



DEBRECENI EGYETEM
AGRÁRTUDOMÁNYI CENTRUM
MEZŐGAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR
ÉLELMISZERTUDOMÁNYI ÉS MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI TANSZÉK

NÖVÉNYTERMESZTÉSI ÉS KERTÉSZETI
TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

Doktori iskola vezető:
†**Dr. Ruzsányi László**
MTA doktora

Dr. Győri Zoltán
MTA doktora

Témavezető:
Dr. Győri Zoltán DSC.
Egyetemi tanár, az MTA doktora

„DOKTORI (PHD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI”

Az őszi búza minőségére ható tényezők számszerűsítése

Készítette:
Sipos Péter
doktorjelölt

Debrecen
2006.

1. Bevezetés és témafelvetés

A szántóföldi növények és a belőlük készült termékek minőségére és minőségstabilitására ható tényezők vizsgálata az egyes termékpályák minden szereplője számára fontos és gazdasági szempontból is jelentős területe a kutatásnak. Mindemellett egyre inkább a tudományos vizsgálatok tárgyává vált a minőség előrejelezhetőségnek, a minőségmodellezésnek kutatása.

A növény és a rá ható környezet kapcsolatának alapos, részletes vizsgálata vezethet a minőséget kialakító tényezők kölcsönhatásának megismeréséhez. Napjaink modern őszi búzaminőség-kutatásainak tárgya annak vizsgálata, hogy hogyan fejt ki egyéni és genetikai tulajdonságokon keresztül érvényesülő hatását a környezet a búzaszem kémiai összetételére, s ez az összetétel-változás hogyan jelentkezik a technológiai minőségi mutatókban. A hatások elválasztására több módszer is felhasználható; például klímakamrában vizsgálva a növényt csak egy-egy külső tényezőt (páratartalom, CO₂ koncentráció, hőstressz) módosítva egyértelműen elhatárolható annak hatása, valamint – a legújabb kutatási módszerekkel – vizsgálható az ennek hatására bekövetkező genetikai aktivitás-változás (proteomkutatás). Különböző vizsgálati beállításokkal külső körülmények teljes spektruma szimulálható, ami a növény reakcióinak megismerése által lehetővé teszi a hatás modellezését. Ezen kísérletek elvégzésénél nehézséget jelenthet a viszonylag hosszú egyedfejlődési időszak, illetve a korlátozott mennyiségű analizálható minta. A hosszú egyedfejlődési időszak relatíve csökkenthető a klímakamrák „szezonfüggetlenségével”, azaz az időjárási tényezők mesterséges szabályozásával, míg a korlátozott mintamennyiség hátrányos hatása pedig a roncsolásmentes- és mikromódszerek, vagyis a kis anyagmennyiség felhasználásával folytatható vizsgálatok kifejlesztésével és elterjedésével mérsékelhető.

A hatások számszerűsítésének másik módszere lehet a már meglévő tartamkísérletek, illetve több éven, évtizeden keresztül folyó kísérletek összegyűlt, értékes eredményeinek feldolgozása. Amennyiben megfelelő időbeni kiterjedésű adathalmaz áll a kutatás rendelkezésére, a modern statisztikai módszerek lehetőséget biztosíthatnak az egyes tényezőcsoportok elkülönítésére és felbontására. Az e célra alkalmas módszerek közül számos esetben alkalmaztak másodfokú regresszióanalízist a tápanyagellátás hatásának vizsgálatakor, illetve utóbbi időben terjedt el az időjárási paraméterek hatásának vizsgálata főkomponensanalízissel.

Debreceni Egyetem Mezőgazdaságtudományi Kar Élelmiszertudományi és Minőségbiztosítási Tanszéke az 1990-es évek végén került egy francia-magyar TÉT,

majd többoldalú GRESO pályázat kapcsán a minőségelőrejelzéssel kapcsolatos kutatásokkal kapcsolatba. A „Környezet hatása a mezőgazdasági termékek minőségére” című, INRA (Francia Mezőgazdasági Kutatóintézet) clermont ferrandi központja által vezetett project búzafutásainak fő célja a külső paraméterek közül a hőmérséklet, illetve a hőstressz hatásának fehérjetartalomra, fehérjeösszetételre, illetve ezek genetikai szabályozására gyakorolt hatásának szabadtéri klímakamrás vizsgálata volt. A clermont ferrandi kutatóintézetben tett látogatás adta az ötletet a minőségi paraméterekre ható tényezők szántóföldi körülmények közötti vizsgálatára. Szerencsére a Debreceni Egyetem Mezőgazdaságtudományi Kar Látóképi Kísérleti Telepén jelenleg is több kísérlet folyik, melyek lehetővé teszik különféle agrotechnikai elemek és növényi termés kapcsolatának többcélú elemzését. Egyik ilyen kísérlet az 1983-ban Dr. Pepó Péter által beállított és irányított fajtaösszehasonlító műtrágyázási kísérlet.

Dolgozatom egy részében az ebből a kísérletből származó lisztminták eredményeit felhasználva végeztem statisztikai elemzést annak céljából, hogy számszerűsítsem az időjárási részparaméterek (havi és dekadonkénti időjárási mutatók) hatását a fehérjetartalomra, nedves siker tartalomra és területre, vízfelvétele, sütőipari értékszámra, Hagberg-féle esésszámra, illetve a hazánkban kevésbé vizsgált, de számos EU tagország minősítési rendszerében központi szereppel bíró alveográfus W-értékre. Ugyanezen adatbázis alapján elemeztem a műtrágyázás hatását ugyanezen mutatókra a nedves siker tartalom és sütőipari értékszám kivételével, ugyanis ezen mutatókra az elemzést ugyanezen adatbázison PEPÓ (2004) már széleskörűen elvégezte. A műtrágyázás hatásának elemzésekor továbbá azt is vizsgáltam, hogy a növekvő műtrágyadózisok hatással voltak-e a minőségstabilitásra, és ha igen, értékét hogyan befolyásolták a növekvő tápanyagadagok.

Az őszi búzaszemben az érés alatt lejátszódó folyamatok megismerése a későbbi minőségmodellek alapinformációit szolgáltathatja. Bár részletes eredményeink vannak a búzaszemek szárazanyag-felhalmozásának és nitrogéntartalmának, valamint fehérje- és aminosav-összetételének érés alatti változásáról, a hamualkotók alakulásáról és technológiai minőségi paraméterek változásáról csak kevés információ áll rendelkezésünkre. Ezen folyamatok megismeréséhez a virágzást követő harmadik héttől betakarításig, két- háromnaponkénti mintázással vizsgáltam az őszi búzafutások szemtermését a 2003 és 2004 években. Célom volt egyrészt annak vizsgálata, hogy a szemekből örölt liszt sütőipari értékszámja hogyan változik az érés folyamán, másrészt az, hogy a lisztek elemtartalma milyen trend szerint épül be a búzaszem endosperm

részeibe. Mindezek mellett elemeztem a kalászon belüli eltéréseket, azaz ezen paraméterek alakulásában van-e szerepe a szem kalászon belüli helyzetének. Vizsgálataim során alkalmam nyílt egy fejlesztés alatt álló készülék, a 4 gramm lisztből reológiai vizsgálatot végző Z-arm mixer („mikrovalorigráf”) alkalmazhatóságát vizsgálni kísérleti lisztminták reológiai jellemzésében.

2. Anyag és módszer

2.1. Szántóföldi kísérletek

A kutatómunkám során felhasznált minták a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum Látóképi Kísérleti Telepéről származnak. A kísérleti telep talaja löszön képződött 70-90 cm-es humuszrétegű mészlepedékes csernozjom. A talaj humusztartalma 2,8-3%-os, makroelem-ellátottsága közepes-magas (össznitrogén = 0,14-0,18 %; AL-P₂O₅ = 130-200 mg/kg, AL-K₂O = 240-280 mg/kg). A pH_{KCl} = 6,2, az Arany-féle kötöttségi szám 43, a mikroelem tartalomban hiány nem mutatható ki. A talajvízszint 6-8 m között helyezkedik el.

A fajták, az évjárat és a tápanyagellátás minőségre gyakorolt hatásának vizsgálatát a Dr. Pepó Péter által irányított fajtaösszehasonlító kísérlet 1995-2004 közötti eredményeit felhasználva végeztem el. A kísérletben évente 10-14 étkezési, piros keményszemű őszi búza fajta vizsgálatára kerül sor műtrágyázási kísérlet keretén belül, négy ismétlésben.

A kísérletben a kezdetekkor beállított műtrágyakezeléseket az 1996/97-es tenyészévtől kezdődően felére csökkentették. a talaj P₂O₅ és K₂O tápanyagkészletének növekedése és a jelentős NO₃-N akkumuláció miatt. Az 1996/97-től alkalmazott műtrágyadózisokat az 1. táblázat tartalmazza. Az ezt megelőző időszakból a kontroll mellett korábbi 1. és 2. kezelés eredményét dolgoztam fel az időjárási paraméterek vizsgálatokor, ami a későbbi 2. és 4. kezelésnek felelt meg. Mindennek szükségességét az indokolta, hogy a statisztikai analízis számára így vált biztosítható egy folyamatos, tíz éves adatsor.

A vizsgált időszak időjárási viszonyait vizsgálva megállapítható, hogy az évek között jelentős eltérések voltak. Az 1994-95-ös termesztési évben átlagos őszi időjárást követően kialakult vastag hótakaró először védte az állományt az átlagosan hűvös téli körülmények között, majd az olvadást követően feltöltötte a talaj vízkészletét. A májusi és júniusi, viszonylag hűvös időjárás mellett mérsékelt csapadékmennyiség jellemezte a virágzás és érés időszakát. 1995-96-ban a száraz, hideg őszi és téli időszakot és a márciusi fagypont körüli átlaghőmérsékletet átlagos tavaszi hónapok követték kedvező

csapadékviszonyokkal. 1996-97 csapadékviszonyai alakultak a 2001/2002-es időszaktól eltekintve a legkedvezőtlenebbül. A termesztési év tavasza már kiegyenlítettebb, de szintén hűvös időjárással indult, viszont a május-júniusra már átlag feletti hőmérséklet volt jellemző.

