogy a számított tömeg rendre nagyobb a mért tömegnél. Az egyenletek regresszió koefficiense 0,7769..0,8763 között változik és függ az adott évjáráttól. Az a megállapítás vonható le, hogy a számított tömeg 13-28%-al több mint a mért, így a hasi barázda által bezárt rész közvetve számítható a fenti összefüggés alapján.

Burkolt sűrűség adatok alapján



14. ábra A számított és mért tömegértékek a vizsgált búzafajtáknál

3.2.2 A hektoliter tömeg alakulása és a porozitással való kapcsolata

A hektoliter tömeg (HLT) a malomipari gyakorlatban az egyik legrégebbi idők óta használt minősítési eljárás. A HLT értékekből gyakran a várható beltartalmi minőségre is lehet következtetni. Ez indokolja, hogy még napjainkban is széles körben létezik határérték mind a hazai, mind a külföldi búza szabványokban.

A hektoliter tömeg fogalma kétféleképpen is megközelíthető. Tekinthejtük térfogat tömegnek, hiszen adott térfogatú gabona tömegét mérjük. Hasonlóképpen beszélhetünk halmaz sűrűségről, mivel a gabonahalmaz egy adott egységnyi térfogatrészének tömegét mérjük, Fizikai értelemben, és a mértékegység ($\times \text{kg}/10^2 \text{ dm}^3$) is ezt támasztja alá, a halmaz sűrűség definíció indokoltabbnak látszik. A továbbiakban tehát **hektoliter tömeg** alatt a **búza halmazsűrűségét** értjük.

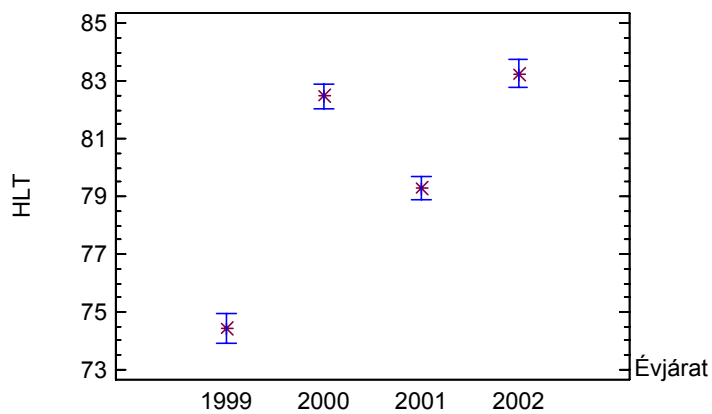
A HLT értékek feltétlenül fajta jellemzőnek kell tekinteni, amelyre a termesztés egyéb körülményei jelentős hatást fejtenek ki. Mindezen megállapításokat támasztják alá az elvégzett variancia analízis eredményei, amelyet a 14. táblázat tartalmaz. Jól nyomon követhető, hogy mindhárom tényező esetében szignifikáns hatásról beszélhetünk.

14. táblázat A hektoliter tömeg értékek alakulásának variancia táblázata

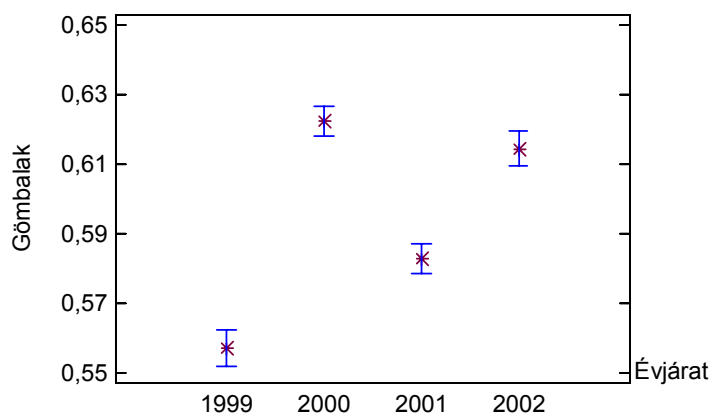
HATÁS	Négyzetösszeg	FG	Variancia	F-arány	P-érték
Év	1621,42	3	540,475	156,56	0,0000
Fajta	505,923	35	14,4549	4,19	0,0000
Termőhely	860,236	5	172,047	49,84	0,0000
Reziduális	700,804	203	3,45223		
Teljes	4849,63	246			

Az évjárat szerepét külön is ki kell emelni, mivel hasonló tendenciák figyelhető meg, mint a vastagsági méret esetében. Az 15. ábra szemlélteti a HLT értékek alakulását a vizsgált években. Jól látható a hasonlóság a vastagsági mérettel (vö: 13. ábra).

Vagyis az aszályosabb 2000 és 2002 években a nagyobb átlagos vastagsági méret növekedése és a hossz méret rövidülése miatt a szemek alakja jobban közelített a „gömbszerű” alakhoz. A fentiek igazolására a 16. ábrán közöljük a gömbalakúság és az évjárat összefüggését bemutató ábrát.



15. ábra A hektoliter tömeg átlagértékeinek alakulása a vizsgált években (n=246)



16. ábra A gömbalakúság átlagértékeinek alakulása a vizsgált években (n=257)

A gömbalakúság (GA) értékeire elvégzett többtenyezős variancia analízis eredménye alapján kijelenthető, hogy a fajták adottságai mellett az évjárat

hatása szignifikáns. A termőhely szerepe nem tekinthető szignifikánsnak, mint arról a P-értékek is tanúskodnak (15. táblázat).

15.táblázat A vizsgált búzaszemek gömbalakúságának variancia táblázata

HATÁS	Négyzetösszeg	FG	Variancia	F-arány	P-érték
Év	0,113863	3	0,0379545	95,42	0,0000
Fajta	0,0818643	35	0,00233898	5,88	0,0000
Termőhely	0,00537501	5	0,001075	2,70	0,0216
Reziduális	0,085118	214	0,000397748		
Teljes	0,347481	257			

A porozitás a szemcsés anyagok másik fontos jellemzője, amely az anyagban lévő üregek térfogatának és az összes térfogat arányát jelenti. Jelentősége az anyagmozgatási (különösen a légáramos), szárítási és szellőztetési folyamatoknál jelentős (MOHSEIN, 1986). Meghatározása az alábbi (23) képlet szerint történik (SITKEI, 1981):

$$\varepsilon = 1 - \frac{\rho_{\text{burk.}}}{\gamma} \quad (23)$$

ahol ε =porozitás
 $\rho_{\text{burk.}}$ =burkolt sűrűség (g/cm³)
 γ = térfogattömeg vagy halmazsűrűség

A halmazsűrűség esetünkben a hektoliter tömeg század része volt (*10⁻² kg/dm³)

A porozitás legfontosabb statisztikai jellemzőit a 16. táblázat tartalmazza.

16. táblázat A porozitás értékeinek statisztikai jellemzői évjáratok szerint

Évjárat	1999	2000	2001	2002	1999-2002
Mintaszám	48	76	60	60	244
Átlag	0,410958	0,387908	0,401183	0,377383	0,393119
Minimum	0,377	0,356	0,370	0,340	0,340
Maximum	0,449	0,456	0,456	0,421	0,456
Szórás	0,000278	0,000282	0,000359	0,000324	0,000455

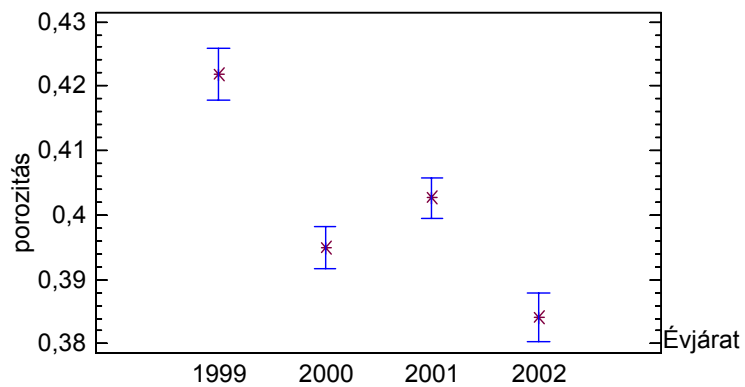
A porozitás értékeire a háromtényezős variancia analízist elvégezve az alábbi eredményeket kaptuk (17. táblázat). A fajta hatása nem tekinthető szignifikánsnak, amelyet a nullától jelentősen eltérő P-érték mutat. A fajthatást megvizsgáltuk a szemkeménység szerint is, de azonos eredményt kaptunk.

A termesztés egyéb jellemzői közül az évjárat és a termőhely egyaránt szignifikáns különbséget eredményez.

17. táblázat A vizsgált búzaminták porozitásának variancia táblázata

HATÁS	Négyzetösszeg	FG	Variancia	F-arány	P-érték
Év	0,0250711	3	0,00835704	39,15	0,0000
Fajta	0,0133457	35	0,000381307	1,79	0,0072
Termőhely	0,0164776	5	0,00329552	15,44	0,0000
Reziduális	0,0426907	200	0,000213454		
Teljes	0,110578	243			

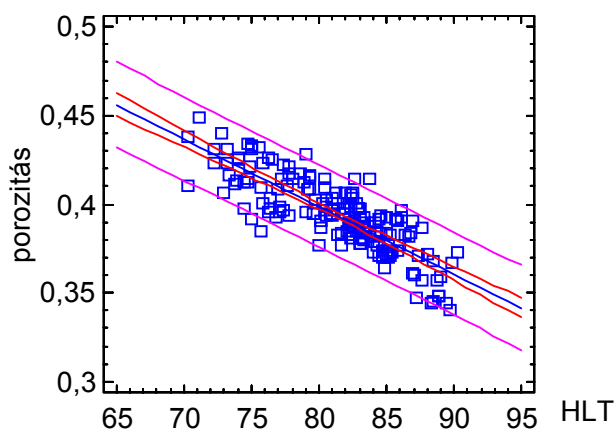
A 17. ábrán látható, hogy az átlagértékek szignifikáns differencia eloszlás képe hasonlatos a hosszúsági méret ábrájával.



17. ábra A vizsgált búzafajták porozitás átlagértékei évjáratok szerint (n=243)

A porozitás és a hektoliter tömeg kapcsolatát SITKEI (1981) bemutatja, munkánkban kísérletileg igazoltuk a korábban leírt kapcsolatot. A 18. ábrán a porozitás értékei láthatók a HLT függvényében.

A kapcsolat leírásához azokat a mérési pontokat vettük, amelyekhez mért szemkeménység is tartozott, így 164 mérési pontunk lett.



18. ábra A HLT és porozitás kapcsolata (n=164)

A hektoliter és a porozitás közötti kapcsolat leírást bemutató egyenlet az alábbi:

$$\varepsilon = 0,703676 - 0,00380959 \cdot \text{HLT} \quad (n=164, R^2=0,69, r = -0,834)$$

Meg kell azonban említeni, hogy az összes mérési pontot magába foglaló (n=240) összefüggés is hasonló, amelyet a lineáris regresszió egyenletei is bizonyítanak.

$$\varepsilon = 0,704163 - 0,00379418 \cdot \text{HLT} \quad (n=240, R^2=0,66, r = -0,812)$$

Külön válogatva a kemény és a puha mintákat, nem látványosan, de egyértelműen kétféle egyenletet kaptunk:

Kemény búzáknál ($HI \geq 50$) az egyenlet:

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

Puha búzáknál (HI <50) az egyenlet:

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

3.2.3 A burkolt sűrűség értékei és összefüggései

A burkolt sűrűség értékei viszonylag kis tartományba estek. A burkolt sűrűség adatait önmagukban nem lehetett más jellemzőkkel kapcsolatba hozni, kivéve természetesen a hektoliter tömeget. Segítségével tudtuk megadni a búzaszemek számított tömegét és így lehetőség nyílt a mért és számított tömeg közötti kapcsolat tisztázására. Emellett a burkolt sűrűség értékei alapján számítottuk a porozitást, amely a sűrűségnél nagyobb jelentőségű fizikai jellemző.

A burkolt sűrűség értékeit évjáratok szerint és összesítve a 18. táblázat tartalmazza. Látható, hogy a sűrűség értékei 1,23 – 1,449 g/cm³ értékek között adódtak, az átlag értékek évente változtak, a főátlag 1,3505 g/cm³. A kapott értékek, genetikai alapjuk különbözősége ellenére is, kellően illeszkedtek FANG és CAMPBELL (2000) valamint MARTIN et al (1998) eredményeihez.

A legkisebb sűrűség értéket a köztermesztésből azóta kivont Thesée valamint két fajtajelölt, a 64-96 és a 66-96 jelű mintáknál mértük. A legnagyobb burkolt sűrűség értéke a Kunság illetve a Sas fajtáknak volt

A burkolt sűrűség értékekre elvégzett háromtényezős variancia analízis eredményei (19. táblázat) azt mutatták, hogy a fajta hatása kevésbé jelentős, mint akár az évjárat, akár a termőhely hatása. Természetesen ekkora mintamennyiség mellett találni szignifikánsan eltérő értékkel jellemezhető fajtákat, de a jelentős része a mintáknak az átlag érték körül helyezkedett el.

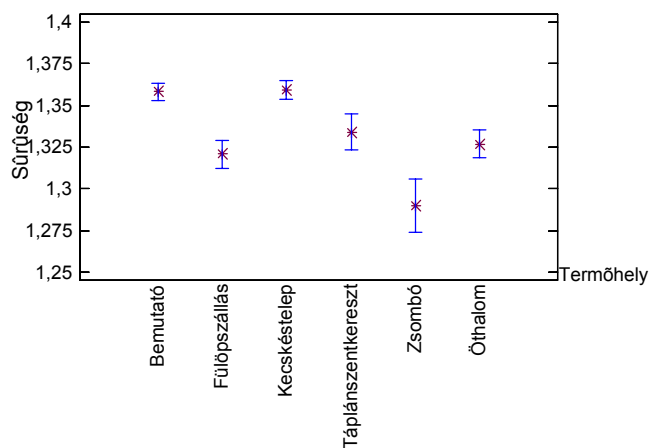
**18. táblázat A burkolt sűrűség értékeinek statisztikai jellemzői
évjáratok szerint**

Évjárat	1999	2000	2001	2002	1999-2002
Mintaszám	54	82	59	60	255
Átlag	1,30765	1,37651	1,33456	1,36902	1,35046
Minimum	1,23	1,299	1,252	1,276	1,23
Maximum	1,381	1,449	1,43	1,441	1,449
Szórás	0,0418	0,0317	0,0379	0,03190	0,0447

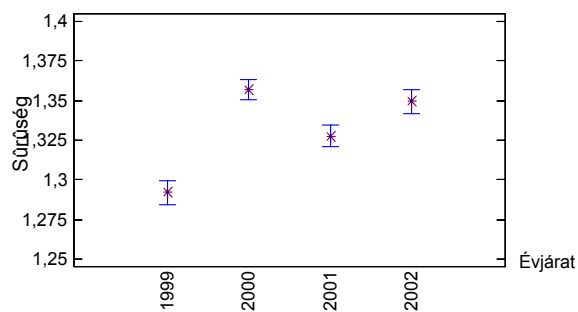
**19. táblázat A vizsgált búzaminták burkolt sűrűség értékeinek variancia
táblázata**

HATÁS	Négyzetösszeg	FG	Variancia	F-arány	P-érték
Év	0,0988914	3	0,0329638	37,65	0,0000
Fajta	0,0607566	35	0,0017359	1,98	0,0017
Termőhely	0,0670375	5	0,0134075	15,31	0,0000
Reziduális	0,184736	211	0,000875524		
Teljes	0,507173	254			

A 19. ábrán a burkolt sűrűség átlagértékei láthatók termőhelyenként. A termőhelyek közül a két szegedi (Bemutató és Kecskéstelep) átlagértékei a legmagasabbak. Figyelemreméltó megállapítás viszont, hogy a harmadik szegedi parcella (Öthalom) mintái szignifikánsan alacsonyabb burkolt sűrűség értéket produkáltak. Mivel az időjárási jellemzők közül a hőmérséklet gyakorlatilag megegyező, ezért ennek oka egyrészt az eltérő talajadottságokban és agrotechnikában, másrészt a csapadék mennyiségben keresendő. A zsombói telephelyről származó értékek ebben a vonatkozásban nem jelentenek összehasonlítási alapot. A fülöpszállási és táplánszentkereshti parcellákról származó minták hasonló átlagértékekkel jellemezhetők, mint az öthalmi.



19. ábra A burkolt sűrűség átlagértékei termőhelyenként (n=255)



20. ábra A burkolt sűrűség átlagértékei évjáratonként (n=255)

A 20. ábra évjáratok szerint mutatja be a burkolt sűrűség alakulását. Szembeötlő, hogy a csapadék szegényesebb években (2000. és 2002.) a

burkolt sűrűség értékei magasabbak. Ez a tendencia – bár kisebbek a különbségek - megegyezik a HLT-nél és a gömbalakúságnál tapasztaltakkal. Mindez arra enged következtetni, hogy búza esetében a burkolt sűrűség sokkal inkább a szemek alakjától, a szemméretek arányaitól valamint a hasi barázda mélységétől függ, semmint a magokat alkotó kémiai összetevőktől.

3.2.4 A valódi sűrűség mérés eredményei

Mint arra az előző pontban utalás történt, a burkolt sűrűség elsősorban nem a szemek szerkezetére, hanem az alakjára enged következtetni. Felmerült a szemek valódi sűrűség érték meghatározásának igénye. A szakirodalomban a valódi sűrűségről ellentmondásos eredmények találhatók és ezek is más genetikai háttérű fajták vizsgálatán alapulnak. Az előzőekhez képest ezen paraméternél kevesebb számú mérési adat áll rendelkezésünkre, de a levonható következtetések statisztikai alátámasztottsága így is megfelelő.

Két évjáratból (2001 és 2002) és a szegedi „Bemutató” fajtasorból származó mintákat vizsgáltuk. A 2002. évi mintáknál lehetőség volt további termőhelyről kapott minták (Táplánszentkereszt és Fülöpszállás) bevonására, így az évjárat hatás mellett a termőhely szerepét is vizsgálni lehetett. Az eredmények egyúttal rávilágítottak arra, hogy korábbi vizsgálatoknál MARTIN et al (1998) és CHANG (1988) miért sikerült a fajtajelleget igazolni.

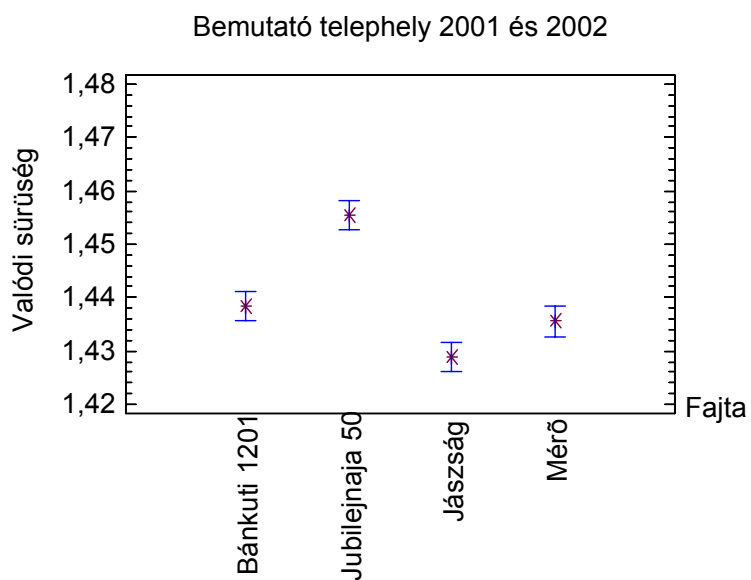
Az eredményeinket három részben ismertetjük, először a bemutató parcelláról származó négy fajta két évjáratának adatait közöljük és elemezzük.

A 20. táblázatban a bemutató kísérleti parcelláról származó 2001 és 2002. évi minták statisztikai jellemzői láthatók. A P-érték arra enged következtetni, hogy a fajta és az évjárat egyaránt szignifikáns hatást gyakorol, vagyis, a valódi sűrűséget – csak ezen vizsgálati eredmények alapján – fajtajellemzőnek kellene tekinteni.

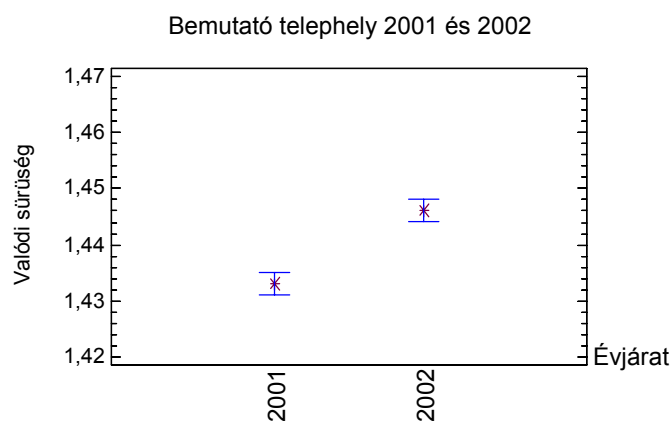
A 21. és 22. ábrákon a fenti gondolatmenet grafikai interpretációja látható.

20. táblázat A bemutató parcelláról származó búzaminták valódi sűrűség értékeinek variancia táblázata

HATÁS	Négyzetösszeg	FG	Variancia	F-arány	P-érték
Év	0,00103622	1	0,00103622	48,34	0,0000
Fajta	0,00230624	3	0,000768747	35,87	0,0000
Reziduális	0,000407248	19	0,0000214341		
Teljes	0,00374971	23			



21. ábra A bemutató parcellák mintáinak valódi sűrűség átlagértékei fajták szerint



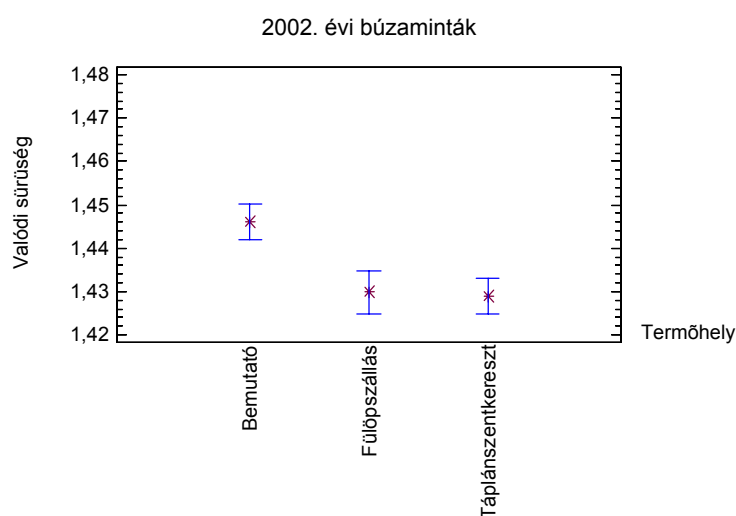
22. ábra A bemutató parcellák mintáinak valódi sűrűség átlagértékei évjáratok szerint

Az iménti megállapítást azonban az elemzések folytatásával hamar meg lehet cáfolni. Amennyiben a mintákat több termőhelyről szerezzük be és vizsgáljuk, azonnal egy lényegesen erősebb hatás érződik, vagyis a termőhely hatása. Ez alatt az értendő, hogy az adott fajta genetikai adottságai nem tudnak érvényre jutni, mert a természet egyéb hatása elnyomják azokat. A 2002. évi mintáknál három termőhelyről származó búzákat vizsgáltunk, mindhárom termőhelynél ugyanazt a négy fajtát. A kéttényezős variancia analízis statisztikai értékeit a 21. táblázat tartalmazza.

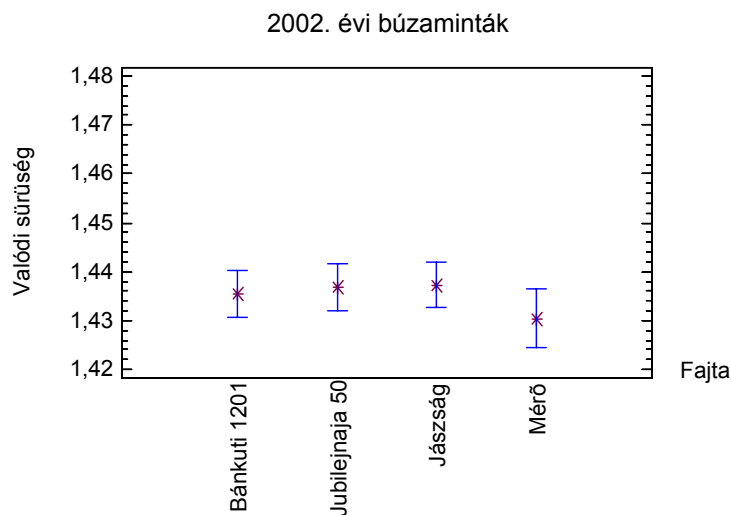
21. táblázat A 2002. évi búzaminták valódi sűrűség értékeinek variancia táblázata

HATÁS	Négyzetösszeg	FG	Variancia	F-arány	P-érték
Termőhely	0,00211482	2	0,00105741	11,23	0,0003
Fajta	0,000181916	3	0,0000606388	0,64	0,5936
Reziduális	0,00254311	27	0,0000941892		
Teljes	0,00473476	32			

A 23. ábra a termőhelyek hatását mutatja be. Látható, hogy a szegedi (Bemutató) valamint a fülöpszállási és táplánszentkereszti adatok között szignifikáns különbség mutatható ki. Az utóbbi két parcelláról származó minták között gyakorlatilag nincs eltérés, annak ellenére, hogy földrajzilag, talajadottságok és meteorológia hatások tekintetében alapvetően különböznek.



23. ábra A 2002. évi búzamintáinak valódi sűrűség átlagértékei termőhelyek szerint



24. ábra A 2002. évi búzamintáinak valódi sűrűség átlagértékei fajta szerint

A 24. ábra szemlélteti, hogy a fajták között valójában nem lehet lényeges különbségeket felfedezni. A fajták relatív sorrendje sem azonos, annak ellenére, hogy a Mérő fajta valódi sűrűség értéke valamivel alacsonyabb, mint a másik három.

Miután a fajta és az egyéb tényezők szerepét sikerült felfedni, összehasonlítottuk két év adatai alapján a valódi sűrűség értékeinek alakulását.

A 22. táblázat a legfontosabb statisztikai jellemzőket adja meg évek szerint és összesen.

22. táblázat A valódi sűrűség értékeinek statisztikai jellemzői évjáratok szerint

Évjárat	2001	2002	1999-2002
Mintaszám	4	11	15
Átlag	1,4219	1,4350	1,4285
Minimum	1,4138	1,4178	1,4138
Maximum	1,4511	1,4635	1,4635
Szórás	0,0128	0,0121	0,0123

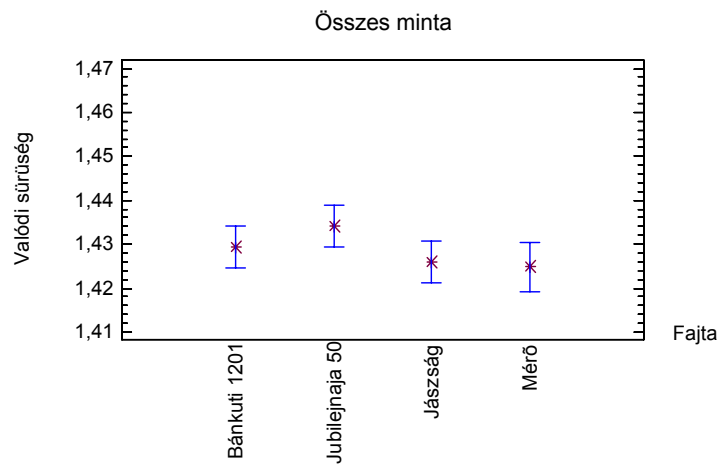
A variancia analízis ebben az esetben is igen hatékony matematikai eszköznek bizonyult. Feltétlen ki kell emelni, hogy a kapott átlagértékek a többtényezős elemzés miatt alakultak így, az egyszerű statisztikai átlagértékek mások. Azt is szükséges megemlíteni, hogy **egytényezős variancia** analízis esetén csak a **termőhelyek közötti különbség** igazolható.

A 23. táblázat utolsó oszlopának (P-érték) tanúsága alapján bizonyossággal ki lehet jelenteni, hogy a valódi sűrűség értékeit elsősorban a termesztési és meteorológiai körülmények befolyásolják, a fajták között szignifikáns differenciát nem lehet igazolni. Az átlagértékek és konfidencia intervallumokat tényezőnként (fajta, és és termőhely) a 25-27. ábrákon mutatjuk be. Az ábrákon jól érzékelhetőek a szignifikáns differenciák.

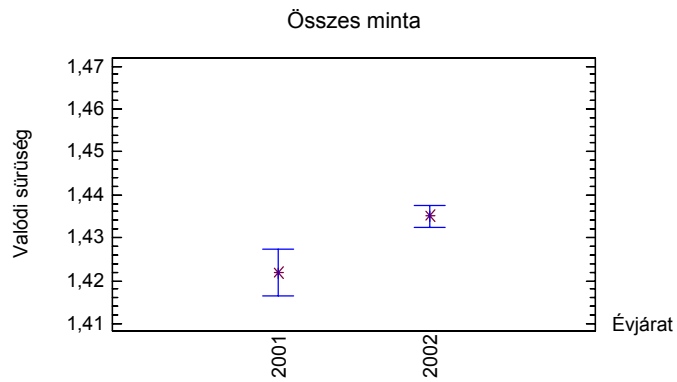
23. táblázat A búzaminták valódi sűrűség értékeinek három tényezős variancia táblázata

HATÁS	Négyzetösszeg	FG	Variancia	F-arány	P-érték
Év	0,00103622	1	0,00103622	9,93	0,0032
Fajta	0,00056212	3	0,000187373	1,80	0,1645
Termőhely	0,00209657	2	0,00104828	10,04	0,0003
Reziduális	0,00396645	38	0,00010438		
Teljes	0,00661197	44			

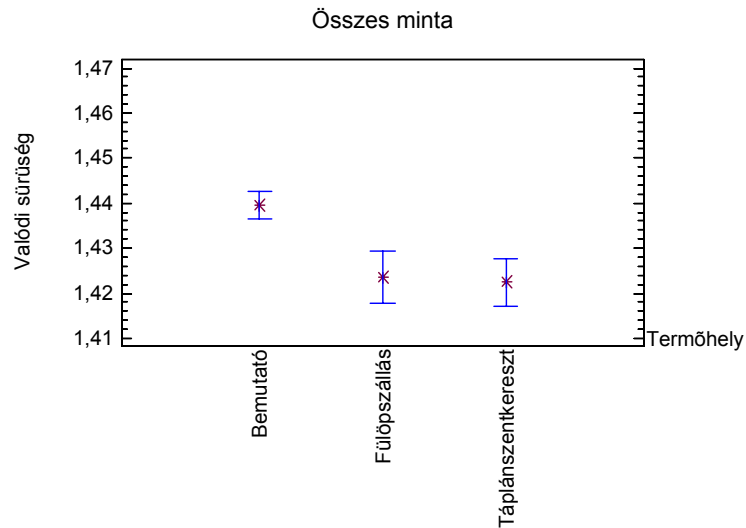
A szemszerkezet és a sűrűség között nem tapasztaltunk összefüggést, amely megegyezik CHANG (1988) eredményeivel, de ellentmond FANG és CAMPBELL (2000) tapasztalatainak. Ez utóbbi oka, hogy az idézett kutatók csak egy adott évből származó mintákat vizsgáltak.



