



DEBRECENI EGYETEM
AGRÁR- ÉS GAZDÁLKODÁSTUDOMÁNYOK CENTRUMA
MEZŐGAZDASÁG-, ÉLELMISZERTUDOMÁNYI ÉS
KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI KAR
NÖVÉNYTUDOMÁNYI INTÉZET

HANKÓCZY JENŐ NÖVÉNYTERMESZTÉSI, KERTÉSZETI ÉS
ÉLELMISZERTUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

Doktori iskola vezető:

Dr. Kátai János

egyetemi tanár

Témavezető:

Dr. Pepó Péter

egyetemi tanár

A TÁPANYAGELLÁTÁS ÉS AZ ÉVJÁRAT HATÁSA
AZ ŐSZI BÚZA GENOTÍPUSOK AGRONÓMIAI
TULAJDONSÁGAIRA ÉS SÜTŐIPARI MINŐSÉGÉRE A
HAJDÚSÁGBAN

Készítette:

Szabó Éva

DEBRECEN

2013

A TÁPANYAGELLÁTÁS ÉS AZ ÉVJÁRAT HATÁSA AZ ŐSZI BÚZA GENOTÍPUSOK AGRONÓMIAI TULAJDONSÁGAIRA ÉS SÜTŐIPARI MINŐSÉGÉRE A HAJDÚSÁGBAN

Értekezés a doktori (Ph.D.) fokozat megszerzése érdekében
a Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszertudományok tudományágban

Írta: Szabó Éva okleveles élelmiszer minőségbiztosító agrármérnök

Készült a Debreceni Egyetem Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és
Élelmiszertudományok doktori iskolája
(Fenntartható növénytermesztés programja) keretében

Témavezető: Dr. Pepó Péter MTA doktora

A doktori szigorlati bizottság:

elnök: Dr. Sárvári Mihály CSc

tagok: Dr. Birkás Márta DSc

Dr. Kovács Béla PhD

A doktori szigorlat időpontja: 2013. február 15.

Az értekezés bírálói:	Név	Tud. fokozat	Aláírás
			
			

A bírálóbizottság:	Név	Tud. fokozat	Aláírás
Elnök:			
Titkár:			
Tagok:			
			
			
			
			

Az értekezés védésének időpontja: 2013.

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS.....	3
2. A KUTATÁS CÉLKITŰZÉSEI	7
3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	10
3.1. A SPAD és a levélterület index értékek jelentősége és azok összefüggése az őszi búza termésmennyiségével és a minőséggel.....	10
3.1.1. A levélterület index értékek összefüggése az őszi búza termésmennyiségével és minőségével.....	10
3.1.2. A SPAD értékek összefüggése az őszi búza termésmennyiségével és minőségével.....	12
3.2. Az őszi búza termésére ható főbb ökológiai és agrotechnikai tényezők.....	13
3.3. Az őszi búza minőségének általános megítélése.....	17
3.4. A búza kémiai összetétele	19
3.5. Minőséget befolyásoló tényezők.....	20
3.5.1. Az évjárat minőséget befolyásoló hatása	21
3.5.2. Az agrotechnika minőséget befolyásoló hatása.....	23
3.5.3. A tápanyagellátás minőséget befolyásoló hatása	25
3.5.4. A genotípus hatása az őszi búza minőségre	29
3.6. A minőségi mutatók közötti összefüggések.....	31
3.7. A szakirodalmi feldolgozás összefoglalása.....	32
4. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	36
4.1. A kísérleti terület elhelyezkedése, talajtani adottságai.....	36
4.2. A kísérlet beállítása, elrendezése, alkalmazott agrotechnikai műveletek	36
4.2.1. A kísérletben vizsgált fajták.....	37
4.2.2. A kísérletben alkalmazott agrotechnikai műveletek.....	38
4.3. A tartamkísérlet talajának NPK tartalma és annak változása a műtrágyakezelés hatására	39
4.3.1. A tartamkísérlet talajának NO ₃ nitrogén tartalma	39
4.3.2. A tartamkísérlet talajának P ₂ O ₅ tartalma.....	40
4.3.3. A tartamkísérlet talajának K ₂ O tartalma.....	41
4.4. A vizsgált tenyészevek időjárásának jellemzése	42
4.4.1. A 2009/2010. tenyészév időjárásának jellemzése	42
4.4.2. A 2010/2011. tenyészév időjárásának jellemzése	43
4.4.3. A 2011/2012. tenyészév időjárásának jellemzése	44
4.5. Mérési, analitikai eljárások és az adatfeldolgozás statisztikai módszerei	45
4.5.1. A növényállományban végzett fiziológiai mérések	45
4.5.2. A szemtermés minőségvizsgálata.....	46
4.5.3. A kísérleti eredmények értékelésének módszertana.....	46

5. A KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE	47
5.1. Az évjárat, a tápanyagellátás és a genotípus hatása az őszi búza fiziológiai tulajdonságaira	47
5.1.1. A SPAD értékek alakulása	47
5.1.2. A levélterület index értékek alakulása.....	51
5.1.3. A levélterület tartóssága	53
5.2. Az évjárat, a tápanyagellátás és a genotípus hatása az őszi búza termésmennyiségre.....	55
5.2.1. A 2009/2010. tenyészév terméseredményeinek értékelése	56
5.2.2. A 2010/2011. tenyészév terméseredményeinek értékelése	61
5.2.3. A 2011/2012. tenyészév terméseredményeinek értékelése	66
5.2.4. A vizsgált tenyészévek terméseredményeinek összevont értékelése	70
5.3. Az évjárat, a tápanyagellátás és a genotípus hatása az őszi búza termésminőségére.....	74
5.3.1. A valorigráfos értékek alakulása	74
5.3.2. A liszt fehérje tartalom alakulása	77
5.3.3. A nedves sikér tartalom alakulása	80
5.3.4. A sikérterület alakulása.....	83
5.3.5. A Hagberg-féle esésszám alakulása	85
5.4. A termés, a minőségi tulajdonságok és fiziológiai paraméterek közötti összefüggésvizsgálatok	89
5.4.1. A termés és minőségi paraméterek közötti összefüggések.....	89
5.4.2. A fiziológiai tulajdonságok és a termésmennyiség közötti összefüggések értékelése	90
5.4.3. A fiziológiai paraméterek és a minőségi tulajdonságok közötti összefüggések értékelése	94
5.5. A genotípus, a tápanyagellátás és az évjárat az őszi búzák termésmennyiségére és minőségi tulajdonságaira gyakorolt hatásának komplex értékelése.....	102
6. KÖVETKEZTETÉSEK	109
7. ÖSSZEFOGLALÁS.....	118
8. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	131
9. A GYAKORLATBAN HASZNOSÍTHATÓ EREDMÉNYEK	133
IRODALOMJEGYZÉK.....	134
ÁBRÁK JEGYZÉKE	144
TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE.....	146

1. BEVEZETÉS

A gabonafélék a legnagyobb területen termesztett kultúrnövények a világon. A búza a legnagyobb területen termesztett gabona. A gabonafélék vetésterületének majdnem egyharmadát a búzatermesztés teszi ki. Termesztésének kezdete az ókor előtti időkig nyúlik vissza, töretlenül fontos szerepet tölt be a mezőgazdaságban és társadalomban, elsősorban, mint a kenyérgabona és értékes takarmány. A kiemelt szerepét több kedvező tulajdonsága alakította ki. Az egyik a búza kiváló alkalmazkodóképessége. A búza bár mérsékelt égövi növény, mégis kiváló adaptációs képessége következtében a sarkköröktől a trópusokig termesztik, illetve 3000-4000 méterrel a tengerszint feletti magasságban is. A fontos értékmérő tulajdonsága, ami miatt ilyen széles körben elterjedt a termesztése és fogyasztása a beltartalma. A gabonafélék között a legjobb tápértékkel rendelkezik, kiváló fehérje és szénhidrát forrás, valamint az egyetlen olyan gabona, melyet siker fehérjéi alkalmassá tesznek arra, hogy lisztjéből kenyeret készítsünk. A búzatermesztés első és legfontosabb célja az emberi táplálkozási igények kielégítése. A megtermelt búza legnagyobb hányadát a kenyér- és tésztaipar használja fel, de felhasználási területeinek száma szerteágazó (édesipari termékek, gyógyszer-, szesz-, papíripar, vitális glutén előállítás) és napjainkban egyre inkább előtérbe kerül energetikai célú felhasználása is (bioetanol).