1. táblázat: A látóképi fajtaösszehasonlító kísérletében alkalmazott műtrágyakezelések (kg/ha), 1997-2004

Műtrágyakezelések	N	P₂O₅	K₂O
0	0	0	0
1	30	22,5	26,5
2	60	45	53
3	90	67,5	79,5
4	120	90	106
5	150	112,5	132,5

Az 1997-98-as, 1998-99-es és 2000-2001-es termesztési éveket egyaránt magas tenyészidőben hullott csapadékmennyiség jellemezte. Noha 1997 ősze csapadékban szegény volt, az 1998 május eleji nagy mennyiségű esőzések kedvező feltételt teremtettek a generatív fázisba lépő őszi búzának. 1998-99-ben a zavartalan vegetatív fejlődés az egyenletes csapadékelátás által biztosított volt, viszont fokozottan teret engedett a kórokozók elterjedésének. Az érés időszakára további, nagy mennyiségű csapadék lehullása a kalászbetegségek elleni védekezést tette indokolttá. A 2000-2001-es termesztési év időjárási viszonyait tekintve átmenetinek tekinthető az 1998-as és 1999-es kedvező évjáratok között, hasonló csapadék- és hőmérséklet eloszlással.

Az 1999-2000-es termesztési év kedvező őszi és tavaszi időjárását követően tavasz közepétől száraz, meleg hónapok akadályozták a búzatermesztés sikerességét. Az időszak csapadékban legszegényebb évjárata a 2001-02-es év volt, 200 mm alatti összes csapadékmennyiséggel. Az őszi búza állomány kezdeti fejlődését biztosította az előző év talajnedvesség-feltöltése, viszont a hideg tél, az enyhe tavasz és a májustól kezdődő hőség, csapadékhiánnyal párosulva összességében kedvezőtlen feltételeket biztosított. A 2002-03-as tenyészév sok őszi és téli csapadékkal, illetve hótakaróval indult. A május közepéig tartó rendkívüli aszály a későbbiekben csak kevésbé mérséklődött, és a meleg időjárás a maradék vízkészlet növényzet általi felhasználását tovább akadályozta. A 2003/2004-es év viszont meteorológiai szempontból kifejezetten kedvező volt a

minőségi őszi búza termesztés szempontjából a megfelelő mennyiségű és eloszlású tavaszi-nyári csapadék tekintetében.

Szintén a Látóképi Kísérleti Telepről származó mintákat használtam fel az érésdinamikai vizsgálatok elvégzéséhez. A 2002-2003-as tenyészévből műtrágyázatlan Mv Magdaléna fajta, a 2003-2004-es tenyészévből az Mv Emma és Mv Pálma fajták kalászaik lettek két-három naponta mintázva a viaszérés időszakától kezdődően.

2003-ban a kalásminták június 10. és július 1. között lettek begyűjtve. A mintavételi időszak csapadékelátottsága rendkívül alacsony volt; összesen 3,5 mm csapadék hullott a vizsgált 3 hét alatt (a virágzás utáni 27. nap előtt :június 16-án 0,4 mm, június 17-én 0,6 mm; a 26. nap előtt: június 20-án 1,4 mm; a 32. nap előtt: június 26-án 0,1 mm; valamint a 34. nap előtt: június 28-án 1 mm). Az időszak átlagos napi hőmérséklete 21,2 °C volt (16,6°C és 26,5°C között). A napsütötte órák száma 11,1 óra volt átlagosan (5 és 14,8 óra szélsőértékekkel).

2004-ben az időszak átlagos napi hőmérséklete 20,0 °C volt (16,5°C és 26,9°C között), és a napsütötte órák száma 11,2 óra volt átlagosan (0,5 és 15,0 óra szélsőértékekkel), tehát az átlagok tekintetében az előző évvel hasonló jelleget mutatott. A részletes adatokat vizsgálva viszont megfigyelhető, hogy 2003-ban a mintavételi időszak elejére volt jellemző az alacsonyabb napi középhőmérséklet, 2004-ban viszont a mintavétel első harmadában és az utolsó előtti mintavételkor volt melegebb. A 2003-as évben a naponkénti ingadozás mérsékeltebb volt. A csapadékvértékek vizsgálatakor viszont már jelentős eltérések figyelhetők meg a két év között, hiszen 2004-ben jelentős mennyiségű, összesen 73,3 mm csapadék hullott a június 15. és július 13. közötti mintavételi időszakban (a virágzás utáni 16. napon 1 mm, 19. napon 15,5 mm, 23. napon 16,3 mm, 27. napon 6,8 mm, 31. napon 5,6 mm, a 32. napon 1,6 mm, a 35. napon 4,5 mm és a 39. napon 22 mm).

2.2. Laboratóriumi vizsgálatok

A minták elemzése a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum Műszerközpontjában lett elvégezve a megfelelő MSZ, MSZ-ISO szabványok, illetve AACC módszerek szerint, illetve saját vizsgálati módszerek alapján. A látóképi fajtaösszehasonlító kísérletből beérkezett minták mennyisége 1,5-2 kg, ami elegendőnek bizonyult a vizsgálatok elvégzésére. A búzából lisztet az MSZ 6367/9:1989 sz. szabvány szerint, LABOR MIM AQC-109 labormalmon őröltük. A sütőipari minőség meghatározáshoz szükséges vizsgálatok felsorolását, az alkalmazott módszert és a

felhasznált eszközöket a 2. táblázat tartalmazza. A lisztminősítésnél a vizsgálatokat részben négy, részben két ismétlésben végeztük.

Az érésdinamikai minták vizsgálata során a négy ismétlésben laboratóriumba érkezett kalászmintákat hosszanti irányban három, egyenlő hosszúságú részre vágtam (bazális, centrális és apikális rész). A kalászcsoportok nedvességtartalmának meghatározása a kalászcsoportok egyik csoportjából az MSZ 6367-3:1983 szerint történt. A reológiai vizsgálatok elvégzéséhez a kalászcsoportok másik csoportja 40°C-on lett légszárzóra szárítva. A szárított kalászcsoportokból a szemek kinyerése kézzel történt. Tekintettel a kis mennyiségű szemmintára két-két ismétlés összevonásával a vizsgálatot két ismétlésben folytattam.

2. táblázat: A sütőipari minőség meghatározáshoz szükséges vizsgálatok, az alkalmazott módszer és felhasznált eszközök

Minőségi mutató	Alkalmazott módszer	Vizsgálat eszköze
Nyersfehérje tartalom	MSZ 6367/11 – 84	Tecator Kjel-Tech nitrogén-meghatározó
Nedves siker tartalom és terület	MSZ-ISO-5531:1993	LABOR-MIM és Glutomatic 2200 sikertermosók 2015 centrifugával
Farinográfus vízfelvevő képesség és vizsgálat	MSZ-ISO-5530-3:1994 MSZ ISO 5530-3/1995	LABOR MIM valorigráf és Brabender farinográf
Hagberg- féle esésszám	MSZ ISO 3093:1995	Perten esésszámmérő
Alveográfus W-érték	AACC-1983.54.30	Chopin Alveograph

A szemmintákat Metefém FQC-2000 (Metefém, Budapest) laboratóriumi mikromalommal öröltem és 250 µm lyukméretű szitán választottam el a lisztet a korpától. A lisztminták nitrogén- és kéntartalmának meghatározását a Dumas-féle égetéssel eljárás elvén működő Elementar VarioMax elemzővel végeztük (AACC 046 – 30, 2000; Zsombikné Puy et al., 2004). A minták elemtartalmát OPTIMA 3300 DV típusú (Perkin-Elmer Ltd.) ICP-OES spektrofotométerrel határoztuk meg, megfelelő minta-előkészítés után (KOVÁCS et al., 1996, 1998).

A lisztminták reológiai tulajdonságai közül a valorigráfus vízfelvétel, kialakulási idő, stabilitás, ellágyulás mértéke és sütőipari értékszám került meghatározásra FQA-2000

Micro Z-arm Mixer (Metefém, Budapest) prototípus készülék alkalmazásával. A készülék a Valorigráf és a Farinográf által rajzolt görbét készíti el 4 gramm liszt felhasználásával.

A tézstavizsgálat konstans lapátfordulatszámmal (96 és 64 1/perc), 15 percen keresztül zajlik. A víz hozzáadása OP-930 – OP-936 típusú automata bürettával történik (Radelkis, Budapest). A vizsgálat során a készülék a lapátokra eső terheléssel arányos feszültség-értékeket adja át tizedmásodpercenként számítógépnek (Z-Arm Mixer Controller 3.0 szoftver, CSIRO – AMC, Australia).

A szöveges állományba elmentett adatsor feldolgozására Microsoft Visual Basic for Windows 4.0 programozási nyelv alatt készítettem kiértékelő programot, amely beolvasás után tetszés szerinti időtartamot alapul véve (0,2-10 s) átlagolja az adatokat a középvonal pontjainak meghatározása céljából, valamint a görbe grafikus megjelenítése mellett eredménytáblázatban közli a tézszakialakulási idő (s), stabilitás (s), ellágyulás (VU) és sütőipari értékszám értékeit. A grafikus megjelenítésen a szoftver a görbe mellett a felvett maximális konzisztencia-szintet is feltünteti, melynek elhelyezkedését a felhasználó módosíthatja (a görbe maximum pontja – 15 VU tartományban). Legkiegyenlítettőbb görbét az adatok 9 másodpercenkénti átlagolásával, a hagyományos méréshez legjobban illeszkedő mérési eredményeket az átlaggörbe maximuma – 5 VU szinten felvett középvonal esetén kaptam.