25. ábra A vizsgált búzaminták (n=15) valódi sűrűség átlagértékei fajták szerint



26. ábra A vizsgált búzaminták (n=15) valódi sűrűség átlagértékei évek szerint



27. ábra A vizsgált búzaminták (n=15) valódi sűrűség átlagértékei termőhelyenként

A gázpiknométerrel mért sűrűség, amennyiben hélium mérőgázt használunk, a szemek belső üregeinek térfogatát is képes mérni. Ezáltal realisabb képet kapunk a búzaszemek hasi barázdája által bezárt üregekről. Meghatározhatjuk a kapillárisok összes térfogatát és a szemeken belül található mikroszkópikus zárványokat is. A valódi sűrűség értékek ezért rendre nagyobbak, mint a burkolt sűrűség.

Eredményeinket és elemzéseinket összefoglalva bizonyítható, hogy gázpiknométerrel, hélium mérőgázt használva a mért sűrűség valódi sűrűségnek tekinthető. Igazolható továbbá, hogy a mért valódi sűrűség nem tekinthető fajtajellemzőnek.

3.3 A szemkeménység meghatározás értékelése

A búzaszemek szerkezetére jellemző keménység jellemzőket kétféle módszerrel mértük és módunkban állt ezen módszerek összehasonlítása.

A következőkben az általunk kidolgozott, a minták fajlagos felületi darálási energiaigényének meghatározását jelentő eredményekről valamint a Perten SKCS 4100 mérőműszerrel mért hardness index mérés adatairól számolunk be.

3.3.1 Búzaminták aprítási ellenállásának mérési eredményei kalapácsos daráló használatakor

A kalapácsos darálóval történő aprítási ellenállás meghatározására az első próbálkozások biztató eredményeket adtak (GYIMES és VÉHA, 1998; VÉHA és GYIMES, 1999b). Az eredetileg két fajtán végzett kísérleteket eredményesnek ítéltük és további fajták bevonásával, a módszer korszerűsítésével folytattuk vizsgálatainkat

A vizsgálatba bevont búzafajták több évjáratból, termőhelyről származtak. Genetikai variabilitásukat növelte, hogy a fajták egy része a Martonvásári Mezőgazdasági Kutatóintézetből származott, így a szülőpárok lényegesen különböztek. A minták 1994-1998 közötti évekből származtak, az egyes agrofizikai jellemzők mérése megegyezett a későbbi évekből származó mintáknál végzett vizsgálatokkal.

A fajták jellemző agrofizikai jellemzői a 24. táblázat tartalmazza.

24. táblázat A kalapácsos darálóval végzett aprítási ellenállás mérés során használt búzafajták néhány jellemzője

Fajtanév	Év	SZ	H	V	n	ESZT	Sűrűség	HLT
MV 15	1994	3,16	6,29	2,87	11,7	37,60	1,3678	
MV 16	1994	3,18	6,26	2,84	12,3	39,40	1,3586	
Kata	1995	3,55	6,27	2,95	11,4	44,60	1,3106	76,18
MV 17	1995	3,55	5,97	2,97	12,9	41,80	1,3464	
MV 21	1995	3,25	6,46	2,95	12,1	37,90	1,2978	
Öthalom	1995	3,43	6,50	3,00	11,4	44,60	1,3519	80,00
Duna	1996	3,23	6,46	2,89	8,6	40,20	1,3726	80,68
Jubilejnaja-50	1996	3,36	6,95	2,93	11,5	48,70	1,3449	80,31
Csűrös	1997	3,59	6,33	2,90	11,7	47,20	1,3133	76,24
Kata	1997	3,55	6,37	2,92	10,5	41,00	1,2695	73,06
MV 22	1997	3,11	5,40	2,75	12,2	32,70	1,3594	
MV 23	1997	3,44	6,49	2,87	12,1	40,00	1,3434	
Öthalom	1997	3,41	6,47	3,10	11,3	43,90	1,2656	72,44
Bétadur	1998	2,98	6,50	2,91		34,35	1,3271	74,72
Csűrös	1998	3,33	6,76	2,83	11,7	41,90	1,3580	68,90
Duna	1998	2,95	6,47	2,89	11,7	35,10	1,3107	78,90
Fatima	1998	3,52	7,27	3,13	11,9	45,00	1,3068	79,83
Kata	1998	3,22	6,05	2,69	11,9	35,80	1,3038	73,72
Magvas	1998	3,31	6,54	2,92	11,8	40,00	1,3339	74,94
Öthalom	1998	3,21	6,73	2,82	11,9	40,20	1,3077	73,43
Summa	1998	3,36	6,81	2,94	12,3	37,00	1,4285	72,90

Az 25. táblázat az értékeléshez legfontosabb számított fizikai jellemzők statisztikai értékeit mutatja be.

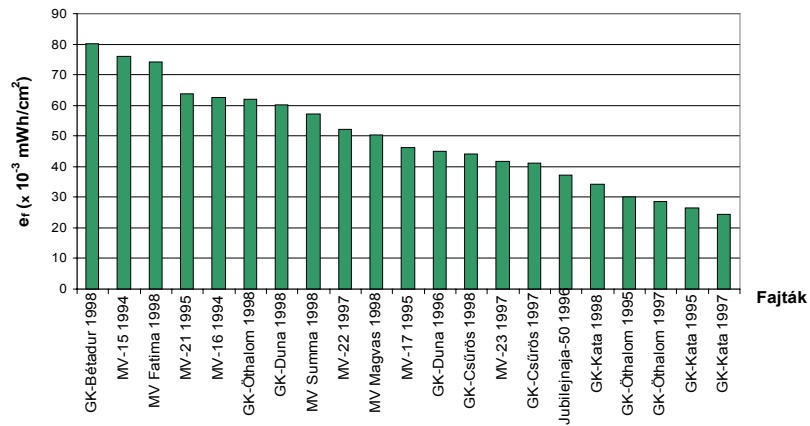
Mint a táblázat utolsó oszlopából is kiolvasható, a fajták átlagos aprítási ellenállása **49,11 ($\times 10^{-3}$ mWh/cm²)** értékű. A minták között egyaránt található puha és kemény szemszerkezetű fajta, erről tanúskodnak a minimum és maximum értékek.

25. táblázat A kalapácsos darálóval végzett aprítási ellenállás mérés legfontosabb statisztikai paramétere

Fizikai paraméter Statisztikai jellemző	Q_d	$P_{\bar{a}be}$ kW	P_{hbe} kW	e_{dt} kwh/t	x_d μm	Δa_d cm^2/g	e_f $\times 10^{-3}$ mWh/cm ²
Főátlag	160,4	1,122	0,317	1,971	1683	45,70	49,11
Átlag szórás	16,0	0,065	0,048	0,209	237,6	17,42	17,38
Minimum	129,0	1,02	0,24	1,54	1181,6	19,46	22,86
Maximum	213,0	1,26	0,42	2,60	2141,9	83,10	92,66
Mintaszám	129	129	129	129	129	129	129

A mérési eredményeket teljes részletességgel – terjedelmi korlátok miatt - a 2. mellékletben közöljük.

A 27. ábrán csökkenő nagyság szerinti sorrendben ábrázoltuk a vizsgált búzafajtákat. Jól érzékelhető, hogy az egyetlen durum fajta (GK-BÉTADUR) magas aprítási ellenállás értéket mutat. A keménységi sorrendet a GK-KATA fajták különböző évjáratai zárják. Szükséges megjegyezni, hogy éppen a stabilan alacsony szemkeménységi értékek miatt is a Kata fajtát a nemesítői visszavonták a köztermesztésből.



28. ábra A kalapácsos darálóval végzett aprítási ellenállás (e_f) átlagértékeinek alakulása a vizsgált fajták szerint, csökkenő sorrendbe rendezve (n=21)

A mérés sorozat legfontosabb energetikai és granulometriai adatainak statisztikai jellemzőit a 26 táblázat tartalmazza.

26. táblázat A kalapácsos darálóval végzett aprítási ellenállás mérés legfontosabb értékeinek statisztikai jellemzői fajták szerint

Ssz	Év	Fajtakód	Stst. jellemző	Q_d	e_{dt}	x_d	Δa_d	e_f
					kwh/t	μm	cm^2/g	$\times 10^{-3}$ mWh/cm^2
1.	1997	MV 22	Átlag	180,50	1,99	1782,59	38,61	52,15
			Szórás	8,78	0,09	81,96	5,00	4,84
			c.v.	4,86	4,72	4,59	12,93	9,28
2.	1994	MV 16	Átlag	159,00	2,12	2029,64	34,31	62,72
			Szórás	5,37	0,12	64,08	5,00	7,34
			c.v.	3,37	5,47	3,15	14,58	11,69
3.	1994	MV 15	Átlag	162,00	2,18	1965,29	29,30	75,97
			Szórás	4,65	0,27	130,01	6,02	11,42
			c.v.	2,86	12,33	6,61	20,55	15,02
4.	1995	MV 21	Átlag	158,50	2,08	2005,02	32,77	63,75
			Szórás	1,22	0,02	46,19	2,09	4,07
			c.v.	0,77	0,78	2,31	6,36	6,38
5.	1997	MV 23	Átlag	163,13	2,32	1638,09	56,27	41,71
			Szórás	19,70	0,24	136,97	9,79	3,28
			c.v.	12,07	10,29	8,36	17,39	7,86
6.	1995	MV 17	Átlag	210,50	2,00	1735,63	43,87	46,16
			Szórás	2,26	0,02	69,55	6,14	5,81
			c.v.	1,07	1,07	4,01	14,01	12,57
7.	1996	Duna 96	Átlag	174,00	2,03	1610,25	45,22	44,87
			Szórás	6,84	0,17	52,55	2,31	2,94
			c.v.	3,93	8,49	3,26	5,11	6,56
8.	1996	Jubilejnaja	Átlag	167,50	2,06	1534,30	55,26	37,28
			Szórás	2,26	0,14	45,92	2,22	2,11
			c.v.	1,34	6,65	2,99	4,01	5,64
9.	1997	Csürös 97	Átlag	163,00	2,02	1635,82	49,31	41,08
			Szórás	5,25	0,12	43,79	2,46	2,97
			c.v.	3,22	5,90	2,67	4,99	7,21
10.	1997	Kata 97	Átlag	148,00	1,93	1275,66	79,45	24,26
			Szórás	2,45	0,03	26,29	2,35	0,78
			c.v.	1,65	1,67	2,06	2,95	3,21
11.	1997	Öthalom 97	Átlag	158,50	2,08	1490,61	72,73	28,70
			Szórás	1,22	0,02	43,92	4,02	1,68
			c.v.	0,77	0,78	2,94	5,52	5,84

26. táblázat folytatás

Ssz	Év	Fajtakód	Stst. jellemző	Q _d	e _{dt}	x _d	Δ a _d	e _f
					kwh/t	μm	cm ² /g	x 10 ⁻³ mWh/cm ²
12.	1995	Kata 95	Átlag	168,86	2,00	1203,90	75,35	26,53
			Szórás	12,09	0,15	18,74	1,76	1,85
			c.v.	7,15	7,61	1,55	2,33	6,97
13.	1995	Öthalom 95	Átlag	164,00	2,01	1569,36	67,02	30,04
			Szórás	2,45	0,03	9,57	1,41	0,46
			c.v.	1,49	1,53	0,61	2,11	1,54
14.	1998	Kata 98	Átlag	145,00	1,91	1343,76	56,16	34,22
			Szórás	2,45	0,13	44,80	2,97	3,59
			c.v.	1,68	6,54	3,33	5,28	10,49
15.	1998	Öthalom 98	Átlag	144,50	1,92	1802,70	31,35	61,91
			Szórás	2,26	0,14	40,65	4,02	7,41
			c.v.	1,56	7,49	2,25	12,81	11,97
16.	1998	Duna 98	Átlag	150,00	1,85	1790,03	31,47	60,20
			Szórás	2,68	0,11	64,95	5,43	10,95
			c.v.	1,78	5,94	3,62	17,26	18,18
17.	1998	Csürös 98	Átlag	146,50	1,64	1762,92	38,00	44,09
			Szórás	2,95	0,03	86,53	6,39	6,94
			c.v.	2,01	2,00	4,91	16,81	15,74
18.	1998	Bétadur 98 [†]	Átlag	154,00	1,70	1705,10	21,31	80,08
			Szórás	2,45	0,16	32,88	1,02	7,45
			c.v.	1,59	9,49	1,92	4,81	9,31
19.	1998	Magvas 98	Átlag	150,00	1,71	1762,50	34,66	50,47
			Szórás	4,65	0,21	64,52	5,77	10,64
			c.v.	3,09	12,43	3,66	16,63	21,07
20.	1998	Fatima 98	Átlag	146,00	1,95	2038,94	27,28	74,20
			Szórás	1,55	0,02	80,64	5,94	14,83
			c.v.	1,06	1,06	3,95	21,77	19,98
21.	1998	Summa 98	Átlag	153,00	1,76	1755,41	31,44	57,08
			Szórás	1,90	0,15	71,47	5,04	8,16
			c.v.	1,24	8,71	4,07	16,02	14,30

Megjegyzés:

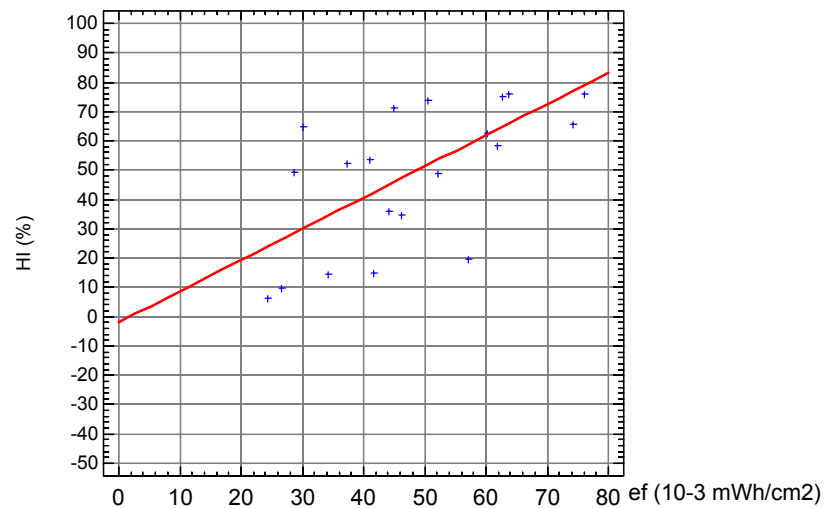
† A GK-Bétadur fajta durum (*Triticum durum*) búza és a durum búzákra jellemző magas keménység érték miatt vettük be a kísérleti sorunkba.

Az általunk kidolgozott mérési módszer által kapott eredményeket (aprítási ellenállás e_f : $\times 10^{-3}$ mWh/cm²) összehasonlítottuk a Perten –féle hardness index (HI:%) értékekkel. A 27. táblázat a mérési eredmények átlagértékeit mutatja be.

27. táblázat a hardness index (HI:%) és a kalapácsos darálóval végzett aprítási ellenállás (e_f : $\times 10^{-3}$ mWh/cm²) értékei a vizsgált búzafajták esetében, növekvő aprítási ellenállás szerint rendezve

Fajtanév	Év	Hi	e_f	Fajtanév	Év	Hi	e_f
Kata	1997	6,49	24,3	Magvas	1998	73,69	50,5
Kata	1995	9,92	26,5	MV 22	1997	48,93	52,2
Öthalom	1997	49,34	28,7	Summa	1998	19,72	57,1
Öthalom	1995	64,66	30	Duna	1998	62,5	60,2
Kata	1998	14,65	34,2	Öthalom	1998	58,2	61,9
Jubilejnaja-50	1996	52,12	37,3	MV 16	1994	75,01	62,7
Csűrös	1997	53,5	41,1	MV 21	1995	76,11	63,7
MV 23	1997	14,87	41,7	Fatima	1998	65,68	74,2
Csűrös	1998	35,9	44,1	MV 15	1994	75,99	76
Duna	1996	71,2	44,9	Bétadur	1998	99,75	80,08
MV 17	1995	34,47	46,2				

A kapcsolat grafikus interpretációját a 29. ábrán láthatjuk. Az ábránál a **kapcsolat jellegét kell kiemelni**, valamint azt a tényt, hogy **helyesen megválasztott határértékek mellett a fajták keménységi osztályba sorolása** mindkét módszerrel lehetséges.



29. ábra A kalapácsos darálóval végzett aprítási ellenállás (e_f) és a hardness index (HI) kapcsolata a vizsgált búzafajták esetében (n=21)

Az egyes vizsgált agrofizikai tulajdonságok és a kétféle szemkeménységi értékek között elvégzett korreláció analízis eredményeit közli a 28. táblázat. A táblázat utolsó két sorában a kapcsolat jellegére és az összefüggés szorosságára utaló korrelációs együtthatók értékei (vastag betűvel szedve). A kritikus értékeket táblázat alapján, valószínűségi szintek szerint tüntettük fel.

28. táblázat A búzafajták agrofizikai és szemkeménységi értékeinek korrelációs táblázata (n=21)

	SZ	H	V	ESZT	Sűrűség	HLT	Hi
szélesség	1						
hosszúság	0,175	1					
vastagság	0,488	0,514	1				
ESZT	0,791	0,525	0,585	1			
Sűrűség	-0,243	-0,192	-0,327	-0,116	1		
HLT	-0,007	0,258	0,334	0,251	0,361	1	
Hi	-0,552***	0,221	0,185	-0,206	0,299	0,373	1
e _f	-0,588***	0,175	-0,036	-0,463	0,250	0,139	0,74***

** szignifikáns 95 % valószínűségi szinten

*** szignifikáns 99 % valószínűségi szinten

Jól érzékelhető, hogy a szélességi méreten kívül, amely negatív és közepesen szorosnak mutatkozott mindkét mérési módszer esetében, csak az ezerszemtömeg (ESZT) és az aprítási ellenállás esetében mutatható ki 95% valószínűségi szinten közepesen szoros negatív korreláció. Ennek oka azonban sokkal inkább az ezerszem tömeg és a szélességi méret hasonlóságában keresendő, semmint valódi, közvetlen kapcsolatról lenne szó.

A hardness index és a kalapácsos darálóval mért aprítási ellenállás között, mint arra már utalás és magyarázat történt, **99 % valószínűségi szinten, közepesen szoros (r=0,74)** kapcsolat fedezhető fel.

3.3.2 Búzaminták aprítási ellenállásának mérési eredményei tárcsás aprítógép használatával

A szemkeménység értéke, mint arra már a műszer ismertetésekor utalás történt korábbi fejezetben, nem fizikai jellemzőt takar, hanem egy viszonyszám, amelyet adott (puha és kemény) búza mérésével határoz meg a gyártó. Ennek tudható be, hogy negatív értékek is előfordulhatnak, amely fizikailag nyilvánvalóan nem értelmezhető illetve helytelen. Ennek tudható

be, hogy a HI és az aprítási ellenállás értékei közötti kapcsolat egyenlete negatív HI értékről indul. Minden valószínűség szerint a negatív tartomány elején található a műszer valódi zérus pontja, vagyis az elméleti nulla aprítási ellenálláshoz tartozó elméleti nulla szemkeménység. Magától értetődően csak elméleti értékről beszélhetünk, hiszen a valóságban egy anyagnak nem lehet zérus a szemkeménysége.

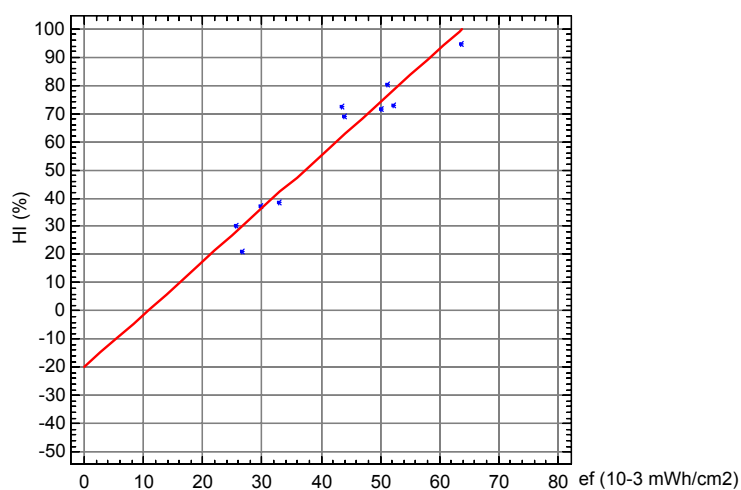
A kalapácsos darálóval történt aprítási ellenállás és hardness index közötti kapcsolat közepesen szoros összefüggése miatt felvetődött más aprítógéppel való mérés lehetősége. Méréstechnikailag a pontosság növelése úgy lehetséges, ha a veszteségeket (súrlódási, hő, légszállítás) csökkentjük az aprítási energiához képest. A járulékos ellenállások csökkentése, a mérés megbízhatóságának növelése érdekében elvégeztük 10 búzafajta aprítását egy ún. tárcsás darálóval, amelynek részletes mérési eredményeit a 3.mellékletben mutatjuk meg.

A mérések összefoglaló statisztikai jellemzőit a 29. táblázat mutatja. Látható, hogy a legfontosabb különbség a KD-161 darálóval kapott értékekhez képest, hogy a tömegegységre vetített átlagos aprítási energiaigény magasabb ugyan, de a képződött örlemény szemcsemérete nagyobb, az átlagos fajlagos felület érték magasabb. Ebből következően az új darafelület létrehozásához szükséges energia (vagyis az aprítási ellenállás) alacsonyabb.

29. táblázat A tárcsás aprítógéppel végzett aprítási ellenállás mérés legfontosabb statisztikai paraméterei

Fizikai paraméter Statisztikai jellemző	Q_d kg/ó	$P_{\text{ö be}}$ kW	$P_{\text{h be}}$ kW	e_{dt} kwh/t	x_d μm	Δa_d cm ² /g	e_f x 10 ⁻³ mWh/cm ²
Főátlag	27,18	0,29	0,14	5,06	504,80	124,00	43,16
Átlag szórás	2,07	0,02	0,01	0,75	41,40	23,86	13,16
Minimum	24,39	0,26	0,11	3,94	434,70	78,99	22,79
Maximum	30,94	0,31	0,15	6,00	584,32	177,03	68,56
Mintaszám	38	38	38	38	38	38	38

A **hasznos illetve veszteség energia értékek aránya miatt** ezen berendezéssel mért aprítási ellenállás és a hardness index közötti reláció lényegesen szorosabbá vált, mint azt a 30. ábra is tanúsítja.

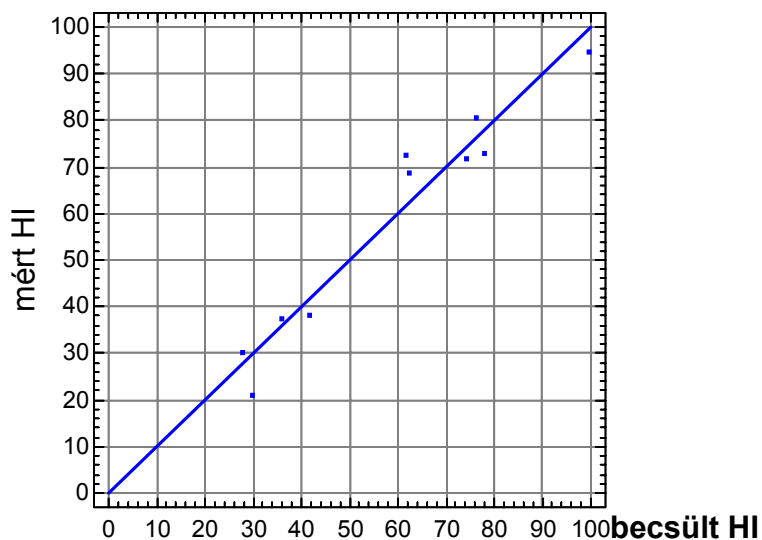


30. ábra A tárcsás darálóval mért aprítási ellenállás (e_f) és a hardness index (HI) közötti kapcsolat 10 búzafajta esetében

A kapcsolatot leíró egyenlet az alábbi.

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

A korrelációt helyességét igazolja a becült és a mért értékek közötti kapcsolatot szemléltető 31. ábra is.



31. ábra Az aprítási ellenállásból számított HI és a mért HI közötti kapcsolat (n=10)

A mérési eredményeket részletesebben a 3. mellékletben közöljük.

3.3.3 Búzaminták szemkeménységi (hardness index) mérési eredményei

A hardness index (HI: %) mérésével történő szemkeménység meghatározást három kérdés tisztázása érdekében tartottuk fontosnak.

- ad1. Összehasonlítani a hardness index (HI:%) és az általunk kidolgozott aprítási ellenállás (e_f : $\mu\text{Wh}/\text{cm}^2$) értékeket.
- ad2. Megállapítani, hogy a szemszerkezet és más agrofizikai tulajdonság(ok) között tapasztalható-e kapcsolat.
- ad3. Kísérleti körülmények között bizonyítani a szemszerkezet és a búzalisztek közötti kapcsolatot.

Eredményeink alapján mindhárom kérdésre megnyugtató, kísérleti eredményekkel alátámasztott bizonyítékokat kaptunk, amelyeket részletesen az alábbiakban ismertetünk.

Az első pontban felvetett kérdésre az előző fejezetben részletesen kitértünk, bemutatva a kísérleti adatokat és értékelve, elemezve az eredményeket. Ezért erre a kérdésre ezen fejezetben ismét nem térünk ki.

Itt jegyezzük meg, hogy a további eredmények közzlése során már csak az **1999-2002** évek adataira támaszkodunk.

Az egyes mintákhoz tartozó szemkeménységi (hardness index) értékek a 4. mellékletben találhatóak meg, a minták egyéb jellemzői között. A mérések néhány jellemző statisztikai paramétereit a 30. táblázat közli.

Bár az átlagérték jelen esetben teljesen félrevezető lehet, mivel alapvetően két keménységi osztályt (puha és kemény) különböztethetünk meg, közvetve mégis azt jelzi, hogy a minták nagyobb része kemény szemszerkezetűnek tekinthető.

30. táblázat A hardness index értékeinek statisztikai mutatói

	Hi
Főátlag	57,43
Minimum	6,10
Maximum	89,43
Szórás	18,58
Mintaszám	173

A legalacsonyabb keménység értékű a GK-MÉRŐ fajta 1999-es évjáratának, Fülöpszállásról származó mintája volt (HI=6,1). Vizsgálataink során a legkeményebb a 2002-ben szintén Fülöpszálláson termelt BÁNKUTI 1201 fajta volt (89,43).

Amint arra több, már ismertetett fejezetbe említést tettünk, a szemkeménység lényeges szerepet játszik az egyes agrofizikai jellemzők közötti kapcsolatban. A nemzetközi gyakorlatnak megfelelően két szemkeménységi osztályra bontottuk a mintákat.

A **HI ≥ 50 értéktartományba** eső mintákat **KEMÉNY**, a **HI < 50 tartományba** tartozó mintákat **PUHA** szemszerkezetűnek tekinthetjük.

Elméletileg lehetőség volna egy kevert (mixed) csoport elkülönítésére, de ennek csak kereskedelmi tételek esetén volna igazán értelme, hiszen az 50 körüli átlagos Hi érték gyakran abból adódik, hogy a mintában egyaránt található kemény és puha búza. Esetünkben fajtaazonos tételekkel dolgoztunk, ezért elegendő a két keménységi osztály.

A 31. táblázatban a két keménységi csoportba sorolt minták fontosabb statisztikai paraméterei olvashatók. A szórás eredményeiből kitűnik, hogy a két csoport alapvetően különbözik. Az összevont, tehát az összes mérési adatot magába foglaló szórás érték lényegesen nagyobb (kb. kétszer akkora), mint bármelyik csoport szórás értékei, amelyek viszont gyakorlatilag alig különböznek egymástól.

A két csoport mintaszáma közötti eltérés legfontosabb oka, hogy a puha fajták a magyar köztermesztésben egyre kisebb hányadban fordulnak elő. A nemesítők törekednek arra, hogy a puhább fajtákat keményebbekkel váltsák fel.

31. táblázat A hardness index értékeinek statisztikai jellemzői évek szerinti bontásban

Keménységi csoport	KEMÉNY	PUHA	Összesen
Mintaszám	113	60	173
Átlag	68,58	36,42	54,43
Minimum	50	6,10	6,10
Maximum	89,43	49,89	89,43
Szórás	11,04	9,35	18,58

A szemméret és egyéb paramétereknél már bizonyítást nyert, hogy az évjárat és a termőhely szerepe alapvető hatást gyakorol a vizsgált tulajdonságokra. A szemkeménységnél hasonló megállapításokról lehet beszámolni. Annak ellenére, hogy a fajták között nem volt teljes az átfedés, a 32. táblázat híven tükrözi a leirtakat.

32. táblázat A hardness index értékeinek statisztikai jellemzői évek szerinti bontásban

Évjárat	1999	2000	2001	2002	1999-2002
Mintasám	53	12	48	60	173
Átlag	51,61	57,69	56,71	63,10	54,43
Minimum	6,10	30,04	24,58	22,68	6,10
Maximum	82,05	76,07	83,72	89,43	89,43
Szórás	18,19	16,56	15,61	20,13	18,58

Az évjárat, a termőhely szerepének valamint a fajta hatásának pontosabb tisztázása érdekében három tényezős variancia analízis végeztünk el, amelynek összefoglaló értékelése a 33. táblázatban és a 32-34. ábrákon látható.

Leglényegesebb megállapítás, hogy a fajta szerepe megkérdőjelezhetetlen, minden tekintetben szignifikáns hatást gyakorol a szemkeménységi értékek alakulására. Ezt a 32. ábra mellett a -33. táblázat P-értékei is alátámasztják.

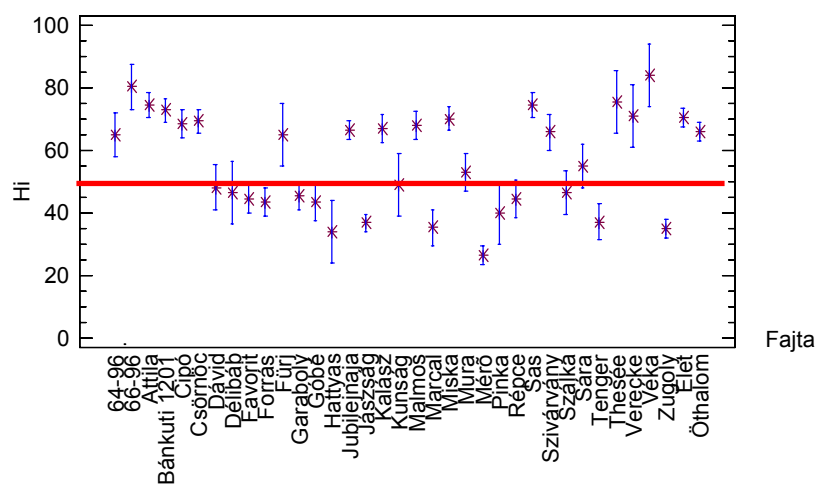
33. táblázat A búzaminták HI értékeinek három tényezős variancia táblázata

HATÁS	Négyzetösszeg	FG	Variancia	F-arány	P-érték
Év	4052,92	3	1350,97	27,53	0,0000
Fajta	44454,8	35	1270,14	25,88	0,0000
Termőhely	4872,36	5	974,472	19,85	0,0000
Reziduális	6331,45	129	49,081		
Teljes	59362,5	172			

A fajták szerinti értékelésnél jól megkülönböztethetők a kemény és a puha minták. Az osztályba sorolásnál komolyabb nehézséggel akkor kell szembe nézni, amikor olyan fajták értékelését végezzük, mint pl. a DÁVID, a DÉLIBÁB, a KUNSÁG vagy a MURA. Ezen fajták esetében a keménység nem stabil fajtajellemző. Vagyis az időjárási vagy környezeti hatás változását érzékenyen és határozottan reagálják le.