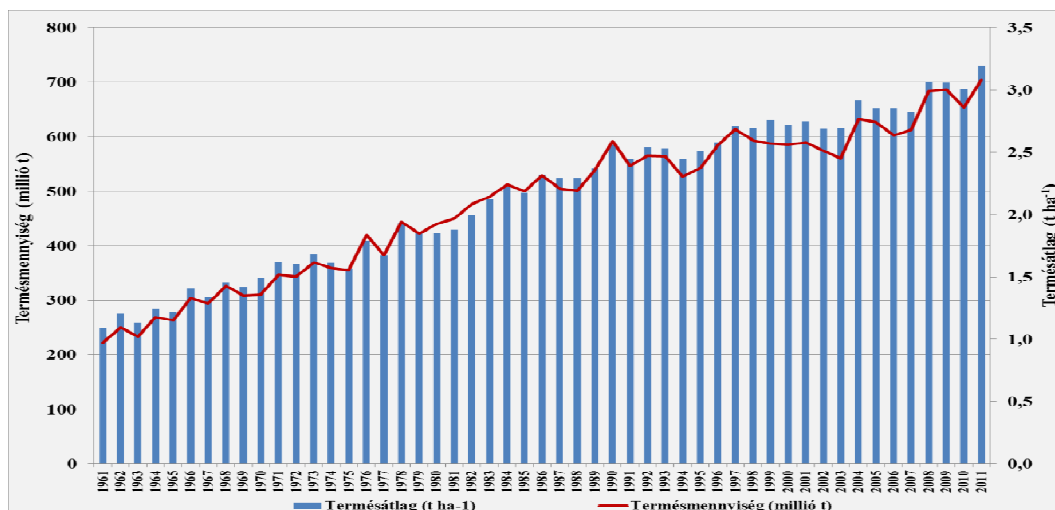
Az elmúlt ötven évben a búza termőterülete 204-238 millió hektár között ingadozott. A búzát, mint a legfontosabb kenyérgabonát napjainkban közel 217 millió hektáron termesztik. A legnagyobb búzatermesztő országok 2011-ben (1. táblázat) India (13%), Kína (11%), Oroszország (11%), USA (8%), Ausztrália (6%) és Kazahsztán (6%). Hazánk a 2011. évben a 30. legnagyobb búza vetésterülettel rendelkező ország volt. Az Európai Unió országai a búza termőterületének 12%-át teszik ki, a legnagyobb Uniós búza termesztő országok Franciaország, Németország, Lengyelország, Románia és az Egyesült Királyság.

A világ rohamos népességnövekedése megköveteli a megfelelő mennyiségű élelmiszerellátást, ennek következtében a növénytermesztés fejlesztésének elsődleges célja a termésátlagok és termésmennyiség növelése lett, hogy minél nagyobb mértékben ki tudja elégíteni a felmerülő táplálékigényt.

1. táblázat. A világ legfőbb búzatermesztő országai és termelési mutatóik
(FAO 2011)

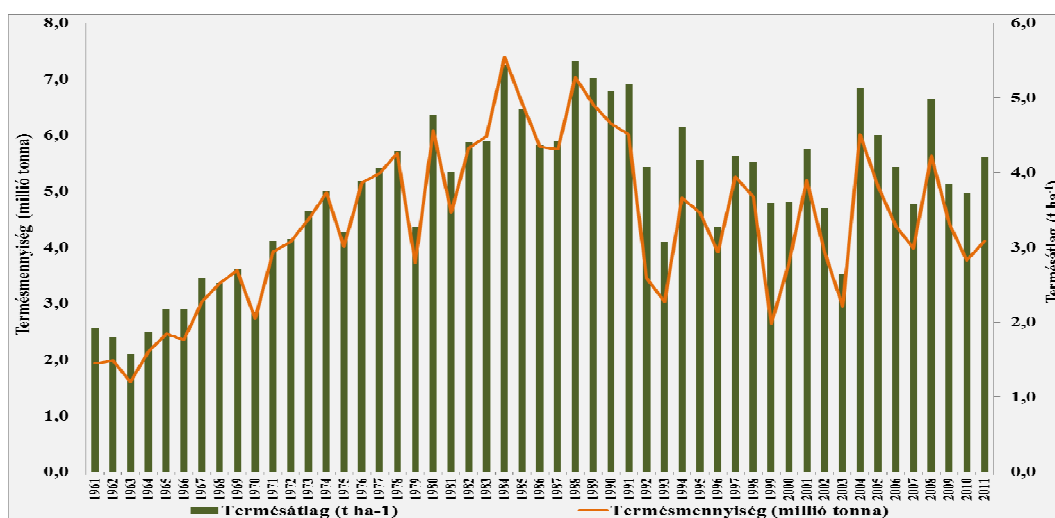
Ország	Termőterület (millió ha)	Termésátlag (t ha ⁻¹)	Termésmennyiség (millió tonna)
India	29,1	3,0	86,9
Oroszország	24,8	2,3	56,2
Kína	24,3	4,8	117,4
USA	18,5	2,9	54,4
Kazahsztán	13,7	1,7	22,7
Ausztrália	13,5	2,0	27,4
Pakisztán	8,9	2,8	25,2
Kanada	8,5	3,0	25,3
Törökország	8,1	2,7	21,8
Irán	7,1	2,0	14,4
Ukrajna	6,7	3,4	22,3
Franciaország	5,8	6,5	38,0
Argentína	4,5	3,6	16,4
Németország	3,2	7,0	22,8
Marokkó	2,3	1,5	3,4
Lengyelország	2,3	4,1	9,3
Afganisztán	2,2	1,5	3,4
Brazília	2,1	2,7	5,7
Egyesült Királyság	2,0	7,7	15,3
Románia	1,9	3,7	7,1
Egyiptom	1,3	6,5	8,4
Bulgária	1,1	3,9	4,5
Magyarország	1,0	4,2	4,1
Világ	220,4	3,2	704,1

A búza táplálkozásban betöltött jelentőségét jól mutatja, hogy míg a búza termőterülete az elmúlt évtizedekben csupán kisebb mértékben ingadozott, az elmúlt ötven évben a folyamatosan fejlődő nemesítés, agrotechnika és intenzív termesztési rendszerek következtében a termésátlagok világviszonylatban háromszorosára növekedtek (1 t ha⁻¹-ről 3 t ha⁻¹-ra), a termésmennyiség átlagosan 200 millió tonnáról közel 700 millió tonnára módosult (1. ábra), kielégítve ezáltal a világ növekvő népességének igényeit. Jelentős volt a termésátlagok növekedése is.



1. ábra. A búza termésmennyiségének és termésátlagainak alakulása
világviszonylatban 1961-2011 között
(FAO, 2010)

Hazánkban az 1960-as évektől 2011-ig 0,7-1,4 millió hektár között ingadozott a búza termőterületének nagysága, míg a termésátlagok és ezzel együtt a termésmennyiség jelentős mértékben növekedtek (2. ábra).



2. ábra. Az őszi búza termésátlagainak és termésmennyiségének alakulása 1961 és 2011 között Magyarországon
(FAO 2011)

A hazai búzatermesztésben, míg 1961-ben a termésátlag $1,9 \text{ t ha}^{-1}$ körül mozgott, átlagosan 1,8-1,9 millió tonna termést takarítottak be. A búzatermesztés fénykorát a 80-as években élte, $5,5 \text{ t ha}^{-1}$ termésátlagokat és 6-7 millió tonnás termésmennyiségeket állítottunk elő, köszönhetően a jelentős fejlődésen átesett agrotechnikai és tudományos háttérnek. A 90-es években visszaesés volt tapasztalható a rendszerváltás követően

átalakuló tulajdoni szerkezet és gazdasági változások következtében. A 2000-es években újbóli fellendülés jelei mutatkoztak, napjainkban 3-5 t ha⁻¹ termésátlagok és 3-6 millió tonnás termésmennyiségek között váltakozik hazánk búzatermesztése.

A termésmennyiség növelése csupán intenzív termesztési rendszerekben valósulhatott meg, mely megkívánta a korszerű biológiai alapot, a nagyobb mennyiségű műtrágya használatát és fejlett agrotechnika alkalmazását (talajművelés, növényvédelem, vetés és betakarítás), amely jelentős mértékben terhelte a környezetet. A mennyiségi igények kielégítésén túl a fogyasztók és a feldolgozó ipar minőségi és feldolgozási célorientált alapanyag előállítás igénye merült fel az elmúlt évtizedekben. A differenciálódott feldolgozás kialakulásával a búza termékpályája minden szereplője számára fontos a minőség, a termés- és minőségstabilitás.

A nemzetközi és hazai búzatermesztésben gyökeres szemléletváltás következett be: a mennyiségi termesztési szemléletet egyre inkább felváltotta a minőségi búzatermesztés. Az intenzív termesztési rendszerek alkalmazása jelentős mértékű tökebefektetést követelt meg, mely a dráguló vetőmag, műtrágya és növényvédőszer árak mellett nehézkessé vált, valamint az intenzív termesztési rendszerek környezetre gyakorolt hatása is kifogásolható volt. Új szemlélet, a fenntartható növénytermesztés alakult ki. A fenntartható mezőgazdasági szemlélet előretörése egyre inkább az optimális és stabilabb termésátlagok, a csökkentett környezeti terhelés és a minőségi alapanyag előállítás felé tereli a növénytermesztést. Hazánk vetésszerkezete gabona központú, a búza vetésterülete már így is meghaladta az optimális vetésszerkezet adta lehetőségek maximumát, így további vetésterület bővítésre már nincs lehetőség. Ennek következtében a búza termesztésünket a megfelelő mennyiségű, de még inkább kiváló minőségű búza kell, hogy jellemezze.