A sütőipari érték számítása az alábbi képlet szerint történik (SZALAI, 2001):

$$y = \arcsin\left(\frac{50 - x}{50}\right) * \frac{180}{0,9 * \pi} \quad [1]$$

ahol y: minőségi értékszám; x: planimetrált terület, cm²

A készülék beállításához a látóképi kísérleti telepről származó mintákat és BL-80-as jellemintát használtam fel, párhuzamos méréseket végezve a LABOR-MIM valorigráffal.

A kalászköböl származó liszt átlagos elemtartalmát és átlagos reológiai értékeit a különböző kalászrészecskék mutatóiból az alábbi képlet szerint határoztam meg:

$$ANC = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^2 \left(\frac{GA_{i,j} \times NC_{i,j}}{\sum_{k=1}^3 \sum_{l=1}^2 GA_{k,l}} \right) \quad [2]$$

ahol ANC az átlagos elemtartalom (mg/kg), vagy átlagos reológiai paraméter (ml, s, VE), $G_{a_{i,j}}$ a szemek tömege az *i.* kalászrészben a *j.* ismétlésben (g), $NC_{i,j}$ az elemkoncentráció vagy reológiai paraméter az *i.* kalászrészben a *j.* ismétlésben (mg/kg,

ml, s, VE), és $\sum_{k=1}^3 \sum_{l=1}^2 GA_{k,l}$ a teljes szemmennyiség tömege az adott mintavételi napon (g).

A különböző kalászrészekből származó szemek lisztjében az asszimilált elemmennyiség (AAN) a következő képlettel lett meghatározva:

$$AAN_{i,j} = \frac{NC_{i,j} * TGW_{i,j}}{1000} \quad [3]$$

ahol AAN az asszimilált elemmennyiség *i*. kalászrészben a *j*. ismétlésben (mg), $NC_{i,j}$ az elemkoncentráció (mg/kg) és $TGW_{i,j}$ az ezerszemtömeg (g) az *i*. kalászrészben a *j*. ismétlésben.

2.3. A statisztikai adatfeldolgozás módszere

Az adatok feldolgozásánál az adathalmaz általános jellemzését a leíró statisztika alapstatisztikai módszereivel végeztem (szélső értékek, átlag, szórás, relatív szórás). Az eloszlásvizsgálat eredménye alapvetően meghatározza a további statisztikai feldolgozása lehetőségeit.

Varianciaanalízissel vizsgáltam, hogy a különböző kvalitatív és kvantitatív tényezők hatására a mintahalmaz al csoportjai statisztikailag igazoltan különböznek-e egymástól, azaz a minőségi paraméterek a különféle tényezők hatására változtak-e. Az $SzD_{5\%}$ értékszámításával meghatározom azt a hibahatárt, ami felett a tényezők kölcsönhatása igazolt. A független és függő változók kapcsolatát lineáris és másodfokú, egy- és többváltozós (stepwise) regresszióanalízissel vizsgáltam (SVÁB, 1973).

A statisztikai adatfeldolgozás során az SPSS 12.0 szoftvert használtam (KETSKEMÉTY és IZSÓ, 1996). Az átlagértékeket és szórásokat bemutató diagrammok Microsoft Excel 2003 programmal készültek.

3. Eredmények és fontosabb következtetések

3.1. Az évjárat elemek minőségre gyakorolt hatásának számszerűsítése

A vizsgált időszakban az évjárat statisztikailag igazolt hatással volt a búzafajták fehérjetartalmára. Az eltérő évjáratok okozta minőségingadozás a növekvő tápanyagdózisokkal csökkenthető, azaz a fehérjetartalom értékét több év átlagában a megfelelő mértékű tápanyagellátás stabilizálja. Az időjárási paraméterek és a fehérjetartalom alakulása között az összes fajta együttes vizsgálatánál gyenge, illetve

közepesen erős kapcsolatot ($R^2=0,22-0,55$), a GK Öthalom és Fatima fajta esetében közepesen erős-erős kapcsolatot ($R^2=0,57-0,92$) lehetett igazolni. Az időjárási elemek közül legerősebb hatása a májusi csapadék mennyiségének és a virágzás utáni hőmérsékletnek volt; a csapadékos május és a vizsgált időszak (1995-2004) átlagánál hűvösebb június-július igazoltan növelte a vizsgált fajták fehérjetartalmát. A tápanyagellátás jelentőségét mutatja, hogy az összes fajta eredményének vizsgálatakor a nem műtrágyázott parcellák termésének fehérjetartalmát csökkentette, a műtrágyázott parcellák fehérjetartalmát növelte az időszak átlaga feletti betakarításkori átlaghőmérséklet. A márciusi csapadékmennyiség hatása is igazolt, de fajtafüggő: a GK Öthalom fehérjetartalmát csökkentette, a Fatima fajtáét növelte a vizsgált időszak átlagánál magasabb márciusi csapadékmennyiség.

A vizsgált fajták nedves sikértartalmának alakulására szintén minden esetben igazolt hatással volt az évjárat, de a műtrágyázás stabilizáló hatása is ismételten igazolást nyert. Az időjárási adatok és nedves sikértartalom között felírt regressziós egyenletek determinációs koefficiense az összes fajta halmazán gyenge, illetve rossz ($R^2=0,08-0,28$), viszont az egyes fajták eredményeit elkülönítve elemezve már közepesen erős-erős összefüggéseket kaptam ($R^2=0,47-0,85$), azaz ezen mutató esetében is jelentős eltérést mutatnak az egyes genotípusok az időjárás alakulására adott reakcióikat tekintve. A nedves sikértartalom és a fehérjetartalom értéke közötti, már többször igazolt kapcsolatnak megfelelően a sikértartalom alakulásával igazolt kapcsolatban levő időjárási faktorok hasonlóak a fehérjetartalom kialakításában szerepet játszókkal, viszont, eltérően a fehérjetartalomtól, a nedves siker tartalom értékét az érés alatti átlagost meghaladó átlaghőmérséklet növelte.

Eredményeim alapján elmondható, hogy a vizsgált fajták nedves sikerterületét alapvetően az évjárat határozta meg. A tápanyagellátás tíz év átlagában az átlagértékek kismértékű növekedését eredményezte az egyes műtrágyalépcsők hatására, viszont (főleg a legnagyobb trágyalépcsőn) több évben a többlettápanyag-kijuttatás a sikerterület csökkenését eredményezte. Az időjárási paraméterek és a mutató értéke között felírt regressziós kapcsolat erőssége változó (az összes fajta esetében közepes erősségű, a két kiemelt fajta esetében pedig a kontroll és nagy trágyakezelés erősebb, mint a közepes kezelés esetén). A terület értékének növelésében a statisztikai feldolgozás szerint az időszak átlagánál hűvösebb március-április-május, valamint melegebb június-július, illetve csapadékosabb tavaszi-nyári időjárás játszott igazolt szerepet.

A vizsgált őszi búzafajták sütőipari minőségére az időjárás minden esetben statisztikailag igazolt hatással volt az elemzett időszakban. A részparamétereinek segítségével felírt egyenletek közepes erősségűek az összes fajta és a GK Öthalom fajta eredményeinek vizsgálatakor ($R^2=0,23-0,64$), viszont a Fatima fajta esetében nem sikerült olyan regressziós egyenleteket felírni, amelyek a megkívánt $P=5\%$ tévedési valószínűség mellett igazoltak lettek volna, így e fajta esetén $P=10\%$ -ra növeltem a tévedési valószínűséget. A magas valorigráfos értékszám elérésének általánosságban a vizsgált időszak átlagát meghaladó csapadékmennyiségű, melegebb virágzás előtti időszak, valamint a virágzás-érés alatti átlagos-alacsony csapadékmennyiség és hűvösebb időjárás kedvez. A havi átlagokon túl a dekádonkénti adatokkal történő statisztikai analízis a május eleji-közepi, valamint június közepi időszakok eltérő hatását igazolta, azaz mint minőség kialakításának szempontjából kiemelten fontos periódusokat jelölte meg. A növekvő tápanyagellátás az egyes fajtákra eltérő hatással van; míg a GK Öthalom fajta sütőipari értékszámát a műtrágyázás szinte kivétel nélkül növelte, addig a Fatima fajta esetében a második műtrágyaszint már a vizsgálatba vont évek felében csökkentette.

Az értekezés keretében vizsgált paraméterek közül a vízfelvétel értéke volt a legstabilabb paraméter mind az évjárat, mind a tápanyagellátás hatását figyelembe véve, azaz ennél a mutatónál a legerősebb a genetikai determináció hatása. A tápanyagellátás hatása a sütőipari értékszám esetében leírtakhoz hasonló, azaz kismértékű stabilizálás mellett a GK Öthalom fajta vízfelvételét enyhén növelte, a Fatima fajta esetében növekedést és csökkenést egyaránt okozott. Az időjárás paraméterekkel felírt egyenletek determinációja alacsony az összes fajta analízise során ($R^2=0,16-0,24$), valamint a Fatima fajta közepes kezelése esetén ($R^2=0,25$), és magas a többi esetben ($R^2=0,73-0,87$). A vízfelvétel értékének növelésében az időszak átlagánál melegebb és csapadékosabb májust követő szárazabb és hűvösebb nyári hónapok kaptak szerepet.

A Hagberg-féle esésszám értékét az évjárat minden esetben statisztikailag igazoltan befolyásolta. A vizsgált fajták az esésszám vizsgálatakor eltérő viselkedést mutattak. A GK Öthalom fajta esésszámát kismértékben növelte a tápanyagellátás, viszont az eltérő termesztési évek okozta széles értékingadozást nem csökkentette. A Fatima fajta esetében a tíz év átlagában az egyes kezelések esésszám-átlaga szinte azonos, viszont kismértékben stabilizálta a többlet tápanyag-kijuttatás. Az időjárás paraméterek segítségével felírt egyenletek determinációja alacsony az összes fajta analízisekor ($R^2=0,32-0,36$), a GK Öthalom esetén közepesen erős-erős ($R^2=0,60-0,86$), viszont a

Fatima fajta esetében kiemelkedően magas ($R^2=0,88-0,90$). Az összes és a GK Öthalom fajták esésszám értékét a vizsgált időjárás paraméterek közül az időszak átlagánál melegebb tavaszi hónapok és hűvösebb júniusi-júliusi időszak, valamint az átlag feletti júniusi és átlag alatti júliusi csapadékmennyiség növelte. A Fatima fajtánál két eltérést tapasztaltam; ezen fajta esetében a júniusi átlag alatti mennyiségű csapadék és júliusi átlag feletti hőmérséklet növelte a vizsgált mutató értékét.