Az általánosan **jobb évjáratokban**, amikor a csapadék mennyisége és a hőmérséklet is elegendő, a termőhely is megfelel a fajta igényeinek, az eredeti fajtajellemzők kidomborodnak és a **keménységi érték magas** lesz.

Roszsabb körülmények között azonban a fajta genetikai adottságai nem képesek felszínre kerülni és a **szemszerkezet lazább, puhább** lesz. Fontos megjegyezni, hogy a szemszerkezet általában jól és a legtöbb fajtánál stabilan öröklődő tulajdonság.

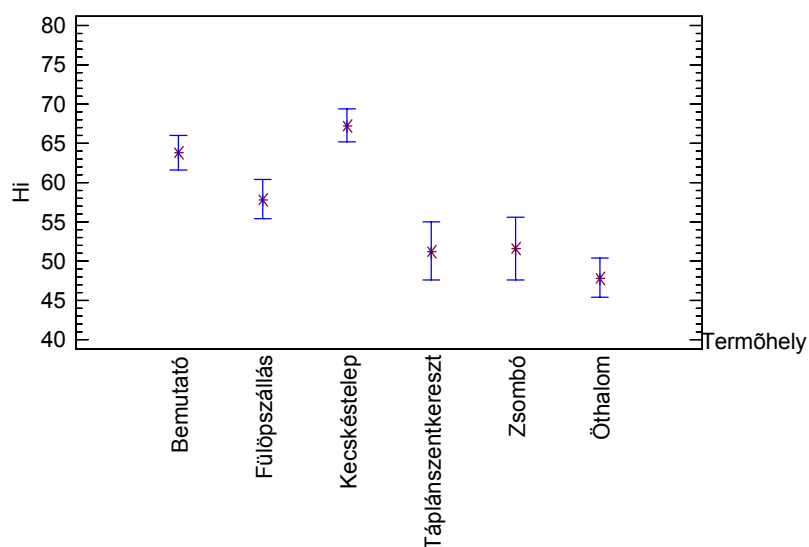


32. ábra A hardness index (HI:%) átlagértékeinek alakulása fajták szerint (n=173)

A fajták hatása mellett a termőhely szerepe is jelentős, szignifikáns hatást gyakorol a HI értékeinek alakulására. A 33. ábrán látható, hogy a két szegedi

kísérleti parcelláról (Bemutató és Kecskéstelep) származó minták átlagos hardness index értékei szignifikánsan magasabbak voltak az egyéb termőhelyekétől. Kiemelt figyelmet érdemel a harmadik szegedi kísérleti helyről (Óthalom) begyűjtött minták HI értéke, amely a másik két szegeditől különbözött és az összes között a legalacsonyabb is volt. A szignifikáns differenciára magyarázat az eltérő csapadékmennyiség és a talaj szerkezetében és összetételében lévő különbség. A hőmérsékleti viszonyokban nem volt akkora eltérés, amely ilyen mértékű hatást eredményezett volna.

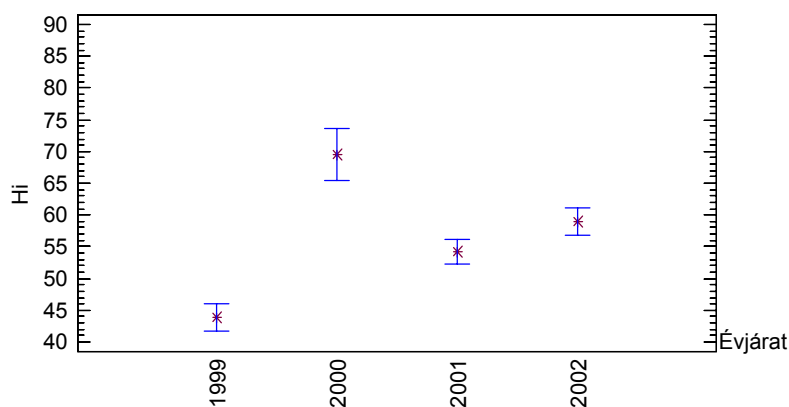
A Táplánszentkeresztről származó mintákhoz viszonyított különbségekre feltétlen logikus magyarázat, hogy az jelentős földrajzi távolságban fekszik a szegedi parcelláktól és a meteorológiai hatások, a talajadottságok jelentősen mások. Az alacsonyabb HI értéke a gyengébb talajtípusból, a kisebb hőmérsékleti értékekből és részben a magas csapadékmennyiségből adódnak.



33. ábra A hardness index (HI:%) átlagértékeinek alakulása termőhelyenként (n=173)

Amint az a 34. ábrán is látható, az évjáratok szerepe is jelentősen befolyásolja a szemkeménység alakulását. Mind a négy év között szignifikáns különbség mutatkozik, azaz a keménységi értékek rendkívül erősen függenek elsősorban az időjárási körülményektől. Mivel az ábrán a hardness index átlagértékek konfidencia intervallumai láthatók, szembetűnik, hogy a csapadékosabb 1999. évben a HI értékei lényegesen alacsonyabbak voltak bármely más esztendőétől. A csapadék mennyiség és a szemszerkezet közötti kapcsolatot valószínűsíti, hogy a kifejezetten aszályos 2000. és 2002. évben kaptuk a legmagasabb átlag értékeket.

Ugyanakkor fel kell rá hívni a figyelmet, hogy a 2000. év magas értékeinek az is lehet az oka, hogy a megelőző év csapadékos időjárása alapozta meg a következő év jó minőségét.



34. ábra A hardness index (HI:%) átlagértékeinek alakulása évjáratok szerint (n=173)

A szemkeménység és a búzák lisztjeinek várható mennyisége és minősége közötti kapcsolat jelentős részben egyéni tapasztalatokon alapuló, sajátosan megfogalmazott szakmai megérzés. Kísérleti körülmények közötti igazolása, elemzése hiányos. A probléma gyökere onnan indul, hogy a molnárok a szemkeménységet gyakran az acélossággal azonosítják, holott a két jellemző

nem ugyanaz. A szemkeménység definíciója már ismert, az acélosság pedig a szemek üvegesen áttetsző tulajdonságát jelenti.

Vizsgálatainkat 2002. évi termésből végeztük, amelyek több termőhelyről származtak.

Elsőként a szemkeménység és a búzalisztek mennyiségének összefüggését tárgyalják. Annak ellenére, hogy a lisztek laboratóriumi malmon állítottuk elő, a levont következtetések helytállósága ipari méretekben is adekvát.

A **kiórlás** a laboratóriumi körülmények között nyert liszt arányt jelenti a búza mennyiségéhez viszonyítva. A fogalom jelen munkában szinoním a liszthányad, lisztkihozatal és liszthozam kifejezésekkel. A malomipari praktikum kiórlás alatt némely esetben a búzából elméletileg kinyerhető endospermium mennyiségét érti. Más terminológia szerint kiórlás a malom adott üzemállapota mellett az aktuális összes őrlemény mennyisége a malomra kerülő búzamenyiséghez képest. A fogalom tisztázása azért szükséges, hogy ne történhessenek értelmezési problémák.

A kiórlás és a hardness index közötti egyszerű lineáris regressziós kapcsolat egyenlete az alábbiak szerint alakult:

$$\text{Kiórlás} = 53,9924 + 0,16356 \cdot \text{HI} \quad (R^2=0,3814, n=36, r=0,632)$$

A regresszió fontosabb statisztikai jellemzőit a 34-35. táblázatok tartalmazzák.

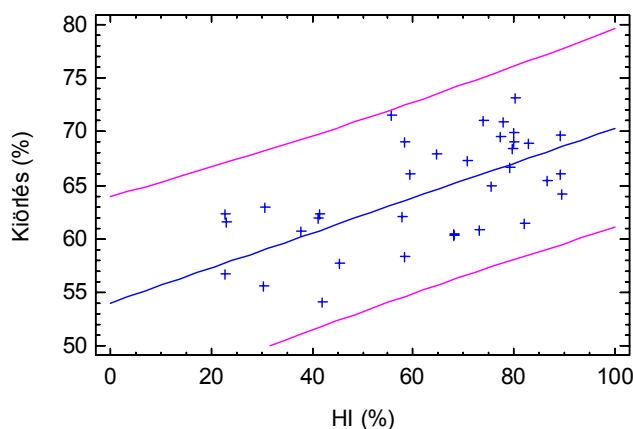
34. táblázat A HI és kiórlás közötti lineáris regresszió statisztikai jellemzői

Paraméter	Becslés	Standard Error	t-érték	P-érték
Regr. állandó	53,9924	2,25064	23,9898	0,0000
Regr. koefficiens	0,16356	0,03442	4,7524	0,0000

35. táblázat A HI és kiőrlés közötti lineáris regresszió variancia táblázata

FORRÁS	Négyzetösszeg	FG	Variancia	F-arány	P-érték
Model	424,99	1	424,99	22,59	0,0000
Reziduális	639,782	35	18,8171		
Teljes	1064,77	35			

Az 35. ábra a hardness index és a kiőrlés közötti kapcsolatot szemlélteti.



35. ábra A szemkeménység (HI:%) és a kiőrlés (%) közötti összefüggés a 2002. évi búzamintáknál (n=36)

A továbbiakban véleményt kívántunk alkotni arra vonatkozóan, hogy a kiőrlés becslő egyenletét, a szemkeménység mellett befolyásolja –e egyéb agrofizikai jellemző. A többszörös regressziós analízist elvégezve a változók számát, azok „súlya” vagyis a modellben betöltött szerepe szerint elemeztük.

A P-értékek változónkénti vizsgálata során bizonyítást nyert, hogy kizárólag a hardness index illetve a szélességi és vastagsági méret szerepe meghatározó (36. táblázat).

36. táblázat A kiórlés és további agrofizikai tulajdonságok közötti többszörös lineáris regresszió statisztikai jellemzői

FORRÁS	Becslés	Standard Error	t-érték	P-érték
Állandó	90,8991	48,0326	1,89245	0,0688
Ezerszem	0,290008	0,393879	0,736286	0,4677
HI	0,212759	0,0357994	5,94309	0,0000*
HLT	-0,337169	0,309743	-1,08854	0,2856
Hosszúság	-2,20587	2,99251	-0,737129	0,4672
Burkolt sűrűség	-11,57	31,732	-0,364616	0,7181
Szélesség	20,2521	9,22954	2,19427	0,0367*
Vastagság	-19,8501	9,32657	-2,12834	0,0422*

A *-al jelölt változó 95 %-os szinten szignifikánsak, a többi paraméter hatása nem szignifikáns.

Az elemzés szerint tehát a modellt úgy lehetett egyszerűsíteni, hogy a **hardness index mellett elegendő valamelyik szemméretet**.

További elemzés után megállapítást nyert, hogy a szélesség és vastagság értékek közül az előbbi P-értéke alacsonyabb.

A két független változóval becsült, módosított kiórlési becslő egyenlet ezek alapján az alábbi alakú:

$$\text{Kiórlés} = 3,40979 + 15,8725 \cdot \text{SZ} + 0,174489 \cdot \text{HI} \quad (R^2=0,5424, n=36, r=0,734)$$

ahol SZ: a búzaszemek szélességi mérete (mm)

HI: a búzaminta szemkeménységi (hardness index) értéke (%)

A két változós regresszió fontosabb statisztikai jellemzőit a 37. táblázat tartalmazza.

37. táblázat A kiörlés valamint a HI és szélesség közötti többszörös lineáris regresszió statisztikai jellemzői

FORRÁS	Becslés	Standard Error	t-érték	P-érték
Állandó	3,40979	14,1826	0,240421	0,8115
Szélesség	15,8725	4,40877	3,60021	0,0010
HI	0,174489	0,0297566	5,86389	0,0000

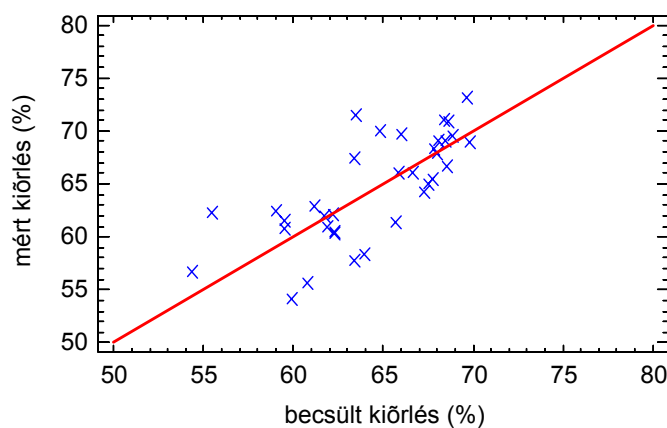
A becslés variancia elemzésének eredményeit a 38. táblázat ismerteti.

38. táblázat A kiörlés (HI és SZ alapján történő) becslés lineáris regressziójának variancia táblázata

FORRÁS	Négyzetösszeg	FG	Variancia	F-arány	P-érték
Model	605,414	2	302,707	21,75	0,0000
Reziduális	459,358	33	13,9199		
Teljes	1064,77	35			

A becslés megfelelőségét támasztja alá a becült és mért értékek közötti összefüggést ábrázoló egyenes (36. ábra).

Kiőrlés = $3,40979 + 15,8725 \cdot SZ + 0,174489 \cdot HI$ ($R^2=0,5424$, $n=36$, $r=0,734$)



36. ábra A kiőrlés becslésének és a mért értékek kapcsolata

Megállapítható tehát, hogy a **szemkeménység és a kiőrlés** - mint a malmi tevékenység gazdaságosságát alapvetően meghatározó tényező - között **pozitív és szignifikáns korreláció** áll fenn.

További eredmény, hogy a búzák várható **lisztmennyiségét** a **szélességi méret** és a **hardness index** alapján megalkotott közelítő modellel, **eredményesen lehet becsülni**.

A kutatók érdeklődését régóta foglalkoztatja, hogy a szemkeménység és a lisztminőség milyen kapcsolatban állnak egymással. Saját munkánkon kívül néhány jelentős, ebben a témában megjelent tudományos közlemény az elmúlt évekből (VIDA és BEDŐ, 1999, RAKSZEGI et al. 2000, OSBORNE et al., 1997, SISSONS et al, 2000).

A vizsgált minták szemkeménysége és a búzából nyert lisztek értékmérő, beltartalmi jellemzői között végzett elemzés során arra a megállapításra

jutottunk, hogy a hardness index az alveográfus P érték és W érték, valamint a valorigráfus vízfelvevő képesség kivételével nem hozható semmiféle közvetlen kapcsolatba.

Pozitív és közepesen szoros illetve szoros korrelációs tapasztaltunk az alveográfus meghatározott nyújtás (P érték: mm) között.

A relációt az alábbi egyenlet írja le:

$$P = 31,1612 + 0,824323 \cdot HI \quad (R^2=0,6091, n=36, r=0,78)$$

ahol P : az alveográfus nyújtási érték (mm)

HI: a búzaminta szemkeménységi (hardness index) értéke (%)

A regresszió statisztikai jellemzőit a 39-40. táblázatok tartalmazzák.

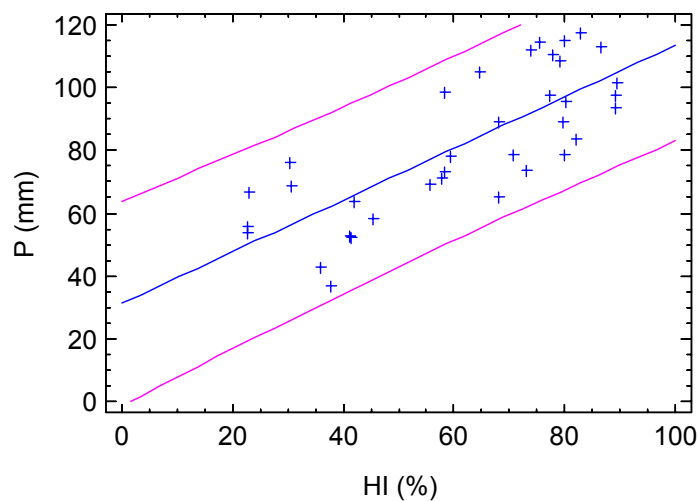
39. táblázat Az alveográfus nyújthatóság (P) és a HI közötti lineáris regresszió statisztikai jellemzői

Paraméter	Becslés	Standard Error	t-érték	P-érték
Regr. állandó	31,1612	7,40466	4,20833	0,0002
Regr. koefficiens	0,824323	0,113232	7,27994	0,0000

40. táblázat Az alveográfus nyújthatóság (P) és a HI közötti lineáris regresszió variancia táblázata

FORRÁS	Négyzetösszeg	FG	Variancia	F-arány	P-érték
Model	10794,7		10794,7	53,00	0,0000
Reziduális	6925,2		203,682		
Teljes	17719,8				

Az összefüggés grafikus ábrázolása a 37. ábrán tekinthető meg.



37. ábra A szemkeménység (HI:%) és az alveográfus P érték (mm) közötti összefüggés a 2002. évi búzamintáknál (n=36)

Az előzőnél árnyaltabb, de figyelemre méltó eredményt adott az alveográfus deformációs munka (W : 10^{-4} J) kapcsolata a szemkeménységgel.

$$W = 91,5305 + 2,28026 \cdot HI (R^2=0,4291, n=36, r=0,667)$$

ahol W : az alveográfus deformációs munka (10^{-4} J)
 HI: a búzaminta szemkeménységi (hardness index) értéke (%)

A **közvetlen kapcsolat** közepesen szorosnak és szignifikánsnak mutatkozott, amelyet a statisztikai jellemzők is bizonyítanak (41. táblázat).

41. táblázat A W és HI közötti lineáris regresszió statisztikai jellemzői

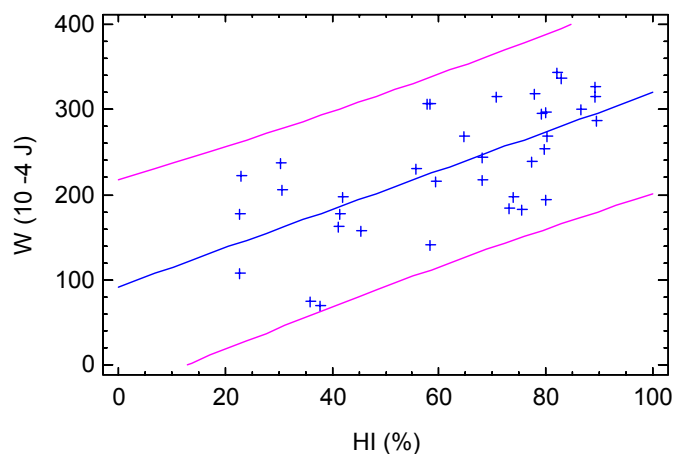
Paraméter	Becslés	Standard Error	t-érték	P-érték
Regr. állandó	91,5305	28,5303	3,20818	0,0029
Regr. koefficiens	2,28026	0,436286	5,22652	0,0000

A becslés variancia elemzésének eredményeit a 42. táblázat ismerteti.

42. táblázat A W és HI közötti lineáris regresszió variancia táblázata

FORRÁS	Négyzetösszeg	FG	Variancia	F-arány	P-érték
Model	82600,2	1	82600,2	27,32	0,0000
Reziduális	102810,0	34	3023,82		
Teljes	185410,0	35			

Az alábbi ábrán jól figyelemmel követhető a kapcsolat jellege és tendenciája (38. ábra).



38. ábra A szemkeménység (HI:%) és az alveográfus W érték (10^{-4} J) közötti összefüggés a 2002. évi búzamintáknál (n=36)

A mérési eredmények elhelyezkedése alapján azt a hipotézis fogalmazzuk meg, hogy az összefüggés vagy fajtajellegű vagy a természetés egyéb körülményeitől függő.

A kapcsolat fajtajellegét egyértelműen elvetettük, mivel az összefüggések itt nem részletezett jellemzői kizárták.

Megvizsgálva a termőhely hatását azonban a hipotézis igazolást nyert, vagyis a szemkeménység és az alveoráfos deformációs munka közötti kapcsolat szorosságát a termőhely egyértelműen és pozitív irányban befolyásolja. Az alábbi táblázatban a a HI-W közötti kapcsolat determinációs és korrelációs tényezői látható, termőhelyenként (43. táblázat).

43. táblázat A W és HI értéke közötti együtthatók termőhelyenként (2002. évi minták)

Termőhely	R²	n	r	szignifikancia
Bemutató	0,7783	8	0,882	P<0,005
Kecskéstelep	0,6415	8	0,801	P<0,005
Óthalom	0,6430	6	0,802	P<0,005
Fülöpszállás	0,7372	6	0,856	P<0,005
Táplánszentkereszt	0,4676	8	0,683	P<0,005

Megállapítható, hogy a táplánszentkereszi parcella kivételével (ahol közepesen szoros kapcsolat adódott) mind a determinációs, mind a korrelációs koefficiens magas. Azaz a szemkeménység és a deformációs munka egymáshoz viszonyított kapcsolata 95% valószínűségi szinten szignifikáns és szoros.

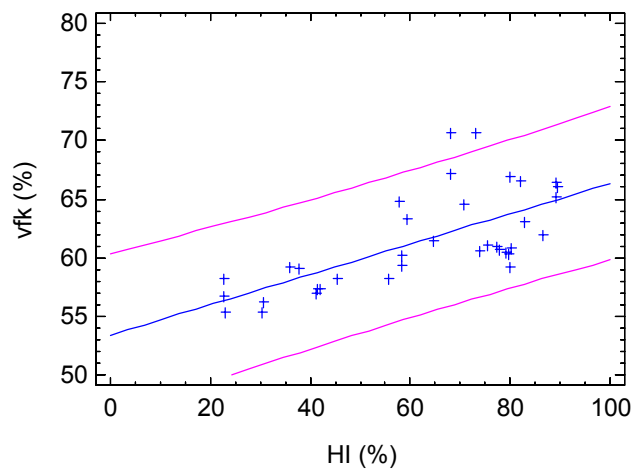
A dinamikus téztavizsgálati módszerekkel mért jellemzők közül a **valorigráfos vízfelvevőképesség** és a **szemkeménység** között lehetett bizonyított kapcsolatot kimutatni.

A kapcsolat leírása az alábbi egyenlettel történt meg.

$$Vfk = 53,3915 + 0,129454 * HI \quad (R^2=0,4575, n=36, r=0,676)$$

ahol Vfk : a búzalisztek valorigráfus vízfelelvő képessége (%)
 HI: a búzaminta szemkeménységi (hardness index) értéke (%)

A korrelációs közepesen szoros és 95 %-os szinten szignifikáns. A 39. ábrán az összefüggés ábrázolása látható.



39. ábra A szemkeménység (HI:%) és a vízfelvőképesség (%) összefüggése a 2002. évi búzamintáknál (n=36)

A fontosabb statisztikai paramétereket az 44. és a 45. táblázat közli.

44. táblázat A Vfk és HI közötti lineáris regresszió statisztikai jellemzői

Paraméter	Becslés	Standard Error	t-érték	P-érték
Regr. állandó	53,3915	1,58079	33,7751	0,0000
Regr. koefficiens	0,129454	0,0241735	5,35519	0,0000

45. táblázat A Vfk és HI közötti lineáris regresszió variancia táblázata

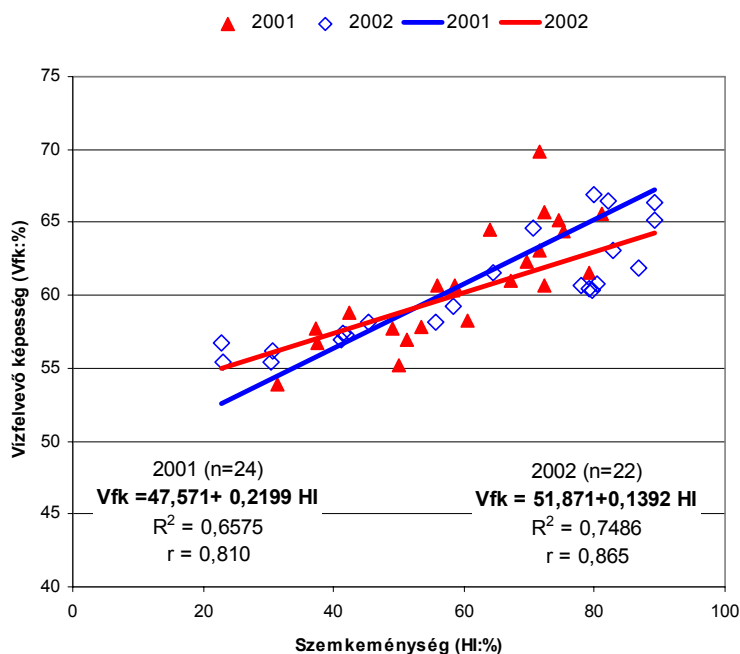
FORRÁS	Négyzetösszeg	FG	Variancia	F-arány	P-érték
Model	266,222	1	266,222	28,68	0,0000
Reziduális	315,626	34	9,28311		
Teljes	581,848	35			

Az alveográfus deformációs munka kapcsolatával analóg megvizsgálva a termőhely szerepét, arra a következtetésre jutottunk, hogy a termesztés lokális jellemzői erős hatást gyakorolnak a szemkeménység és a vízfelvevő képesség közötti kölcsönkapcsolatra.

46. táblázat A vízfelvevő képesség és HI értéke közötti együtthatók termőhelyenként (2002. évi minták)

Termőhely	R ²	n	r	szignifikancia
Bemutató	0,7123	8	0,844	P<0,005
Kecskéstelep	0,7042	8	0,839	P<0,005
Óthalom	0,7286	6	0,854	P<0,005
Fülöpszállás	0,2378	6	0,488	NSZ
Táplánszentkereszt	0,8636	8	0,929	P<0,005

A 46. táblázatból is kiolvasható, hogy egyetlen termőhely (Fülöpszállás) adatai kivételével a kapcsolat szignifikáns és szoros.



40. ábra A szemkeménység (HI:%) és a vízfelvőképesség (%) összefüggése a 2001 és 2002. évi szegedi termőhelyről származó búzamintáknál (n=46)

A keménység és a sütőipari szempontból különösen jelentős vízfelvő képesség közötti kapcsolat bizonyítása során meg kell említeni, hogy a hatást módunkban állt két év adatai alapján is összehasonlítani (40. ábra).

A 2001. és a 2002. év szegedi termőhelyeiről származó minták értékeit, megállapítható és bizonyítható, hogy a **kapcsolat szoros**, a korrelációs koefficiens **mindkét évben 0,8 feletti** értékre adódott.

A szemszerkezet **keménysége** és a **farinográfus értékszám** (mint komplex minőségi jellemző) között **semmilyen szintű kapcsolatot nem lehet igazolni**. A dinamikus tészta vizsgálati módszerekkel meghatározott

vízfelvevő képesség és a hardness index közötti pozitív és közepesen szoros illetve szoros kapcsolat alapja tehát feltehetően nem a tészta reológiai állapota és a szemkeménység közötti közvetlen kölcsönhatás.

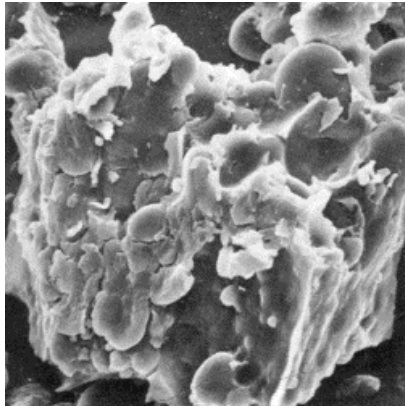
A farinográfos (valorigráfos) vizsgálat során - kimért mennyiségű liszthez - folyamatos vízadagolás mellett mérik a tészta dagasztással szembeni ellenállást, amely a vízmennyiség hatására először növekszik, majd egy hosszabb-rövidebb tartó stabil állapot után az ellenállás csökken, a tészta ellágyul. A vízfelvevő képesség az a vízmennyiség, amely egy adott (500 FE/VE) konzisztencia eléréséhez szükséges. Vagyis, ha a liszt nem tudja a hozzáadott vizet teljes mértékben megkötni, akkor kisebb vízmennyiség mellett kapunk állandó konzisztenciát.

Ha a liszt szemcséi kisebbek, akkor, elméletileg, több vizet képes felvenni, vagyis a kisebb méretűre aprózódó puha szemszerkezetű fajták vízfelvevő képességének magasabbnak kellene lennie. **Csakhogya jelenlegi és korábbi (GYIMES, 1999; GYIMES et al.,2000, GYIMES et al.,2002) mérési eredményeink, amelyeket utóbb RAKSZEGI et al, (2000), MATUZ et al. (2001) és ÁCS et al. (2002) kutatásai is megerősítettek, ezzel szöges ellentétben állnak.**

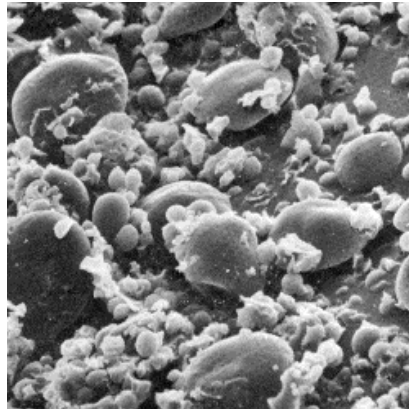
Az ellentmondás oka egyrészt, hogy a keményebb szemű fajták esetében - feltehetően a fajták fehérje szerkezetében lévő eltérések miatt - a fehérje mátrix a hozzáadott vizet gyorsabban köti meg.

Másik magyarázat, hogy a kemény fajtáknál jellegzetes törési felületeken és az endospermium sejtekbe a víz behatol és ott megkötődik, míg a puha fajták sok apró és gömbölyű részecskéit nem tudja átmedvesíteni ezáltal a szemcsék nemcsak egymáson, hanem a szabad vízből adódó vízfilmen mozdulnak el. A viszkozitása ezáltal alacsonyabb lesz. Ez összhangban áll a reológiai vizsgálatok menetével és a tapasztalt összefüggéssel egyaránt.

A kemény és puha fajták lisztjeinek nagyított képe alátámasztja a fentieket (41. ábra).



Kemény búza lisztje



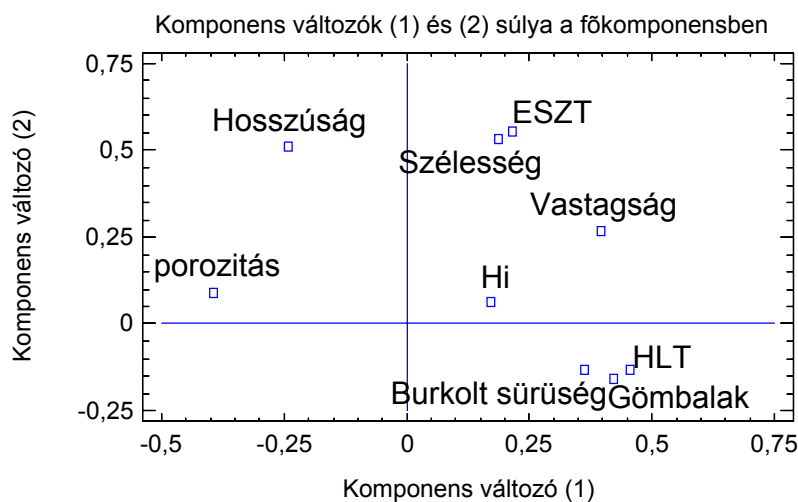
Puha búza lisztje

**41. ábra A kemény és puha búzák liszt szemcséinek képe 800x nagyításban
(Henry Stevens engedélyével)**

A 800 szoros nagyításon jól kivehetők a különbségek, a kemény szemszerkezetű búza lisztrészei nagyok, határozott éllel és üregekkel. A puha búza lisztje ezzel szemben gömbölyded, töredezett, a szilárd részek között nagyon sok szabad tér található, amelybe jutva a víz nem tud megkötődni.