2. A KUTATÁS CÉLKITŰZÉSEI

Magyarország éghajlata és domborzati adottsága kiváló a búzatermesztés szempontjából. Hazánkban a 4,5 millió ha szántóterület egynegyedét az őszi búza foglalja el. A búza jó adaptációs képességnek köszönhetően az egész ország területén folyik a termesztése. A csapadék mennyisége és eloszlása, valamint a kedvező talajadottságok következtében a jó termésmennyiségekhez jellemzően kiváló minőség társul. Ennek köszönhetően a búzatermesztésnek nagy hagyományai vannak hazánkban. A magyarországi búzaexport jelentősége régóta ismeretes, ez a búzáink jó minőségének volt köszönhető. Magyarországon már az 1800-as évek végétől jelentősen fejlődött a minőségi búza termesztése, nemesítése, feldolgozása, és minősítése. A második világháború során jelentős volt a visszaesés hazánk búzatermesztésében, de az 1960-as évektől újabb fellendülés következett be: jelentős mértékben fejlődött a biológiai alap, korszerű új magyar és külföldi fajták kerültek köztermesztésbe, ezzel egy időben az agrotechnika is nagymértékű fejlődésen esett át, kialakult az intenzív búzatermesztési rendszer. A nemesítésben és az agrotechnikában a fejlődés a mai napig töretlen. A 80-as évek után, a rendszerváltást követő 90-es években visszaesés volt tapasztalható a társadalmi és gazdasági átalakulások következtében. A 2000-es évektől újbóli fellendülés következett be, de a megnövekedett mennyiségi és minőségi igények kielégítését tekintve a globális klímaváltozás felerősödése és a gazdasági válság következtében az input termékek árainak növekedése nagy kihívást jelent a stabil őszi búza termesztési rendszer fenntartásában.

A dunántúli területeken, a csapadékosabb klíma következtében nagyobbak a termésátlagok, napjainkban a szárazabb és melegebb alföldi területeken a kisebb termésátlagokhoz általában jobb minőség társul. Hazánk környezeti adottságai lehetőséget biztosítanak, hogy más európai országok termésátlagát megközelítő, de azoknál jelentősen jobb minőségű búzát állítsunk elő. Búzatermesztésünk jövőbeni fejlesztéséhez alapvető feltételként a termés mennyiségének növelését, annak stabilitását, valamint minőségének javítását kell megvalósítanunk.

A klímaváltozás hatására hazánkban a változékony olykor szélsőséges évjáratok egyre gyakoribbá válnak, az egymástól eltérő évjáratok jelentős termés- és minőségbeli ingadozást okoznak. A termés- és minőség-ingadozás kivédéséhez fontos ismernünk azt, hogy adott évjárat milyen mértékben és irányban módosítja a termés és minőségi tulajdonságok értékeit. A kedvezőtlen évjáratok hatásainak mérsékléséhez, csökkentéséhez

elengedhetetlenül fontos vizsgálunk azt, hogy adott évjáratban, adott termőhelyen az agrotechnikai tényezők milyen mértékben képesek csökkenteni a negatív hatásokat, illetve optimális környezeti feltételek esetén milyen mértékben járulnak hozzá a lehető legnagyobb hozamok eléréséhez.

A búza termésmennyiségét és minőségét számos ökológiai, biológiai és agrotechnikai tényező együttesen határozza meg, melynek következtében a mennyiségi és minőségi modellek meghatározása olyan komplex kutatást igényel, amelyben ezeknek a tényezőknek a hatását és kölcsönhatását vizsgálni tudjuk. Az újonnan köztermesztésbe kerülő búzafajták igen jelentős különbséget mutatnak a mennyiségi, termésbiztonsági és agronómiai tulajdonságaikon túl a sütőipari minőségi paramétereik vonatkozásában. A minőségi búzatermesztés kiinduló pontját a fajtaválasztás jelenti. Ugyanakkor az is lényeges szempont, hogy a búza fajták genetikailag determinált sütőipari tulajdonságainak milyen a stabilitása és expressziója az eltérő ökológiai és agrotechnikai feltételek mellett. A változékony évjáratú hatásokra az őszi búzafajták eltérő adaptációs képességük következtében, eltérőképpen reagálnak. A köztermesztésben lévő őszi búza fajták köre folyamatosan bővül, amely újabb kihívást jelent az őszi búza termesztés számára, mivel a sikeres búza termesztéshez elengedhetetlenül fontos pontos ismeretekkel rendelkezni a választott genotípus adaptációs képességéről, környezeti és agrotechnikai igényéről, tápanyag-reakciójáról, illetve betegségekkel szembeni rezisztenciájáról egyaránt.

Mindezek fényében olyan őszi búza termesztési rendszerek, valamint olyan tudásbázis kialakítása, melyek még a napjaink szélsőséges klimatikus viszonyai mellett is stabil termésmennyiséget és minőséget képesek biztosítani, olyan komplex kutatási munkákat igényelnek, amelyek során az őszi búza genotípusokra ható környezeti és agrotechnikai tényezők hatását külön - külön és együttesen vizsgálni tudjuk.

Kutatásunk során célul tűztük ki egymástól eltérő genotípusú őszi búzák agronómiai és minőségi tulajdonságainak vizsgálatát eltérő évjáratú hatások mellett. Vizsgálni kívántuk azt, hogy az egyes genotípusok milyen mértékben képesek adaptálódni az egymástól eltérő ökológiai feltételekhez a termés- és minőségstabilitás tekintetében, illetve azt, hogy eltérő tápanyagkezelések hatására a fajták milyen tápanyag-reakcióval rendelkeznek, valamint, hogy a tápanyag-reakció milyen mértékben fejeződik ki a termés nagyságában és minőségi paraméterekben.

Ph.D. doktori értekezésemhez a kutatómunkát Prof. Dr. Pepó Péter egyetemi tanár, intézetigazgató témavezetésével, támogatásával és szakmai irányításával a

Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, Kutató Intézetek és Tangazdaság Debreceni Kutató Intézet és Tangazdaság Látóképi növénytermesztési kísérleti telepén, az immár három évtizede folyó tartamkísérletben végeztük, a 2010-2012. években.

Kutatómunkám az alábbi vizsgálatokra terjed ki:

- eltérő genotípusú őszi búza fajták trágyareakciójának vizsgálata,
- a tápanyagellátás hatása az őszi búza fajták termésmennyiségére és minőségére,
- az időjárási tényezők kumulatív és interaktív hatása az őszi búza fajták termésmennyiségére és sütőipari minőségére,
- a tápanyagellátás és az évjárat hatása egyes növényfiziológiai paraméterekre (SPAD, LAI, LAD),
- a növényfiziológiai paraméterek valamint az őszi búza termésmennyisége és minősége közötti összefüggések a parametrizálása.

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

3.1. A SPAD és a levélterület index értékek jelentősége és azok összefüggése az őszi búza termésmennyiségével és a minőséggel

Houles et al. (2007) szerint pontosabb eredményeket kapunk az őszi búza nitrogén felvételéről, ha a SPAD és LAI értékeket együtt vizsgáljuk. *Vidal et al.* (1999) kutatásaik során szoros pozitív korrelációt állapítottak meg a SPAD és a LAI értékek, valamint nitrogén felvétel között. A SPAD értékek és a nitrogén felvétel, valamint a termés mennyiség között szintén szoros összefüggést találtak. Véleményük szerint a kalászoláskor mért SPAD értékekkel meglehetősen pontosan előre jelezhető a termés mennyiség és a nitrogén felvétel mértéke. *Hao et al.* (2010) eredményeik alapján szignifikáns pozitív korrelációt találtak a SPAD értékek, a canopy értékek és klorofill tartalom között.

3.1.1. A levélterület index értékek összefüggése az őszi búza termésmennyiségével és minőségével

Sabo (2002) szerint a levélterület nagyságát jelentősen befolyásolja a termőhely, a fenofázis és a genotípus. Ezenfelül a tápanyag ellátottság és klimatikus tényezők szintén nagyon meghatározóak. Pozitív szignifikáns kapcsolatot állapított meg LAI index, a klorofill a és b, valamint karotinoid tartalom között.

Royo et al. (2004) munkájuk során megállapították, hogy a környezeti hatások jelentős mértékben befolyásolták levélterület nagyságát, a hatás nagysága genotípusonként eltért. Hasonlóan *Sugár és Berzsenyi* (2010) kutatásaik alapján megállapították, hogy száraz évjáratban a LAI értékeket főként a nitrogén ellátottság befolyásolta, míg kedvezőbb évjáratban a genotípus szintén erősen befolyásolta a LAI értékeket.

El Hafid et al. (1998) szerint a száraz, aszályos kora tavaszi időszak mellett is nagy termésmennyiségek, az aszály-stressz ellenére a nagyobb levélterületnek köszönhető. Ezzel ellent mond *Weightman et al.* (2008) eredménye, miszerint az aszály lecsökkenti a levélterület nagyságát, korlátozza a szárazanyag beépülés nagyságát a szemtelítődés időszakában, ezáltal kevesebb mennyiségű keményítő és nagyobb fehérje tartalmat eredményez.

Balogh et al. (2007) kutatásaik alapján megállapították, hogy az őszi búza fajták között alapvető eltérések mutathatók ki, a genetikailag kódolt termésátlagot és a LAI értékeket módosította a tápanyag ellátás. Szoros szignifikáns korrelációt találtak a

termés és a LAI értékei között. *Olesky et al.* (2009) kutatásai során a kedvezőbb évjáratokban nagyobb LAI értékeket kaptak az őszi búza fajták vizsgálatakor. Az intenzív termesztésben 14%-kal nagyobb LAI értékeket mértek a kalászos időszakában. A legszorosabb szignifikáns kapcsolatot a fajták termés mennyisége és a kalászoskor mért LAI értékek között találtak. Szintén szoros szignifikáns kapcsolatot mértek szemtelítődéskor a LAI értékek és a termés mennyiség között.