Az alveográfus W-érték alakulására elsősorban az évjárat volt hatással a vizsgált fajták esetében, viszont a műtrágyázás, amellet, hogy növelte értékét, az évek közötti eltéréseket stabilizálta. Az időjárás paraméterek közül a gyenge-közepesen erős determinációjú ($R^2=0,20-0,69$) statisztikai analízis szerint az időszak átlaga feletti tavaszi hőmérséklet, a csapadékos április és szárazabb március volt értéknövelő faktor, valamint a virágzás utáni időszakból a betakarítás előtti hőmérséklet szerepe jelentős; a Fatima fajta W-értékét növelte, a GK Öthalom W-értékét csökkentette az átlagostól melegebb július eleji időjárás.

Vizsgálataim legfontosabb eredményeit a 3. táblázat foglalja össze.

3. táblázat: A vizsgált tízéves időszak átlagos időjárás adatai és hatásuk az őszi búza minőségi paramétereire

	Hőmérséklet			Csapadék		
	tízéves átlag	+*	-	tízéves átlag	+	-
március	5,0	W-érték	sikerterülés	24,6	fehérje _{Öthalom}	fehérje _{Fatima}
április	10,7	W-érték	sikerterülés	44,5	sikerterülés W-érték	
május	15,8	vízfelvétel	sikerterülés sütőipari értékszám	38,7	fehérje sikerterülés vízfelvétel	sütőipari értékszám
június	18,7	nedves sikér sikerterülés sütőipari értékszám	fehérje vízfelvétel esésszám	65,0	sikerterülés sütőipari értékszám esésszám _{Öthalom}	vízfelvétel esésszám _{Fatima}
július	20,3	nedves sikér sikerterülés sütőipari értékszám W-érték _{Fatima}	fehérje vízfelvétel esésszám W-érték _{Öthalom}	60,4	sikerterülés sütőipari értékszám	vízfelvétel esésszám

* +: a vizsgált tízéves időszak átlagánál magasabb érték növelte; -: a vizsgált tízéves időszak átlagánál alacsonyabb érték növelte

A minőségi mutatók és az időjárás kapcsolatát megpróbáltam havinál szűkebb bontásban jellemezni, de míg a dekádonkénti időjárás adatokkal történő analízis a haviakkal hasonló determinációjú egyenleteket adott, a hatások értelmezése nehezebbé vált. Meglátásom szerint az időjárás adatok és a minőségi paraméterek közötti

kapcsolat többváltozós statisztikai módszerekkel történő analízise a túl szűk lépték alkalmazásával (heti, dekádonkénti adatok felhasználásával) már nem segíti a hatások pontosabb feltárását, tekintve a független változók variabilitásának jelentős növekedését. A pontosságot a sokkal hosszabb, a 10 évet jócskán meghaladó idősorok vizsgálata segíthetné, viszont ebben az esetben több fajta együttes vizsgálata esetén a genetikai előrehaladás erősen torzítaná a levont következtetések helyességét, csak egy-egy fajta vizsgálata pedig épp a már említett genetikai előrehaladás miatt lenne korszerűtlen (hiszen a vizsgált fajta a 20-30 éves vizsgálati időszak alatt a köztermesztésből már régen kikerülne, s a fajtaspecifikus eredményeknek nem lenne értéke a köztermesztés számára).

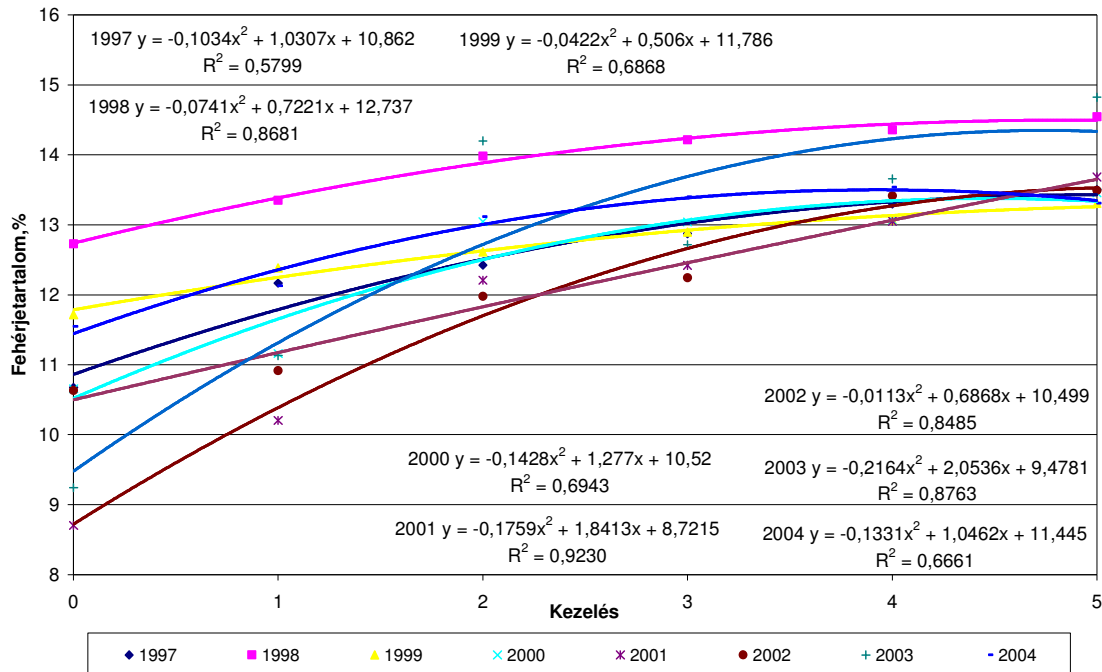
3.2. A műtrágyázás minőségi paraméterekre gyakorolt hatásának számszerűsítése

A műtrágyázás és termésminőség kapcsolatának vizsgálatát az interakció erősen fajtaspecifikus volta miatt nem végeztem el a fajták összességére, csak a kísérletben folyamatosan részt vevő két fajta eredményeire, a GK Öthalom és Fatima fajtákra. Továbbá a vizsgált paraméterek körét szűkítettem a nedves siker tartalommal és a sütőipari értékszámmal, mivel ezen mutatók és a tápanyagellátás kapcsolatát ugyanezen adatbázison már Pepó (2004) és Pepó et al. (2005) széleskörűen elemezték.

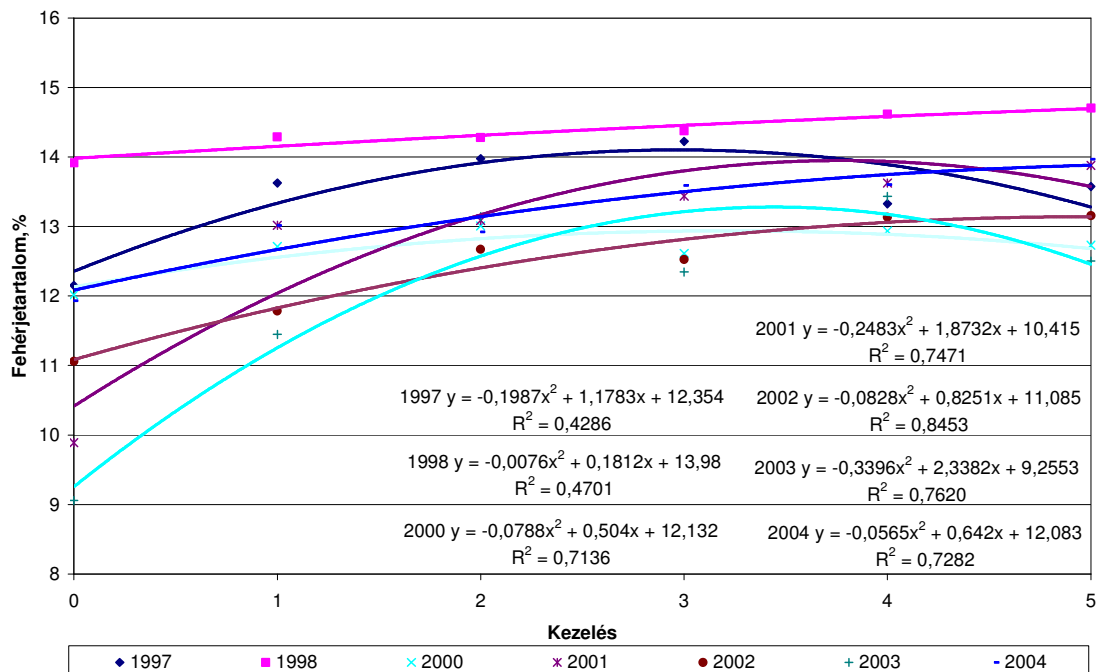
A vizsgált években a műtrágyázás minden esetben statisztikailag igazoltan növelte a vizsgált fajták fehérjetartalmát. A műtrágyázás a vizsgált időszak átlagában jelentős, a GK Öthalom esetében 25,8%, a Fatima fajta esetében 17,4% relatív fehérjetartalom növekedést mértünk a kontroll és a legnagyobb kezelés között (10,74-ről 13,76%-ra, illetve 11,43%-ról 13,5%-ra). A műtrágyázás és a fehérjetartalom kapcsolatát bemutató másodfokú regressziós egyenletek az eltérő tulajdonságú években rendre közepesen erős – erős összefüggést mutatnak be. A GK Öthalom fajta esetében a nyolc évből hétben, a Fatima fajta esetében háromban a legmagasabb műtrágyakezelés még növelte a fehérjetartalom értékét, a többi esetben 90-120 kg/ha N+PK adag alkalmazása eredményezte a maximális fehérjetartalmat (1 -2. ábra).