3.4 Az agrofizikai jellemzők közötti kapcsolat értékelése

A főkomponens elemzés eredménye alapján a fizikai változókat komponens változóba lehet csoportosítani. Az első két komponens változóba tartozó agrofizikai jellemzőket mutatja a 42. ábra.



42. ábra A fizikai jellemzők elhelyezkedése az első két komponensváltozó regressziós arányában

A geometriai jellemzők élesen elkülönülnek egymástól, ami jelzi, hogy mindhárom méret más és más fizikai tulajdonságot hordoz.

Az ezerszem tömeg (ESZT) és a búzaszem szélességi méret között fennálló, korábban már említett, kapcsolat is is szembetűnő. Ez lehet az alapja az egy méret alapján történő tömegbecslésnek.

A hektoliter tömeg és a gömbalakúság kapcsolat ezen vizsgálat szerint is bizonyított. Vagyis a szemek gömbszerűsége fejt ki a legnagyobb hatást a HLT értékeinek alakulására. Mivel a HLT minőségi indikátor jellemző is, ezért a minőség prediktálásának egyik új módja lehet a szemek alakjellemből történő becslés.

Jól érzékelhető, hogy a szemkeménység (HI) teljesen különálló változó. Ez a magyarázat arra, hogy a keménységet az egyéb agrofizikai jellemzőkből nem lehet jól megbecsülni, mivel egy teljesen autonóm változó.

A hosszúság méret hasonlóan különálló változó, de átlósan az origóra tükrözve közel jutunk a gömbalakúsághoz és a HLT-hez. Ez teljesen összhangban áll a gömbszerűség kritériumával, vagyis a hosszúsági méret csökkenésével nő a HLT értéke.

A porozitás és a HLT értékek kapcsolata az előbbiekkal analóg, vagyis a két érték között negatív, de közepes korreláció feltételezhető, amelynek tényét bizonyítottan tekinthetjük.

A szemkeménység és a mért vagy számított agrofizikai paraméterek közötti összefüggés pontosabb feltárása érdekében elvégzett korreláció analízis eredménye a 47. táblázatban látható.

47. táblázat Az agrofizikai jellemzők közötti kapcsolatot bemutató korrelációs táblázat

	SZ	H	V	GA	ESZT	ρ_{burk}	HLT	HI	ϵ
Szélesség (SZ)	1								
Hosszúság (H)	0,39*	1							
Vastagság (V)	0,61*	-0,11 ⁺	1						
Gömbalakúság (GA)	0,23***	-0,77*	0,67*	1					
Ezerszem tömeg (ESZT)	0,82*	0,47*	0,66*	0,11⁺	1				
Burkolt sűrűség (ρ_{burk})	0,03⁺	-0,38	0,39*	0,49*	0,14⁺	1			
Hektoliter tömeg (HLT)	0,10⁺	-0,48	0,52*	0,65*	0,23**	0,82*	1		
Hardness index (HI)	0,03⁺	0,01⁺	0,23*	0,09⁺	0,22***	0,34*	0,31*	1	
Porozitás (ϵ)	-0,15 ⁺	0,42*	-0,48*	-0,59*	-0,23**	-0,38*	-0,84*	-0,17****	1

* p=0,000 ** p=0,003 *** p=0,004 **** p=0,027 +nem
szignifikáns (p<0,05)

Jól érzékelhető, hogy az egyes jellemzők tekintetében határozott és szoros kapcsolatról nem lehet beszélni. Jelzés értékűnek lehet tekinteni azokat a közepes illetve laza kapcsolatot viszont, amelynél a kapcsolat 95 %-os valószínűségi szinten szignifikáns. Ezen tulajdonságoknál rejtett és gyakran többváltozós összefüggést sejtethetünk.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATTÉTEL

A búzaszemek geometriai jellemzői között, a látszólagos kapcsolat ellenére nem lehet közvetlen összefüggést kimutatni. Mindhárom jellemző egymáshoz képest független változó, azonban egyenként kapcsolatban állnak egyéb agrofizikai tulajdonságokkal. A legközelebbi kapcsolat a szélesség és vastagság között értelmezhető, de megállapítható, hogy a búzaszem legkisebb és középső mérete ennek ellenére közvetlenül egymásból nem származtatható.

A búzaszemek méretére a fajta genetikai adottságai mellett határozott hatást gyakoroltak a termesztés körülményei. Megállapítható, hogy mind a termőhely, mind az évjárat szerepe nagy. A vizsgált évek során a 2000. és 2002. év száraz és meleg volt, a csapadék mennyisége lényegesen elmaradt a sokévi átlagtól. A szélességi méret, bár az évek során változott, de a száraz (2000) és kellően csapadékos (2001) évek között nem lehetett különbséget kimutatni. A szemméretek közül az aszály hatása a hosszúsági és a vastagsági méret esetében mutatkozott meg. A hosszúsági méret jelentősen rövidült a csapadék hiányos években, ugyanakkor a szemek vastagsága nőtt. Összességében tehát a búzaszemek gömbalakúsága a tengelyméretek változása miatt növekedett. Ezt az összefüggést a gömbalakúság vizsgálata is megerősítette és bizonyította.

Annak ellenére, hogy a három méret függetlennek tekinthető, megfelelően pontosan lehet becsülni a vastagsági méretet, a hosszúság és az ezerszem tömeg értékeiből megalkotott kétváltozós modellel. Bizonyított korrelációt kapunk, amelyet azonban a szemkeménység lényegesen befolyásol. A puha szemszerkezettel jellemezhető minták esetében a determinációs együttható értéke magasabb volt, mint a kemény szemű mintáknál, de a kapcsolat mindkét esetben szignifikáns és szorosnak mutatkozott. A vastagság becsülésének egy célszerű alkalmazási lehetősége, hogy a mesterséges látással létrehozott 2D két elemzése és egy egyszerű tömegméréssel megbízható információt kapunk a búzaszem vastagsági méretére. Ez utóbbi jellemzőt vagy szemenkénti méréssel lehetne meghatározni vagy csak lényegesen bonyolultabb térbeli képalkotási technikával. Előnye a módszernek, hogy teljes mértékben roncsolás mentes, így a magok más célra később felhasználhatók. Ennek a nemesítés során, a mezőgazdasági technológiáknál vagy a malmi folyamatoknál vehetjük hasznát.

A búzaszem hosszanti részén végighúzódnó hasi barázda az egyik oka, hogy a malomipari technológiák során az őrlés szerepe miért olyan lényeges. Amennyiben ez a része nem lenne a búzának, akkor a malmi technológia egész egyszerűen egy hántolóból és egy finom aprító berendezésből állhatna. A hasi barázda arányának meghatározása során arra a megállapításra sikerült jutnunk, hogy az a számított és a mért tömegértékekből meglehetősen jól becsülhető. A búzaszemet ellipszoid testként felfogva kiszámítottuk az elméleti tömegét, majd összehasonlítottuk az ezerszem tömeggel (ESZT) . Mivel ez utóbbi már a tényleges, valóságos tömeget jelenti a két érték közötti eltérés oka a hasi barázda aránya. Nagyon lényeges leszögezni, hogy nem egyszerűen a barázda mélysége, hanem a teljes térfogatot lehet így meghatározni. A különbség évjárártól függ és a regressziós együttható értéke 0,7769 és 0,8763 között változott.

A hektoliter tömeg (HLT) a búza minőségi vizsgálatok során az egész világon mért fizikai jellemző. Értékétől gyakran a termény ára is függ, mivel a nemzeti szabványokban minden jelentős búzatermelő országban határértékeket szabnak a hektoliter tömegre. Minőséggel való kapcsolatának vizsgálata nem volt célunk, az agrofizikai tulajdonságokkal való összefüggését azonban részletesen elemeztük. Munkánk során a HLT-t alapvetően halmaz sűrűségnek tekintettük, elismerve, hogy a szakirodalom halmazsűrűségnek és térfogat tömegnek egyaránt aposztrofálja.

A gömbalakúság értékének növekedése alapvetően a hossz méretek csökkenése miatt alakul. Ebből eredeztethető a hektoliter tömeg és a gömbalakúság közötti analógia és összefüggés. Minél gömbszerűbbek a szemek egy adott halmazban, annál egyenletesebben képesek kitölteni az teret, tehát egységnyi térfogatú térben több szem tölthető, hasonló ezerszemtömeg esetén a HLT értéke magasabb lesz.

Kísérleti adataink alapján a HLT és a gömbalakúság hasonló tendenciát követ, noha a két változó közötti közvetlen kapcsolat csak közepesen szoros, a szignifikancia szint magas. Éppen a hosszúsági méretek változásából adódóan a HLT évjáratonkénti alakulása hasonló volt. Vagyis az aszályos években (2000 valamint 2002) értéke szignifikánsan magasabb volt, mint a csapadékosabb években. A csapadékkal való kapcsolat jelzi az is, hogy a legkisebb átlagos HLT értéket a legcsapadékosabb évben (1999) kaptuk.

A hektoliter tömeg kapcsolata a szemes termény halmaz porozitásával nem újkeletű. A mérési pontok számától gyakorlatilag függetlenül igazoltuk. negatív korrelációt.

Új eredményt jelentett azonban, hogy a HLT és porozitás kapcsolata alapvetően a szemkeménységtől függ. A lineáris regressziós egyenlet állandója kvázi azonosnak tekinthető, a regressziós együtthatójak között azonban cca. 15% eltérés mutatkozott, azonos korreláció mellett.

A szemek vizsgálata során két, egymástól alapvetően különböző sűrűség értéket különböztettünk meg. A folyadék kiszorítás elvén mért sűrűség a vizsgálataink eredményeit szerint alapvetően nem fajtajellemzők. Értékük legnagyobb részben az évjárártól valamint a termőhelytől függ. Általánosságban véve a jobb adottságú termőhelyeknél és aszályosabb években magasabb értékeket adott.

A gömbalakúság értékével és a HLT-el való nagyfokú hasonlósága és kapcsolata miatt a legnagyobb valószínűséggel kijelenthető, hogy a szemek morfológia sajátosságaitól (a hasi barázda aránya illetve a szemméretek viszonya) nagyobb mértékben függ, mint a búzaszemek kémiai összetételbeli különbségeitől.

Mivel semmiképpen nem tekinthető a búza valódi sűrűségének, ezért **javasoljuk**, hogy a folyadék kiszorítás levén meghatározott sűrűséget **burkolt sűrűségnek** nevezzük.

A búzaszemek tényleges, **valódi sűrűségét** csak oly módon mérhetjük meg, hogy nem csak a hasi barázda által közbezárt teret mérjük a térfogat mérés során. Legalább ilyen jelentős és jelzés értékű, ha megmérjük a szem belső részeiben található üregeket, kapillárisokat és zárványokat. Ezáltal olyan térfogat értékhez jutunk, amely valóban a búzaszemre jellemző. A méréshez gáz kiszorításos piknométert alkalmazva, hélium gáz segítségével, megmértük a búzáék valódi sűrűségét két év mintáinál.

Az évjárat szerepének tisztázása itt különösen fontosnak bizonyult, mert rávilágított egy, a szakirodalomban ellentmondásos, helyzet tisztázásához. Jelesül, hogy a valódi sűrűség fajtajellemzőnek tekinthető és értéke kapcsolatba hozható –e a szemkeménységgel. Eredményeink alapján bizonyítottnak tekinthető, hogy a valódi sűrűség nem mondható fajta tulajdonságnak és így a szemkeménységgel való társítása is hibás.

Megállapítottuk, hogy csak egy adott – tulajdonképpen közömbös melyik – évjáratban a sűrűség értékek között ténylegesen kimutatható szignifikáns differencia. Mikor azonban több évjárat sűrűség értékeit elemezzük, ez a különbség eltűnik és egy átlagos érték adódik. A keményebb

szemszerkezettel jellemezhető és a puhább fajták között 95% valószínűségi szinten nem tapasztalható különbség a valódi sűrűség értékeinek vonatkozásában.

Munkánk során kidolgoztuk a búzák szemszerkezeti sajátosságainak mérésére egy daráláson és a képződött őrlemények vizsgálatán alapuló módszert. A meghatározás alapötlete BÖLÖNI korábbi, árpa és kukorica darálási kísérleteire valamint BÖLÖNI és BELLUS által közölt kétváltozós energetikai függvény alkalmazására épül. Ha ugyanis a kalapácsos daráló tengelyére átszarmaztatott energiát (e_d : kWh/t) sikerül azonos értéken tartani, akkor a képződött őrlemény fajlagos felületének növekedése (Δa_d : cm²/g) és a fajlagos felületi darálási energia igény (e_f : x 10⁻² mWh/cm²) kapcsolat hiperbolával írható le. Más megközelítésben azonos darálótengelyre bevitt energia mellett a szemszerkezetből adódó különbségek hatására az őrlemény fajlagos felületének növekedése határozza meg a fajlagos felületi darálási energia igényt. Mérési eredményeink alapján kétségtelenül a búzafajták között szignifikáns különbség tapasztalható a fajlagos felületi energia igény tekintetében.

Ez azt jelenti, hogy az egységnyi új darafelület létrehozásához szükséges energia mennyiség, más néven **aprítási ellenállás** (e_f) anyag tulajdonság és a búza fajtára jellemző.

Összehasonlítva az általunk kidolgozott és továbbfejlesztett módszert az egyik jelentős, ma már kvázi szabványnak tekinthető mérési eljárással a hardness index (**HI**: %) értékével szignifikáns és közepesen szoros kapcsolatot kaptunk.

Az aprításhoz szükséges energia mérésének és a szemkeménységnek a kapcsolatát erősíti, hogy a kísérlet sorozatot **tárcsás aprítógéppel** megismételtük. Az aprításhoz ténylegesen szükséges energia és a járulékos, de alapvetően veszteségre fordítódó energia arányának kedvező irányba való elmozdításával a szemkeménység (HI:%) és az aprítási ellenállás között szignifikáns és szoros kapcsolatot igazoltunk.

Ez arra enged következtetni, hogy az **aprítási ellenállás** búzákon történő **mérése alkalmas** a fajták illetve minták **keményiségi csoportba sorolására**, megbízhatóan lehet a szemkeménységet megállapítani.

A szemkeménység (hardness index) mérését több évjáratban, megfelelően nagyszámú és különböző fajta bevonásával végeztük. Alapvetően három lényeges kérdést tartottunk fontosnak megválaszolni. Az első a HI és az aprítási ellenállás közötti összefüggés, amely végül megnyugtató módon tisztázódott. A második a keménység és más, további agrofizikai jellemzők közötti relációt feszegetett. Míg a harmadik annak megválaszolása, hogy a szemkeménység milyen minőségi paraméterekkel hozható kapcsolatba.

A HI adatainak elemzése során bizonyított, szignifikáns kapcsolat a vastagság, a burkolt sűrűség és a hektoliter tömeg értékek között volt. Jellemző módon az évjárat hatására mindhárom jellemző átlagértékeinek konfidencia intervallumai hasonló módon alakultak. Vagyis az aszályosabb években nemcsak a szemek lettek vastagabbak, a hektoliter tömegük magasabb, hanem a szemek keménységi értékei is nőttek. Valószínűsíthető tehát, hogy a korrelációt (legalábbis részben) nem a fenti agrofizikai jellemzők közötti direkt kapcsolat alakítja. Nézetünk szerint az időjárási hatás markánsan egy irányba torzítja az értékeket. Ezen okfejtés pontos tisztázása egy későbbi kutatási feladat lehet.

A szemkeménység és az aprítási ellenállás hasonló szerkezeti tulajdonságot fed, de mégis szükséges két jellemzőként kezelni. A szemkeménység a gabonák magbelső részének mechanikai ellenállását jelenti, amely vagy az erő mérésén vagy aprítás után a képződött őrlemény vizsgálatán alapulnak. Az aprítási ellenállás ezzel szemben figyelembe veszi az aprításhoz szükséges energiát és a képződött őrlemények szemcseméret változását. Így fizikailag is dimenzionálható értéket közöl, amely az alkalmazott aprítógéptől függő, de az adott fajtára jellemző érték. Mint már említettük, ez utóbbi anyagjellemző és alkalmas a fajták (vagy minták) keménységi osztályba sorolására.

A malomipari tevékenység gazdaságosságának egyik legfontosabb fokmérője, hogy az adott búzából mekkora mennyiségű késztermék, azaz liszt gyártható. A búza fizikai jellemzőinek mérése ezért részben arra irányul, hogy megbecsüljük, a várható liszthozamot. A liszthozamot szokás mér kiörlésnek, lisztkihozatalnak is nevezni, a lényeg egy: mekkora hányadban lehet alacsony hamutartalmú magbelső őrlemény előállítani adott tulajdonságú búzából.

A malmi technológia és technika közötti különbségek ebben az értelemben érdektelenek, mert feltételezzük, hogy mindkettő rendelkezésre áll és a különbség csak a búza minőségéből adódik.

Régi törekvése tehát a malomiparnak, hogy legalább becsülni lehessen a búzák várható kiőrölhető mennyiségét. A hagyomány és a szakmai intuíció azt mondatja, hogy a keményebb búzából több liszt nyerhető, amely szerint tehát a szemkeménység és a kiörülés között korreláció áll fenn.

A magbelső és héjrészek szétválaszthatósága a szemek törési sajátosságaival hozható kapcsolatba. A jó elválaszthatóság összefügg a sejtek közötti töréssel. Ha a törésvonalak az endosperm sejteken keresztül haladnak, több magbelső rész marad a héjon. A szem keménysége jelentősen befolyásolja a törés módját. A sejtek egy egységként viselkednek, amelyek később jól elkülöníthetők a korparészekről. A lisztes búzában a sejt kisebb szilárdságú, a nyíróerők a sejtet hasították szét, kisebb a visszahatás a héjrészre, az endosperm egy része visszamaradt a korpán.

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

Kísérleti malmon mért kiörülés és a hardness index között szignifikáns és közepesen szoros kapcsolatot tudunk igazolni.

A keménység értékek alapján történő becslés azonban nem bizonyult kellően pontosnak, így további háttérváltozók után kutattunk.

A szélességi méret megfelelő fizikai jellemzőnek bizonyult, így meg lehetett alkotni egy kétváltozós becslő egyenletet, amely szerint a kiörülés a szélesség és a hardness index értékei, valamint konstansok alapján jól becsülhetővé vált. A becslő egyenes és a laboratóriumi kiörülés szoros korrelációban áll egymással.

A szemkeménység és a búzalisztek minőségi jellemzőinek kapcsolata korán sem egyértelmű és az irodalmi adatok egy része is ellentmond egymásnak.

Kísérleteink során három beltartalmi minőségi tulajdonsággal sikerült bizonyítható kapcsolatot kimutatni.

A statikus téstvizsgálati módszerek közül az utóbbi években hazánkban is egyre nagyobb arányba terjed az alveográf. Ezt a műszert még HANKÓCZY

JENŐ tervei és ötlete alapján fejlesztették ki, elsősorban Nyugat-Európában használják rutin vizsgálatokhoz.

Az általunk részletesebben vizsgált 2002. évi minták esetében az alveográfus tésztanyújthatóság (P-érték: mm) és a HI között pozitív, közepesen szoros korrelációt tapasztaltunk.

Szintén szignifikáns és átlagosan közepesen szoros kapcsolat bizonyítható a szemkeménység és az alveográfus deformációs munka (W-érték $\times 10^{-4}$ J) értékei vonatkozásában. Ez két indok miatt is figyelemre méltó eredmény. Egyrészt a W érték egy komplex minőségi mérőszám, amely sok esetben végfelhasználói határértékei is jelent több országban (Olaszország, Franciaország, Belgium) másrészt a dinamikus téstvizsgálati módszerrel mért, vagyis a valorigráfus (farinográfus) értékszám és a szemkeménység között nem mutatható ki közvetlen és szignifikáns kapcsolat.

A HI és W korrelációt részletesen elemezve megállapítottuk, hogy az erősen függ a termőhelytől. Más szóval megfogalmazva, a két jellemző összefüggését termőhelyenként vizsgálva lényegesen jobb, szorosabb reláció állapítható meg. Négy termőhely esetében szignifikáns és szoros, míg egy esetében közepes korrelációs koefficienseket kaptunk.

A valorigráfus (farinográfus) és szemkeménység paraméterek összefüggés vizsgálata szerint kizárólag a vízfelvevőképesség és a hardness index értékek között lehet kimutatni kapcsolatot. Viszont ezen korreláció közepesen szoros, szignifikáns és meglehetősen robusztus. A megállapítás ugyanis több év viszonylatában is megállja a helyét. A 2002. évi fajták esetében, a W értékkel analóg módon a termőhelyenkénti vizsgálat lényegesen szorosabb kapcsolatot mutatott ki. Egy kivétellel mindenhol szignifikáns, szoros korrelációt sikerült bizonyítani.

A puhább szemstruktúrájú búzák lisztjeinek mérete kisebb, tehát az összes felületük lényegesen több mint a kemény búzáké. Tehát a puhább, apróbb méretű liszteknek több szabad vizet kellene megkötniük a megnövekedett felületen. A gyakorlat azonban és ezt mérési eredményeink is minden oldalról alátámasztják, rációfol erre. Az ellentmondás oka egyrészt, hogy a kemény fajták fehérje mátrixa - feltehetően a fajták fehérje szerkezetében lévő eltérések miatt - vizet gyorsabban képes megkötni. Ezen magyarázatnak nem mond ellen, hogy a kemény fajtáknál jellegzetes törési felületeken és az endospermium sejtekbe a víz behatol és ott megkötődik.

A puha fajták sok apró és gömbölyű részecskéit nem tudja átnedvesíteni ezáltal a szemcsék nemcsak egymáson, hanem a szabad vízből adódó vízfilmen mozdulnak el. A viszkozitása ezáltal alacsonyabb lesz.

Ez összhangban áll a reológiai vizsgálatok menetével és a tapasztalt összefüggéssel egyaránt.

A vizsgálataink és elemzéseink egyik leglényegesebb általános érvényű, szinte minden vizsgált agrofizikai és beltartalmi jellemzőre vonatkozatható megállapítása, hogy a termőhely és az évjárat általában igen lényeges befolyásoló tényező. Meg kell azonban azt is jegyezni, hogy a kellően erős és stabilan öröklődő genetikai adottságok felszínre kerülnek, tehát a fajta szerepe igen lényeges.

Az agrofizikai jellemzők önállóan csak korlátozottan alkalmasak értékítélet alkotásához, de komplexen elemezve azokat, az egymás közötti kapcsolatukat részletesen feltárva bizonyos paraméterek előrejelzésére, becslésére kellő pontossággal alkalmasak.

A szemkeménység szerepe, determináló hatása miatt feltétlen helyet kell kapnia a minősítés során, kiemelten a hazai búzaválaszték jelentős részét képviselő, jó minőségű kemény fajták védelme érdekében.

5. 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 gázpiknométerrel 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.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Az étkezési célra termesztett búzák (*Triticum aestivum*) szemtermését alapvetően a malomipar dolgozza fel. Az aratás után a búzaszemek útja a tisztítástól a tároláson át a malmi őrlésig meglehetősen hosszú és minden esetben ismernünk kell a búzahalmaz geometriai fizikai és beltartalmi jellemzőit.

Az agrofizikai tulajdonságok minél pontosabb feltérképezése, az összefüggés rendszer precíz megismerése gazdagítja elméleti tudásunkat és nem utolsó sorban konkrét gazdasági eredményekhez segíti a gabonavertikum szereplőit. Az élelmiszeripar alapanyagai, így a malomiparé is jellemzően mezőgazdasági eredetűek. A biológiai objektumok esetében az egyik sarkponti kérdés az adott anyag genetikai státusza, és változékonysága. Az elmúlt évtizedekben, részben a gazdasági környezet hatására részben a tudományos-technológiai haladás eredményeként a fajták száma sokszorosára nőtt. Ez a tendencia nem kizárólag a búzák esetében tény, hanem általában a mezőgazdaságra igaz. Az étkezési célra termesztett őszi búzáknál az államilag elismert fajták száma a hatvanas-hetvenes években tíz körül volt, míg mára ez a szám közelít a kettőszázhoz. A genetikai alapok ilyen mértékű változása magával vonja, hogy az eddigi tényszerű agrofizikai jellemzők sem feltétlen igazak mára. Az eltérő tulajdonságokkal rendelkező fajták esetében pedig az összefüggés rendszer újragondolást igényel.

Munkánkban a magyar köztermesztésben jelentős részt képviselő, szegedi nemesítésű közönséges, őszi búzafajtákkal (*Triticum aestivum*) végeztem vizsgálatokat. Célunk volt megállapítani a jelenleg használt búzafajták geometriai, fizikai tulajdonságait, valamint a paraméterek közötti összefüggés-rendszer pontosabb leírása. Kiemelt figyelmet fordítottunk a búzák szemkeménységének meghatározására, annak tisztázására, hogy a szemkeménység mely agrofizikai jellemzővel áll kapcsolatban és feltárni a kapcsolat lehetséges okait.

A levont következtetések helytállóságát és érvényességét azzal igyekeztünk növelni, hogy a vizsgált búzafajták nagy száma mellett a kísérleteket négy, közöttük szélsőségesen eltérő, évjáratú mintákkal ismételtük meg, amelye az ország több pontjáról származtak.

Különösen fontosnak tartottuk azon paraméterek és a közöttük lévő relációk feltérképezését, amelyek a malmi tevékenység minőségére és annak gazdaságosságára kihatnak, mivel úgy ítéljük meg, hogy a tudományos munka eredményességének egyik lényeges eleme annak gyakorlati alkalmazhatóság.

Munkánkban részletesen vizsgáltuk a szemmérettel alakulását. Megállapítottuk, hogy a búzaszemek szélességi mérete a legstabilabb, míg a hosszúság és a vastagság erősen függ a termesztés körülményeitől, mindenekelőtt az évjárattól. A csapadékosabb vegetációs időszakban a búzaszemek hosszabbak és vékonyabbak, mind aszályos években. Ennek tudható be, hogy a halmaz térkitöltése részben a szemek gömbalakúsága, részben azok ezerszem tömegének változása révén nőtt. A hektoliter tömeg értékei hasonló szemtömegek esetében ugyanis a méretek eltérése miatt változik.

Megállapítottuk, hogy a szemméretek között közvetlen összefüggés nem áll fenn, azok egymáshoz képest függetlenek.

Kísérleti adatokra támaszkodva sikerült megalkotni egy kétváltozós becslő egyenletet azonban, amelynek segítségével a mért szemtömegekből – vagyis az ezerszem tömegből – és a szemek szélességi adataiból nagy pontossággal becsülhető az egyébként csak nehezebben mérhető szemvastagság. A becslő egyenlet szemkeménységre szenzitív, így a puha és kemény fajták esetében eltérő egyenlet adható meg.

A becslő egyenlet alkalmazhatósága a nemesítés és a feldolgozás során a három méret gyors és megfelelően pontos megadásában rejlik. Mivel a jelenleg használatos képfeldolgozó technológiák alapvetően 2D képalkotást tesznek lehetővé, a harmadik méret a becslés által kellően pontosan megadható. A méretek mesterséges látással való megadása és a szemtömegek mérése roncsolás mentes, így a magokat fel lehet használni más vizsgálatokhoz. A malmi feldolgozás során a vastagság szerepe kiemelt, hiszen a méret szerint osztályozó gépeknél (rosták) alapvető dimenzióknak tekinthetők.

Az agrofizikai tulajdonságok sorából a hektoliter tömeg (HLT) hazánkban és a nagyvilágban egyaránt frekvenciát vizsgálat. A HLT értékekből évszázados tapasztalatok alapján ugyanis a búzahalmaz várható minőségi paramétereire

lehet következtetni. A várható minőségi becsléstől eltekintve részletesen vizsgáltuk más fizikai jellemzővel való kapcsolatát. Megállapítottuk és kísérletileg igazoltuk, hogy a HLT alakulása elsődlegesen a szemméretekkel függ össze, a hektoliter tömeg és magok geometriai arányait leíró gömbalakulás között analógia mutatható ki. Ezen két jellemző között ennek ellenére csak közepesen szoros a korreláció, amely azt jelzi, hogy a HLT alakulására a méreteken túl a tömeg értékek is számottevő hatást gyakorolnak.

A szemcsés halmazok porozitása azok térkitöltésével hozható összefüggésbe és a HLT-el való kapcsolata ismert. Merőben új felismerés viszont, hogy a hektoliter tömeg és a porozitás közötti korreláció a szemkeménységtől nagymértékben függ. A puha és a kemény szemű minták esetében a lineáris regressziós egyenlet együtthatói között kb. 15% differencia mutatkozik.

Kísérleti célkitűzéseink között szerepelt a búzaszemek sűrűség értékeinek mérése, a kapcsolat feltárása más mért és számított jellemzővel. Kétféle módon mértük meg a szemek sűrűségét: egyrészt folyadék kiszorítás elvén, másrészt hélium gázzal működő gázpiknométerrel.

Legfontosabb megállapítás, hogy a folyadék kiszorítás elvén meghatározott sűrűség nem tekinthető a szemek valódi sűrűségének, ezért javaslatot tettünk a „burkolt sűrűség” fogalmának bevezetésére és alkalmazására búzák esetében. A „burkolt” jelzőt azért tartjuk találónak és elfogadhatónak, mert a szemek folyadékkal borított külső felületén mért térfogatot jelenti valamint „burkolt” abban az értelemben, hogy a valódi sűrűség értéket nem fedi fel.

Burkolt sűrűségnek nevezzük a szemtermés sűrűségének folyadék kiszorítás elvén mért jellemzőjét, amelyet a mért szemtömeg és bármely mérőfolyadék által kiszorított térfogat hányadosaként adunk meg.

A Burkolt sűrűség értékei adataink alapján elsősorban nem fajtajellemzők és értékük jelentős részben a termesztés körülményei határozzák meg. Jobb termőhelyi adottságok és kedvezőbb évjárat esetén magasabb Burkolt sűrűség értékeket kaptunk. A gömbalakúsága és a hektoliter tömeggel való kapcsolata és hasonlósága miatt megállapítható, hogy a Burkolt sűrűség elsősorban a szemek morfológiai adottságaitól függ.

A búzaszemek valódi sűrűsége alatt azt a fizikai jellemzőt értjük, amelynél figyelembe vesszük a szemek lezárt hasi barázdájának térfogata mellett a szemszerkezetben található, rejtett térfogatot is. A belső üregek, kapillárisok és zárványok térfogatát úgy lehetséges mérni, hogy a gázpiknométer által használt gáz a legkisebb méretű üregbe is behatol. A hélium gáz erre alkalmas, így a minta tömeg és a mért térfogat hányadosa tekinthető a valódi sűrűségnek.

Megállapítottuk, hogy a valódi sűrűség értékei nem tekinthetők fajtajellemzőnek és szemben korábbi kutatási eredményekkel nincs arányban a szemkeménységgel sem. A valódi sűrűség két év adatai alapján való értelmezése során bizonyítást nyert, hogy a jellemző az évjáratra érzékeny, ezért csak egy év adatai alapján történő kijelentés elhibázott.

A fajta hatása nem mutatható ki, ezáltal lehetőség mutatkozik átlagos pontosságot igénylő feladathoz adott átlagos érték megadására, amely eredményeink alapján $1,4285 \text{ g/cm}^3$.

Munkánk fókuszában a szemkeménység meghatározása és a szemszerkezet sajátágaival összefüggésben álló jellemzők megállapítása állt. A búza esetében a szemstruktúra keménysége illetve puhasága alapvetően meghatározhatja malmi feldolgozás technológiáját, menetét és gazdaságosságát.

A molnárok között nem ismeretlen a szemkeménységgel rokon, de mégis alapvetően különböző acélosság fontossága. A tapasztalat azt mutatta, hogy az acélosabb, üvegesebb szemű búzák minősége általában jobb, a belőlük kiörölhető lisztmennyiség nagyobb.