Fois et al. (2009) szerint a nitrogén ellátottságnak meghatározó szerepe van a biomassza és a termés mennyiségére az őszi búzában. A nagyobb nitrogén dózisok hatására nagyobb levélterület alakul ki, és nagyobb lesz a levélzet nitrogén tartalma is. Hasonló megállapítást tett *Lönharné és Ragasits* (1990) eredményei alapján megállapították, hogy a termés és a különböző időszakokban mért levélterület nagysága között szoros összefüggés mutatható ki. A szárbainduláskori levélterület és termés között nem találtak kapcsolatot. Fontos tényezőnek tartja a kalászos utáni levélterület nagyságát is, az asszimilációs felület élettartamának növekedése erősen befolyásolja a termés nagyságát. A 120 kg ha^{-1} feletti nitrogéntrágyázás már csak kis levélterület növekedést okozott, valamint a kalászoskor kijutott nitrogén nem növelte jobban a levélterületet. *Khan et al.* (2008) eredményeik szerint a ZnSO_4 trágyázás növelte a levélterület nagyságát.

Lönhardné és Ragasits (1994) eredményei szerint a vetésidő szignifikánsan befolyásolta a vizsgált őszi búza fajták egyedi levélterületét (LA), a zászlóslevél nagyságát, a LAI értékeket, és a levélterület tartósságot (LAD), vagy más néven az integrált levélterületet is. A későbbi vetésidő hatására az asszimiláló felület intenzív növekedése később indult meg és ez az elmaradás a tenyészidő végéig sem egyenlítődt ki. A három különböző időben vetett növényállomány egyszerre fejezte be életfolyamatait. Pozitív összefüggést talált a LAI, a LAD, a zászlóslevél terület és a termés között mindhárom vizsgált fajtánál (GK Öthalom, Mv 15, Jubilejnaja 50). *Lönhardné és Németh* (1994) eredményei igazolták, hogy a kalászfejlődés legkorábbi szakaszától egészen a betakarításig minden időszakban szoros szignifikáns lineáris összefüggés mutatható ki a levélterület nagysága, élettartama és a termés között. A levélborítottság időbeli és térbeli változásának ismerete tehát szükséges az őszi búza növekedésének, fejlődésének, és termésképzésének megértéséhez (*Yang et al.* 2007). A növekvő N dózisok a fotoszintetikus aktivitás, a levélterület index (LAI) és levélterület tartósság (LAD) növekedését eredményezték (*Uribe Larrea et al.* 2009). *Berzsenyi* (2000) szerint a legtöbb szénhidrát a búza szemtermésében a kalászos követő fotoszintézisből

származik és mivel a fotoszintézis időtartama összefügg a LAD-al, a LAD szükségszerűen korrelál a terméssel.

3.1.2. A SPAD értékek összefüggése az őszi búza termésmennyiségével és minőségével

DongHui et al. (2007) kutatásaik során megállapították, hogy a magasabb nitrogén adagok növelték a fotoszintetikus aktivitást, a klorofill tartalmat és a SPAD értékeket. *ChunRong et al.* (2007) kutatásaik során a legnagyobb SPAD értékeket a virágzás és a szemtelítődés időszakában mérték. A nitrogén és a foszfor ellátottság növelésével szignifikánsan nőtt a SPAD érték is. A kontroll kezelésekhez képest a SPAD értékek 17-13%-kal nőttek a nitrogén és a foszfor kezelések hatására. *Kulig et al.* (2010) megállapítása szerint a 43-56 közötti SPAD érték jó tápanyag ellátottságra utal. A SPAD érték szoros kapcsolatot mutatott a szem nitrogén tartalmával. *TieXiang et al.* (2007) eredményeik alapján a nitrogén és kálium ellátás növelte a SPAD értékeket és a fotoszintetikus aktivitást. A csak káliummal kezelt parcellákon a SPAD és a fotoszintetikus aktivitás értékei kisebbek voltak, mely azt mutatja, hogy a nitrogén ellátottság nagyobb szerepet játszik ezen paraméterek változásában. *Ziadi et al.* (2010) szerint összefüggés van a nitrogén ellátottság, valamint a növény nitrogén tartalma között. Szoros pozitív összefüggést találtak a nitrogén dózisok nagysága és SPAD értékek között. *Shi et al.* (2010) kísérletük során, a kontroll parcellákon kisebb SPAD értékeket mértek, mint N130 kg ha⁻¹ (optimális) és az N300 kg ha⁻¹ dózissal kezelt parcellákon. Az N130 kg ha⁻¹ és N300 kg ha⁻¹ adaggal kezelt parcellák SPAD értékei között nem találtak szignifikáns eltérést. A nagyobb adagú nitrogén hatására jelentősen növekedett a szemek fehérje, valamint mikroelem tartalma. *Fox et al.* (1994) szerint a bokrosodáskori klorofill tartalom nagyságát figyelembe véve pontosabban kiszámítható az őszi búza fejtrágya szükséglete, ami elősegíti a nagyobb termésmennyiségek elérését. *Smagacz* (2004) eredményei szerint az őszi búza elővetemény hatására a búza SPAD értékei kisebbek voltak.

Zhang et al. (2009) szerint az őszi búza termése és a klorofill tartalom között genetikailag kódolt összefüggés van. *Lopez-Bellido et al.* (2004) vizsgálataik alapján megállapították, hogy a virágzáskor a zászlóslevélen végzett SPAD mérések használhatók a szem nitrogén tartalmának becslésére éréskor. A kritikus SPAD érték 52,4 volt, ami 2,3% szemfehérjének felelt meg és ami egyenértékű 13% liszt fehérje tartalommal. *RuiJuan et al.* (2008) eredményeik alapján szignifikáns kapcsolatot

találtak a SPAD értékek, a nitrogéntartalom és a termésátlagok között. Megállapították továbbá, hogy a nitrogén tápanyagellátás növelte a nitrogén és klorofill tartalmat a levélben. *Spaner et al.* (2005) eredményeik alapján a SPAD értékek szoros pozitív korrelációt mutattak a termésátlaggal, a fehérje tartalommal a növekvő nitrogén dózisok hatására. *Arregui et al.* (2006) kapcsolatot állapítottak meg a relatív termésátlag, a szem nitrogén tartalma és a SPAD értékek között.

Reeves et al. (1993) munkájuk során megállapították, hogy a klorofill méteres mérések szignifikánsan korreláltak a búza növény nitrogén tartalmával és termés mennyiséggel. Szerintük termésmagyságot legjobban a bokrosodás végén végzett mérések alapján lehet előre jelezni. Ezzel szemben *Poblaciones et al.* (2009) kutatásai alapján szoros szignifikáns kapcsolatot talált mind a szárnövekedéskor, mind a virágzáskor a mért SPAD értékek és a szem fehérje tartalmával, valamint a sikértartalom között. Véleményük szerint a SPAD hasznos eszköz a technológiai minőség előrejelzésére. *Matsunaka et al.* (1997) kísérletükben bizonyították, hogy a klorofill tartalom alapján a szemfehérje tartalmát virágzáskori mérések alapján lehet legpontosabban megbecsülni, a zászlós levél alatti levél klorofill tartalmából. Hasonlóan *Le Bail et al.* (2005) eredményeihez mely szerint, a virágzáskori és tejes éréskori SPAD értékek alapján becsülhető meg legpontosabban a termésmennyisége. A fehérje tartalom nagysága a tejes éréskori mérések alapján pontosabban becsülhető, mint a virágzáskor mért értékekből. Valamint *Hoel* (1998) szerint is, a SPAD értékek szorosabb kapcsolatot mutattak a termésátlaggal, a szem fehérjetartalmával és a levél nitrogén tartalmával a kalászosítás kezdete után, mint a bokrosodástól a kalászosításig tartó periódusban.

Balla és Veisz (2008) kutatásai alapján a bokrosodástól a teljes érésig 28 °C-on nevelt búza több termést adott, mint a 35°C-on nevelt. Megállapították, hogy a nagyobb hőmérséklet hatására a búza hamarabb kezd el sárgulni, a fokozatos klorofill tartalom csökkenésnek köszönhetően, ami a fotoszintetikus aktivitás drasztikus csökkenését vonja maga után. Ezáltal felgyorsul a szemtelítődés fázisa is. A nem hő stressz toleráns fajtáknál ez terméscsökkenést von maga után.

3.2. Az őszi búza termésére ható főbb ökológiai és agrotechnikai tényezők

Békési (2001) szerint a fajta használati értékét négy tulajdonság a termőképesség, a minőség, az agronómiai érték és a termésbiztonság határozza meg. *Gutierrez et al.* (2010) megállapították, hogy a fajták termésátlagai között az eltérő

genotípusoknak köszönhetően különbségek vannak mind öntözés, mind vízhiány miatti stressz, mind pedig a magas hőmérséklet következtében is. Hasonló következtetésre jutott *Lásztity és Csathó* (1994) tartamkísérletben igazolták, hogy a termés nagysága a növények genetikai sajátosságai mellett főképpen a talaj tápanyag- és vízellátottsága függvényében változik. *Mengistu et al.* (2010) szoros szignifikáns interakciót találtak a genotípus, a környezet és a termés mennyiség között. A különböző búza fajták eltérő termés mennyiséggel reagáltak az adott környezeti tényezőkre. Ezzel szemben *Tóthné Lökös* (1999) szerint az évjáratnak nagyobb szerepe van a terméseredmények kialakításában, mint a genotípusnak. Hasonló megállapítást tett *Láng és Bedő* (1997) eredményeik alapján a termésátlagokat az évjárat jelentősen módosítja, egy adott termőhelyen két év termésátlaga között nagy különbség lehet.