A sikerterület értékét a GK Öthalom esetében nyolc évből ötben, a Fatima esetében négyben befolyásolta statisztikailag igazoltan a tápanyagellátás. A hatás minden igazolt esetben (a Fatima fajta esetében mérsékelt mértékű) növekedésben nyilvánult meg, kivéve a GK Öthalom 2003-as eredményét a kontroll kiugró értékének következtében. A hatást bemutató regressziós egyenletek determinációja közepesen erős, azaz tényleges

kapcsolat helyett inkább csak trendet jellemezhet. A növekedés a Fatima fajta 1997-es mintáitól eltekintve folyamatos a legmagasabb trágyakezelésig.



1. ábra: A műtrágyázás és a fehérjertalom közötti kapcsolat a GK Öthalom fajta esetében (Látókép, 1997-2004)



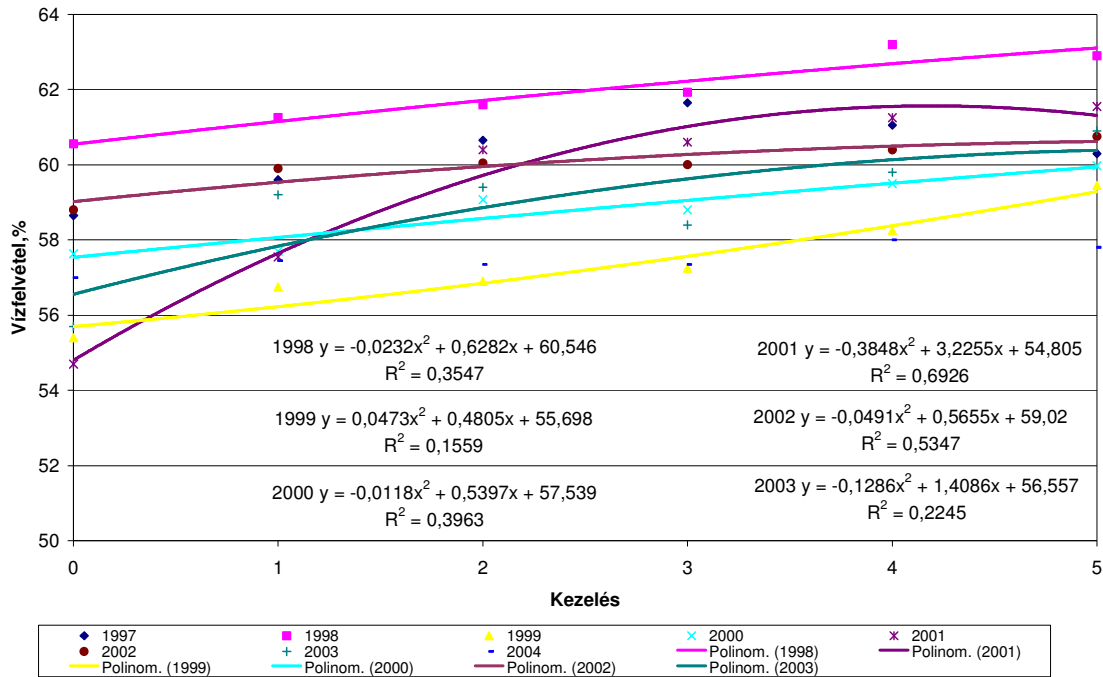
2. ábra: A műtrágyázás és a fehérjertalom közötti kapcsolat a Fatima fajta esetében (Látókép, 1997-2004)

A két vizsgált fajta vízfelvételére a nyolc évből 6-6 évben igazoltan hatással volt a tápanyagellátás, de a köztük felírt másodfokú egyenletek három esettől eltekintve szintén laza kapcsolatot mutatnak be. A műtrágyázás jellemzően növelte a vízfelvétel értékét. A GK Öthalom esetében a hat évből egyben limitálta a tápanyagellátás a vizsgált mutató értékét, míg a Fatima fajta esetében az 1999-2001 időszakban a 90-120 kg/ha N + PK adag eredményezte a maximális vízfelvételt, míg a többi évben a növekedés a vizsgált műtrágyaadagok által behatárolt értelmezési tartományon folyamatos (3 - 4. ábra).

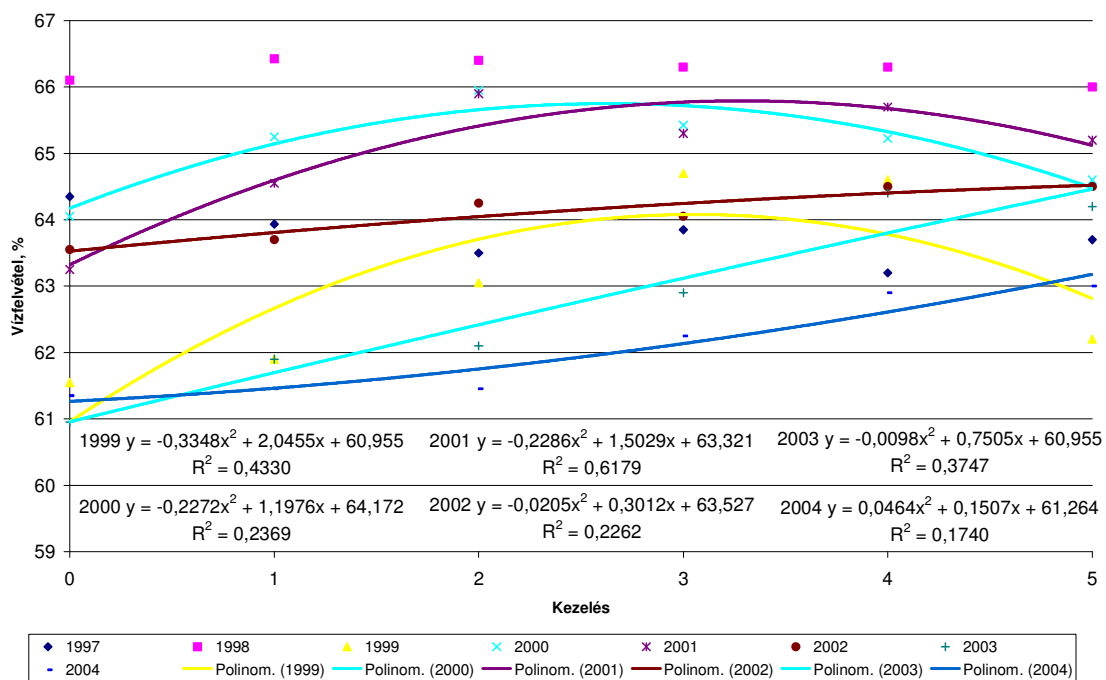
A műtrágyázás a vizsgált időszakban mindössze két évben volt igazolt hatással a GK Öthalom esésszám-értékének alakulására, míg a Fatima fajta esetében a vizsgált évek felében sikerült a műtrágyázás hatását igazolni az esésszám értékek alakulásában. A vizsgált 8 év átlagában a növekvő tápanyagdózisok folyamatosan, csökkenő mértékben növelték a GK Öthalom esésszám értékét, a Fatima esetében váltakozott a növelő-csökkenő hatás. A maximális esésszám a 120-150 kg/ha N + PK adag között volt mérhető a GK Öthalom esetében, a Fatima fajta esésszámának változását három évben folytonos növekedési, egy évben folyamatos csökkenési trend jellemezte.

Az alveográfus W érték és a műtrágyázás kapcsolata csak 2, illetve 1 évben igazolt a GK Öthalom és Fatima fajták eredményein, de az ezen éveken felírt egyenletek determinációs koeficiense is alacsony. Az egyenletek által bemutatott trend szerint – évjáratától függően - a 90-150 kg/ha N+PK adag alkalmazása eredményezi a legmagasabb W-értéket.

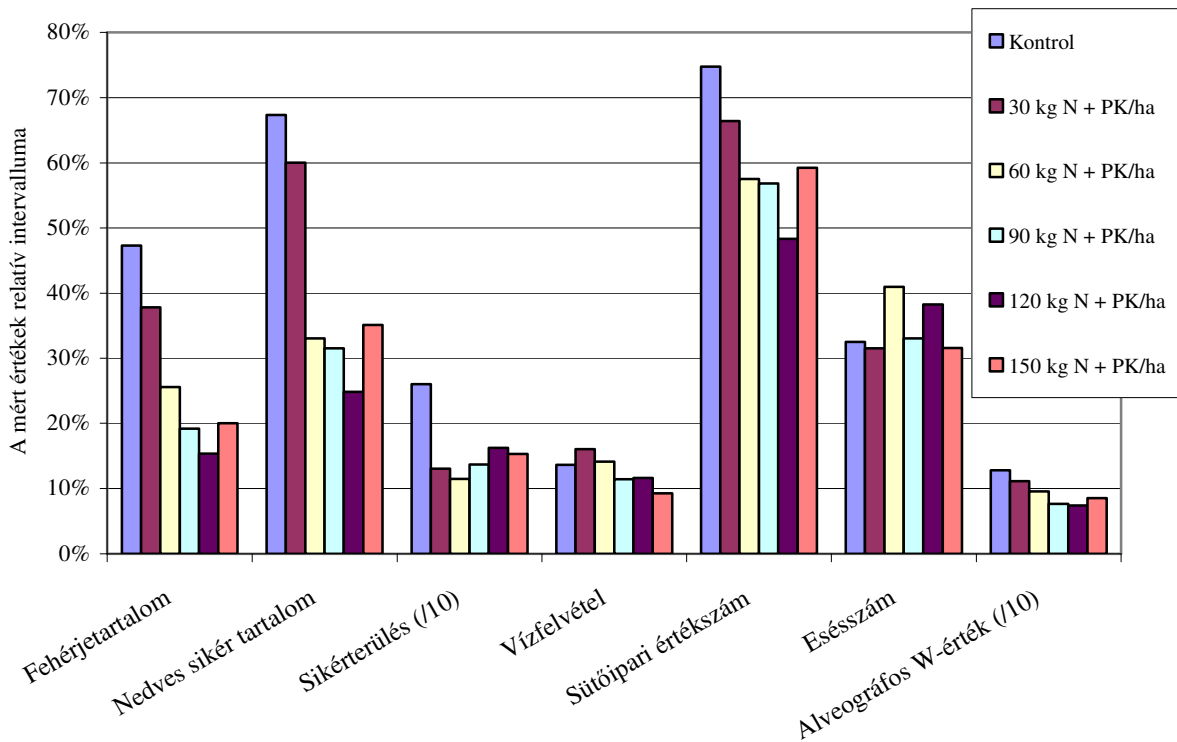
A tápanyagellátás és a minőségstabilitás kapcsolatának vizsgálatakor (5 - 6. ábra) megállapítottam, hogy a fehérjetartalom, a nedves siker tartalom és az alveográfus W-érték esetén a növekvő műtrágyaadagok 120 kg/ha N+PK adagig növelik a vizsgált időszak átlagában az értékek stabilitását, azaz 90-120 kg/ha műtrágyaadagig a tápanyagellátás határozza meg ezen minőségi mutatók értékének alakulását, és nagyobb dózisok esetén már az évjárat szerepe válik fontosabbá; azaz az adott évjárat időjárási körülményei lehetővé teszik-e a többlet-műtrágya érvényesülését, vagy ellenkezőleg, „minőségdepressziót”, minőségromlást okoz. Ugyanez érvényes a GK Öthalom esetén a sütőipari értékszámra, míg a Fatima ezen mutatójának stabilitását a legmagasabb kezelés is növelte. A vizsgált fajták vízfelvétel-értékét kis mértékben szintén stabilizálta a tápanyagellátás, viszont a sikerterület és esésszám stabilitását nem befolyásolta.