Az értekezésben kétféle, a szemszerkezet keménységének mérésére alkalmas módszert mutatunk be. Az első módszer BÖLÖNI ISTVÁN gabonafélékkel (árpa és kukorica) végzett kísérleteinek alapötletéből indul, amelyet munkánkban BÖLÖNI és BELLUS által közölt kétváltozós energetikai függvény alkalmazásával továbbfejlesztettük. Azonos darálótengelyre bevitt energia mellett a szemszerkezetből adódó különbségek hatására az őrlemény fajlagos felületének növekedése határozza meg a fajlagos felületi darálási energia igényt.

Eredményeink alapján kétségtelenül a búzafajták között szignifikáns különbség tapasztalható a fajlagos felületi energia igény tekintetében. Ez azt jelenti, hogy az egységnyi új darafelület létrehozásához szükséges

energia mennyiség, más néven aprítási ellenállás (e_f) anyag tulajdonság és a búza fajtára jellemző.

Kalapácsos daráló használata mellett, több évjáratból származó minták aprításakor szignifikáns és közepesen szoros kapcsolatot kaptunk az általunk kidolgozott és továbbfejlesztett aprítási ellenállás (e_f) és a hardness index (HI: %) értékek között.

Az aprítási ellenállás mérés ötletének helyességét, az anyagfizikai magyarázat tényyszerűségét támasztja alá az a tény, hogy a kísérlet sorozatot későbbi évjáratú mintákkal megismételtük, ezúttal tárcsás aprítógép használata mellett. A járulékos veszteségek csökkentése magával hozta a mérés pontosságának növekedését is.

Ennek hatására a tárcsás törővel mért aprítási ellenállás és a hardness index között szignifikáns és szoros kapcsolatot sikerült igazolni.

Az általunk kidolgozott aprítási ellenállás (e_f) mérés tehát figyelembe veszi a képződött őrlemény (aprítvány) felületének növekedését, míg a hardness index (HI) mérés ezt nem teszi meg.

A hardness index mérést a továbbiakban azért választottuk, mert ezáltal egy nemzetközi, kvázi szabvány módszer szerinti mérési kísérletsor tudtunk végezni, a levont következtetések összehasonlítása más, külföldi és hazai búzafajtákkal könnyebbé vált.

A hardness index meghatározását több évjáratban, nagyszámú és különböző fajta bevonásával végeztük.

Három részterületre irányultak vizsgálódásaink:

- A hardness index és az aprítási ellenállás közötti,
- A szemkeménység és más, további agrofizikai jellemzők közötti és
- A szemstuktúra keménysége és a lisztminőségi paraméterek közötti kapcsolat.

Az első kérdésre megnyugtató és határozott választ kaptunk, hiszen két eltérő elven működő aprítógép használatával is sikerült a szignifikáns kapcsolatot bizonyítani. A második részterület megválaszolása során

árnyaltabb kép bontakozott ki, azonban a legfontosabb és általános érvényű megállapítás, hogy a szemkeménység egy teljesen sajátos jellemző és más agrofizikai paraméterekkel nincs közvetlenül szoros kapcsolatban.

A HI értékei és a vastagság, a burkolt sűrűség és a hektoliter tömeg értékek között mutatható ki szignifikáns, gyenge vagy közepes kapcsolat.

Sajátos módon az évjárat hatására mindhárom jellemző átlagértékeinek konfidencia intervallumai hasonló módon alakultak. Az aszályosabb években nemcsak a szemek lettek vastagabbak, a hektoliter tömegük magasabb, hanem a szemek keménység értékei is nőttek. Valószínűsíthető tehát, hogy a korrelációt (legalábbis részben) nem a fenti agrofizikai jellemzők közötti direkt kapcsolat alakítja. Nézetünk szerint az időjárási hatás markánsan egy irányba torzítja az értékeket.

A gazdaságos malmászat egyik legfontosabb mérőszáma a lisztkihozatal, tehát annak mérése, hogy a felöntésre kerülő búzából mennyi késztermék, liszt gyártható. A búza fizikai jellemzőinek mérése ezért részben arra irányul, hogy megbecsüljük, a várható liszthozamot.

Kísérleti malmon mért kiőrlés és a hardness index között szignifikáns és közepesen szoros kapcsolatot tudtunk igazolni. A keménység értékek alapján történő becslés azonban nem bizonyult kellően pontosnak, így a becsló egyenletünket tovább finomítottuk.

A szélességi méret és a szemkeménység változók alapján sikerült megalkotni egy kétváltozós becsló egyenletet. A becsló egyenes és a laboratóriumi kiőrlés szoros korrelációban áll egymással.

A szemkeménység valamint a búzák lisztjének minőségi jellemzői között az összefüggés ellentmondásos és annak tudományos háttere nem kellően tisztázott.

Kísérleteink alapján három beltartalmi minőségi jellemzővel kapcsolatban lehetett bizonyítható összefüggést megállapítani.

Az alveográfus vizsgálatok, amelyek a statikus téstvizsgálati módszerek közé sorolhatók, szerint a nyújthatóság (P érték) és a deformációs munka (W érték) között pozitív, közepesen szoros korrelációt tapasztaltunk az általunk részletesebben vizsgált 2002. évi minták esetében.

Az alveográfot HANKÓCZY tervei és ötlete alapján fejlesztették ki, ma elsősorban Nyugat-Európában használják rutin vizsgálatokhoz, de a népszerűsége hazánkban is növekszik.

A deformációs munka és a szemkeménység közötti összefüggés valójában az első kézzelfogható eredmény, amely alapján bizonyítható, hogy a keményebb szemszerkezetű búza komplex minőségi paraméter tekintetében jobbnak is bizonyul.

Az alveográfos deformációs munka (W érték) valójában egy egy komplex minőségi mérőszám, amely sok esetben végfelhasználói határértékei is jelent több országban (Olaszország, Franciaország, Belgium).

A másik értékmérő jellemzővel, a dinamikus téstvizsgálati módszerrel mért valorigráfos (farinográfos) érték számmal a szemkeménység nem mutatott szignifikáns kapcsolatot.

A HI és a W érték közötti korrelációt részletesen elemezve megállapítottuk, hogy az erősen függ a termőhelytől. Ezen két jellemző összefüggését termőhelyenként vizsgálva ugyanis lényegesen szorosabb kapcsolat állapítható meg. Négy termőhely esetében szignifikáns és szoros, míg egy esetben közepes korrelációs koefficienseket kaptunk.

A valorigráfos (farinográfos) vizsgálati jellemzők és szemkeménység vizsgálata alapján kizárólag a vízfelvevőképesség és a hardness index értékek között lehet kimutatni kapcsolatot. Viszont ezen korreláció közepesen szoros, szignifikáns és meglehetősen robusztus. A megállapítás ugyanis több év viszonylatában is megállja a helyét, korábbi eredményeinkhez illeszkedik.

A 2002. évi fajták esetében – hasonlóan a W értékhez - a termőhelyenkénti elemzés lényegesen szorosabb kapcsolatot mutatott, egy kivételével minden esetben szoros és szignifikáns korrelációt sikerült bizonyítani.

A puhább szemstruktúrájú búzák lisztjeinek mérete kisebb, tehát az összes felületük lényegesen több mint a kemény búzáké. Tehát a puhább, apróbb méretű liszteknek több szabad vizet kellene megkötniük a megnövekedett felületen. A gyakorlat azonban rácsúfol erre és ezt mérési eredményeink is minden oldalról alátámasztják.

Az ellentmondás oka egyrészt, hogy a kemény fajták fehérje mátrixa - feltehetően a fajták fehérje szerkezetében lévő eltérések miatt - vizet gyorsabban képes megkötni. Ezen magyarázatnak nem mond ellen, hogy a kemény fajtáknál jellegzetes törési felületeken és az endospermium sejtekbe a víz behatol és ott megkötődik.

A puha fajták sok apró és gömbölyű részecskéit nem tudja átmedvesíteni ezáltal a szemcsék nemcsak egymáson, hanem a szabad vízből adódó vízfílmén mozdulnak el. A viszkozitása ezáltal alacsonyabb lesz. Ez összhangban áll a reológiai vizsgálatok menetével és a tapasztalt összefüggéssel egyaránt.

SUMMARY

The aim of the PhD work were the investigation of the kernel geometric, morphologic kernel hardness, agro-physical characteristic of the wheat (*Triticum aestivum*) and the clearing the relationship among these parameters.

According to our measurements there is no relationship between the length and width measures. Therefore the sizes are variables **independent from each other**. We could find a deterministic relationship with middle level significance. The kernel measures relate with other agro-physical properties.

Outgoing from this result we established a multivariable equation with which the thickness measure can be estimated with high safety. Our hypothesis has been demonstrated, the kernel hardness affects the accuracy of the estimation significantly.

We determined the density of the varieties with three methods: bulk density according to test weight (TW) measurement, the envelope density measured with the fluid expelling involving volume measured together with crease, the true density involving the inner volumes of capillaries and inclusions, measured with picnometer (He).

The meteorological conditions of breeding, the crop year and the site influenced the true density values more markedly. We have not experienced significant difference among the varieties.

The grinding resistance (specific superficial grinding energy demand) takes into account the energy needed for the grinding and the changing of the size distribution of the resulting flours. It gives a dimensional value physically too depending upon the grinding machine but it is characteristic for the given variety in this way. This material characteristic is suitable for classifying the varieties (samples) according to hardness. Comparing it with the hardness index measured using SKCS 4100 we could find a positive correlation with middle level significance.

In order to decrease the auxiliary resistance and to increase the reliability of the measurement we carried out the grinding of 10 wheat varieties in a so called disc mill. The relationship between the grinding resistance measured

with the disc mill and the hardness index became closer due to the ratio of the effective and loss energy.

On the base of our investigation can be demonstrated that there is a positive correlation between the kernel hardness and the milling yield. The mild correlation demonstrates the advantage of the hard varieties and predicts the efficient grinding activity in the mill.

The estimation accuracy of the expectable milling yield can be increased. We demonstrated a significant and strong correlation between the estimated and measured milling yield with a linear equation based on the kernel hardness and measure of width.

We have investigated the relationship between the kernel hardness and water absorption in two crop years (2001 and 2002). There was a positive and strong correlation between the two parameters in samples deriving from location of Szeged. We have to mention that we succeeded to demonstrate the relationship between the grinding resistance and water absorption capacity.

IRODALOMJEGYZÉK

1. **Ács, E. – Matuz, J. – Bedő, Z.** (2002): Szegedi búzafajták szemkeménységének változása az évjárat és a termőhely hatására. VIII. Növénytermesztési Tudományos Napok, Budapest, p.28
2. **Alais, C. – Linden, G.** (1991): Food Biochemistry. New York, Ellis Horwood p. 222
3. **Barabás, Z.** (1987): A búzatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó Budapest, p.7-537
4. **Baranyai, L.** (1998): Búzaszemek alakleíró függvényeinek elemzése. MTA AMB K+F tanácskozás proceeding Nr. 23. Vol 1. p.294-297
5. **Beke, J.** (1997): A szemes termények szárítása (in szerk Beke:Terményszárítás, Agroinform Budapest, pp9-419
6. **Békés, F.** (2001): A búza endospermium szerkezetének szerepe néhány minőségi búzát termelő országban. (in szerk Bedő, Z. :A jó minőségű, keményszemű búza nemesítése és termesztése, p. 25-34)
7. **Benedek, Á. – Győri, Z.** (1995): A különböző termőhelyen termesztett búzafajták lisztminőségi paramétereinek összehasonlítása. Növénytermelés, Vol. 44, No. 1, p. 11-17
8. **Bockus, W. – Shroyer, J.** (1996): Effect of seed size on seedling vigor and forage production of winter wheat. Canadian Journal of Plant Science , Vol. 76, No (1), p.101-105
9. **Bocz, E.** (1992): Gabonafélék általános jellemzése. (in szerk: Bocz :Szántóföldi növénytermesztés, Budapest Mezőgazda Kiadó pp.21-887)
10. **Borghi, B. – Corbellini, M. – Minoia, C. – Palumbo, M. - di Fonzo, N.** (1997): Effect of Mediterranean climate on wheat bread-making quality. European Journal of Agronomy No.6. p. 145-154.
11. **Böloni I. - Bellus Z.** (1998): Kétváltozós energetikai függvények kísérleti igazolása. XXVII. Óvári tudományos Napok Mosonmagyaróvár, Vol V., p. 1056-1061
12. **Böloni I. - Bellus Z.** (1999): Contribution to the verification of the two-variable energetic function. Hungarian Agricultural Engineering, Vol. 12. p. 75-77.

13. **Bölöni I. - Csermely, J.** (1991): A RITTINGER, KICK és a BOND-féle aprítási elméletek kísérleti összehasonlítása. *Járművek, Mezőgazdasági Gépek*, Vol. 38, No 12, p. 471-474
14. **Bölöni, I.** (1996) : A takarmányaprítás új, két-változós energetikai összefüggése. *Járművek, Építőipari- és Mezőgazdasági Gépek*, Vol. 43., No 3, p. 108-110
15. **Bölöni, I.: - Véha, A. - Gyimes, E.**(1997): The influence of the wheat hardness on some energetic characteristics of grinding. I. International Wheat Quality Conference, Manhattan, Kansas, USA, May 18-22, p. 53
16. **Brosnan, T. – Sun, D.W.** (2002): Inspection and grading of agricultural and food products by computer vision systems - a review, *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 36, No 2-3, p. 193-213
17. **Campbell, G. – Bunn, P. – Webb, C. – Hook, S.** (2001): On predicting roller milling performance Part II. The breakage function. *Powder Technology*, Vol. 115, No (3), p.243-255
18. **Campbell, G. – Webb, C.** (2001): On predicting roller milling performance Part I: The breakage equation. *Powder Technology*, Vol. 115, No (3), p.234-242
19. **Chang, C.** (1988): Measuring density and porosity of grain kernels using a gas pycnometer. *Cereal Chemistry*, Vol. 65. No.(1), p. 13-15
20. **Chtioui,Y. – Bertrand, D. – Dattee, Y. – Devaux, MF.** (1996): Identification of seeds by colour imaging: Comparison of discriminant analysis and artificial neural network *Journal of the science of food and agriculture* Vol 71, No (4), p. 433-441
21. **Csizmazia Z. - Lajos, T. –Marschall, J. - Nagyné P.I.**(2000): Új rendszerű légcSATORNA fejlesztése. *Mezőgazdasági Technika*, Vol. 41. No. 9., p. 2-5.
22. **Csizmazia Z.- Nagyné. P. I. - Kasza F.**(1994): The Determination of Physical Characteristics of Seeds for the Construction of Seeding Machines. *Hungarian Agricultural Engineering*, Vol. , No. 7.p. 63-66
23. **Csizmazia, Z. - Nagyné P. I** (1996): Búza vetőmag fizikai jellemzői, mozgása levegőben. XXVI. Óvári Tud. Napok, p. 946-952 p.
24. **Czarnecki, E. – Evans, L.** (1986): Effect of weathering during delayed harvest on test weight, seed size, and grain hardness of wheat. *Canadian Journal of Plant Science*, Vol. 66, No. 3, p. 473-482

25. **Davies, E - Bateman, M - Mason, D - Chambers, J - Ridgway, C.** (2003): Design of efficient line segment detectors for cereal grain inspection, *Pattern Recognition Letters*, Vol 24, No 1-3, p.413-428
26. **Delwiche, S. - Hruschka, W.** (2000): Protein content of bulk wheat from near-infrared reflectance of individual kernels. *Cereal Chemistry*, Vol. 77, No. (1), p. 86-88
27. **de Monredon, F. - Devaux, MF.- Chaurand, M.** (1996): Particle size characterization of ground fractions of dent and flint maize. *Sciences des Aliments*, Vol. 16, No. (2), p 117-132
28. **Dieckmann, A.** (2003): The surface area of an ellipsoid. URL: <http://www.physik-astro.uni-bonn.de/~dieckman/SurfaceEllipsoid/SurfEll.html>
29. **Dobraszczyk, B. - Whitworth, M. - Vincent, J. - Khan, A.** (2002): Single kernel wheat hardness and fracture properties in relation to density and the modelling of fracture in wheat endosperm. *Journal of Cereal Science*, Vol. 35, No (3), p. 245-263
30. **Evers, T. - Millar, S.** (2002): Cereal grain structure and development: Some implications for quality. *Journal of Cereal Science*, Vol. 36., No. 3, p. 261-284
31. **Fang, C. - Campbell, G.** (2000): Effect of measurement method and moisture content on wheat kernel density measurement. *Food and Bioproducts Processing*, Vol. 78, No (C4), p. 179-186
32. **Freund, K. - Handreck, B.** (1994): Bruchverhalten verschiedener Weizensorten bei Druck Belastung. *Getreide, Mehl und Brot*, No. 6. p.8-12.
33. **Gaines, C. - Finney, P. - Rubenthaler, G.** (1996): Milling and Baking Qualities of Some Wheats Developed for Eastern or North-eastern Regions of ten United States and Grown at Both Locations. *Cereal Chemistry*, Vol. 73, No. 5.p. 521-525
34. **Gaines, C. - Finney, P. - Andrews, L.** (1997): Influence of kernel size and shriveling on soft wheat milling and baking quality. *Cereal Chemistry*, Vol. 74, No. 6, p 4-10
35. **Gan, Y. - McCaig, T. - Clarke, P. - DePauw, R. - Clarke, J. - McLeod, J.** (2000): Test-weight and weathering of spring wheat. *Canadian Journal of Plant Science*, Vol. 80, No. 4, p. 677-685

36. **Gan, Y.- Stobbe, E.**(1996): Seedling vigor and grain yield of 'Roblin' wheat affected by seed size. *Agronomy Journal* Vol. 88, No (3), p.456-460
37. **Grausgruber, H. – Oberforster, M. – Werteker, M. – Ruckenbauer, P. –Vollmann, J.** (2000): Stability of quality traits in Austrian-grown winter wheats. *Vol.66, No. 3, p. 257-267*
38. **Guler, M.**(2003): Irrigation effects on quality characteristics of durum wheat. *Canadian Journal of Plant Science, Vol 83, No. 2, p. 327-331*
39. **Gyimes, E. – Véha, A.** (1998): New method for the determination of wheat hardness. 45.th Research Review Conference, USDA ARS - AACC Cincinatti Section Wooster, Ohio, USA
40. **Gyimes, E.** (1999): Összefüggés-vizsgálatok a szemkeménység és néhány beltartalmi mutató között étkezési búzáknál. V. Ifjúsági Tudományos Fórum, Keszthely, proceeding p 153-157.
41. **Gyimes, E - Véha, A. - Markovics E.** (2000): Aestivum búzák szemkeménységének és lisztminőségi paramétereinek vizsgálata. VI. Növénytermesztési Tudományos Napok, Budapest, abstract p.51.
42. **Gyimes, E. – Véha, A.** (2001): Effect of the Growing Field on the Hardness, Physical Properties and Kernel Size of the Winter Wheat. II. International Wheat Quality Conference, Manhattan. p. 33
43. **Gyimes, E.** (2001): A termőhely hatása a búza agrofizikai minőségére. (in szerk. Pepó,P.-Jolánkai, M.;Intergrációs feladatok a hazai növénytermesztésben, p. 258-264).
44. **Gyimes, E. – Neményi M. - Véha, A.** (2002): Reológia és szemkeménység összefüggése őszi búzáknál. (In: Ötven éves az Acta Agronomica Hungarica Martonvásár, p. 117-124)
45. **Gyimes, E. – Véha, A. – Rajkó, R.** (2003): Őszi búzák (*Triticum aestivum*) szemméreteinek és sűrűség értékeinek összefüggés- rendszere. Magyar Szárítási Szimpózium, proceeding
46. **Győri, Z. – Bocz, E.** (1982): Az öntözés és a műtrágyázás hatása a Jubilejnaja 50 búzafajta termésminőségére. *Növénytermelés* Vol. 31. No.3. p. 217-223
47. **Győri, Z. – Győriné-Mile, I.** (1998): A búza minősége és minősítése. *Mezőgazdasági szaktudás Kiadó, Budapest, p.7-78*

48. **Hankóczy, J.** (1938): A magyar búza minősége, a minőségvizsgálatok múltja és jelene. Ref. Szabó, M. – Kondora, C. – Szabó, Gy. – Máté, A. (2002): Hatásvizsgálatok a búzatermesztésben (in szerk. Pepó, P.-Jolánkai, M.; Intergrációs feladatok a hazai növénytermesztésben, p. 48-53).
49. **Harmati, I.** (1991): A műtrágyázás hatása néhány szegedi búzafajta szemtermésére meszes réti talajon. Növénytermelés, Vol. 40. No.5. pp. 447-457
50. **Héberger, K. – Rajkó, R.** (2001): Faktoranalízis, főkomponens elemzés és változataik. (In Szerk. Horvai, Gy: Sokváltozós adatelemzés (Kemometria) Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó) p.71-108
51. **Járai, Gy. – Jónap, L. – Torbágyi -Novák L.** (1955): Búza (A búza és a búzaliszt minőségi kérdései) Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest pp. 3-95
52. **Jia, C. – Yang, W. – Siebenmorgen, T. – Cnossen, A.** (2002): Development of computer simulation software for single grain kernel drying, tempering, and stress analysis. Transaction of ASAE, Vol 45, No (5), p. 1485-1492
53. **Kelly, J. – Bacon, R. – Gbur, E.** (1995): Relationship of grain-yield and test weight in soft red winter-wheat. Cereal Research Communacation, Vol. 23, No. 1-2, p. 53-57
54. **Kent, N.** (1994): Technology of Cereals. Pergamon Press, Oxford, p.1-210.
55. **Kutasy, E.** (2002): Őszi búza fajták minősége és minőségstabilitása (in szerk. Pepó, P.-Jolánkai, M.; Intergrációs feladatok a hazai növénytermesztésben, p. 232-237).
56. **Kwok, S.** (1984): Calculation and application of the anterior surface-area of a model human cornea. Journal of Theoretical Biology, Vol. 108, No. 2., p.295-313
57. **Kwok, S.** (1989): The surface arae of an ellipsoid revisited. Journal of Theoretical Biology, Vol. 139, No. 4., p.573-574
58. **Kwok, S.** (1990): Corrections. Journal of Theoretical Biology, Vol. 147, No. 1., p.143

59. **Láng, L. – Juhász, A. – Rakszegi, M.– Bedő, Z.** (2001): A szemkeménység-mérés ismételtetősége. *Növénytermelés*, Vol. 50, No. 5, p. 497-503
60. **Lelley, J.** (1967): A fajtakérdés és a magyar búzafajták. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest p. 2-127
61. **Lengyel, A** (2001): Valószínűség-elméleti alapok (in Szerk Horvai, Gy: Sokváltozós adatelemzés (Kemometriai) Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest
62. **Lesznyák, M.-né** (1998): A termesztési tényezők hatása az ősibúza szárazanyag-termelésére és a termésselekre. *Növénytermelés*, Vol. 47. No.4. p. 461-469
63. **Lillemo, M.** (2001): Studies of puroindoline a and b genes and their effect on wheat grain hardness. PhD thesis, <http://arken.nlh.no/~ipf/mol/presentation-filer/frame.htm>
64. **Lou, X. – Jayas, D. – Symons, S.** (1999): Identification of Damaged Kernels in Wheat Using a Colour Machine Vision System. *Journal of Cereal Science*, Vol 30, No. 1, p. 49-59
65. **Mabille, F – Abecassis, J.** (2003): Parametric modelling of Wheat Grain Morphology: a New Perspective. *Journal of Cereal Science*, Vol 37, No. 1, p. 43-53
66. **Majumdar, S. – Jayas, D.** (1999): Classification of Bulk Samples of Cereal Grains using Machine Vision. *Journal of Agricultural Engineering Research*, Vol. 73, No. 1, p. 35-47
67. **Makara, G.** (2002): Variancia analízis. URL:<http://xenia.sote.hu/hu/biosci/docs/biometr/lecture/anova1.html>
68. **Markovics, E. - Véha, A. - Matuz, J. - Ács, E.** (1999.): Szegedi őszi búzák sütési minőségjegyeinek vizsgálata. XLI. Georgikon Napok Keszthely, Proceeding p.136-240
69. **Markovics, E.** (2002): Sütési minőséget befolyásoló liszt tulajdonságok vizsgálata. *Sütőiparosok, pékek*, Vol.49. No.8, p. 27-30
70. **Marshall, D. – Mares, D. – Moss, H. – Ellison, F.** (1986): Effect of grain shape and size on milling yields in wheat. II. Experimental studies. *Australian Journal of Agriculture Research*, Vol.37, No.4, p.331-342

71. **Martin, C. - Rousser, R. - Brabec, D.** (1992): Device for singulating particles. U.S. Patent No. 5,082,141.
72. **Martin, C. – Herrman, T. – Loughin, T. – Oentong, S.** (1998): Micropycnometer measurement of single-kernel density of healthy, sprouted, and scab-damaged wheats. *Cereal Chemistry*, Vol. 75. No. (2), p. 177-180
73. **Martin, C. - Rousser, R. - Brabec, D.** (1991): Rapid, single kernel grain characterization system. U.S. Patent No. 5,005,774.
74. **Martin, C. – Rousser, R. - Brabec, D.** (1993): Development of a single-kernel characterization system. *Transaction of ASAE*, Vol 36, No (5), p. 1399-1404
75. **Máté A., Szabó Gy., Kondora C., Szabó M.** (2002) :Őszibúfafajták termésmennyiségének és minőségének stabilitása eltérő termőhelyi adottságok között. (in szerk. Pepó, P.-Jolánkai, M.; Intergrációs feladatok a hazai növénytermesztésben, p. 213-218).
76. **Matsuo, R. – Dexter, J.** (1980): Relationship between some durum-wheat physical characteristics and semolina milling properties. *Canadian Journal of Plant Science*, Vol 60, No. 1, p. 49-53
77. **Matuz, J. – Bedő, Z. – Ács, E.** (2001): Őszi búzafajták szemkeménysége és sütőipari minősége Szegeden. VII. Növénytermesztési Tudományos Napok, Budapest, p.61
78. **Matuz, J. – Véha, A. - Markovics E.** (1999): Az évjárat hatása a szegedi őszibúza fajták alveográfus minőségére. *Növénytermelés*, Vol 48, No. 2, p. 115-124.
79. **Mohsenin, N.** (1986): *Physical Properties of Plant and Animal Materials*, Gordon and Breach
80. **Morgan, B. – Dexter, C. – Preston, K.** (2000): Relationship of kernel size to flour water absorption for Canada Western Red Spring wheat. *Cereal Chemistry*, Vol. 77. No. 3 p. 286-292
81. **Neményi, M. – Szodfridt, Gy.** (1985): Factors of affecting the surface area of hybrid maize corn (*Zea mais-L*) *Zeitschrift für Acker und Pflanzenbau Journal of agronomy and crop science* Vol. 154 (4) pp. 217-221
82. **Neményi, M.** (1988): *Energiatakarékosan szárítható kukoricahibridek jellemzői*, Akadémiai Kiadó, Budapest, p.5-88

83. **Ng, H. – Wilcke, W. – Morey, R. – Lang, J.** (1998): Machine vision evaluation of corn kernel mechanical and mold damage. *Transaction of ASAE*, Vol 41, No (2), p. 415-420
84. **Novalés, B. – Guillaume, S. – Devaux, M. – Chaurand, M** (1998): Particle size characterisation of in-flow milling products by video image analysis using global features *Journal of the science of food and agriculture* Vol. 78, No (2), p187-195
85. **Ogawa, Y – Sugiyama, J – Kuensting, H – Ohtani, T – Hagiwara, S – Liu, XQ - Kokubo, M – Yamamoto, A – Kudoh, K – Higuchi, T** (2001): Advanced technique for three-dimensional visualization of compound distributions in a rice kernel. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol 49, No (2), p.736-740
86. **OMSZ** (2003): Magyarország éghajlati adatai.
<http://omsz.met.hu/tajekoztato/idojarasiv>
87. **Osborne, B. – Kotwal, Z. – Blakeney, A. – O'Brien, L. – Shah, S. – Fearn, T.** (1997): Application of the single-kernel characterization system to wheat receiving testing and quality prediction. *Cereal Chemistry*, Vol. 74, No. 4, p. 467-470
88. **Paulsen, M. - Eckhoff, S. - Obaldo, L. - Jones, E. - Eustace, D. - Ye, B. – Liu, J.** (2002): Measurement and removal of garlic in wheat. *Applied Engineering in Agriculture*, Vol.18, No (3), p. 313–324
89. **Pepó, Pé. – Győri, Z. – Pepó, Pá.** (1986): Agrotechnikai tényezők és az évszázad hatása az őszi búzafajták szemtermésének kémiai összetételére. *Növénytermelés* Vol. 43, No. 6., p.
90. **Pepó, Pé. – Pepó, P.** (1988): Az időjárás és a tápanyagellátás hatása az őszi búzafajták kalászkezdeményének korai fejlődésére. *Növénytermelés*, Vol. 37., No. 2., p. 105-112.
91. **Pepó Pé. – Bocz, E. – Pepó, Pá** (1989): A műtrágyázás és az öntözés interakciójának vizsgálata őszi búzáknál. *Növénytermelés* 38. No.4. p. 299-305
92. **Pepó, Pé. – Győri, Z.** (1997): A minőségi búzatermesztés meghatározó tényezői az őszi búzafajták aratási idejének hatása a termés mennyiségére és minőségére. Ref. Kutasy, E. (2002): Őszi búza fajták minősége és minőségstabilitása (in szerk. Pepó, P.-Jolánkai, M.; Intergrációs feladatok a hazai növénytermesztésben, p. 232-237).