Harnos és Erdélyi (2011) szerint a búza terméseredményeit a hőmérséklet és csapadék nagymértékben meghatározza. Az őszi búza termés nagyságát az áprilistól júniusig terjedő időszak átlaghőmérséklete, illetve a márciustól júniusig lehullott csapadék mennyisége jelentősen befolyásolja. *López-Bellido et al.* (1996) eredményeik alapján a vegetatív fenofázisokban lehullott csapadék mennyisége és a búza termése között szoros összefüggés volt. Mindezek tükrében a búzatermesztés eredményessége ellen hat, hogy *Sárvári* (2006) szerint 1968-2004 között az éves átlagban lehullott csapadék mennyisége 55,3 mm-rel csökkent a korábbi 30 éves átlaghoz képest. *Dicnik és Wright* (2008) eredményeik alapján megállapították, hogy a pangó víz 20%-kal, az aszály 53%-kal csökkentette a termés mennyiségét, mindkét környezeti hatásnak szignifikáns hatása volt a termés mennyiségre.

Sárvári és Boros (2010b) szerint a klímaváltozás következtében nőtt a száraz, aszályos évjáratok gyakorisága. Ennek következtében a legfontosabb és a legnagyobb területen termesztett őszi búza és kukorica termésingadozása eléri az 50-60 százalékot is. Ezzel ellentétetes megállapításra jutott *Chloupeka et al.* (2004), mivel az átlaghőmérséklet jelentősen emelkedett az elmúlt 50 évben, átlagosan 0,021 °C-al minden évben, de az elmúlt 10 évben évente 0,087°C-kal növekedett. Ez az éghajlati változás kedvező volt a búza termesztésre nézve, mivel nagyobb hozamokat ért el a búza a melegebb években, amelyekben nagyobb volt a napsütéses órák száma. *Sárvári és Boros* (2011) szerint a legfőbb növényeink viszonylag alacsony termésátlaga (pl. őszi búza 3,74 t ha⁻¹) mellett gondot okoz az utóbbi évtizedben tapasztalható nagy termésingadozás. Főleg az őszi búza és kukorica terméseredményei szakadnak le egyre inkább a nyugat európai termésátlagoktól.

Jolánkai et al. (2009) szerint az őszi búzánál a kielégítő termésszint elérése nem lehetséges megfelelő növényvédelem vagy tápanyag ellátottság nélkül. A műtrágyákkal és a növényvédőszeres okserű alkalmazásával optimális termésszintet lehet elérni. A különböző évjáratok eltérő időjárási viszonyai jelentősen befolyásolják az őszi búza termését, ugyanakkor az optimális műtrágya használatával szárazabb évben is nagyobb termésszintet lehet elérni. *Sárvári és Boros* (2010a) szerint az őszi búza a szántóföldi növények között az egyik legjobb trágyareakciójú növény. A tápelemek közül a nitrogén a termés mennyisége mellett a minőséget is javítja, de a megdőlés miatt adott fajta szárszilárdságán túl figyelembe kell venni a hatékonysági és környezetvédelmi szempontokat is. A három makrotápelem közül a termés mennyiségére és minőségére, de a betegségekre való fogékonyságra is a nitrogén gyakorolja legnagyobb hatást. Hasonló eredményeket közölt *Pepó* (2009) miszerint a levél- (lisztharmat-, DTR-, levélrozsdá-fertőzöttség) és kalászbetegségek (kalászfuzárium-fertőzöttség) mértékét döntően a trágyaadagok határozták meg, melyet az évjárat, a vetésváltás és öntözés kisebb-nagyobb mértékben módosított. A búza állományok megdőlését a kedvező vízellátottságú évjárat és a nagyobb trágyaadagok ($N_{150-200}+PK$) jelentősen növelték.

Montemurro et al. (2007) 3 éves kísérletben vizsgálták az őszi búza válaszreakcióját az optimalizált nitrogén ellátottságra. Az N_{120} kg ha⁻¹ és az N_{180} kg ha⁻¹ tápanyagszintek között nem találtak szignifikáns különbségeket sem a termésben, sem a fehérjetartalomban. Az N_{180} kg ha⁻¹ tápanyagszinten már maradt hátra a növény által fel nem vett nitrogén a talajban, mely a következő évben kimosódott. Vizsgálataik során kimutatták, hogy a kijutatott nitrogén 67,5%-át a virágzás előtt vette fel a növény és ez pozitív szignifikáns korrelációt mutatott a termésátlaggal. Ellenben a virágzás utáni nitrogén felvétel pozitív korrelációt mutatott a fehérjetartalommal, amely megerősíti a kései nitrogén ellátás fontosságát a minőség kialakításában. Az N_{120} kg ha⁻¹ tápanyagszintnél nagyobb dózis nem befolyásolta szignifikánsan a búza növekedését, termését és a nitrogén felvételt. *Árendás et al.* (2009) szerint a mesterséges tápanyag-visszapótlás során a talaj természetes tápanyagtökéjéhez viszonyítva általában minimális hatóanyag mennyiségeket juttatunk ki. Ennek pozitív hatása azonban legtöbbször jól kimutatható a termés mennyiségére és minőségére, bár a hozzáférhetőséget a talaj jellemzői, a környezeti feltételek és az adott tápelem tulajdonságai egyaránt módosíthatják.

Kádár és Márton (2005) szerint a kiegyensúlyozott NPK-trágyázás részben ellensúlyozta az aszályt, javult a vízhasznosulás. *Sárvári és Zsoldos* (1994) szerint

száraz, aszályos évjáratban, amikor a N műtrágyázást nem követi megfelelő termésnövekedés, különösen nagy lehet a valószínűsége $\text{NO}_3\text{-N}$ felhalmozódásának és a későbbiekben a talajban lefelé irányuló mozgásának, majd a talajvízbe kerülésének. *Árendás et al.* (2004) eredményeik alapján megállapították, hogy foszfor trágyázás beszüntetése után az őszi búza termésmennyiség a termesztés 23. évét követően csökkent a foszfor trágyázatlan kontroll szintjére.

Márton (2002) kutatásai alapján megállapította, hogy az őszi búza termése csak a teljes NPK és az NPK+Mg kezelések mellett volt fokozható gazdaságosan. Aszályos évben a kontroll területeken a búza szemtermése mintegy 30%-kal volt kevesebb, mint az átlagos évjáratokban. Csapadékos évben az aszálykárt meghaladó mértékben csökkent a termés hozam trágyázás nélkül. A kontroll parcellák több mint 80%-kal termettek kevesebbet a trágyázott parcellákhoz viszonyítva, mint az átlagos évben.

Árendás et al. (1996) szerint az őszi búzánál a nitrogén és a foszfor műtrágyázás hatása a jelentősebb. Hasonló következtetésre jutott számos más kutató is a foszfor és nitrogén műtrágyázással kapcsolatban. *Ragasits és Varga* (1978) eredményeik alapján megállapították, hogy a nagyadagú foszfor műtrágyázás növelte a termés nagyságát, de a minőségi tulajdonságokban nagymértékű csökkenést okozott. *Bocz és Sárvári* (1981) eredményeik alapján megállapították, hogy réti talajon az egyoldalú nitrogéntrágyázás jelentős termés-csökkenést idézett elő, a foszfortrágyázás nitrogén mellett jelentős termésnövekedést okozott. A kálium trágyázás hatása kisebb jelentőségű. Az optimális NPK adagot az elővetemény jelentősen befolyásolta. *Kladicskó és Krisztián* (1989) kutatásuk során arra az eredményre jutottak, hogy az agyagbemosódásos barna erdőtalajon az egyoldalú nitrogén adagok termésdepressziót okoztak míg, a foszfor trágyázás a nitrogén hatását kedvezően befolyásolta. *Árendás et al.* (2010) eredményeik alapján a foszforigényes őszi búza terméstöbbleteit tekintve nitrogéntrágyázás nélkül nem lehetett foszfor-hatásokat elérni egyik vizsgált évjáratban sem. A nitrogénnel együtt alkalmazott foszfor átlagos években volt a leghatásosabb.

Guo et al. (2012) eredményeik alapján az őszi búza termésmennyiségét a nitrogén-ellátottság, az évjárat, és ezek interakciója szignifikánsan befolyásolta. Növekvő nitrogéndózisok hatására szignifikánsan nagyobb termésátlagokat értek el. A megnövelt nitrogén ellátás a száraz években jelentősen növelte az 1mm csapadékra jutó termés nagyságát, ugyanakkor csapadékos évjáratban ez az érték 30%-kal kisebb volt. *Zhou et al.* (2011) kísérleteiben a nitrogén műtrágya szignifikánsan növelte a búza termésmennyiségét a trágyázatlan kezeléshez képest, azonban nem volt további

termésnövekedés, ha műtrágyaadag meghaladta $N_{120} \text{ kg ha}^{-1}$ -t. *Blackshaw et al.* (2005) eredményei azt mutatták, hogy jó terméshozamot lehet elérni ősze, vetéskor alkalmazott ammónium-nitrát műtrágyával. *Mahler et al.* (1994) szerint az őszi búza termésmennyisége és nitrogén-hasznosítása akkor volt a legnagyobb, ha a kijutatott nitrogén adagot megfeleztve, ősze és tavasszal jutatták ki. *Lesznyákné* (1997) szerint, a kukorica-elővetemény után $N_{150}+PK$ műtrágya adagig szignifikánsan növekedett az őszi búza termése, az $N_{200}+PK$ műtrágya adag vízhánnal párosulva már termésnövekedéssel járt. *Árendás et al.* (2003) eredményeik alapján megállapították, hogy a vetésidek és a fajtanak minden esetben szignifikáns hatása volt a termésmennyiségre. Az október első felében elvégzett vetés bizonyult optimálisnak a termésmennyiségek tekintetében.