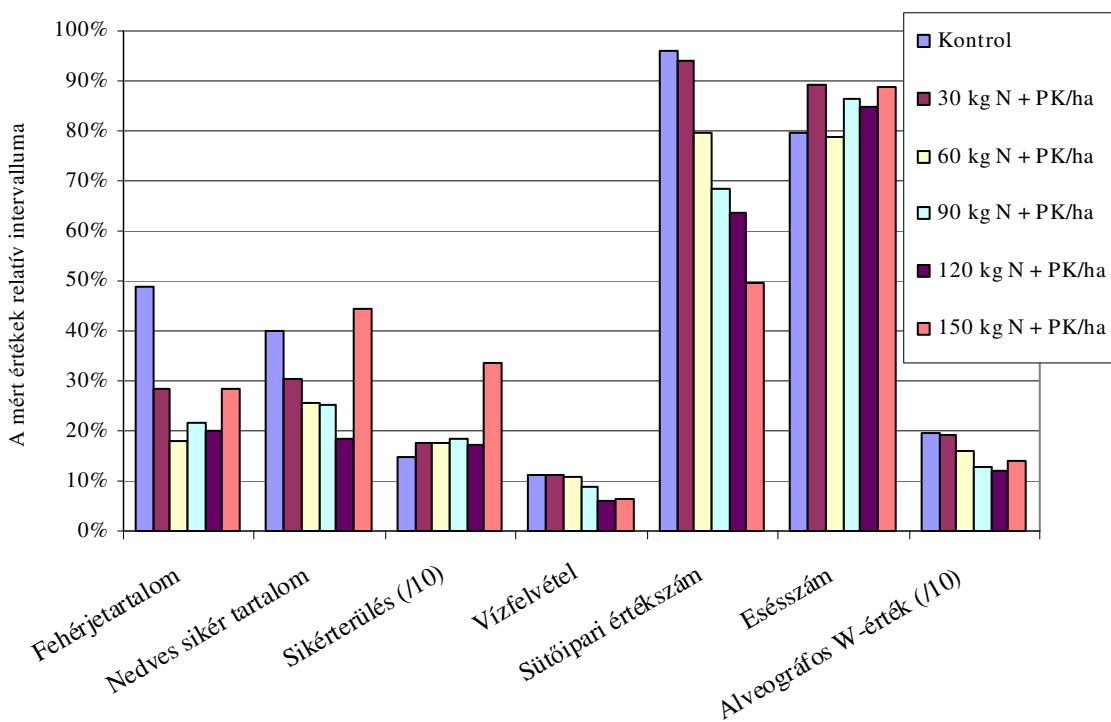
3. ábra: A műtrágyázás és a vízfelvétel közötti kapcsolat a GK Öthalom fajta esetében (Látókép, 1997-2004)



4. ábra: A műtrágyázás és a vízfelvétel közötti kapcsolat a Fatima fajta esetében (Látókép, 1997-2004)



5. ábra: A mért értékek relatív intervallumainak összehasonlítása a GK Öthalom esetében (Látókép, 1997-2004)



6. ábra: A mért értékek relatív intervallumainak összehasonlítása a Fatima esetében (Látókép, 1997-2004)

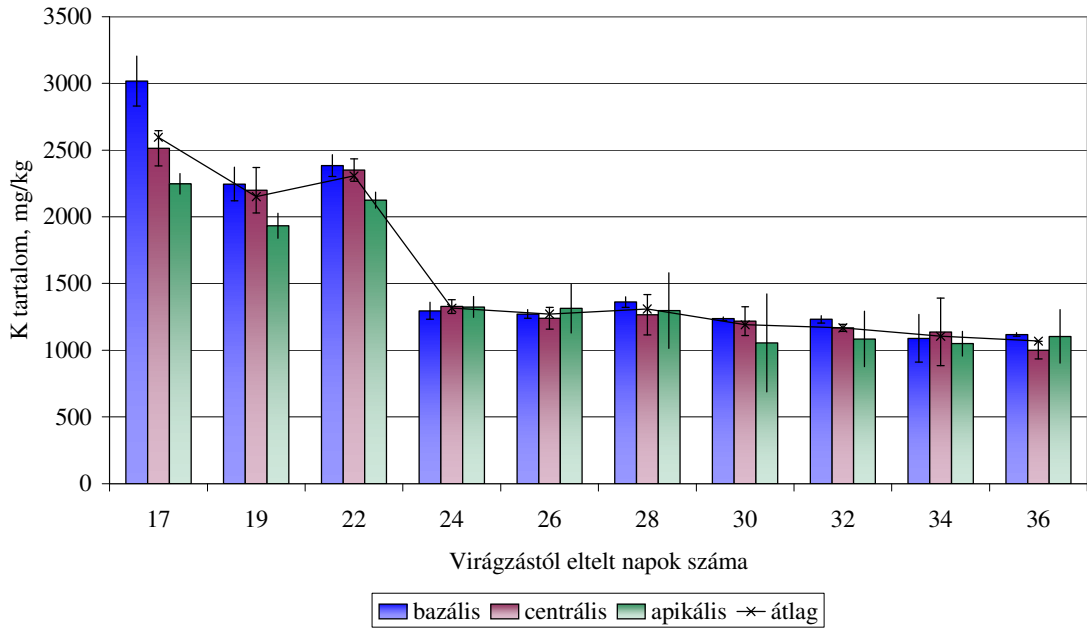
3.3. Az érésdinamikai kísérlet eredményei

Az érésdinamikai vizsgálatok eredményeként, virágzást követő harmadik héttől betakarításig vizsgálva az őszi búzakaralások szemtermését megállapítottam, hogy a különböző kalász-pozícióban levő szemek eltérő minőséget hordoznak, s jellemzően a transzport-láncban távolabb elhelyezkedő részekben képződő szemek alacsonyabb makroelem-tartalommal bírnak. A különböző időben mintázott kalások nitrogén- és kénkoncentrációja a szemfejlődés során eltérő évjáratok esetén is kezdetben növekedést (a virágzás harmadik-negyedik hetében mintegy 5-10% növekedést mértem az eltérő évjáratokban), majd az érés végső szakaszában egy kismértékű (~5%) csökkenést mutatnak. A két elem asszimilációjának hasonló voltát az N/S arány stabil értéke igazolja. A további makro- és mikroelemek (P, K, Ca, Mg, Mn, Sr, Zn) koncentrációja a szemfejlődés során a virágzást követő 22.-31. napig jellemzően csökkenést (10-30%-os csökkenést mutattak a P, Ca, Mg, Sr és Zn elemek, 50% körüli csökkenést a K és Mn elemek), majd értékstabilizálódást mutatnak. A réztartalom még az érés kései szakaszában is 20-25% növekedést mutatott csapadékos évjáratban, míg az aszályos 2003-ban a többi elemhez hasonlóan alakult koncentrációja.