93. **Pepó, Pé.** (1998): Effects of agroecological factors and agrotechnical elements of the quality of wheat. Ref: Szabó M., Kondora C., Szabó Gy. (2002) Hatásvizsgálatok a búzatermesztésben. (in szerk. Pepó, P.-Jolánkai, M.; Intergrációs feladatok a hazai növénytermesztésben, p. 48-53).
94. **Pepó, Pé.** (2000): A minőségi búzatermesztés kritikus elemei. http://www.dupont.hu/pub_cikk_pepo.html
95. **Perten** (2002): SKCS 4100 Operational Manual, Perten Inc., 2002
96. **Piccinni, G. – Shriver, J. – Rush, C.** (2001): Relationship among seed size, planting date, and common root rot in hard red winter wheat. Plant Disease, Vol. 85, No (9), p 973-976
97. **Pollhamer E-né** (1981): A búza és a liszt minősége. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
98. **Pollhammer, E.-né** (1998): Esésszám a gyakorlatban. Molnárak Lapja 103. évf. 3. sz.
99. **Polyák, N.I** (2001): Búzaszemek aerodinamikai jellemzői MTA-AMB 25. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás Gödöllő, Nr.25, Vol.1. pp 168-175.
100. **Pomeranz, Y.** (1984): A gabonaszem szerkezete és technológiai minősége I., Élelmezési Ipar. No. 7, p. 241-247.
101. **Pomerantz, Y.** (1990): Advances in cereal science and technology. Vol. X. AACC Publication, St.Paul, MN
102. **Psotka, J.** (1997): Single Kernel Characterization System. I. International Wheat Quality Conference, Manhattan, proceeding p. 129-140.
103. **Pujol, R. – Letang, C. – Lempereur, I. – Chaurand, M. – Mabile, F. - Abecassis, J.** (2000): Description of a micromill with instrumentation for measuring grinding characteristics of wheat grain. Cereal Chemistry, Vol. 77, No. 4, p. 421-427
104. **Ragasits I., - Lönhadrné Bory, E.** (1992): A búza vetőmagméretének hatása a vetőmagértékre a termés mennyiségre és minőségre. Növénytermelés Vol. 41, No. 2., p. 347-354.
105. **Raheman, H. – Jindal, V.** (2001): Solid velocity estimation in vertical pneumatic conveying of agricultural grains. Applied Engineering in Agriculture, Vol. 17. No. (2), p. 209–214

106. **Rakszegi, M. – Juhász, A. – Láng, L. – Bedő, Z.** (2000): Eltérő endospermium-szerkezetű búzafajták reológiai tulajdonságainak vizsgálata. *Növénytermelés*, Vol. 49, No. 6, p. 599-606
107. **Rharrabti, Y. -Garcia del Moral, L. –Villegas, D. - Royo, C.** (2002): Durum wheat quality in Mediterranean environments; III. Stability and comparative methods in analysing GxE interaction. Online: *Field Crops Research* Vol.80, No. 2, p. 141-146
108. **Schuler, S. – Bacon, R. – Finney, P. - Gbur, E.** (1995): Relationship of test weight and kernel properties to milling and baking quality in soft red winter wheat. *Crop Science*, Vol. 35, No. 4, p. 949-953
109. **Schuler, S. – Bacon, R. – Gbur, E.** (1994): Kernel and spike character influence on test weight of soft red winter-wheat. *Crop Science*, Vol. 34, No. 5, p. 1309-1313
110. **Shadow, W. – Carrasco, A.** (2000) : Practical single-kernel NIR/visible analysis for small grains. *Cereal Foods World*, Vol 45, No (1), p. 16-18
111. **Sissons, M. – Osborne, B. – Hare, R. – Sissons, S. – Jackson, R.** (2000): Application of the single-kernel characterization system to durum wheat testing and quality prediction. *Cereal Chemistry*, Vol. 77, No. (1), p. 4-10
112. **Sitkei, Gy.** (1981): *Mezőgazdasági anyagok mechanikája*, Akadémiai Kiadó, Budapest p. 11-461
113. **StatSoft** (2003): *Electronic Statistics Textbook*. URL:<http://www.statsoft.com/textbook/stathome.html>
114. **Stenvert, N.** (1974): Grinding Resistance, a Simple Measure of Wheat Hardness. *Milling* 12. p. 24.
115. **Sváb, J.** (1981): *Biometriai módszerek a kutatásban*. Mezőgazdasági Kiadó Budapest, p.5-557
116. **Szabó, M.** (1986): Fajtakérdés, fajtarotáció, fajtavédelem. (in szerk. Barabás, Z. (1987) : *Búzatermesztés kézikönyve*. Mezőgazdasági Kiadó Budapest, p.237-252).
117. **Szalai, L.** (1999): *A sütőipar technológiája*. Egyetemi jegyzet, SZIE Budapest, p. 2-114
118. **Szentpéteri Zs., Jolánkai M., Varga J., Bányász I.** (1995a): Az őszi búza sütőipari jellemzőinek változása az elhúzódo betakarítás és a késői nitrogén fejtrágyázás hatására. *Növénytermelés*, Vol. 44., No. 5., p. 114-121.

119. **Szentpéteri, Zs. – Jolánkai, M. – Varga, J. – Fehér, Gyné** (1995b): Az őszi búza hektolitertömegének, fehérje és nedves siker mennyiségének változása az elhúzódó betakarítás hatására. *Növénytermelés* Vol. 44., No. (5), p. 475-482
120. **Tornow, E.** (1950): *Von Getreide mit Brot*, Steinkopf, Dresden, p 5-175
121. **Troccoli, A. – di Fonzo, N.** (1999): Relationship between kernel size features and test weight in triticum durum. *Cereal Chemistry*, Vol. 76, No. 1, p. 45-49
122. **van Laarhover, H – Douma, A – Angelino, S** (1997): Image analysis as practical tool in barley-malt-beer chain, 26th EBC Congress, proceeding p.183-189
123. **van Laarhover, H –Douma, A – van Sonsbeek, H. - Angelino, S – van der Kamp, J.** (1998): Image analysis application for barley processing, ICC conference, Wien
124. **Varga, B. – Svecnjak, Z. – Pospisil, A.** (2000): Grain yield and yield components of winter wheat grown in two management systems. *Bodenkultur*, Vol. 51, No. (3, p. 145-150
125. **Véha, A - Gyimes, E - Bölöni, I** (1998): Különféle búzafajták szemkeménységének vizsgálata az aprítási ellenállás mérése alapján. *GATE-FM Műszaki Intézet Gödöllő*, Vol. II. p. 25-30.
126. **Véha, A. - Gyimes, E.** (1999a): Investigation of Kernel Hardness in Winter Wheat Varieties with Hammermill. *Cereal Research Communitation* Vol. 27. No.4, p. 463-470.
127. **Véha, A. - Gyimes, E.**(1999b) : Fajtaazonos búzák szemkeménységének új mérési módszerrel történő meghatározása. MTA Agrár--Műszaki Bizottság Kutatási és Fejlesztési Tanácskozása, Gödöllő, január 20-21., p.11
128. **Véha, A - Gyimes, E.** (2000): Determining Kernel Kernel Hardness Through the Granulometric Parameters of Grinding. *Hungarian Agricultural Engineering*, Gödöllő Vol. 13, No. 1, p. 29-31.
129. **Vida, Gy. – Bedő, Z.** (1999): Őszi aestivum és durum-búza genotípusok szemkeménysége és más sütőipari minőségi tulajdonságai közötti összefüggések elemzése főkomponens-analizissel. *Növénytermelés*, Vol. 48, No. 1, p. 33-42

130. **Webb, P.** (2001): Volume and density determination for particle technologists. URL: http://www.micromeritics.com/pdf/app_articles/density_determinations.pdf, p. 2-16
131. **Wiersma, J. – Busch, R. – Fulcher, G. – Hareland, G.** (2001): Recurrent selection for kernel weight in spring wheat. Crop Science Vol. 41, No. 4, p. 999-1005
132. **Williams, P. – Sobering, D.** (1986): Attempts at standardization of hardness testing of wheat. I. The grinding/sieving (Particle Size Index) method. Cereal Foods World, Vol. 31, No. 5, p.359-364
133. **Yamazaki, W.** (1972): A Modified Particle Size Index Test for Kernel Texture in Soft Wheat. Crop Science Vol. 12, No. 1, p. 116.

Adatbázisok

Faostat(2003): Agriculture Database - primary and processed crops. URL: http://www.fao.org/waicent/portal/statistics_en.asp

JELÖLÉSEK

Jel	Megnevezés	Kiszámítása
γ	Térfogattömeg (10^{-2} kg/100 dm ³)	Megegyezik a HLT-értékével
ε	Porozitás	$\varepsilon = 1 - \frac{\rho_{\text{burk.}}}{\gamma}$
ρ	Sűrűség (g/cm ³)	$\rho = \frac{m}{V_p}$
$\rho_{\text{burk.}}$	Burkolt sűrűség (g/cm ³)	$\rho = \frac{m_{\text{min ta}}}{V_{\text{min ta}}}$
Δa_d	Fajlagos felületnövekedés (cm ² /g)	$\Delta a_d = a_d - a_{d0}$
a_d	A dara fajlagos felülete (cm ² /g)	$a_d = \sum_{i=1}^n \frac{f_i}{x_i \times \left(\frac{6}{\rho_{\text{gab.}}} \right)}$
c.o.	Ferdeségi tényező (coefficient of obliqueness)	$e_f = \frac{e_{dt}}{\Delta a_d}$
e_{dt}	Hasznos fajlagos darálási energiaigény (kWh/t)	$e_{dt} = \frac{P_{\text{hapr}}}{Q_d} \times 1000$
e_f	Fajlagos felületi darálási energia igény ($\times 10^{-3}$ mWh/cm ²)	$\text{c.o.} = \frac{a_d \times \rho \times x_d}{6}$
$e_{\text{mért}}$	Villamos energia fogyasztás (kWh)	Mért jellemző
$e_{\text{ö}}$	Összes fajlagos darálási energia igény (kWh/t)	$e_{\text{ö}} = \frac{P_{\text{öbe}}}{Q_d} 1000$
m_d	Dara tömeg (kg)	Mért jellemző
m_{minta}	Minta tömege (g)	Mért jellemző
p	Nyomás (Pa ill. psi)	Mért jellemző
r	Korrelációs együttható	Számított statisztikai jellemző
t	Mérési idő (s)	Állandó paraméter

x_d	Átlag szemcse méret (μm)	$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i \times f_i}{100}$
ESZT	Ezerszem tömeg (g)	Mért jellemző
FG	Szabadságfok (freedom of degree)	Számított statisztikai jellemző
H	Hosszúság (mm)	Mért jellemző
HI	Hardness index (%)	Mért viszonyszám
HLT	Hektoliter tömeg ($\text{kg}/100 \text{ dm}^3$)	Mért jellemző
P	Alveográfus nyújtási érték (mm)	Mért jellemző
P-érték	Statisztikai elemzés értéke	Számított statisztikai jellemző
P_{hbe}	Hasznos darálási teljesítmény felvétel (kW)	$P_{hbe} = 0,75 \times P_{besz\ddot{a}m} - 0,213$
$P_{\acute{o}be}$	Összes hajtóteljesítmény felvétel (kW)	$P_{\acute{o}be} = \frac{e_{nért}}{t} \cdot 3600$
Q_d	Dara tömegáram (kg/\acute{o})	$Q_d = \frac{3600 \times m_d}{t}$
R^2	Determinációs együttható	Számított statisztikai jellemző
SZ	Szélesség (mm)	Mért jellemző
V	Vastagság (mm)	Mért jellemző
Vfk	Valorigráfus vízfelvevő képesség (%)	Mért jellemző
V_p	Minta térfogata (cm^3)	$V_p = V_c + \frac{V_a}{1 - \frac{p_2}{p_3}}$
W	Alveográfus deformációs munka (10^{-4} J)	Mért jellemző

ÁBRÁK JEGYZÉKE

ÁBRA CÍME
1. ábra A világ búza vetésterülete (ha) és a termés mennyisége (millió t)
2. ábra A búzaszem hossz- és keresztmetszeti képe
3. ábra A búzaszem sematikus ábrája a jellemző méretekkal
4. ábra A Quantachrome stereopycnometer képe
5. ábra A sztereo piknométer mérési elve
6. ábra Az átalakított KD 161 daráló rajza
7. ábra A Perten 3303 tárcsás aprító nézeti és nyitott ajtó mellett készült képe
8. ábra Az SKCS 4100 mérőműszer mechanikai felépítése és mérési elve
9. ábra Az SKCS 4100 mérőműszer a vezérlő-értékelő számítógéppel
10. ábra Az SKCS 4100 mérőműszer sematikus képe a legfontosabb kezelőszervekkel
11. ábra A mérési eredmények grafikus képernyője
12. ábra A szélesség és vastagság kapcsolata a vizsgált búzafajták esetén (n=27900)
13. ábra A szemméretek alakulása az évjárat hatására 1999-2002 között (n=278)
14. ábra A számított és mért tömegértékek a vizsgált búzafajtáknál
15. ábra A hektoliter tömeg átlagértékeinek alakulása a vizsgált években (n=246)
16. ábra A gömbalakúság átlagértékeinek alakulása a vizsgált években (n=257)
17. ábra A vizsgált búzafajták porozitás átlagértékei évjáratok szerint (n=243)
18. ábra A HLT és porozitás kapcsolata (n=164)
19. ábra A burkolt sűrűség átlagértékei termőhelyenként (n=255)
20. ábra A burkolt sűrűség átlagértékei évjáratonként (n=255)
21. ábra A bemutató parcellák mintáinak valódi sűrűség átlagértékei fajták szerint
22. ábra A bemutató parcellák mintáinak valódi sűrűség átlagértékei évjáratok szerint
23. ábra A 2002. évi búzamintáinak valódi sűrűség átlagértékei termőhelyek szerint
24. ábra A 2002. évi búzamintáinak valódi sűrűség átlagértékei fajták szerint
25. ábra A vizsgált búzaminták (n=15) valódi sűrűség átlagértékei fajták szerint
26. ábra A vizsgált búzaminták (n=15) valódi sűrűség átlagértékei évek szerint
27. ábra A vizsgált búzaminták (n=15) valódi sűrűség átlagértékei termőhelyenként
28. ábra A kalapácsos darálóval végzett aprítási ellenállás (e_f) átlagértékeinek alakulása a vizsgált fajták szerint, csökkenő sorrendbe rendezve (n=21)
29. ábra A kalapácsos darálóval végzett aprítási ellenállás (e_f) és a hardness index (HI) kapcsolata a vizsgált búzafajták esetében (n=21)

30. ábra A tárcsás darálóval mért aprítási ellenállás (c_f) és a hardness index (HI) közötti kapcsolat 10 búzafajta esetében
31. ábra Az aprítási ellenállásból számított HI és a mért HI közötti kapcsolat (n=10)
32. ábra A hardness index (HI:%) átlagértékeinek alakulása fajták szerint (n=173)
33. ábra A hardness index (HI:%) átlagértékeinek alakulása termőhelyenként (n=173)
34. ábra A hardness index (HI:%) átlagértékeinek alakulása évjáratok szerint (n=173)
35. ábra A szemkeménység (HI:%) és a kiörlés (%) közötti összefüggés a 2002. évi búzamintáknál (n=36)
36. ábra A kiörlés becslésének és a mért értékek kapcsolata
37. ábra A szemkeménység (HI:%) és az alveográfus P érték (mm) közötti összefüggés a 2002. évi búzamintáknál (n=36)
38. ábra A szemkeménység (HI:%) és az alveográfus W érték (10^{-4} J) közötti összefüggés a 2002. évi búzamintáknál (n=36)
39. ábra A szemkeménység (HI:%) és a vízfelvevőképesség (%) összefüggése a 2002. évi búzamintáknál (n=36)
40. ábra A szemkeménység (HI:%) és a vízfelvevőképesség (%) összefüggése a 2001 és 2002. évi szegedi termőhelyről származó búzamintáknál (n=46)
41. ábra A kemény és puha búzák lisztszemcséinek képe 800x nagyításban
42. ábra A fizikai jellemzők elhelyezkedése az első két komponensváltzó regressziós arányában

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

TÁBLÁZAT CÍME
1. sz. táblázat Gabonafélék 2002. évi termesztési világhozza
2. sz. táblázat A gabonafélék kémiai összetétele
3. táblázat. Búza minőségét meghatározó feltételrendszer
4. táblázat Néhány jellemző meteorológiai adata Magyarországon 2000 -2002
5. táblázat Agrometeorológiai jellemzők a szegedi kísérleti parcellánkon
6. sz. táblázat a KD 161 daráló néhány műszaki jellemzője
7. sz. táblázat a Perten 3303 tárcsás aprító gép néhány műszaki jellemzője
8. táblázat A geometriai alapadatok statisztikai értékei évek szerint
9. táblázat A geometriai arányok értékeinek statisztikai adatai
10. táblázat A szélesség alakulásának variancia táblázata
11. táblázat A hosszúság alakulásának variancia táblázata
12. táblázat A vastagság alakulásának variancia táblázata
13. táblázat Az ezerszem tömeg alakulásának variancia táblázata
14. táblázat A hektoliter tömeg értékek alakulásának variancia táblázata
15. táblázat A vizsgált búzaszemek gömbalakúságának variancia táblázata
16. táblázat A porozitás értékeinek statisztikai jellemzői évjáratok szerint
17. táblázat A vizsgált búzaminták porozitásának variancia táblázata
18. táblázat A burkolt sűrűség értékeinek statisztikai jellemzői évjáratok szerint
19. táblázat A vizsgált búzaminták burkolt sűrűség értékeinek variancia táblázata
20. táblázat A bemutató parcelláról származó búzaminták valódi sűrűség értékeinek variancia táblázata
21. táblázat A 2002. évi búzaminták valódi sűrűség értékeinek variancia táblázata
22. táblázat A valódi sűrűség értékeinek statisztikai jellemzői évjáratok szerint
23. táblázat A búzaminták valódi sűrűség értékeinek három tényezős variancia táblázata
24. táblázat A kalapácsos darálóval végzett aprítási ellenállás mérés során használt búzafajták néhány jellemzője
25. táblázat A kalapácsos darálóval végzett aprítási ellenállás mérés legfontosabb statisztikai paraméterei
26. táblázat A kalapácsos darálóval végzett aprítási ellenállás mérés legfontosabb értékeinek statisztikai jellemzői fajták szerint
27. táblázat a hardness index (HI:%) és a kalapácsos darálóval végzett aprítási ellenállás (e _f : x10 ⁻³ mWh/cm ²) értékei a vizsgált búzafajták esetében, növekvő aprítási ellenállás szerint rendezve
28. táblázat A búzafajták agrofizikai és szemkeménységi értékeinek korrelációs táblázata (n=21)

29. táblázat A tárcsás aprítógéppel végzett aprítási ellenállás mérés legfontosabb statisztikai paraméterei
30. táblázat A hardness index értékeinek statisztikai mutatói
31. táblázat A hardness index értékeinek statisztikai jellemzői évek szerinti bontásban
32. táblázat A hardness index értékeinek statisztikai jellemzői évek szerinti bontásban
33. táblázat A búzaminták HI értékeinek három tényezős variancia táblázata
34. táblázat A HI és kiörlés közötti lineáris regresszió statisztikai jellemzői
35. táblázat A HI és kiörlés közötti lineáris regresszió variancia táblázata
36. táblázat A kiörlés és további agrofizikai tulajdonságok közötti többszörös lineáris regresszió statisztikai jellemzői
37. táblázat A kiörlés valamint a HI és szélesség közötti többszörös lineáris regresszió statisztikai jellemzői
38. táblázat A kiörlés (HI és SZ alapján történő) becslés lineáris regressziójának variancia táblázata
39. táblázat Az alveográfus nyújthatóság (P) és a HI közötti lineáris regresszió statisztikai jellemzői
40. táblázat Az alveográfus nyújthatóság (P) és a HI közötti lineáris regresszió variancia táblázata
41. táblázat A W és HI közötti lineáris regresszió statisztikai jellemzői
42. táblázat A W és HI közötti lineáris regresszió variancia táblázata
43. táblázat A W és HI értéke közötti együtthatók termőhelyenként (2002. évi minták)
44. táblázat A Vfk és HI közötti lineáris regresszió statisztikai jellemzői
45. táblázat A Vfk és HI közötti lineáris regresszió variancia táblázata
46. táblázat A vízfelvevő képesség és HI értéke közötti együtthatók termőhelyenként (2002. évi minták)
47. táblázat Az agrofizikai jellemző közötti kapcsolatot jellemző korrelációs táblázat

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek **PROF. DR. NEMÉNYI MIKLÓS** intézetvezető egyetemi tanárnak, a MTA doktorának tanácsaiért, segítségéért és türelméért.

Külön szeretném kifejezni hálámat **DR. BÖLÖNI ISTVÁNNAK**, a MTA doktorának és **PROF. DR. SITKEI GYÖRGY** akadémikusnak, a MTA levelező tagjának a felbecsülhetetlen segítségért, amellyel segítették munkámat és az értekezés létrejöttét. **PROF. DR. CSIZMAZIA ZOLTÁNNAK**, a MTA doktorának ezúton szeretnék köszönetem kifejezni köszönetem a munkahelyi vitára készített dolgozat alapos, segítő szándékú bírálatáért, amely nagyban hozzájárult a dolgozat jelenlegi formájának létrejöttéhez.

Hálás szívvel köszönöm meg kollégámnak és barátomnak, **DR. HABIL VÉHA ANTAL** egyetemi docensnek a biztatást és segítséget.

Köszönetet mondok munkahelyemnek, a Szegedi Tudományegyetem Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai Karnak, hogy a PhD tanulmányaimhoz anyagi segítséget biztosítottak. Külön köszönettel tartozom az Élelmiszertechnológia és Környezetgazdálkodás Tanszék kollektívájának valamint munkahelyi vezetőimnek **PROF. DR. SZABÓ GÁBOR** rektor, egyetemi tanárnak és **PROF. DR. FENYVESSY JÓZSEF** kari főigazgató, egyetemi tanárnak.

Köszönet illeti a Szegedi Gabonatermesztési Kutatóintézetet Kht-t, a fajtaazonos búzaminták biztosításáért. Kiemelt köszönetet szeretnék mondani **DR. MATUZ JÁNOSNAK**, a MTA doktorának, a GK Kht. igazgatójának mindazért a sok szakmai segítségért, amellyel sok éve segíti munkámat.

Szeretettel megköszönöm **édesapámnak**, hogy a technika iránti érdeklődésem felkeltette és táplálta, **édesanyámnak** szeretetét, bölcsességeit és emberi tartását.

Szívem mélyéről jövő érzésekkel köszönöm meg szeretett feleségem **GYIMESNÉ JUHÁSZ ANDREA** és drága gyermekeim, **GYIMES LILI**, **GYIMES GERGŐ** és **GYIMES ANNA** segítségét, hogy a legnehezebb pillanatokban melletttem álltak, szeretetükkel és türelmükkel segítettek.

Külön köszönet az OTKA Iroda támogatásáért, amely jelentős mértékben járult hozzá, hogy az értekezés elkészülhetett.

MELLÉKLETEK

1. sz. melléklet Az étkezési célú búzák minőségi követelményei az MSZ 6383:1998 szabvány előírásai szerint

Étkezési célú búzák minőségi követelményei MSZ 6383:1998

Minőségi jellemzők	A közönséges búza			A durum búza		
	javító búza	malmi búza		III.	I.	II.
		I.	II.			
	minőségi követelményei					
Hektolitertömeg, legalább, kg/100l	78	76		72	78	75
Nedvességtartalom, legfeljebb, % (m/m)	14,5	14,5		14,5	14,5	14,5
Keveréktartalom, legfeljebb, % (m/m)	2	2		2	2	2
ezen belül: káros keverék, legfeljebb, % (m/m)	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5
könnyű keverék, legfeljebb, % (m/m)	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5
Keverék tartalom felül még megengedett:						
törött szem, legfeljebb, % (m/m)	2	2		6	2	2
csírázott szem, legfeljebb, % (m/m)	2	2		5	2	2
roz, legfeljebb, % (m/m)	2	2		3	-	-
csökkent értékű búzaszem, legfeljebb, % (m/m)	2	2		2	3	3
elszíneződött felületű szám, legfeljebb, % (m/m)	-	-		-	3	3
poloskaszúrt szem, legfeljebb, db%	-	2		4	2	2
közönséges búzaszem, legfeljebb, % (m/m)	-	-		-	4	10
Acélos búzaszem, legalább, db%	-	-		-	60	30
Sütőipari érték, legalább, minőségi csoport	A	B1	B2	-	-	-
A nedves sikér mennyisége, legalább, % (m/m)	34	30	28	26	32	30
A nedves sikér területe, mm/óra	2-5	3-8		-	2-5	2-5
Esésszám, legalább, sec	300	250	230	220	300	250
Nyersfehérje-tartalom, legalább, %	12,5	12,5	12	11,5	12,5	12
Szedimentációs érték, Zeleny szerint, legalább, ml	35	35	30	20	-	-
Sárgapigment-tartalom, legalább, mg/kg	-	-	-	-	5	3,5
Állati kártevők és maradványaik	nincs megengedve					

2. sz. melléklet A vizsgált búzafajták mért és számított energetikai és granulometriai jellemzői a fajlagos felületi darálási energiaigény, mint szemkeménységi paraméter meghatározásakor kalapácsos daráló használatakor (n=21)

Ssz.	Évjárat	Fajta neve	$e_{mért}$	t	m_d	Q_d	$P_{\ddot{o}}$	$P_{h_{be}}$	$e_{\ddot{o}}$	$e_{dt.}$	x_d	Δa_d	e_f
			(kWh)	(s)	(kg)	(kg/h)	(kW)	(kW)	(kWh)	(kWh/t)	(μm)	(cm^2/g)	($\cdot 10^{-3}$ mWh/cm ²)
1	1997	MV 22	0,019	60	2,850	171	1,14	0,330	6,667	1,930	1818	35,06	55,05
2	1997	MV 22	0,019	60	2,900	174	1,14	0,330	6,552	1,897	1842	34,86	54,41
3	1997	MV 22	0,020	60	2,900	174	1,20	0,375	6,897	2,155	1630	46,80	46,05
4	1997	MV 22	0,020	60	3,150	189	1,20	0,375	6,349	1,984	1849	34,13	58,13
5	1997	MV 22	0,020	60	3,200	192	1,20	0,375	6,250	1,953	1755	41,89	46,63
6	1997	MV 22	0,020	60	3,050	183	1,20	0,375	6,557	2,049	1801	38,91	52,66
7	1994	MV 16	0,019	60	2,650	159	1,14	0,330	7,170	2,075	1994	36,65	56,63
8	1994	MV 16	0,019	60	2,600	156	1,14	0,330	7,308	2,115	2011	34,19	61,87
9	1994	MV 16	0,019	60	2,500	150	1,14	0,330	7,600	2,200	2039	33,96	64,78
10	1994	MV 16	0,019	60	2,750	165	1,14	0,330	6,909	2,000	2060	32,09	62,32
11	1994	MV 16	0,020	60	2,700	162	1,20	0,375	7,407	2,315	1942	42,06	55,04
12	1994	MV 16	0,019	60	2,700	162	1,14	0,330	7,037	2,037	2131	26,92	75,68
13	1994	MV 15	0,020	60	2,550	153	1,20	0,375	7,843	2,451	1732	38,53	63,61
14	1994	MV 15	0,021	60	2,700	162	1,26	0,420	7,778	2,593	1913	32,53	79,71
15	1994	MV 15	0,019	60	2,700	162	1,14	0,330	7,037	2,037	2090	21,98	92,66
16	1994	MV 15	0,019	60	2,750	165	1,14	0,330	6,909	2,000	2062	23,77	84,15

17	1994	MV 15	0,019	60	2,750	165	1,14	0,330	6,909	2,000	1987	30,36	65,88
----	------	-------	-------	----	-------	-----	------	-------	-------	-------	------	-------	-------

7

18	1994	MV 15	0,019	60	2,750	165	1,14	0,330	6,909	2,000	2009	28,65	69,82
----	------	-------	-------	----	-------	-----	------	-------	-------	-------	------	-------	-------

Ssz.	Évjárat	Fajta neve	e _{mért}	t	m _d	Q _d	P _ö ^{be}	P _{h_{be}}	e _ö	e _{dt.}	x _d	Δ a _d	e _f
			(kWh)	(s)	(kg)	(kg/h)	(kW)	(kW)	(kWh)	(kWh/t)	(μm)	(cm ² /g)	(*10 ⁻³ mWh/cm ²)
19	1995	MV 21	0,019	60	2,650	159	1,14	0,330	7,170	2,075	1916	34,68	59,84
20	1995	MV 21	0,019	60	2,650	159	1,14	0,330	7,170	2,075	2015	30,46	68,13
21	1995	MV 21	0,019	60	2,650	159	1,14	0,330	7,170	2,075	2047	30,43	68,21
22	1995	MV 21	0,019	60	2,650	159	1,14	0,330	7,170	2,075	2014	32,84	63,20
23	1995	MV 21	0,019	60	2,650	159	1,14	0,330	7,170	2,075	2006	35,47	58,51
24	1995	MV 21	0,019	60	2,600	156	1,14	0,330	7,308	2,115	2033	32,75	64,59
25	1997	MV 23	0,019	60	2,150	129	1,14	0,330	8,837	2,558	1475	65,77	38,90
26	1997	MV 23	0,020	60	2,400	144	1,20	0,375	8,333	2,604	1459	71,24	36,56
27	1997	MV 23	0,020	60	2,500	150	1,20	0,375	8,000	2,500	1571	59,13	42,28
28	1997	MV 23	0,021	60	2,800	168	1,26	0,420	7,500	2,500	1587	62,71	39,87
29	1997	MV 23	0,020	60	2,900	174	1,20	0,375	6,897	2,155	1657	51,33	41,99
30	1997	MV 23	0,020	60	2,950	177	1,20	0,375	6,780	2,119	1776	45,67	46,39
31	1997	MV 23	0,020	60	3,000	180	1,20	0,375	6,667	2,083	1803	45,74	45,55
32	1997	MV 23	0,020	60	3,050	183	1,20	0,375	6,557	2,049	1775	48,59	42,17

33	1995	MV 17	0,021	60	3,500	210	1,26	0,420	6,000	2,000	1640	52,77	37,90
						8							
34	1995	MV 17	0,021	60	3,500	210	1,26	0,420	6,000	2,000	1714	42,35	47,22
35	1995	MV 17	0,021	60	3,550	213	1,26	0,420	5,915	1,972	1764	39,27	50,21
36	1995	MV 17	0,021	60	3,450	207	1,26	0,420	6,087	2,029	1679	50,20	40,42
37	1995	MV 17	0,021	60	3,550	213	1,26	0,420	5,915	1,972	1800	40,80	48,33
Ssz.	Évjárat	Fajta neve	e_{mért}	t	m_d	Q_d	P_ö	P_{h_{be}}	e_ö	e_{dt.}	x_d	Δ a_d	e_f
			(kWh)	(s)	(kg)	(kg/h)	(kW)	(kW)	(kWh)	(kWh/t)	(μm)	(cm²/g)	(*10⁻³ mWh/cm²)
38	1995	MV 17	0,021	60	3,500	210	1,26	0,420	6,000	2,000	1816	37,83	52,87
39	1996	GK-Duna	0,020	60	2,800	168	1,20	0,375	7,143	2,232	1539	47,21	47,28
40	1996	GK-Duna	0,019	60	3,000	180	1,14	0,330	6,333	1,833	1692	41,50	44,18
41	1996	GK-Duna	0,020	60	3,000	180	1,20	0,375	6,667	2,083	1635	43,60	47,78
42	1996	GK-Duna	0,019	60	2,750	165	1,14	0,330	6,909	2,000	1588	45,32	44,13
43	1996	GK-Duna	0,019	60	3,000	180	1,14	0,330	6,333	1,833	1625	46,15	39,73
44	1996	GK-Duna	0,020	60	2,850	171	1,20	0,375	7,018	2,193	1583	47,53	46,14
45	1996	Jubilejnaja-50	0,020	60	2,750	165	1,20	0,375	7,273	2,273	1454	58,89	38,59
46	1996	Jubilejnaja-50	0,019	60	2,800	168	1,14	0,330	6,786	1,964	1546	53,39	36,79
47	1996	Jubilejnaja-50	0,019	60	2,800	168	1,14	0,330	6,786	1,964	1572	55,09	35,65
48	1996	Jubilejnaja-50	0,019	60	2,750	165	1,14	0,330	6,909	2,000	1507	56,90	35,15

50

9

49	1996	Jubilejnaja-50	0,020	60	2,850	171	1,20	0,375	7,018	2,193	1559	53,70	40,84
50	1996	Jubilejnaja-50	0,019	60	2,800	168	1,14	0,330	6,786	1,964	1568	53,58	36,66

Ssz.	Évjárat	Fajta neve	e _{mért}	t	m _d	Q _d	P _ö	P _{h_{be}}	e _ö	e _{dt.}	x _d	Δ a _d	e _f
			(kWh)	(s)	(kg)	(kg/h)	(kW)	(kW)	(kWh)	(kWh/t)	(μm)	(cm ² /g)	(*10 ⁻³ mWh/cm ²)
51	1997	GK-Csűrös	0,020	60	2,800	168	1,20	0,375	7,143	2,232	1573	51,13	43,66
52	1997	GK-Csűrös	0,019	60	2,750	165	1,14	0,330	6,909	2,000	1701	44,51	44,93
53	1997	GK-Csűrös	0,019	60	2,700	162	1,14	0,330	7,037	2,037	1627	48,94	41,63
54	1997	GK-Csűrös	0,019	60	2,750	165	1,14	0,330	6,909	2,000	1614	50,43	39,66
55	1997	GK-Csűrös	0,019	60	2,750	165	1,14	0,330	6,909	2,000	1633	50,21	39,83
56	1997	GK-Csűrös	0,018	60	2,550	153	1,08	0,285	7,059	1,863	1666	50,67	36,76
57	1997	GK-Kata	0,018	60	2,400	144	1,08	0,285	7,500	1,979	1239	78,48	25,22
58	1997	GK-Kata	0,018	60	2,500	150	1,08	0,285	7,200	1,900	1319	76,11	24,96
59	1997	GK-Kata	0,018	60	2,500	150	1,08	0,285	7,200	1,900	1271	79,35	23,94
60	1997	GK-Kata	0,018	60	2,500	150	1,08	0,285	7,200	1,900	1265	80,78	23,52
61	1997	GK-Kata	0,018	60	2,450	147	1,08	0,285	7,347	1,939	1283	83,10	23,33