3.3. Az őszi búza minőségének általános megítélése

Kent (1990) szerint a termelő számára a jó termesztetőség, valamint a magas termésátlagok jelentik a minőséget. A molnár számára a jó malmi minőség, a jó tárolhatóság, valamint a magas kiörlési százalék jelenti ugyanezt. A pék a minőség alatt a termékei készítéséhez alkalmas lisztet, a stabil paraméterekkel rendelkező alapanyagot érti, amiből a maximális végtermék hozható ki. A fogyasztó számára a minőséget a megvásárolt termék ízletessége, valamint vonzó megjelenése és reális ára jelenti.

A minőség nem csupán a feldolgozott termék néhány paraméterét jelenti. Gazdasági értelemben a tulajdonságok más-más tartalommal jelenhetnek meg. Általánosságban megfogalmazható, hogy egy termék minőségét azok a jellemzők határozzák meg, amelyek befolyással lehetnek a piaci árra. Búzáknál ezeket önkényesen négy fontosabb csoportba lehet sorolni:

Fizikai küszöbértékek. Ide sorolhatók mindazok a tulajdonságok, amelyek olyan határértékeket jelölnek meg (pl. hl tömeg, ezerszem tömeg, tisztasági szabványok stb.), amelyek korlátozzák a termék forgalomba hozhatóságát, függetlenül annak egyéb jellemzőitől.

Beltartalmi érték. Ez az egyik legfontosabb jellemzője minden terméknek. Általában a konkrét kémiai információ mellett (pl. fehérje, szénhidrát stb.) számos - a beltartalmat kifejező, és egyben a technológiai értéket is tükröző - empirikus értéket használunk. Magyarországon leginkább két ilyen mutatót (a nedves sikértartalmat és a farinográfus értéket) vesz figyelembe a búzaminősítés. Ezek mellett természetesen sok

egyéb teszt és vizsgálati módszer alkalmazása is széles körben elterjedt (Alveográf, SDS, Hagberg-féle esésszám, Zeleny-teszt stb.).

Szabványok írják elő a termények idegenanyag tartalmának lehetséges értékeit. Két kiemelendő csoportja van, a növényvédőszer-maradványok, valamint a mikotoxinok. Az idegenanyag-mentesség napjainkban szinte előfeltétele a terménykereskedelemnek.

Analitikai módszerekkel nem vizsgálható, mégis gazdasági szempontból fontos minőségi mutatók lehetnek a termesztéssel kapcsolatos szubjektív kívánalmak, amikor egy terményt meghatározott módon, illetve körülmények között kell előállítani, majd tárolni és forgalmazni. Ilyen pl. a kosher termény, amely vallási, vagy a bio termény, amely termesztéstechnikai előírások, illetve korlátok betartását írja el (Jolánkai et al. 1998a).

Pepó (2005) szerint az elmúlt évtizedben a fejlett országok növénytermesztése óriási paradigmaváltáson ment keresztül. Míg az azt megelőző időszakban a maximális termésmennyiség elérése volt a legfontosabb célkitűzés, addig napjainkban optimális termésmennyiséget akarunk realizálni a lehető legjobb minőségi mutatókkal. Hasonlóan vélekedik Láng et al. (2003) miszerint az elmúlt időszakban végbement pozitív változások közül elsősorban a búza minőségcentrikus termesztése emelhető ki, ami napjainkban döntően meghatározza a hazai gabonavertikum fejlődését. Az új szemlélet valójában nem nevezhető újnak, hiszen a magyar gabonatermesztésben már korábbi időszakokból is ismert olyan példa, amikor a termelők, kutatók, malmosok és pékek azonos nyelven beszéltek, és a minőségi trendet követték. A búzára vonatkozó minőségi követelmények jelentős mértékben függenek attól, hogy a nemesítés, a termesztés, az értékesítés, a feldolgozás vagy a közvetett felhasználó, illetve fogyasztó területén merülnek-e fel (Mosonyi, 1987). A minőség alatt mást ért a termelő, a gabonakereskedő, a malomipar, a sütőipar, és a fogyasztó. Végző soron a minőség alatt a felhasználó számára lényeges tulajdonságok megfelelőségét értjük (Bedő et al. 1997). Ezzel egybehangzó véleményt fejez ki Erdei és Szániel, (1975) szerintük búzaminőség iránti igény társadalmi szükségletből fakad, melyet végző soron a kiváló ízű, alakú és színű kenyér, valamint egyéb sütőipari termékek fejeznek ki. A búza legfontosabb értékmérő tulajdonsága a sütőipari érték.

A humán táplálkozást szolgáló „kenyér gabona” minőségi paramétereit a malom-, sütő- és téztaipar kívánalmai határozzák meg (Ragasits, 1998). A búza sütőipari minősége komplex fogalom, amely végző soron magába foglalja mindazon

búzasajátságok összességét, amelyek lehetővé teszik búzalisztból jó minőségű sütőipari termékek előállítását (Lásztity, 1981). Juhász et al. (2003) vizsgálati eredményei bizonyítják, hogy az igen magas színvonalú, az Európai Unió legszigorúbb minőségi követelményeit tartalmazó német minőségi rendszernek is megfelelnek a hagyományos minőségű magyar búzafajták. A liszt minősége, az őrlés során kevésbé befolyásolható – esetleg keveréssel – ezért elsősorban a búza minőségében kell az alapot biztosítani (Werli, 2004). Sokéves tapasztalatok alapján a nagy termésmennyiséghez ritkán párosul kimagasló minőségű termés (Ács, 2002).

3.4. A búza kémiai összetétele

A minőség vizsgálatok egy része fizikai (nedvességtartalom, hektolitertömeg), más része kémiai (nyersfehérje, mikotoxinok, növényvédőszer-maradványok), valamint reológiai (dagasztási próbák). A vizsgálatok eredményei választ adnak azokra a kérdésekre, amelyeket a búzafehérjék, a keményítők, a lipidek vagy az enzimes állapot játszik a búzaminőség kialakulásában (Győri, 1997). Az őszi búza minősége – a felhasználási igényeknek megfelelően – több minőségi mutató együttes meghatározásával adható meg. Ezek három nagy csoportba sorolhatóak, mint értékmérő tulajdonságok: a táplálkozási-takarmányozási érték, a technológiai tulajdonságok, továbbá az élelmiszerbiztonság szempontjából fontos paraméterek. A minőségi mutatók ezeken túlmenően úgy is csoportosíthatók, hogy milyen, az őszi búzában található vegyületek vagy csoportok tulajdonságaira jellemzők, illetve vezethetők vissza. Ezek közül a legfontosabbak a fizikai mutatók, a fehérjék mennyiségére és minőségére utaló mutatók, valamint a tészta komplex minősítéséből megadható paraméterek (Győri, 2006a). A búza minőségét nagymértékben meghatározza kémiai összetétele. Nagy mennyiségben tartalmaz szénhidrátot, jelentős a fehérje tartalma, és viszonylag alacsony a lipid tartalma (Ragasits, 1998), az őrlési értékeket a búza fizikai-mechanikai tulajdonságai, a beltartalmi értékeket pedig nagyobb részt a héj és a mag belső kémiai összetétele jellemzi. A beltartalmi értéket meghatározó tulajdonságok: a fehérjetartalom és összetétel, szénhidráttartalom, víztartalom, zsírok és olajok, ásványi anyagok, vitaminok, valamint az enzimek mennyisége és hatékonysága (Győri és Győriné, 1998). Az endospermiumban elhelyezkedő keményítő 0,002-0,150 mm nagyságú gömbölyded, illetve lencse alakú szemcsékben található. A búzakeményítő 24%-a amilóz, 76%-a pedig amilopektin. A keményítőszemcsék hideg vízben oldhatatlanok, meleg vízben duzzadnak, 80 °C feletti vízben gél képeznek. A keményítőszemcsék az

őrlés minőségétől függően megsérülnek. Sérülésük bizonyos határig előnyös, mivel növeli a liszt vízfelvevő képességét, javul a tészta, illetve a végtermék térfogata, külleme. A búza az egyetlen a gabonafélék között, amelyet speciális fehérje tulajdonságai alkalmassá tesznek az általunk fogyasztott kenyér készítésére. A búza tartalékfehérjéinek egyedülálló tulajdonsága, hogy a tésztakészítést követő kimosás után rugalmas, alakítható tömeg, a sikér marad vissza (*Ragasits, 1998*). *Torbica et al. (2007)* szerint a búza technológiai minősége kapcsolatban áll a fehérje glutenin és gliadin frakcióival. A klasszikus gabonafehérje-kémia Osborne nyomán a búza endosperm fehérjéit vízzel oldható albuminokra, sóoldatható globulinokra, alkohol oldható gliadinra és sav-, illetve lúg oldható gluteninre osztotta fel. Biológiai szempontból tartalék fehérjéket (a klasszikus felosztás szerint ezek a gliadin és a glutenin) és metabolikusan aktív fehérjéket (a klasszikus felosztás szerint: albuminok, globulinok és egyes összetett fehérjék) különböztetünk meg (*Lásztity, 1981*). Ezen belül a búzában a gliadin és a glutenin alkotja a sikért, ezért sikérképző fehérjéknek nevezzük őket. A sikérképző fehérjék vízben nem oldódnak, de vízzel kell érintkezniük, hogy belőlük sikér képződjön. Arányuk közel 1:1, a búzában szárazanyagra vonatkoztatva 3,9-4,4%-ban fordulnak elő. A gliadintól függ a sikér nyúlékonysága, ragasztóképesége, a glutenin pedig a sikér szilárdságát, ellenálló képességét határozza meg. Az enzimek igen kis mennyiségben találhatók meg a búzában, de fontos szerepük van a búza szerves vegyületeinek (keményítő, fehérjék, zsírok stb.) képződésében. Ugyancsak az enzimek végzik az említett szerves vegyületek bontását csírázáskor és liszt feldolgozáskor (*Győri és Győriné, 1998*).