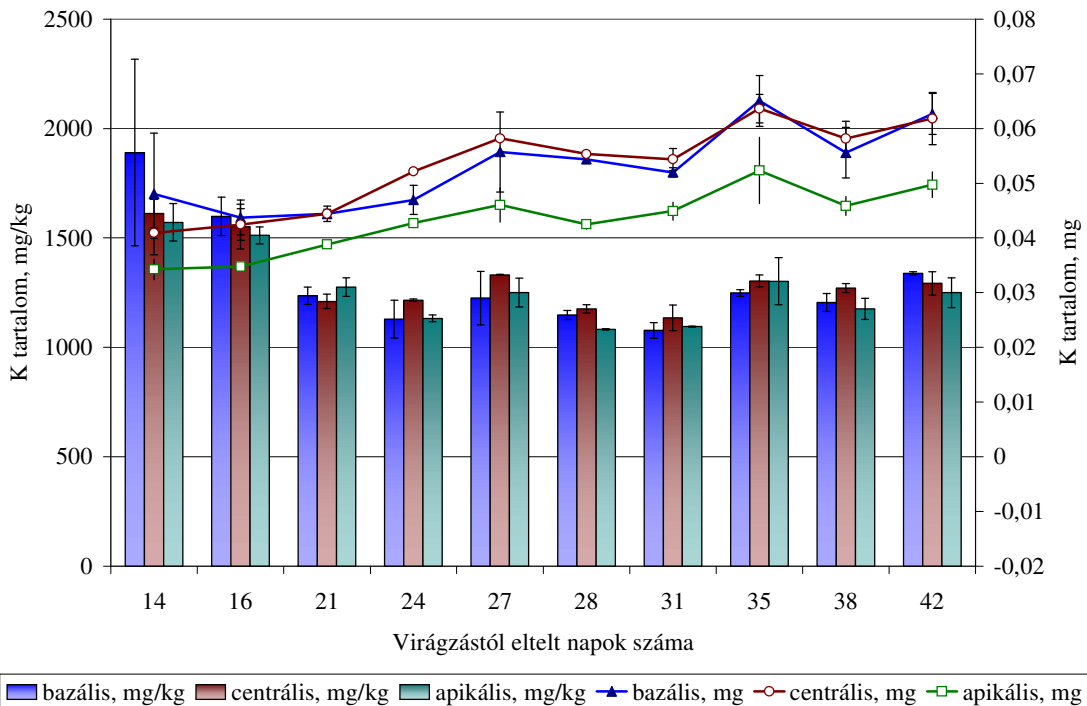
Az elemek abszolút mennyisége az érés alatt mintázott szemek lisztjében közel állandó értéket mutatott a kalcium, mangán és cink esetében, míg a többi elem abszolút mennyisége az érés során, a szem tömegével arányosan növekedett. A növekedés mértéke 25-55% közötti.

A különböző fajták reológiai tulajdonságainak szemfejlődés alatti változása a valorigráfos vizsgálattal (Z-arm mixer készülékkel) és annak részparamétereivel (kialakulási idő, stabilitás, ellágyulás mértéke) elemezve nem jellemezhető egy határozott trenddel, viszont a végleges minőség kialakulása, a különböző mutatók változása az érés alatt folyamatos. A sütőipari értékszám alakulása is eltérően alakult a vizsgált feltételek mellett: az aszályos 2003-ban az Mv Magdaléna fajta sütőipari értékszám az első mintavételt követően (viaszerés közepe) egy stabil érték közelében változott, a csapadékos 2004-ben az Mv Summa értékszám az érés utolsó szakaszáig folyamatosan növekedett, az Mv Emma pedig a virágzást követő 24. napra érte el a maximális értékszámot, ami a teljes érés alatt, betakarítás előtt csökkent ismét kismértékben. Mindez azt igazolja, hogy az eltérő genetikai háttér és különböző évjáratok nemcsak a betakarított termés sütőipari minőségét befolyásolják eltérő módon, hanem az egyes reológiai mutatók kialakulásának üteme és módja is eltérő. A reológiai vizsgálatok elvégzése során a Z-arm mixert értékelve megállapítottam, hogy

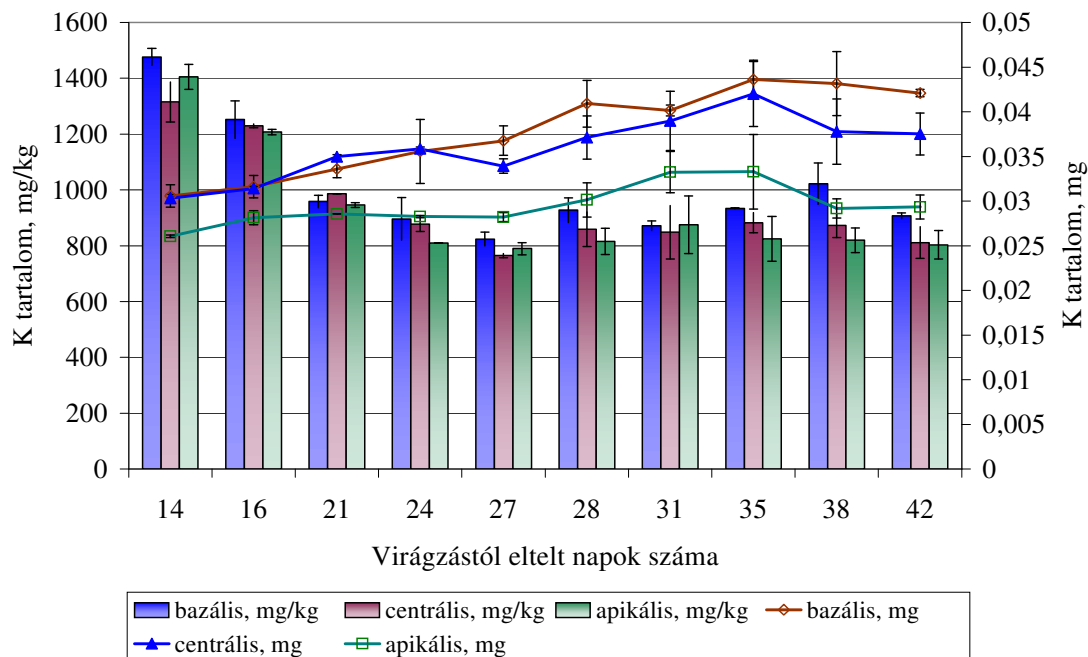
bár a készülék a rutinszerű vizsgálatot egyelőre nem helyettesítheti, kutatási célú analízisre feltétlenül alkalmas.



7. ábra: Az Mv Magdaléna káliumtartalmának alakulása (Látókép, 2003)



8. ábra: Az Mv Summa káliumtartalmának alakulása (Látókép, 2004)



9. ábra: Az Mv Emma káliumtartalmának alakulása (Látókép, 2004)

Új és újszerű tudományos eredmények

- Az évjárat elemek (havi csapadékösszeg és átlaghőmérséklet adatok) hatása többváltozós statisztikai módszerrel igazolható az őszi búzalisztek fehérjetartalmára, nedves siker tartalmára, sikerterülésére, vízfelvételére, sütőipari értékszámára, Hagberg-féle esésszámára és alveográfus W-értékére, de a lisztminőségre gyakorolt hatás mértéke a fajtától függ.
- A minőségi mutatók alakulására döntően a virágzás utáni időjárási feltételek vannak hatással. Az érés alatti időszakban a vizsgált tízéves periódus átlaga feletti hőmérséklet növelte a nedves sikertartalom, sikerterülés és sütőipari értékszám értékét, valamint csökkentette a fehérjetartalmat, vízfelvételt és a Hagberg-féle esésszámot. Ugyanezen időszakban a tízéves átlagot meghaladó csapadékmennyiség növelte a sikerterülés és sütőipari értékszám értékét, valamint csökkentette a vízfelvételt és esésszámot.
- A vizsgált minőségi mutatók közül a vízfelvétel esetében legerősebb a genetikai determináció hatása, amit az igazol, hogy a vizsgált időszak átlagában a legstabilabb ennek a mutatóknak volt az értéke.

- Megállapítottam, hogy 90-120 kg/ha N + PK műtrágyaadagig a tápanyagellátás limitálja, határozza meg a GK Öthalom és Fatima őszi búza fajták fehérjetartalmának, nedves sikértartalmának és alveográfus W-értékének alakulását, és nagyobb dózisok esetén már az évjárat szerepe válik fontosabbá; azaz az adott évjárat időjárási körülményei lehetővé teszik-e a többlet-műtrágya érvényesülését, vagy ellenkezőleg, „minőségdepressziót”, minőségromlást okoznak.
- Megállapítottam, hogy a különböző kalász-pozícióban levő szemek eltérő minőségűek, s jellemzően a transzport-láncban távolabb elhelyezkedő részekben képződő szemek alacsonyabb makroelem-tartalommal bírnak.
- Az érés alatt vizsgált szemek lisztjében a Ca, Mn és Zn mennyisége közel állandó, illetve kismértékű növekedést mutat, míg a többi elem abszolút mennyisége az érés során 25-55% közötti mértékben nő.
- A különböző fajták reológiai tulajdonságainak szemfejlődés alatti változása nem jellemezhető egy határozott trenddel a Z-arm mixer készülékkel (mikrovalorigráffal) és annak részparamétereivel (kialakulási idő, stabilitás, ellágyulás mértéke), a végleges minőség kialakulása, a különböző mutatók változása az érés alatt folyamatos.

Gyakorlatban hasznosítható tudományos eredmények

- A stepwise regresszióanalízis, mint többváltozós statisztikai módszer az időjárási paraméterek és minőségi mutatók közötti kapcsolatrendszer feltárására alkalmas statisztikai eszköz.
- A havi és dekádonkénti időjárási paraméterekkel végzett statisztikai analízis hasonló determinációjú egyenleteket eredményeztek a különböző minőségi mutatók, mint függő változók esetében, viszont a dekádonkénti bontás a kapcsolatrendszer részletesebb megismerését nem segítette. A hatások pontosabb megismeréséhez a szűkebb felbontás helyett hosszabb idősorok szükségesek.
- Megállapítottam, hogy a minőség szempontjából optimális tápanyagszint a GK Öthalom őszi búzafajta esetében 120-150 kg/ha N + PK, a Fatima őszi búzafajta

esetében 90-150 kg/ha N + PK műtrágyaadag az eltérő időjárási feltételek között.

- Megállapítottam, hogy a növekvő műtrágyaadagok több év átlagában stabilizálják az őszi búzafajták fehérjetartalmát, nedves sikértartalmát és alveográfus W-értékét.
- A reológiai vizsgálatok elvégzése során a Z-arm mixert („mikrovalorigráfot”) értékelve megállapítottam, hogy bár a készülék a rutinszerű vizsgálatot egyenlőre nem helyettesítheti, kutatási célú analízisre feltétlenül alkalmas. A rutinanalízisre való alkalmasságot a vízhozzáadás helyes sebességének meghatározása és beállítása, illetve a készülék kalibrálhatóságának biztosítása tenné lehetővé.