62	1997	GK-Kata	0,018	60	2,450	147	1,08	0,285	7,347	1,939	1277	78,85	24,59
10													
63	1997	GK- Öthalom	0,019	60	2,650	159	1,14	0,330	7,170	2,075	1559	67,96	30,54
64	1997	GK- Öthalom	0,019	60	2,650	159	1,14	0,330	7,170	2,075	1423	78,79	26,34
65	1997	GK- Öthalom	0,019	60	2,650	159	1,14	0,330	7,170	2,075	1489	75,49	27,49
66	1997	GK- Öthalom	0,019	60	2,650	159	1,14	0,330	7,170	2,075	1474	73,21	28,35

Ssz.	Évjárat	Fajta neve	e _{mért} (kWh)	t (s)	m _d (kg)	Q _d (kg/h)	P _ö ^{be} (kW)	P _{h_{be}} (kW)	e _ö (kWh)	e _{dt.} (kWh/t)	x _d (μm)	Δ a _d (cm ² /g)	e _f (*10 ⁻³ mWh/cm ²)
67	1997	GK- Öthalom	0,019	60	2,650	159	1,14	0,330	7,170	2,075	1504	71,71	28,94
68	1997	GK- Öthalom	0,019	60	2,600	156	1,14	0,330	7,308	2,115	1495	69,23	30,56
69	1995	GK-Kata	0,019	60	3,250	195	1,14	0,330	5,846	1,692	1233	74,03	22,86
70	1995	GK-Kata	0,019	60	2,750	165	1,14	0,330	6,909	2,000	1182	77,42	25,83
71	1995	GK-Kata	0,019	60	2,650	159	1,14	0,330	7,170	2,075	1182	75,42	27,52
72	1995	GK-Kata	0,020	60	2,850	171	1,20	0,375	7,018	2,193	1195	77,04	28,46
73	1995	GK-Kata	0,019	60	2,700	162	1,14	0,330	7,037	2,037	1212	74,41	27,38
74	1995	GK-Kata	0,019	60	2,750	165	1,14	0,330	6,909	2,000	1216	72,63	27,54

75	1995	GK-Kata	0,019	60	2,750	165	1,14	0,330	6,909	2,000	1207	76,49	26,15
11													
76	1995	GK- Öthalom	0,019	60	2,750	165	1,14	0,330	6,909	2,000	1569	66,08	30,26
77	1995	GK- Öthalom	0,019	60	2,750	165	1,14	0,330	6,909	2,000	1551	67,29	29,72
78	1995	GK- Öthalom	0,019	60	2,750	165	1,14	0,330	6,909	2,000	1571	65,46	30,55
89	1995	GK- Öthalom	0,019	60	2,750	165	1,14	0,330	6,909	2,000	1573	65,98	30,31
80	1995	GK- Öthalom	0,019	60	2,750	165	1,14	0,330	6,909	2,000	1578	68,30	29,28
81	1995	GK- Öthalom	0,019	60	2,650	159	1,14	0,330	7,170	2,075	1573	68,99	30,08
Ssz.	Évjárat	Fajta neve	e_{mért}	t	m_d	Q_d	P_ö	P_{h_{be}}	e_ö	e_{dt.}	x_d	Δ a_d	e_f
			(kWh)	(s)	(kg)	(kg/h)	(kW)	(kW)	(kWh)	(kWh/t)	(μm)	(cm²/g)	(*10⁻³ mWh/cm²)
82	1998	GK-Kata	0,018	60	2,400	144	1,08	0,285	7,500	1,979	1334	58,50	33,83
83	1998	GK-Kata	0,018	60	2,400	144	1,08	0,285	7,500	1,979	1296	56,40	35,09
84	1998	GK-Kata	0,017	60	2,400	144	1,02	0,240	7,083	1,667	1286	59,90	27,83
85	1998	GK-Kata	0,018	60	2,400	144	1,08	0,285	7,500	1,979	1388	51,75	38,24
86	1998	GK-Kata	0,018	60	2,500	150	1,08	0,285	7,200	1,900	1378	56,47	33,65
87	1998	GK-Kata	0,018	60	2,400	144	1,08	0,285	7,500	1,979	1380	53,92	36,71
88	1998	GK- Öthalom	0,018	60	2,400	144	1,08	0,285	7,500	1,979	1753	38,08	51,97

89	1998	GK- Öthalom	0,018	60	2,350	141	1,08	0,285	7,660	2,021	1816	30,60	66,04
90	1998	GK- Öthalom	0,018	60	2,400	144	1,08	0,285	7,500	1,979	1858	26,86	73,70
91	1998	GK- Öthalom	0,018	60	2,400	144	1,08	0,285	7,500	1,979	1780	33,28	59,46
92	1998	GK- Öthalom	0,018	60	2,450	147	1,08	0,285	7,347	1,939	1772	31,24	62,06
93	1998	GK- Öthalom	0,017	60	2,450	147	1,02	0,240	6,939	1,633	1836	28,05	58,20
94	1998	GK-Duna	0,018	60	2,500	150	1,08	0,285	7,200	1,900	1689	38,79	48,98
95	1998	GK-Duna	0,017	60	2,450	147	1,02	0,240	6,939	1,633	1863	27,65	59,06
96	1998	GK-Duna	0,018	60	2,500	150	1,08	0,285	7,200	1,900	1827	23,67	80,26
97	1998	GK-Duna	0,018	60	2,450	147	1,08	0,285	7,347	1,939	1839	31,47	61,60
Ssz.	Évjárat	Fajta neve	e_{mért}	t	m_d	Q_d	P_ö	P_{h_{be}}	e_ö	e_{dt.}	x_d	Δ a_d	e_f
			(kWh)	(s)	(kg)	(kg/h)	(kW)	(kW)	(kWh)	(kWh/t)	(μm)	(cm²/g)	(*10⁻³ mWh/cm²)
98	1998	GK-Duna	0,018	60	2,550	153	1,08	0,285	7,059	1,863	1758	31,46	59,22
99	1998	GK-Duna	0,018	60	2,550	153	1,08	0,285	7,059	1,863	1764	35,79	52,05
100	1998	GK-Csűrös	0,017	60	2,450	147	1,02	0,240	6,939	1,633	1609	48,62	33,58
101	1998	GK-Csűrös	0,017	60	2,500	150	1,02	0,240	6,800	1,600	1845	31,56	50,69
102	1998	GK-Csűrös	0,017	60	2,500	150	1,02	0,240	6,800	1,600	1758	38,51	41,54

103	1998	GK-Csűrös	0,017	60	2,400	144	1,02	0,240	7,083	1,667	1766	35,96	46,34
13													
104	1998	GK-Csűrös	0,017	60	2,400	144	1,02	0,240	7,083	1,667	1753	41,24	40,41
105	1998	GK-Csűrös	0,017	60	2,400	144	1,02	0,240	7,083	1,667	1846	32,08	51,95
106	1998	GK- Bétadur	0,017	60	2,600	156	1,02	0,240	6,538	1,538	1663	21,81	70,54
107	1998	GK- Bétadur	0,017	60	2,600	156	1,02	0,240	6,538	1,538	1704	21,51	71,51
108	1998	GK- Bétadur	0,018	60	2,600	156	1,08	0,285	6,923	1,827	1703	22,03	82,94
109	1998	GK- Bétadur	0,018	60	2,550	153	1,08	0,285	7,059	1,863	1728	20,85	89,33
110	1998	GK- Bétadur	0,018	60	2,550	153	1,08	0,285	7,059	1,863	1679	22,19	83,93
111	1998	GK- Bétadur	0,017	60	2,500	150	1,02	0,240	6,800	1,600	1754	19,46	82,24
112	1998	Mv Magvas	0,017	60	2,550	153	1,02	0,240	6,667	1,569	1831	38,37	40,88

Ssz.	Évjárat	Fajta neve	e _{mért}	t	m _d	Q _d	P _ö	P _{h_{be}}	e _ö	e _{dt.}	x _d	Δ a _d	e _f
			(kWh)	(s)	(kg)	(kg/h)	(kW)	(kW)	(kWh)	(kWh/t)	(μm)	(cm ² /g)	(*10 ⁻³ mWh/cm ²)
113	1998	Mv Magvas	0,017	60	2,550	153	1,02	0,240	6,667	1,569	1854	24,92	62,95
114	1998	Mv Magvas	0,017	60	2,550	153	1,02	0,240	6,667	1,569	1725	34,34	45,68
115	1998	Mv Magvas	0,017	60	2,550	153	1,02	0,240	6,667	1,569	1697	41,87	37,47

116	1998	Mv Magvas	0,018	60	2,400	144	1,08	0,285	7,500	1,979	1749	32,63	60,66
14													
117	1998	Mv Magvas	0,018	60	2,400	144	1,08	0,285	7,500	1,979	1720	35,87	55,18
118	1998	Mv Fatima	0,018	60	2,450	147	1,08	0,285	7,347	1,939	1956	30,48	63,61
119	1998	Mv Fatima	0,018	60	2,400	144	1,08	0,285	7,500	1,979	1949	37,25	53,13
120	1998	Mv Fatima	0,018	60	2,450	147	1,08	0,285	7,347	1,939	2142	21,02	92,23
121	1998	Mv Fatima	0,018	60	2,450	147	1,08	0,285	7,347	1,939	2025	25,63	75,63
122	1998	Mv Fatima	0,018	60	2,450	147	1,08	0,285	7,347	1,939	2041	26,98	71,86
123	1998	Mv Fatima	0,018	60	2,400	144	1,08	0,285	7,500	1,979	2121	22,31	88,72
124	1998	Mv Summa	0,018	60	2,550	153	1,08	0,285	7,059	1,863	1797	28,18	66,10
125	1998	Mv Summa	0,018	60	2,550	153	1,08	0,285	7,059	1,863	1736	32,51	57,30
126	1998	Mv Summa	0,017	60	2,550	153	1,02	0,240	6,667	1,569	1879	23,28	67,38
127	1998	Mv Summa	0,018	60	2,600	156	1,08	0,285	6,923	1,827	1711	34,04	53,67
128	1998	Mv Summa	0,017	60	2,550	153	1,02	0,240	6,667	1,569	1727	32,91	47,66
129	1998	Mv Summa	0,018	60	2,500	150	1,08	0,285	7,200	1,900	1682	37,74	50,35

3. sz. melléklet A vizsgált búzafajták mért és számított energetikai és granulometriai jellemzői a fajlagos felületi darálási energiaigény, mint szemkeménységi paraméter meghatározásakor tárcsás aprítógép használatakor (n=10)

Ssz.	Évjárat	Fajta neve	$e_{mért}$ (kWh)	t (s)	m_d (kg)	Q_d (kg/h)	$P_{\ddot{o}}$ ^{be} (kW)	P_h ^{be} (kW)	$e_{\ddot{o}}$ (kWh)	$e_{dt.}$ (kWh/t)	x_d (μ m)	Δa_d (cm^2/g)	e_f (* 10^{-3} mWh/cm ²)
1	2000	Mérő	4,66	60	506	30,4	0,28	0,12	9,209	4,079	451,34	159,96	25,50
2	2000	Mérő	4,681	60	509	30,5	0,28	0,12	9,196	4,085	452,31	164,59	24,82
3	2000	Mérő	4,679	60	507,5	30,5	0,28	0,12	9,220	4,095	455,12	156,69	26,13
4	2000	Csőrnöc	5,069	60	441,8	26,5	0,30	0,14	11,474	5,366	525,51	106,70	50,29
5	2000	Csőrnöc	5,172	60	427	25,6	0,31	0,15	12,112	5,732	524,50	110,55	51,85
6	2000	Csőrnöc	5,218	60	426	25,6	0,31	0,15	12,249	5,827	526,02	107,43	54,24
7	2000	Zugoly	4,379	60	460	27,6	0,26	0,11	9,520	4,028	456,60	135,13	29,81
8	2000	Zugoly	4,323	60	459,5	27,6	0,26	0,11	9,408	3,941	477,21	132,17	29,82
9	2000	Zugoly	4,406	60	465,5	27,9	0,26	0,11	9,465	4,024	462,70	136,45	29,49
10	2000	Jubilejnaja	5,029	60	437,5	26,3	0,30	0,14	11,495	5,350	511,36	122,60	43,64
11	2000	Jubilejnaja	5,102	60	436,5	26,2	0,31	0,14	11,688	5,487	511,80	125,77	43,63
12	2000	Jubilejnaja	5,002	60	430	25,8	0,30	0,14	11,633	5,396	513,32	122,59	44,02
13	2000	Jászság	4,624	60	472	28,3	0,28	0,12	9,797	4,315	472,38	132,89	32,47
14	2000	Jászság	4,704	60	478	28,7	0,28	0,13	9,841	4,387	472,44	121,40	36,13
15	2000	Jászság	4,565	60	475,5	28,5	0,27	0,12	9,600	4,190	470,21	140,34	29,86
16	2000	Élet	5,026	60	419,5	25,2	0,30	0,14	11,981	5,574	512,37	126,58	44,04
17	2000	Élet	4,941	60	406,5	24,4	0,30	0,14	12,155	5,595	514,95	125,40	44,62
18	2000	Élet	4,843	60	417	25,0	0,29	0,13	11,614	5,278	515,20	125,82	41,95
19	2003	Jubilejnaja	4,914	60	406,7	24,4	0,29	0,14	12,083	5,844	531,13	115,46	50,62
20	2003	Jubilejnaja	5,118	60	425,9	25,6	0,31	0,15	12,017	5,940	537,58	112,81	52,65
21	2003	Jubilejnaja	4,946	60	411,7	24,7	0,30	0,14	12,014	5,831	542,71	106,59	54,71

22	2003	Jubilejnaja	5,004	60	407,4	24,4	0,30	0,15	12,283	6,000	499,21	126,90	47,28
----	------	-------------	-------	----	-------	------	------	------	--------	-------	--------	--------	-------

19

Ssz.	Évjárat	Fajta neve	e _{mért} (kWh)	t (s)	m _d (kg)	Q _d (kg/h)	P _ö ^{be} (kW)	P _h ^{be} (kW)	e _ö (kWh)	e _{dt.} (kWh/t)	x _d (µm)	Δ a _d (cm ² /g)	e _f (*10 ⁻³ mWh/cm ²)
23	2003	Jubilejnaja	4,995	60	415,3	24,9	0,30	0,15	12,027	5,869	525,64	115,59	50,78
24	2003	Mérő	4,544	60	508,5	30,5	0,27	0,13	8,936	4,150	463,30	139,73	29,70
25	2003	Mérő	4,567	60	515,7	30,9	0,27	0,13	8,856	4,126	437,72	148,69	27,75
26	2003	Mérő	4,519	60	508,6	30,5	0,27	0,13	8,885	4,113	467,76	141,59	29,05
27	2003	Mérő	4,469	60	509,1	30,5	0,27	0,12	8,778	4,035	442,65	177,03	22,79
28	2003	Mérő	4,46	60	506,9	30,4	0,27	0,12	8,799	4,039	434,70	174,25	23,18
29	2003	Öthalom	5,146	60	454,3	27,3	0,31	0,15	11,327	5,606	497,91	131,90	42,51
30	2003	Öthalom	5,143	60	445,5	26,7	0,31	0,15	11,544	5,712	538,30	111,95	51,02
31	2003	Öthalom	5,145	60	439,1	26,3	0,31	0,15	11,717	5,799	533,98	110,96	52,26
32	2003	Öthalom	5,08	60	446,6	26,8	0,30	0,15	11,375	5,592	558,43	99,36	56,28
33	2003	Öthalom	5,19	60	451,7	27,1	0,31	0,15	11,490	5,712	508,41	117,58	48,58
34	2003	Bétadur	5,028	60	443	26,6	0,30	0,15	11,350	5,465	579,76	79,71	68,56
35	2003	Bétadur	5,054	60	449,8	27,0	0,30	0,15	11,236	5,426	549,12	93,52	58,02
36	2003	Bétadur	5,039	60	441,6	26,5	0,30	0,15	11,411	5,501	560,37	88,61	62,08
37	2003	Bétadur	4,876	60	426,2	25,6	0,29	0,14	11,441	5,413	584,32	78,99	68,53
38	2003	Bétadur	4,857	60	425,6	25,5	0,29	0,14	11,412	5,387	564,26	87,83	61,34

**4. sz. melléklet A vizsgált búzafajták (n=261) mért
és számított geometriai és egyéb
agrofizikai jellemzői (1999-2002)**

Sorszám	Fajta	Év	Termőhely	SZ	H	V	H/V	H/SZ	SZ/V	GA	ESZT	Burk. sűr.	HLT	porozitás	HI	KemOsz
				(mm)	(mm)	(mm)	(-)	(-)	(-)	(-)	(g)	(g/cm ³)	(kg/100 dm ³)	(-)	(%)	
1	64-96	1999	Kecskéstelep	2,74	6,78	2,37	2,86	2,47	1,16	0,52	31,16	1,299	72,80	0,440	66,50	Kemény
2	64-96	1999	Fülöpszállás	3,16	7,00	2,59	2,70	2,22	1,22	0,55	37,08	1,270	72,30	0,431	50,00	Kemény
3	66-96	1999	Kecskéstelep	3,11	6,55	2,42	2,71	2,11	1,29	0,56	33,40	1,342	78,90	0,412	81,65	Kemény
4	66-96	1999	Fülöpszállás	3,17	6,73	2,50	2,69	2,12	1,27	0,56	36,51	1,257	73,38	0,416	65,15	Kemény
5	Attila	1999	Kecskéstelep	2,90	5,96	2,60	2,29	2,06	1,12	0,60	33,13	1,360	83,35	0,387	80,95	Kemény
6	Attila	2001	Kecskéstelep	3,19	5,71	2,84	2,01	1,79	1,12	0,65	36,64	1,355	85,20	0,371	83,72	Kemény
7	Attila	2002	Bemutató	2,96	5,39	2,88	1,87	1,82	1,03	0,67	33,08	1,441	90,30	0,373	89,26	Kemény
8	Attila	2002	Fülöpszállás	3,17	5,84	3,06	1,91	1,85	1,04	0,66	44,02	1,335	87,16	0,347	58,33	Kemény
9	Attila	2002	Kecskéstelep	2,95	5,36	2,85	1,88	1,82	1,03	0,66	33,32	1,359	89,71	0,340	89,24	Kemény
10	Attila	2002	Öthalom	3,00	5,60	2,89	1,94	1,87	1,04	0,65	35,16	1,335	82,05	0,385	70,61	Kemény
11	Attila	2002	Táplánszentkereszt	2,88	6,00	2,91	2,06	2,08	0,99	0,62	33,18	1,344	83,25	0,381	73,21	Kemény
12	Bánkúti 1201	1999	Kecskéstelep	3,14	6,54	2,72	2,40	2,08	1,15	0,58	43,29	1,358	82,63	0,391	64,60	Kemény
13	Bánkúti 1201	2000	Kecskéstelep	3,05	6,18	2,84	2,18	2,03	1,07	0,61	40,75	1,431	84,00	0,413		
14	Bánkúti 1201	2000	Bemutató	3,11	6,05	2,90	2,09	1,95	1,07	0,63	39,69	1,411	85,16	0,397		
15	Bánkúti	2001	Fülöpszállás	3,08	6,95	2,68	2,59	2,26	1,15	0,55	42,24	1,370	82,30	0,399	73,41	Kemény
16	Bánkúti 1201	2001	Kecskéstelep	3,11	6,72	2,67	2,52	2,16	1,16	0,57	39,43	1,353	84,25	0,377	71,63	Kemény
17	Bánkúti 1201	2001	Öthalom	2,80	6,38	2,35	2,71	2,28	1,19	0,54	32,45	1,336	77,85	0,417	71,13	Kemény
18	Bánkúti 1201	2002	Bemutató	2,99	5,90	2,70	2,18	1,98	1,11	0,61	38,08		87,07		79,88	Kemény
19	Bánkúti 1201	2002	Bemutató	2,99	5,96	2,76	2,16	1,99	1,08	0,61	35,99	1,379	88,72	0,357		
20	Bánkúti 1201	2002	Fülöpszállás	3,04	6,01	2,83	2,12	1,98	1,07	0,62	38,39	1,362	88,88	0,348	89,43	Kemény
21	Bánkúti 1201	2002	Kecskéstelep	3,02	5,85	2,77	2,11	1,94	1,09	0,63	37,57	1,381	88,75	0,357	82,09	Kemény
22	Bánkúti 1201	2002	Táplánszentkereszt	2,96	6,27	2,84	2,21	2,12	1,04	0,60	38,13	1,333	82,30	0,383	67,95	Kemény
23	Cipó	1999	Kecskéstelep	3,04	6,55	2,48	2,64	2,15	1,23	0,56	34,31	1,357	79,35	0,415	68,80	Kemény

24	Cipó	1999	Fülöpszállás	3,16	6,69	2,49	2,69	2,12	1,27	0,56	45,41	1,316	75,90	0,423	56,50	Kemény
----	------	------	--------------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

22

Sorszám	Fajta	Év	Termőhely	SZ (mm)	H (mm)	V (mm)	H/V (-)	H/SZ (-)	SZ/V (-)	GA (-)	ESZT (g)	Burk. sűr. (g/cm ³)	HLT (kg/100 dm ³)	porozitás (-)	HI (%)	KemOsz
25	Cipó	2000	Öthalom	3,38	6,63	2,69	2,46	1,96	1,26	0,59	44,60	1,367	82,08	0,400	72,04	Kemény
26	Cipó	2001	Bemutató	3,29	7,31	2,57	2,84	2,22	1,28	0,54	43,89	1,361	83,28	0,388	75,31	Kemény
27	Cipó	2002	Bemutató	3,19	6,18	2,74	2,26	1,94	1,17	0,61	40,73	1,400	86,34	0,383	73,39	Kemény
28	Csörnóc	1999	Kecskéstelep	2,67	6,71	2,36	2,84	2,51	1,13	0,52	32,24	1,293	71,20	0,449	80,20	Kemény
29	Csörnóc	2000	Kecskéstelep	3,32	6,96	2,78	2,50	2,10	1,19	0,58	42,47	1,383	84,10	0,392		
30	Csörnóc	2000	Bemutató	3,31	6,68	2,65	2,52	2,02	1,25	0,58	50,54	1,411	85,42	0,395		
31	Csörnóc	2000	Öthalom	3,26	6,79	2,70	2,51	2,08	1,21	0,58	47,97	1,385	82,40	0,405	72,98	Kemény
32	Csörnóc	2001	Bemutató	3,52	7,73	2,87	2,69	2,20	1,23	0,55	53,47	1,374	84,63	0,384	72,38	Kemény
33	Csörnóc	2001	Fülöpszállás	3,64	7,76	2,93	2,65	2,13	1,24	0,56	58,54	1,329	82,30	0,381	63,21	Kemény
34	Csörnóc	2001	Öthalom	3,27	7,39	2,66	2,78	2,26	1,23	0,54	40,37	1,283	75,75	0,409	58,99	Kemény
35	Csörnóc	2001	Táplánszentkereszt	3,52	7,18	2,97	2,42	2,04	1,19	0,59	51,93	1,371	80,73	0,411		
36	Csörnóc	2001	Zsombó	3,43	7,67	2,82	2,72	2,24	1,22	0,55	46,23	1,289	74,02	0,426	52,88	Kemény
37	Csörnóc	2002	Bemutató	3,28	6,64	2,85	2,33	2,02	1,15	0,60	45,52		85,94		81,38	Kemény
38	Csörnóc	2002	Kecskéstelep	3,29	6,52	2,83	2,31	1,98	1,16	0,60	46,05	1,391	88,22	0,366		
39	Dávid	1999	Kecskéstelep	2,92	6,39	2,46	2,60	2,19	1,19	0,56	29,88	1,313			41,80	Puha
40	Dávid	2000	Kecskéstelep	3,19	5,77	2,69	2,14	1,81	1,19	0,64	39,16	1,421	86,26	0,393		
41	Dávid	2000	Bemutató	3,00	5,99	2,86	2,09	2,00	1,05	0,62	40,92	1,376				
42	Dávid	2001	Kecskéstelep	3,25	5,73	2,65	2,16	1,76	1,23	0,64	34,31	1,360	84,40	0,379	60,47	Kemény
43	Dávid	2002	Bemutató	3,34	6,36	2,66	2,39	1,90	1,26	0,60	40,86		86,61			
44	Délibáb	1999	Kecskéstelep	2,86	6,29	2,39	2,63	2,20	1,20	0,56	29,30	1,338	77,32	0,422	44,20	Puha
45	Délibáb	2000	Kecskéstelep	3,09	5,99	2,62	2,29	1,94	1,18	0,61	39,50	1,400	85,33	0,391		Puha
46	Délibáb	2000	Bemutató	3,45	6,04	2,81	2,15	1,75	1,23	0,64	43,11	1,353	85,44	0,369		Puha

47	Élet	1999	Kecskéstelep	3,01	6,81	2,56	2,66	2,26	1,18	0,55	34,32	1,347			67,95	Kemény
----	------	------	--------------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	--	--	-------	--------

23

48	Élet	1999	Fülöpszállás	3,26	6,72	2,79	2,41	2,06	1,17	0,59	37,39	1,268	73,15	0,423	56,60	Kemény
49	Élet	2000	Kecskéstelep	3,18	6,05	2,88	2,10	1,90	1,10	0,63	43,80	1,381	81,50	0,410		
50	Élet	2000	Bemutató	3,28	6,10	2,99	2,04	1,86	1,10	0,64	47,53	1,369	83,78	0,388		
Sorszám	Fajta	Év	Termőhely	SZ	H	V	H/V	H/SZ	SZ/V	GA	ESZT	Burk. sűr.	HLT	porozitás	HI	KemOsz
				(mm)	(mm)	(mm)	(-)	(-)	(-)	(-)	(g)	(g/cm ³)	(kg/100 dm ³)	(-)	(%)	
51	Élet	2000	Öthalom	3,43	6,35	3,11	2,04	1,85	1,10	0,64	49,39	1,312	81,68	0,377	72,35	Kemény
52	Élet	2001	Fülöpszállás	3,48	7,32	2,91	2,52	2,10	1,20	0,57	44,63	1,347	82,60	0,387	78,51	Kemény
53	Élet	2001	Kecskéstelep	3,29	7,26	2,76	2,63	2,21	1,19	0,56	41,94	1,336	79,15	0,408	71,63	Kemény
54	Élet	2001	Öthalom	3,13	7,39	2,52	2,93	2,36	1,24	0,52	44,19	1,262	72,00	0,429		
55	Élet	2001	Táplánszentkereszt	3,04	6,56	2,68	2,45	2,16	1,13	0,57	35,93	1,320	78,06	0,409		
56	Élet	2001	Zsombó	3,17	7,33	2,65	2,77	2,31	1,20	0,54	35,95	1,294	70,43	0,456	52,77	Kemény
57	Élet	2002	Bemutató	3,27	6,19	2,94	2,11	1,89	1,11	0,63	42,20	1,344	83,30	0,380	82,81	Kemény
58	Élet	2002	Bemutató	3,19	6,36	2,91	2,19	2,00	1,10	0,61	40,02	1,361	87,11	0,360	82,51	Kemény
59	Élet	2002	Fülöpszállás	3,21	6,09	3,08	1,98	1,90	1,04	0,64	42,21	1,343	84,50	0,371	75,48	Kemény
60	Élet	2002	Kecskéstelep	3,10	6,14	2,88	2,13	1,98	1,08	0,62	39,92	1,382	85,28	0,383	86,65	Kemény
61	Élet	2002	Öthalom	3,36	6,56	3,01	2,18	1,96	1,11	0,62	45,73	1,328	80,50	0,394	64,55	Kemény
62	Élet	2002	Táplánszentkereszt	2,96	6,64	2,95	2,25	2,24	1,01	0,58	39,24	1,344	77,83	0,421	68,18	Kemény
63	Favorit	1999	Kecskéstelep	2,81	6,61	2,37	2,79	2,35	1,19	0,53	28,91	1,270	76,38	0,398	42,55	Puha
64	Favorit	1999	Fülöpszállás	3,08	6,67	2,49	2,68	2,17	1,24	0,56	30,97	1,252	73,72	0,411	32,25	Puha
65	Favorit	2000	Kecskéstelep	3,00	5,93	2,61	2,27	1,98	1,15	0,61	34,10	1,380	83,68	0,394		
66	Favorit	2000	Bemutató	3,26	5,92	2,79	2,12	1,82	1,17	0,64	39,29	1,362	85,93	0,369		
67	Favorit	2000	Bemutató	3,10	5,94	2,58	2,30	1,92	1,20	0,61	34,95	1,368	84,28	0,384		
68	Favorit	2000	Öthalom	2,99	5,95	2,56	2,32	1,99	1,17	0,60	36,09	1,338	80,30	0,400	50,61	Kemény
69	Favorit	2001	Bemutató	3,06	6,83	2,48	2,75	2,23	1,23	0,55	37,55	1,368	83,05	0,393	51,24	Kemény

70	Favorit	2002	Bemutató	3,00	6,03	2,60	2,32	2,01	1,15	0,60	33,52	1,389	84,40	0,392	51,32	Kemény
----	---------	------	----------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

24

71	Forrás	1999	Kecskéstelep	2,83	5,80	2,36	2,46	2,05	1,20	0,58	29,19	1,326	81,67	0,384	43,20	Puha
72	Forrás	1999	Fülöpszállás	2,97	5,90	2,43	2,43	1,99	1,22	0,59	31,47	1,233	75,77	0,385	28,67	Puha
73	Forrás	2000	Kecskéstelep	3,01	5,50	2,76	1,99	1,83	1,09	0,65	31,19	1,427	86,70	0,392		
74	Forrás	2000	Bemutató	2,95	5,33	2,76	1,93	1,81	1,07	0,66	34,67	1,353	86,70	0,359		
75	Forrás	2000	Bemutató	2,95	5,32	2,71	1,96	1,80	1,09	0,66	33,79	1,364	86,31	0,367		
Sorszám	Fajta	Év	Termőhely	SZ	H	V	H/V	H/SZ	SZ/V	GA	ESZT	Burk. sűr.	HLT	porozitás	HI	KemOsz
				(mm)	(mm)	(mm)	(-)	(-)	(-)	(-)	(g)	(g/cm ³)	(kg/100 dm ³)	(-)	(%)	
76	Forrás	2000	Öthalom	3,09	5,48	2,82	1,94	1,77	1,10	0,66	36,38	1,397	84,63	0,394	50,40	Kemény
77	Forrás	2001	Bemutató	3,19	5,72	2,75	2,08	1,79	1,16	0,64	32,51	1,365	83,20	0,390	49,89	Puha
78	Forrás	2002	Bemutató	2,97	5,62	2,76	2,04	1,89	1,08	0,64	32,63	1,428	87,57	0,387	50,58	Kemény
79	Fűrj	1999	Kecskéstelep	3,04	6,68	2,56	2,61	2,20	1,19	0,56	37,51	1,284	80,02	0,377	62,70	Kemény
80	Fűrj	2000	Kecskéstelep	3,29	6,35	2,88	2,20	1,93	1,14	0,62	44,10	1,381	83,78	0,393		
81	Fűrj	2000	Bemutató	3,21	6,28	2,87	2,19	1,96	1,12	0,62	43,90	1,329	84,88	0,361		
82	Garaboly	1999	Kecskéstelep	2,86	6,79	2,56	2,65	2,37	1,12	0,54	30,05	1,321	75,03	0,432	45,55	Puha
83	Garaboly	1999	Fülöpszállás	3,10	6,80	2,67	2,55	2,19	1,16	0,56	34,82	1,230	73,00	0,406	32,35	Puha
84	Garaboly	2000	Kecskéstelep	3,30	6,19	3,15	1,97	1,88	1,05	0,65	39,91	1,334				
85	Garaboly	2000	Bemutató	3,32	6,24	3,08	2,03	1,88	1,08	0,64	39,58	1,341	85,92	0,359		
86	Garaboly	2000	Öthalom	3,17	6,18	2,98	2,07	1,95	1,06	0,63	44,00	1,410	82,68	0,414	51,49	Kemény
87	Garaboly	2001	Kecskéstelep	3,15	7,09	2,79	2,54	2,25	1,13	0,56	38,25	1,357	80,95	0,403	53,55	Kemény
88	Garaboly	2002	Bemutató	3,02	5,77	2,93	1,97	1,91	1,03	0,64	38,68	1,380	85,00	0,384	53,11	Kemény
89	Góbé	1999	Kecskéstelep	3,15	6,54	2,56	2,55	2,08	1,23	0,57	31,46	1,332	79,68	0,402	42,85	Puha
90	Góbé	2000	Kecskéstelep	3,10	5,85	2,68	2,18	1,89	1,16	0,62	33,53	1,339	83,78	0,374		
91	Góbé	2000	Bemutató	3,21	6,02	2,73	2,21	1,88	1,18	0,62	38,95	1,355	84,85	0,374		
92	Góbé	2000	Bemutató	3,04	5,77	2,60	2,22	1,90	1,17	0,62	36,20	1,373	84,63	0,384		