3.5. Minőséget befolyásoló tényezők

A termelési tényezők szerepe jelentősen különbözik a mennyiségi, ill. minőségi orientációjú búzatermesztésben. A búza termésmennyiségét az extenzív termesztéstechnológiában a környezeti feltételek (évjárat 20%, talaj 40% = együttesen 60%) döntő mértékben determinálják, míg az agrotechnikai tényezők közül a talajművelés szerepe (20%) a legjelentősebb. Teljesen más az ökológiai és agrotechnikai tényezők szerepe az intenzív búzatechnológiában. A környezeti tényezők termésre gyakorolt negatív hatását jelentősen mérsékelni lehet intenzív agrotechnikával (évjárat 15%, talaj 10%). A termesztéstechnológiai tényezők közül megnő a trágyázás (30%), a fajtamegválasztás (20%) és a növényvédelem (15%) szerepe. A vizsgálatok szerint a búza minőségét az ökológiai tényezők mintegy egyharmad részben (időjárás

22%, talaj 10%) befolyásolják nem extrém feltételek mellett. A fajtamegválasztás a minőségi búzatermesztés kiinduló eleme (27% befolyásoló hatás). Az agrotechnikai tényezők közül a direkt hatású elemek (elsősorban a trágyázás és növényvédelem) 25%-ban, míg az indirekt hatású tényezők (elővetemény, vetés, betakarítás) 16%-ban határozzák meg a búza sütőipari minőségét (Pepó, 2005).

3.5.1. Az évjárat minőséget befolyásoló hatása

A magyar búza esetenként kedvezőtlen nemzetközi megítélésének egyik oka a minőség megengedettnél nagyobb variabilitása. Ez legfőképpen termesztéstechnológiai okokra, másrészt az időjárási anomáliákra, a nagy évjáratkülönbségekre vezethető vissza. Jelentős a technológia és az időjárás kölcsönhatása is, mivel a kedvezőtlen időjárási feltételek még inkább csökkentik a minőségi tulajdonságok stabilitását (Láng *et al.* 2003). Más szerzők is hasonló következtetésre jutottak Peterson *et al.* (1992) szerint is a minőségi tulajdonságok értékeinek ingadozásai nagyobb mértékben függenek össze a környezeti hatásokkal, mint a genetikai tényezőkkel. Számos kölcsönhatás áll fenn a genotípus, a környezet és a minőségi paraméterek között. Az őszi búza termesztésben a búza agronómiai teljesítményére és minőségére az évjárat nagymértékű hatást fejt ki (Geleta *et al.* 2002; Maric *et al.* 2007).

A száraz és meleg időjárás lerövidíti a kalászoslás és az érés közti időszakot, és kedvező befolyással bír az esésszáma (Gut és Bichowski, 2007). Az esésszám értékeken túl a hőmérséklet a kalászoslástól a szemtelítődés végéig jelentősen hat a siker minőségére. A siker erőssége jelentősen csökken, ha a napi átlaghőmérséklet ezekben a fenofázisokban 18 °C alá csökken (Moldestad *et al.* 2011). Más szerzők is egyet értettek abban, hogy az aratás előtti szárazság esetén a sikértartalom kisebb, mint kiegyenlítettebb klimatikus viszonyok között, az aratás előtti száraz időjárás nyomán a búza szemtermése nem tartalmazza a fajta által genetikailag determinált sikérmennyiséget (Tanács *et al.* 2003). Smith és Gooding (1999) szerint a szemtelítődéskori (júniusi és júliusi) hőmérséklet jelentős mértékben befolyásolta szemek nyersfehérje tartalmát is. A Hagberg-féle esésszám szoros negatív kapcsolatban volt a betakarítás előtti csapadék mennyiséggel. Vajdai *et al.* (1989) vizsgálataik során megállapították, hogy a búzaszem teljes érés fenofázisában a 3-4 mm feletti csapadék rontotta a termés minőségét. Casagrande *et al.* (2009) kutatásai alapján a nagyobb vízhiány okozta stressz növelte a viszont a 25°C feletti átlag hőmérséklet csökkentette a fehérjetartalmat.

Bartos et al. (1991) kutatásaik során megállapították, hogy a beltartalmi paramétereket befolyásolta a hőösszeg és a talaj tápanyag ellátottsága. Hasonló következtetésre jutott *Pepó* (2004) kutatásai szerint az évjárat hatása a sikértartalomnál jóval mérsékeltebb, mint a valorigráfos érték esetében. Megfelelő tápanyagellátással nagy és stabil sikértartalmat ($N_{150-300}+PK$) lehet biztosítani, míg a valorigráfos értékszámra még igen kedvező trágyázás esetén is jóval nagyobb volt az évjárat hatása. A sikértartalom és valorigráfos érték közötti közepes erősségű korrelációt egyes évjáratok jelentős mértékben eltérítették, módosították. Különösen száraz, aszályos évjáratban tapasztalta, hogy a nagy sikértartalom (36-43%) ellenére a valorigráfos értékek kedvezőtlenül (39-59) alakultak, feltételezhetően a sikérváz nem megfelelő kialakulása miatt. A főkomponensanalízis szerint a májusi és júniusi hőmérséklet hatása volt a legerőteljesebb a valorigráfos értékre. E hónapok magas hőmérsékleti értékei rontották a fajták valorigráfos értékét. A sikértartalomhoz hasonlóan a valorigráfos értéknél is fajta-specifikus reakciót lehetett megállapítani az időjárás hatásával kapcsolatosan.

Pongrácné et al. (2008) szerint az évjárat minőségre gyakorolt hatása jelentős mértékű lehet, a kedvezőtlen hatások azonban megfelelő agrotechnika alkalmazásával mérsékelhetők. Az évjárat nem csak a termés mennyiségére van hatással. Valószínűleg legalább olyan érzékenyen reagál a termésminőség is e tényezőkre. Az évjárat, valamint a növénytermesztés során elvégzett technológiai beavatkozások, kezelések alapvetően befolyásolják a búza malom- és sütőipari minőségét. A minőség genetikailag meghatározott képessége a fajtának, amelyet agronómiai módszerekkel érvényre juttathatunk, leronthatunk, de javítani semmiképpen nem tudjuk. A minőségi búzatermesztés nem más, mint a termesztési tényezők minőségi mutatók szerinti optimalizálása (*Jolánkai et al.* 2004).

Vida és Jolánkai (1995) kutatásaikban az őszi búza fajták minőségét vizsgálták eltérő termesztési körülmények között. Három eltérő minőségű fajtát és négy minőségi tulajdonságot vizsgáltak (nedves sikér, száraz sikér, farinográfos érték és vízfelvétel). A vizsgálatukból kitűnik, hogy az időjárás jelentősen befolyásolta a búzafajták sütőipari minőségét. Szerintük a jó áprilisi és májusi és a gyenge júniusi és júliusi csapadékelátástól függött a jó sütőipari minőség. A műtrágyázás szignifikánsan növelte a farinográfos értéket. A rossz minőségű fajtáknál a kedvező agroökológiai feltételek mellett sem volt jó a minőség. Minden minőségi tulajdonságnál szignifikáns különbséget állapítottak meg a fajták átlaga, és az egyes fajták különböző évjáratú

minőségi paraméterei között. *Tanács et al.* (1993) megállapították, hogy az évjárat és a fajta kölcsönhatás a termésmennyiség és a sikértartalom, míg az évjárat és a műtrágya kölcsönhatás a sikértartalom, és a sikerterület értékeinél szignifikáns hatású volt. Az évjárat, fajta és a műtrágya kölcsönhatás a nedves sikértartalom kivételével szignifikáns volt a többi minőségi mutatónál.

A búzafajták valorigráfos paraméterei különböző mértékben függenek a termesztési év időjárásától és a műtrágyakezelésektől. Az évjárat hatása *Tanács et al.* (1994) vizsgálataiban a legfeltűnőbb a valorigráfos értékszámra, a tézta stabilitására, ellágyulására és nyújthatóságára volt. A különböző dózisú műtrágyák hatása az egyes valorigráfos paraméterekre, a fajtától és az évjárattól függően gyakran változott.

Linina és Ruza (2008) szerint a fajta, a környezet és a N trágyázás jelentős hatással bírnak a nedves sikértartalomra és a siker tulajdonságaira. Az eredményeik azt mutatják, hogy a siker mennyiségére és minőségére leginkább a genotípus van hatással, és kisebb mértékben hat rá az évjárat és a kijutatott N műtrágya. Szoros pozitív korrelációt találtak a nedves sikértartalom és a vízfelvételi képesség között.