Az értekezés témakörében megjelent közlemények

Tudományos folyóirat

Sipos P., Győri Z. (2002): A műtrágyázás hatása néhány őszi búzafajta lisztminőségére és a Győri-féle Z-index értékére. Az Észak-Alföldi Régió mezőgazdasága és vidékfejlesztése. Agrártudományi Közlemények, különszám. 84-89. p.

Sipos P., Győri Z. (2003): Őszi búza fajták minőségének vizsgálata fajtaösszehasonlító kísérletben. Agrártudományi Közlemények, különszám. 179-193. p.

Z. Győri, Sz. Szilágyi, **P. Sipos** (2003): The Effect of NPK Mineral Fertilization on the Alveographic Parameters of Winter Wheat. Acta Agronomica Hungarica, 51 (3), 325-332.

Sipos P., Győri Z. (2004): Az évjárat hatása az őszi búza minőségére. Tudósjelöltek a mezőgazdaságban. Agrártudományi Közlemények, különszám 13. 89-95.

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

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

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

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

P. Pepó, **P. Sipos**, Z. Győri (2005): Effects of fertilizer application on the baking quality of winter wheat varieties in a long term experiment under continental climatic conditions in Hungary. Cereal Research Communications, 33. 4. 825-832.

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

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

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

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

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

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

Lektorált cikkek

É. Mars, Z. Győri, K. Puy, **P. Sipos** (2003): Effect of sulphur fertilization on the dynamics of sulphur content of the winter wheat in the vegetation period. 14th International Symposium of Fertilizers: Fertilizers in context with resource management in agriculture. Proceedings volume II. (Eds.: E. Schnug, J. Nagy, T. Németh, Z. Kovács and T. Dövényi-Nagy), 589-594. p.

P. Sipos, Z. Győri, É. Mars, K. Puy (2003): Investigation the relationship between the protein content, wet gluten content and sedimentation volume of winter wheat. II. Alps-Adria Scientific Workshop. Croatia, Trogir 3-8 March 2003. (Ed.: Gyuricza Cs.) 169-173.

P. Sipos, B. Kovács, Á. Tóth, Z. Győri. (2004): Determination of element content in flour from different ear parts of winter wheat. Proceedings of the 4th Aegean Analytical Chemistry Days, Ed.: M. Demir, Adnan Menders University, Kusadasi/Aydin, Turkey, 596-598.

Á. Tóth, **P. Sipos**, B. Kovács, Z. Győri (2004): Effect of fraction size on the rheological properties and chemical composition of winter wheat flours. Proceedings of the 4th Aegean Analytical Chemistry Days, Ed.: M. Demir, Adnan Menders University, Kusadasi/Aydin, Turkey, 593-595

Tóth Á., **Sipos P.**, Győri Z. (2005): Őszi búzafajták alveográfus minősítése, Tavaszi Szél 2005 Konferencia, Debrecen, 2005. május 5-8. Konferenciakiadvány (szerk.: Cszizmadia József) 412 - 415. ISBN: 963 218 368 1

Konferencia kiadványok

Sipos P., Győri Z., Szilágyi Sz., Mars É., Puy K. (2002): Az őszi búza fehérjesajátságait jellemző mutatók közötti összefüggés vizsgálata. „A növénytermesztés szerepe a jövő multifunkcionális mezőgazdaságában”. Ötven éves az Acta Agronomica Hungarica, jubileumi tudományos ülés, Martonvásár, 2002. november 19. 301-306.p.

Mars É., Puy K., **Sipos P.**, Győri Z. (2002): Minőségi paraméterek vizsgálata őszi búza kéntrágyázási kísérletben. „A növénytermesztés szerepe a jövő multifunkcionális mezőgazdaságában”. Ötven éves az Acta Agronomica Hungarica, jubileumi tudományos ülés, Martonvásár, 2002. november 19. 371-376.p.

Győri Z., **Sipos P.**, Puy K., Mars É. (2003): Az őszi búza minősége különböző évjáratokban. Georgikon Napok, Keszthely, 2003. szeptember 25-26. Növénytermesztés, nemesítés, agrokémia szekció, CD kiadvány

P. Sipos, Z. Győri (2003) Relationships between the quality parameters of winter wheat. Buletinul USAMV-CN, 56/2001 (-) ISSN 1454-2382

Z. Győri, **P. Sipos** (2003): Effect of mineral fertilization on winter wheat quality. Buletinul USAMV-CN, 56/2001 (-) ISSN 1454-2382

Sipos P., Mars É., Puy K., Győri Z. (2003): Őszi búza fajták minőségi tulajdonságai közötti összefüggés vizsgálata. III. Növénytermesztési Tudományos Napok, „Szántóföldi növények tápanyagellátása”. Gödöllő, 2003. május 15., CD kiadvány

Z. Győri, **P. Sipos** (2003): Testing various winter wheat varieties with Alveograph and Farinograph. Flour-Bread '03, 4th Croatian Congress of Cereal Technologists. Opatija, Croatia, 19-22. 11. 2003. (előadás)

P. Sipos, Á. Tóth, Z. Győri (2004): Investigating the nitrogen and sulphur content and their ratio in winter wheat flours at maturing. Buletinul USAMV-CN (Ed: L.A. Marghitas), 60/2004 ISSN 1454-2382, Academic Press, Romania, 496.

Á. Tóth, **P. Sipos**, Z. Győri (2004): Effect of fraction size on the rheological properties of winter wheat flours. Buletinul USAMV-CN (Ed: L.A. Marghitas), 60/2004 ISSN 1454-2382, Academic Press, Romania, 506.

Z. Győri, **P. Sipos** (2004): Changes of quality parameters of winter wheat at maturing. Modelling quality traits and their genetic variability for wheat. Abstract book for the international workshop. 78.

P. Sipos, B. Kovács, Á. Tóth, Z. Győri. (2004): Determination of element content in flour from different ear parts of winter wheat. 4th Aegean Analytical Chemistry Days. Abstracts, 149.

Á. Tóth, **P. Sipos**, B. Kovács, Z. Győri (2004): Effect of fraction size on the rheological properties and chemical composition of winter wheat flours. 4th Aegean Analytical Chemistry Days. Abstracts, 148.

P. Sipos, Á. Tóth, Z. Győri (2005): Effect of the element content in winter wheat ear on flour quality. Soil, Plant, and Water Analysis: Quality Analytical Tools for an Era of Ecological Awareness. 9th International Symposium on Soil and Plant Analysis. Abstract book. Eds: J. D. Etchevers and C. Hidalgo. Colegio de Postgraduados, Mexico, 155.

Á. Tóth, **P. Sipos**, Z. Győri (2005): Research of different winter wheat fractions with special regard to micro elements. Soil, Plant, and Water Analysis: Quality Analytical Tools for an Era of Ecological Awareness. 9th International Symposium on Soil and Plant Analysis. Abstract book. Eds: J. D. Etchevers and C. Hidalgo. Colegio de Postgraduados, Mexico, 111.

P. Sipos, Á. Tóth, Á. A. Zubor, E. T. Kovács, Z. Győri, (2005): Investigation of protein composition of winter wheat flour during maturing, „Cereals – the Future Challenge” 50

Years ICC Jubilee Conference, July 3 – 6, 2005, Vienna, Austria, Book of Abstracts, 161.

Á. Tóth, Á. A. Zubor, **P. Sipos**, E. T. Kovács, M. Borbély, Z. Győri (2005): Investigation of protein composition of flour samples by gel – electrophoresis, „Cereals – the Future Challenge” 50 Years ICC Jubilee Conference, July 3 – 6, 2005, Vienna, Austria, Book of Abstracts, 172.

Sipos P., Prokisch J., Tóth Á., Széles É., Uri Cs., Győri Z. (2005): Az őszi búza nehézfém-tartalmának változása műtrágyázási tartamkísérletben. „Termékpálya, élelmiszer- és környezetbiztonság az agráriumban”, Gödöllő, 2005. október 7., Összefoglalók, 39.

Tóth Á., **Sipos P.**, Chrappán Gy., Bene S., Pákozdy H., Uri Cs., Győri Z. (2005): Az alveográfus mérések jelentősége az őszi búzafajták sütőipari minőségének meghatározásában. „Termékpálya, élelmiszer- és környezetbiztonság az agráriumban”, Gödöllő, 2005. október 7., Összefoglalók, 41.

Sipos P., Tóth Á., Borbély M., Győri Z. (2005): A Z-arm mixer alkalmazása az őszi búza liszt-minősítésben. „Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly” Tudományos Ülésszak, 2005. október 19-20, Budapest, Összefoglalók, 276-277.

Tóth Á., **Sipos P.**, Győri Z. (2005): Eltérő típusú malmok használata a kísérleti lisztminták előállításában. „Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly” Tudományos Ülésszak, 2005. október 19-20, Budapest, Összefoglalók, 278-279.

Győri Z., **Sipos P.** (2005): Application of novel methods for testing grain quality. Flour-Bread '05, 6th Croatian Congress of Cereal Technologists. Opatija, Croatia, 26-28. 10. 2005. (előadás)

Z. Győri, **P. Sipos**, (2006). Effect of mineral fertilization (NPK) on the protein content of cereals. 14th World Fertilizer Congress, Fertilizers and Fertilization: Stewardship for Food Security, Food Quality, Environment and Nature Conservation, Abstracts, Chiang Mai, Thailand, 138.

Sipos P., Tóth Á., Győri Z. (2006): A búzaliszt reológiai vizsgálata különböző módszerekkel, XV. Élelmiszer Minőségellenőrzési Tudományos Konferencia, 2006. március 29-30. Debrecen, Konferenciakiadvány, 141-142.

Tóth Á., **Sipos P.**, Uri Cs., Győri Z. (2006): Őszi búzafajták alveográfus minőségének jelentősége aszályos, csapadékos és átlagos időjárási körülmények között, XV. Élelmiszer Minőségellenőrzési Tudományos Konferencia, 2006. március 29-30. Debrecen, Konferenciakiadvány, 231-232.