93	Góbé	2000	Öthalom	3,11	5,72	2,70	2,12	1,84	1,15	0,64	37,50	1,399	81,78	0,415		
----	------	------	---------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	--	--

25

94	Góbé	2001	Bemutató	3,01	6,67	2,45	2,72	2,22	1,23	0,55	34,34	1,352	82,46	0,390	48,91	Puha
95	Góbé	2002	Bemutató	3,05	5,96	2,65	2,25	1,96	1,15	0,61	34,64	1,344	84,65	0,370	50,36	Kemény
96	Hattyas	1999	Kecskéstelep	2,91	6,26	2,26	2,77	2,15	1,29	0,55	27,88	1,328	76,28	0,426	32,00	Puha
97	Hattyas	2000	Kecskéstelep	3,08	5,86	2,45	2,39	1,90	1,26	0,60	36,60	1,361	84,00	0,383		
98	Hattyas	2000	Bemutató	3,45	6,05	2,80	2,16	1,75	1,23	0,64	42,13	1,449				
99	Jászság	1999	Kecskéstelep	2,98	6,48	2,53	2,56	2,17	1,18	0,56	30,32	1,318	77,23	0,414	31,40	Puha
100	Jászság	1999	Fülöpszállás	3,16	6,47	2,57	2,52	2,05	1,23	0,58	35,62	1,267	74,53	0,412	12,55	Puha
Sorszám	Fajta	Év	Termőhely	SZ	H	V	H/V	H/SZ	SZ/V	GA	ESZT	Burk. sűr.	HLT	porozitás	HI	KemOszrt
				(mm)	(mm)	(mm)	(-)	(-)	(-)	(-)	(g)	(g/cm ³)	(kg/100 dm ³)	(-)	(%)	
101	Jászság	2000	Kecskéstelep	3,07	5,81	2,70	2,15	1,89	1,14	0,63	39,20	1,394	84,78	0,392		
102	Jászság	2000	Öthalom	3,33	6,10	2,90	2,10	1,83	1,15	0,64	43,41	1,359	83,73	0,384	38,27	Puha
103	Jászság	2001	Bemutató	3,22	6,14	2,74	2,24	1,91	1,18	0,62	35,15	1,360	81,85	0,398	37,35	Puha
104	Jászság	2001	Fülöpszállás	3,27	6,84	2,74	2,50	2,09	1,19	0,58	38,86	1,345	82,15	0,389	32,14	Puha
105	Jászság	2001	Öthalom	3,15	7,09	2,48	2,86	2,25	1,27	0,54	33,87	1,286	71,40	0,445		
106	Jászság	2001	Táplánszentkereszt	3,19	6,35	2,70	2,35	1,99	1,18	0,60	32,31	1,347	80,05	0,406		
107	Jászság	2001	Zsombó	3,22	6,91	2,65	2,61	2,15	1,22	0,56	38,45	1,260	73,95	0,413	38,55	Puha
108	Jászság	2002	Bemutató	3,22	5,86	2,81	2,08	1,82	1,14	0,64	38,23	1,361	85,41	0,373	41,06	Puha
109	Jászság	2002	Bemutató	3,08	5,99	2,76	2,17	1,94	1,12	0,62	36,44	1,399	88,44	0,368	40,87	Puha
110	Jászság	2002	Fülöpszállás	3,22	6,53	2,91	2,25	2,03	1,11	0,60	42,60	1,352	84,92	0,372	79,95	Kemény
111	Jászság	2002	Kecskéstelep	3,05	5,72	2,70	2,12	1,88	1,13	0,63	34,46	1,363	87,66	0,357	41,34	Puha
112	Jászság	2002	Öthalom	3,03	5,83	2,68	2,18	1,93	1,13	0,62	38,88	1,341	80,58	0,399	22,68	Puha
113	Jászság	2002	Táplánszentkereszt	3,12	6,23	2,82	2,21	2,00	1,11	0,61	36,75	1,343	83,08	0,381	37,62	Puha
114	Jubilejnaja	1999	Kecskéstelep	2,96	6,89	2,45	2,81	2,33	1,21	0,53	35,39	1,328			66,65	Kemény
115	Jubilejnaja	1999	Fülöpszállás	3,16	7,12	2,59	2,75	2,25	1,22	0,54	44,39	1,276	74,72	0,414	57,60	Kemény

116	Jubilejnaja	2000	Kecskéstelep	3,33	7,03	2,89	2,43	2,11	1,15	0,58	47,55	1,391	83,08	0,403			
-----	-------------	------	--------------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	--	--	--

26

117	Jubilejnaja	2000	Bemutató								55,01	1,383	85,93	0,379			
118	Jubilejnaja	2000	Bemutató	3,48	6,89	2,91	2,37	1,98	1,20	0,60	50,70	1,404	85,37	0,392			
119	Jubilejnaja	2000	Öthalom	3,42	6,91	2,93	2,36	2,02	1,17	0,59	51,33	1,348	82,40	0,389	68,89	Kemény	
120	Jubilejnaja	2001	Bemutató	3,41	6,91	2,88	2,40	2,03	1,18	0,59	46,03	1,379	82,83	0,400	69,63	Kemény	
121	Jubilejnaja	2001	Fülöpszállás	3,65	7,62	2,88	2,65	2,09	1,27	0,57	54,09	1,358	83,35	0,386	62,99	Kemény	
122	Jubilejnaja	2001	Öthalom	3,48	7,63	2,75	2,77	2,19	1,27	0,55	48,48	1,287	74,02	0,425	52,75	Kemény	
123	Jubilejnaja	2001	Táplánszentkereszt	3,35	6,99	2,85	2,45	2,09	1,18	0,58	44,77	1,430	79,90	0,441			
124	Jubilejnaja	2001	Zsombó	3,62	7,37	2,78	2,65	2,04	1,30	0,57	52,66	1,332	76,55	0,425	61,63	Kemény	
125	Jubilejnaja	2002	Bemutató	3,25	6,54	2,89	2,26	2,01	1,13	0,60	44,92	1,380	85,96	0,377	77,91	Kemény	
Sorszám	Fajta	Év	Termőhely	SZ	H	V	H/V	H/SZ	SZ/V	GA	ESZT	Burk. sűr.	HLT	porozitás	HI	KemOszt	
				(mm)	(mm)	(mm)	(-)	(-)	(-)	(-)	(g)	(g/cm ³)	(kg/100 dm ³)	(-)	(%)		
126	Jubilejnaja	2002	Bemutató	3,23	6,58	2,85	2,31	2,03	1,13	0,60	45,35	1,350	88,44	0,345	78,19	Kemény	
127	Jubilejnaja	2002	Fülöpszállás	3,28	6,47	3,02	2,15	1,97	1,09	0,62	46,49	1,388	87,36	0,371	73,82	Kemény	
128	Jubilejnaja	2002	Kecskéstelep	3,23	6,49	2,87	2,26	2,01	1,13	0,60	44,10	1,400	87,98	0,372	79,20	Kemény	
129	Jubilejnaja	2002	Öthalom	3,43	6,86	2,99	2,30	2,00	1,15	0,60	47,68	1,356	81,40	0,400	58,24	Kemény	
130	Jubilejnaja	2002	Táplánszentkereszt	3,33	6,93	3,02	2,29	2,08	1,10	0,59	47,75	1,342	83,05	0,381	59,35	Kemény	
131	Kalász	1999	Kecskéstelep	2,88	6,59	2,44	2,70	2,29	1,18	0,54	33,98	1,333	78,08	0,414	58,15	Kemény	
132	Kalász	1999	Fülöpszállás	3,23	6,68	2,56	2,61	2,07	1,26	0,57	36,12	1,292	74,82	0,421	47,60	Puha	
133	Kalász	2000	Kecskéstelep	3,26	6,38	2,73	2,34	1,96	1,19	0,60	42,55	1,361	84,85	0,376			
134	Kalász	2000	Bemutató														
135	Kalász	2000	Bemutató	3,35	6,32	2,77	2,28	1,89	1,21	0,61	45,03	1,386	85,59	0,382			
136	Kalász	2000	Öthalom	3,38	6,36	2,88	2,21	1,88	1,17	0,62	45,95	1,379	83,03	0,398	76,07	Kemény	
137	Kalász	2001	Kecskéstelep	3,61	6,36	2,87	2,22	1,76	1,26	0,64	47,89	1,336	83,05	0,378	81,06	Kemény	
138	Kalász	2002	Bemutató	3,31	6,27	2,83	2,21	1,90	1,17	0,62	41,01	1,408	85,84	0,391	79,48	Kemény	

139	Kunság	1999	Kecskéstelep	3,02	6,17	2,64	2,34	2,04	1,14	0,59	34,50	1,381	81,97	0,406	46,80	Puha
-----	--------	------	--------------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	------

27

140	Kunság	2000	Kecskéstelep	3,06	5,67	2,82	2,01	1,85	1,09	0,65	36,55	1,397	84,85	0,393		
141	Kunság	2000	Bemutató	3,10	5,70	2,81	2,03	1,84	1,10	0,64	42,97	1,416				
142	Malmos	1999	Kecskéstelep	3,03	6,60	2,57	2,57	2,18	1,18	0,56	34,55	1,381	79,03	0,428	67,00	Kemény
143	Malmos	1999	Fülöpszállás	3,06	6,57	2,53	2,60	2,15	1,21	0,56	37,39	1,235	75,08	0,392	55,65	Kemény
144	Malmos	2000	Kecskéstelep	3,28	5,96	2,93	2,03	1,82	1,12	0,65	41,16	1,564	85,09	0,456		
145	Malmos	2000	Bemutató	3,40	6,03	2,91	2,07	1,77	1,17	0,65	41,02	1,402	85,98	0,387		
146	Malmos	2000	Öthalom	3,34	5,89	2,96	1,99	1,76	1,13	0,66	43,66	1,431	83,80	0,414	71,88	Kemény
147	Malmos	2001	Bemutató	3,28	6,54	2,89	2,26	1,99	1,13	0,61	39,10	1,336	83,05	0,378	64,02	Kemény
148	Malmos	2002	Bemutató	3,23	6,02	2,89	2,08	1,86	1,12	0,64	39,41	1,409	85,64	0,392	86,00	Kemény
149	Marcal	1999	Kecskéstelep	3,07	6,29	2,65	2,37	2,05	1,16	0,59	33,71	1,369	81,30	0,406	41,00	Puha
150	Marcal	2000	Bemutató	3,25	5,95	2,95	2,02	1,83	1,10	0,65	42,37	1,299				
Sorszám	Fajta	Év	Termőhely	SZ (mm)	H (mm)	V (mm)	H/V (-)	H/SZ (-)	SZ/V (-)	GA (-)	ESZT (g)	Burk. súr. (g/cm ³)	HLT (kg/100 dm ³)	porozitás (-)	HI (%)	KemOsz
151	Marcal	2001	Kecskéstelep	3,16	6,80	2,66	2,56	2,15	1,19	0,57	39,70	1,338	83,95	0,373	37,60	Puha
152	Marcal	2002	Bemutató	3,24	6,10	2,94	2,08	1,88	1,10	0,63	39,91	1,418	86,05	0,393	43,08	Puha
153	Mérő	1999	Kecskéstelep	3,11	6,74	2,61	2,58	2,17	1,19	0,56	37,42	1,346	81,15	0,397	26,10	Puha
154	Mérő	1999	Fülöpszállás	3,17	6,79	2,55	2,66	2,14	1,24	0,56	40,52	1,263	76,30	0,396	6,10	Puha
155	Mérő	2000	Kecskéstelep	3,33	6,50	2,88	2,26	1,95	1,16	0,61	45,75	1,409				
156	Mérő	2000	Bemutató	3,36	6,60	2,92	2,26	1,96	1,15	0,61	48,34	1,439	86,31	0,400		
157	Mérő	2000	Bemutató	3,29	6,66	2,85	2,34	2,02	1,15	0,60	45,25	1,422	85,48	0,399		
158	Mérő	2000	Öthalom	3,23	6,45	2,86	2,26	2,00	1,13	0,61	46,03	1,378	82,90	0,398	30,04	Puha
159	Mérő	2001	Bemutató	3,49	6,79	2,95	2,30	1,95	1,18	0,61	48,25	1,350	85,10	0,370	31,34	Puha
160	Mérő	2001	Fülöpszállás	3,48	6,81	2,90	2,35	1,96	1,20	0,60	47,88	1,367	83,73	0,388	27,21	Puha
161	Mérő	2001	Öthalom	3,41	7,39	2,72	2,72	2,17	1,25	0,55	48,33	1,335	77,92	0,416		

162	Mérő	2001	Táplánszentkereszt	3,22	6,62	2,75	2,41	2,06	1,17	0,59	38,90	1,365	80,35	0,411		
-----	------	------	--------------------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	--	--

28

163	Mérő	2001	Zsombó	3,41	7,43	2,74	2,71	2,18	1,24	0,55	48,27	1,283	77,10	0,399	41,02	Puha
164	Mérő	2002	Bemutató	3,30	6,31	2,89	2,19	1,91	1,14	0,62	45,29	1,409	86,77	0,384	30,53	Puha
165	Mérő	2002	Bemutató	3,24	6,62	2,90	2,28	2,04	1,12	0,60	43,66	1,363	89,44	0,344	30,28	Puha
166	Mérő	2002	Kecskéstelep	3,28	6,36	2,89	2,20	1,94	1,14	0,62	43,59	1,345	88,25	0,344	30,36	Puha
167	Mérő	2002	Öthalom	3,28	6,50	2,91	2,24	1,98	1,13	0,61	43,19	1,370	84,23	0,385	22,95	Puha
168	Mérő	2002	Táplánszentkereszt	2,96	6,75	2,83	2,38	2,28	1,05	0,57	37,51	1,335	80,95	0,394	22,70	Puha
169	Miska	1999	Kecskéstelep	2,80	6,82	2,39	2,85	2,44	1,17	0,52	31,34	1,322	74,95	0,433	72,00	Kemény
170	Miska	1999	Fülöpszállás	3,07	6,84	2,60	2,63	2,23	1,18	0,55	40,17	1,287	73,25	0,431	53,85	Kemény
171	Miska	2000	Kecskéstelep	3,14	6,54	2,94	2,22	2,08	1,07	0,60	40,62	1,428	83,90	0,413		
172	Miska	2000	Bemutató	3,43	6,55	3,19	2,05	1,91	1,08	0,63	48,61	1,389	86,42	0,378		
173	Miska	2000	Öthalom	3,16	6,38	2,95	2,16	2,02	1,07	0,61	45,77	1,372	83,05	0,395		
174	Miska	2001	Bemutató	3,30	6,64	2,92	2,27	2,01	1,13	0,60	40,27	1,371	80,35	0,414	79,21	Kemény
175	Miska	2001	Fülöpszállás	3,54	7,47	2,89	2,58	2,11	1,22	0,57	50,13	1,383	82,53	0,403	69,48	Kemény
Sorszám	Fajta	Év	Termőhely	SZ	H	V	H/V	H/SZ	SZ/V	GA	ESZT	Burk. súr.	HLT	porozitás	HI	KemOsz
				(mm)	(mm)	(mm)	(-)	(-)	(-)	(-)	(g)	(g/cm ³)	(kg/100 dm ³)	(-)	(%)	
176	Miska	2001	Öthalom	3,39	7,32	2,74	2,67	2,16	1,24	0,56	47,89	1,284	77,85	0,394	58,05	Kemény
177	Miska	2001	Táplánszentkereszt	3,20	6,57	2,84	2,31	2,05	1,13	0,59	40,03	1,326	80,95	0,389		
178	Miska	2001	Zsombó	3,74	6,77	3,04	2,23	1,81	1,23	0,63	51,66	1,278	76,35	0,403	59,61	Kemény
179	Miska	2002	Bemutató	3,21	6,47	2,97	2,18	2,01	1,08	0,61	44,20	1,363	85,31	0,374	79,90	Kemény
180	Mura	1999	Kecskéstelep	3,11	6,78	2,50	2,71	2,18	1,24	0,55	32,37	1,331	75,60	0,432	58,20	Kemény
181	Mura	2000	Kecskéstelep	3,37	6,51	2,58	2,52	1,93	1,31	0,59	43,17	1,302	82,18	0,369		
182	Mura	2000	Bemutató	3,42	6,41	2,60	2,47	1,87	1,32	0,60	43,17	1,339	84,23	0,371		
183	Mura	2001	Bemutató								44,65	1,371	83,28	0,393	67,20	Kemény
184	Mura	2002	Bemutató	3,19	5,82	2,74	2,12	1,83	1,16	0,64	36,06	1,380	84,18	0,390	45,68	Puha

185	Öthalom	1999	Kecskéstelep	2,86	6,89	2,44	2,82	2,41	1,17	0,53	34,94	1,320	74,68	0,434	63,60	Kemény
-----	---------	------	--------------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

29

186	Öthalom	1999	Kecskéstelep	3,07	6,89	2,56	2,69	2,24	1,20	0,55	38,61	1,300	76,93	0,408	63,45	Kemény
187	Öthalom	1999	Fülöpszállás	3,19	7,13	2,64	2,70	2,24	1,21	0,55	38,20	1,252	72,28	0,423	56,05	Kemény
188	Öthalom	2000	Kecskéstelep	3,34	6,41	2,97	2,16	1,92	1,12	0,62	44,95	1,368	84,23	0,384		
189	Öthalom	2000	Bemutató	3,08	6,11	2,73	2,24	1,98	1,13	0,61	48,35	1,369	83,68	0,389		
190	Öthalom	2000	Bemutató	3,43	6,32	3,09	2,05	1,84	1,11	0,64	46,21	1,389	83,95	0,396		
191	Öthalom	2000	Öthalom	3,28	6,27	2,99	2,10	1,91	1,10	0,63	45,74	1,360	80,98	0,405		
192	Öthalom	2001	Bemutató	3,23	6,45	2,83	2,28	2,00	1,14	0,60	41,68	1,339	79,30	0,408	72,31	Kemény
193	Öthalom	2001	Fülöpszállás	3,34	7,31	2,79	2,62	2,19	1,20	0,56	47,15	1,336	80,80	0,395	65,06	Kemény
194	Öthalom	2001	Öthalom	3,37	6,52	2,77	2,35	1,93	1,22	0,60	39,05	1,194	70,36	0,410	52,13	Kemény
195	Öthalom	2001	Táplánszentkereszt	2,98	6,51	2,57	2,53	2,18	1,16	0,57	34,42	1,296	76,05	0,413		
196	Öthalom	2001	Zsombó	3,35	7,28	2,73	2,67	2,17	1,23	0,56	40,45	1,252	70,36	0,438	49,80	Puha
197	Öthalom	2002	Bemutató	3,29	6,25	2,95	2,12	1,90	1,12	0,63	42,34	1,362	83,30	0,388	80,34	Kemény
198	Öthalom	2002	Bemutató	3,24	6,37	2,91	2,19	1,97	1,11	0,61	42,89	1,361	86,97	0,361	77,40	Kemény
199	Öthalom	2002	Fülöpszállás	3,27	6,26	3,00	2,08	1,91	1,09	0,63	45,57	1,334	84,90	0,364	77,38	Kemény
200	Öthalom	2002	Kecskéstelep	3,18	6,20	2,84	2,18	1,95	1,12	0,62	42,02	1,353	84,73	0,374	79,78	Kemény
Sorszám	Fajta	Év	Termőhely	SZ (mm)	H (mm)	V (mm)	H/V (-)	H/SZ (-)	SZ/V (-)	GA (-)	ESZT (g)	Burk. súr. (g/cm ³)	HLT (kg/100 dm ³)	porozitás (-)	HI (%)	KemOsz
201	Öthalom	2002	Öthalom	3,17	6,48	2,83	2,29	2,04	1,12	0,60	40,18	1,276	77,13	0,396	55,61	Kemény
202	Öthalom	2002	Táplánszentkereszt	3,07	6,83	2,92	2,34	2,22	1,05	0,58	39,82	1,316	77,63	0,410	57,76	Kemény
203	Pinka	1999	Kecskéstelep	2,98	6,65	2,51	2,65	2,23	1,19	0,55	35,01	1,292	74,27	0,425		
204	Pinka	2000	Kecskéstelep	3,25	6,59	2,65	2,49	2,03	1,23	0,58	46,59	1,329	81,58	0,386		
205	Pinka	2000	Bemutató	3,61	6,79	2,82	2,41	1,88	1,28	0,60	52,24	1,385	84,63	0,389		
206	Pinka	2000	Öthalom	3,65	6,81	2,89	2,36	1,87	1,26	0,61	56,18	1,355	82,33	0,392		
207	Pinka	2001	Bemutató	3,27	7,30	2,50	2,92	2,23	1,31	0,54	43,61	1,287	78,13	0,393		

208	Pinka	2002	Bemutató	3,26	6,74	2,78	2,43	2,07	1,17	0,58	44,48	1,354	84,05	0,379	49,50	Puha
30																
209	Répcse	1999	Kecskéstelep	3,05	6,38	2,48	2,57	2,09	1,23	0,57	33,80	1,314	79,53	0,395	38,05	Puha
210	Répcse	2000	Bemutató	3,28	6,07	2,72	2,23	1,85	1,21	0,62	39,35	1,403				
211	Répcse	2001	Bemutató	3,30	6,11	2,76	2,21	1,85	1,20	0,62	37,79	1,349	82,25	0,390	58,26	Kemény
212	Répcse	2002	Bemutató	3,19	5,98	2,72	2,20	1,87	1,17	0,62	38,71	1,429	86,14	0,397	49,08	Puha
213	Sára	1999	Kecskéstelep	2,79	6,61	2,52	2,62	2,37	1,11	0,54	35,58	1,309	79,00	0,396	54,30	Kemény
214	Sára	1999	Fülöpszállás	3,25	6,62	2,63	2,52	2,04	1,24	0,58	39,98	1,265	75,85	0,400	41,80	Puha
215	Sára	2000	Bemutató	3,43	6,29	3,05	2,06	1,83	1,12	0,64	50,23	1,385	86,53	0,375		
216	Sára	2000	Öthalom	3,32	6,17	2,96	2,08	1,86	1,12	0,64	46,28	1,395	83,85	0,399		
217	Sas	1999	Kecskéstelep	3,19	6,86	2,53	2,71	2,15	1,26	0,56	35,54	1,358			75,90	Kemény
218	Sas	2000	Kecskéstelep	3,21	6,37	2,94	2,17	1,98	1,09	0,61	41,33	1,354	85,98	0,365		
219	Sas	2000	Bemutató	3,30	6,40	2,99	2,14	1,94	1,10	0,62	48,10	1,401	85,92	0,387		
220	Sas	2001	Bemutató	3,23	7,40	2,63	2,81	2,29	1,23	0,54	43,04	1,389	82,53	0,406	74,51	Kemény
221	Sas	2002	Bemutató	3,26	6,21	2,93	2,12	1,90	1,11	0,63	41,91	1,429	86,98	0,391	85,83	Kemény
222	Sas	2002	Bemutató	3,08	6,37	2,86	2,23	2,07	1,08	0,60	42,46	1,418	89,82	0,367	84,81	Kemény
223	Sas	2002	Kecskéstelep	3,12	6,12	2,83	2,16	1,96	1,10	0,62	42,41	1,389	89,05	0,359	84,25	Kemény
224	Sas	2002	Táplánszentkereszt	3,05	6,76	2,91	2,32	2,21	1,05	0,58	39,28	1,347	80,50	0,402	73,04	Kemény
225	Szálka	1999	Kecskéstelep	3,07	6,19	2,56	2,42	2,02	1,20	0,59	31,56	1,317	80,17	0,391	43,35	Puha
Sorszám	Fajta	Év	Termőhely	SZ	H	V	H/V	H/SZ	SZ/V	GA	ESZT	Burk. sűr.	HLT	porozitás	HI	KemOsz
				(mm)	(mm)	(mm)	(-)	(-)	(-)	(-)	(g)	(g/cm ³)	(kg/100 dm ³)	(-)	(%)	
226	Szálka	2000	Kecskéstelep	3,27	5,84	2,95	1,98	1,79	1,11	0,66	42,08	1,329	85,27	0,359		
227	Szálka	2000	Bemutató	3,25	5,88	2,93	2,01	1,81	1,11	0,65	42,43	1,340	86,31	0,356		
228	Szálka	2001	Kecskéstelep	3,15	5,83	2,71	2,15	1,85	1,16	0,63	36,25	1,355	82,00	0,395	55,81	Kemény
229	Szivárvány	1999	Kecskéstelep	3,01	6,68	2,43	2,75	2,22	1,24	0,55	32,84	1,349	78,68	0,417	69,45	Kemény
230	Szivárvány	2000	Kecskéstelep	3,19	6,33	2,72	2,33	1,98	1,17	0,60	41,98	1,403	84,35	0,399		

231	Szivárvány	2000	Bemutató	3,38	6,50	2,86	2,27	1,92	1,18	0,61	42,94	1,348	84,93	0,370		
-----	------------	------	----------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	--	--

31

232	Szivárvány	2001	Kecskéstelep	3,34	6,28	2,68	2,34	1,88	1,25	0,61	39,32	1,282	77,32	0,397	58,60	Kemény
233	Szivárvány	2002	Bemutató	3,11	6,25	2,63	2,38	2,01	1,18	0,59	38,73	1,372	85,86	0,374	84,75	Kemény
234	Tenger	1999	Kecskéstelep	2,83	5,97	2,34	2,55	2,11	1,21	0,57	27,72	1,347			38,40	Puha
235	Tenger	1999	Fülöpszállás	3,04	6,05	2,50	2,42	1,99	1,22	0,59	30,28	1,238	74,52	0,398	22,35	Puha
236	Tenger	2000	Kecskéstelep	3,26	5,45	2,87	1,90	1,67	1,14	0,68	34,63	1,383	86,31	0,376		
237	Tenger	2000	Bemutató	3,22	5,45	2,84	1,92	1,69	1,13	0,68	38,57	1,356	85,98	0,366		
238	Tenger	2000	Öthalom	3,29	5,54	2,91	1,90	1,68	1,13	0,68	38,76	1,362	84,45	0,380		
239	Tenger	2001	Kecskéstelep	3,02	6,64	2,43	2,73	2,20	1,24	0,55	32,15	1,345	82,75	0,385	45,16	Puha
240	Thesée	2000	Bemutató	3,20	6,13	2,64	2,32	1,92	1,21	0,61	43,15	1,341	78,68	0,413		
241	Thesée	1999	Kecskéstelep	3,02	6,55	2,55	2,57	2,17	1,18	0,56	33,18	1,232			73,15	Kemény
242	Véka	1999	Kecskéstelep	2,88	5,86	2,49	2,35	2,03	1,16	0,59	29,98	1,360	81,78	0,398	82,05	Kemény
243	Véka	2000	Kecskéstelep	3,17	5,75	2,83	2,03	1,81	1,12	0,65	35,15	1,373	85,48	0,377		
244	Véka	2000	Bemutató	3,12	5,53	2,74	2,02	1,77	1,14	0,65	38,46	1,418	86,26	0,392		
245	Verecke	1999	Kecskéstelep	3,30	7,40	2,61	2,84	2,24	1,26	0,54	39,71	1,307	80,10	0,387	68,70	Kemény
246	Verecke	2000	Öthalom	3,41	6,43	2,99	2,15	1,89	1,14	0,63	49,42	1,404	84,30	0,400		
247	Zugoly	1999	Kecskéstelep	3,08	6,09	2,73	2,23	1,98	1,13	0,61	32,09	1,358	79,27	0,416	34,55	Puha
248	Zugoly	1999	Fülöpszállás	3,31	6,25	2,74	2,28	1,89	1,21	0,61	35,95	1,272	74,75	0,412	22,45	Puha
249	Zugoly	2000	Kecskéstelep	3,06	5,63	2,76	2,04	1,84	1,11	0,64	35,87	1,377	84,53	0,386		
250	Zugoly	2000	Bemutató	3,08	5,78	2,85	2,03	1,88	1,08	0,64	41,35	1,370	85,76	0,374		
Sorszám	Fajta	Év	Termőhely	SZ	H	V	H/V	H/SZ	SZ/V	GA	ESZT	Burk. sűr.	HLT	porozitás	HI	KemOsz
				(mm)	(mm)	(mm)	(-)	(-)	(-)	(-)	(g)	(g/cm ³)	(kg/100 dm ³)	(-)	(%)	
251	Zugoly	2000	Bemutató	3,15	5,76	2,85	2,02	1,83	1,11	0,65	38,59	1,339	85,20	0,364		
252	Zugoly	2000	Öthalom	3,19	5,86	2,91	2,01	1,84	1,10	0,65	40,84	1,350	82,60	0,388	37,29	Puha
253	Zugoly	2001	Bemutató	3,43	6,05	3,14	1,93	1,76	1,09	0,67	42,52	1,361	84,10	0,382	42,32	Puha

254	Zugoly	2001	Fülöpszállás	3,54	6,22	2,93	2,12	1,76	1,21	0,64	40,94	1,319	81,41	0,383	36,08	Puha
-----	--------	------	--------------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	------

32

255	Zugoly	2001	Öthalom	3,16	6,39	2,59	2,47	2,02	1,22	0,59	37,02	1,264	76,80	0,393	27,27	Puha
256	Zugoly	2001	Táplánszentkereszt	3,23	6,03	2,89	2,09	1,87	1,12	0,64	38,18	1,358	80,35	0,408		
257	Zugoly	2001	Zsombó	3,35	6,95	2,76	2,52	2,07	1,21	0,58	39,97	1,318	75,00	0,431	24,58	Puha
258	Zugoly	2002	Bemutató	3,28	5,70	2,90	1,97	1,74	1,13	0,66	36,71	1,400	84,95	0,393	45,39	Puha
259	Zugoly	2002	Bemutató	3,10	5,79	2,78	2,08	1,86	1,12	0,64	38,28	1,362	88,85	0,348	42,06	Puha
260	Zugoly	2002	Kecskéstelep	3,10	5,69	2,77	2,05	1,83	1,12	0,64	34,45	1,400	86,59	0,382	41,89	Puha
261	Zugoly	2002	Táplánszentkereszt	2,98	6,30	2,78	2,27	2,11	1,07	0,59	34,88	1,361	80,40	0,409	35,87	Puha