3.5.2. Az agrotechnika minőséget befolyásoló hatása

Ragasits és Valent (1993) a fajták átlagában nem talált különbséget a Hl tömegben, a vízfelvételben és az farinográfos értékben, az eltérő vetésidők hatására. Az ezerszemtömegben és a nedves siker tartalomban a szeptember végi vetésidő hatására kaptak nagyobb értékeket. Vizsgálataik alapján javasolják, hogy a vetésidő megválasztásakor a fő hangsúly a termésmennyiségre gyakorolt hatásra helyezzük. Ugyanakkor a fajták közötti különbségek jelzik, hogy egyes fajták vetésidejének megválasztása során érdemes figyelembe venni a minőségre gyakorolt lehetséges hatásokat is. *Rieger et al.* (2008) kísérleteiben a búza fehérje tartalma nem lett szignifikánsan kevesebb a csökkentett művelési mód következtében. A búza termés mennyisége nem reagált eltérő módon a nitrogén dózisokra a különböző művelési módok esetében. *Buraczynska és Ceglarek* (2008) kutatásai szerint a lóbab és lóbab-tritikálé keverék elővetemény szignifikáns mértékben növelte a termés mennyiségét és a fehérje tartalom értékét, a tritikálé előveteményhez képest.

Benedek és Győri (1995) kísérleteik bizonyították, hogy különböző termőhelyeken vizsgálva a búzafajták nedves sikértartalmát, nem mutatkoztak különbségek a fajták átlagai között. A sikerterület egyértelműen változott a termőhelyekkel, a fehérje tartalom és sikértartalom hasonló értékeket adott minden

termőhelyen. A vízfelvevő képesség nem mutatott tendenciát a termőhellyel, és a fajták között nem volt jelentős különbség ebben a paraméterben. A nagyobb sikértartalmú búzák vízfelvétele is nagyobb volt. A valorigráfus érték változott a termőhellyel. Ezzel szemben *Pollhamerné* (1981a) szerint a búza minőségét a termőhely különböző mértékben módosítja. Ez a befolyásoló hatás kisebb–nagyobb mértékben tapasztalható a száraz és csapadékos évjáratokban.

Kondora et al. (1999) azt vizsgálták, hogy a búzafajták milyen eredményeket adtak extenzív és intenzív termesztési területeken. A vizsgálataik során megállapították, hogy intenzív régiókban termesztett nagyobb termőképességű fajták átlagban kisebb nedves sikértartalmat produkáltak, mint az extenzív agrárzónákban. Megállapítható volt továbbá, hogy az intenzív típusú fajták minőségi eredményeiben nagyobb különbségek voltak az intenzív és az extenzív termesztési körülmények között. Az egyes évek között is nagyobb volt a különbség, mely a nagyobb évjáráthatást jelzi.

Pollhamerné (1980b) szerint egyes herbicideknek kedvező a hatásuk a búza minőségére. *Tanács és Gerő* (2002) kísérleteik alapján kimutatták, hogy egyes búza fajtáknál a fungicides kezelés hatására változik a sikértartalom és a terület, de ez nem igazolható minden fajtánál. Egyes fungicid kezelések az esésszámot csökkentették. Hasonló eredményekre jutott *Ruske et al.* (2003) kísérleteik alapján megállapították, hogy minden strobilurin kezelés csökkentette a gombafertőzés nagyságát, késleltette a zászlós levél öregedését, valamint ezzel növelte a termés nagyságát és az ezerszemtömeget. A fungicid kezelés kis mértékben csökkentette az esésszámot, de befolyásoló hatása kisebb mértékű volt erre a minőségi tulajdonságra, mint a genotípusnak. Valamint *Blandino és Reyneri* (2009) megállapította, hogy fungicid (triazol) kezelés hatására kitolódik a zászlóslevél öregedése, így a búza növény tovább marad fiziológiailag aktív állapotban, amely nagyobb termés mennyiséget és jobb lisztminőséget eredményez. *Petróczi et al.* (1996) a triazol készítmények alkalmazása során a nedves siker tartalomban növekedést tapasztaltak. *Szabó és Bacsó* (1974) szerint a herbicid kezelés szignifikánsan növelte a fehérjetartalmat. *Prange et al.* (2005) szerint a búza sütőipari minőségét a sikerfehérjék határozzák meg, különösen meghatározóak a kénben gazdag, kis molekula tömegű glutenin fehérjék. A fuzárium fertőzöttség a sütőipari minőséget csökkentheti azáltal, hogy lebontja vagy módosítja a sikerfehérjéket, megváltoztatja a kén tartalmú glutenin fehérjék szerkezetét. *Jolánkai et al.* (1998b) szerint a sikértartalomban a növényvédelmi beavatkozások, így a herbicid, a fungicid és az inszekticid használat, a farinográfus értékben pedig főként a nem

megfelelő műtrágyázás okozott csökkenést. A két minőségi mutató közül a farinográfus értékre a fajta genetikai tulajdonságai nagyobb mértékben voltak hatással, mint a sikértartalom alakulására.

Szentpétery et al. (1995a) vizsgálataik során megállapították, hogy az elhúzódo aratás a liszt vízfelvevő képességét kisebb mértékben csökkentette, míg a sikerterület számottevően nem befolyásolta. Jelentős különbségeket tapasztaltak a csapadékos és száraz nyári időszakok hatásában. A beérett szemtermés többszöri megázása olyan átalakulási folyamatokat indított el a szemben, ami jelentősen rontotta a búzaliszt és a tészta reológiai tulajdonságait, csökkentette a vízfelvevő képességet és növelte a tészta ellágyulásának mértékét. Az elhúzódo betakarítás kis mértékben rontotta az őszi búzák farinográfus jellemzőit és a hektolitertömegét. A jelentősebb mennyiségű csapadék felgyorsította ezeket a káros, minőséget lerontó folyamatokat. Az elhúzódo betakarítás hatására a hektolitertömeg értékei romlottak, míg a fehérje- és sikértartalomra nem volt jelentős hatással a kései betakarítási idő (*Szentpétery et al.* 1995b). Hasonló eredményre jutott *Pollhamerné* (1973) munkája során a vizsgált őszi búza fajtáknál a későbbi betakarítási idő a minőséget rontotta. Ennek mértéke évenként különbözött. A legnagyobb változás a sokévi átlaghoz hasonló időjárású évben következett be.

3.5.3. A tápanyagellátás minőséget befolyásoló hatása

Piekarczyk et al. (2011) kutatásuk során megállapították, hogy laza talajon, kevés csapadékú évben az N80 kg ha⁻¹ feletti műtrágya dózisok nem növelték szignifikánsan a termés mennyiségét, de kedvezőek voltak a technológiai minőségre, különösen a sikértartalomra. Hasonló eredményről számol be *Garrido-Lestache et al.* (2008) kutatásuk során azt tapasztalták, hogy a nitrogén dózisok növelése nagyobb módosító hatással bírt a sütőipari minőségre, mint a termés mennyiségére. A termés mennyiség maximumát az N100 kg ha⁻¹ dózisonál érték el, míg a legnagyobb szemfehérje tartalom értékét az N150 kg ha⁻¹ dózisonál tapasztalták. Véleményük szerint az ennél nagyobb nitrogén dózisok nem voltak gazdaságosak, mivel visszamaradtak a talajban és kimosódtak. A műtrágya felének vagy harmadának bokrosodáskor való kijuttatása nagyobb mértékben növelte a termés mennyiségét és szem fehérje tartalmát, mint az egy adagban vetéskor vagy alapműveléskor kijuttatott műtrágya. Valamint *Győri* (1999) szerint az őszi búza minőségét elsősorban a nitrogén trágyázás adagja és mennyisége határozta meg. A kisebb nitrogén adagok elsősorban a termést növelik, míg a 80-100 kg ha⁻¹ körüliek kedvezőek a termés mennyisége és minősége szempontjából

is. A kisebb adagoknál ugyanis a termésmennyiség növekedésével számos esetben „hígulási effektus” figyelhető meg, majd a nagyobb adagnál nő, javul a minőség, illetve emelkedik az elemtartalom. *Sowinski és Kozak* (2002) szerint a 90 kg ha⁻¹ feletti nitrogén dózisok voltak pozitív hatással az őszi búza termésének minőségére. *Flæte et al.* (2005) eredményeik alapján fontos a kiegyensúlyozott nitrogén és kén műtrágyázás a nagy termések és a stabil minőség szempontjából. Az optimális és nagy adagú nitrogén (N150-220 kg ha⁻¹) dózisok alkalmazása esetén, kénből a 38 kg ha⁻¹ dózis bizonyult optimálisnak a termés mennyisége és a tészta minőségi tulajdonságai tekintetében. A kén adagolása javítja a tészta reológiai tulajdonságát, különösen a tészta nyújthatóságát.

Pollhamerné (1981b) szerint még emelt tápanyagdózisok mellett is kisebb „kenyértermést” kapunk, ha túl sűrűn vetjük a búzát. Ez a hatás jobban megmutatkozott száraz évjáratokban, ekkor a lisztek vízfelvevő képessége kisebb volt. *Hegedűs et al.* (2002) szerint az agrokémiai kezeléseknek és a nitrogén trágyázásnak jelentős befolyásoló hatása volt a minőségre.

Petróczi és Gyuris (2002) szerint a búza számára könnyen felvehető foszfor nélkül nem érhető el nagy termések. Kálium hiányában csökken a stressztűrő képesség, megfelelő nitrogén arány nélkül pedig nincs stabil minőség. *Ragasits* (1992) kutatásai során megállapította, hogy a nitrogén és foszfor műtrágyázás a sikerterületet és az esésszámot kisebb mértékben módosította. A nitrogén minden foszfor műtrágyaszint mellett jelentősen növelte a sikértartalmat, a farinográfus értékszámot, viszont a minőségi mutatók értékeit a foszfor alacsonyabb N-szintek mellett csökkentette. *Tosheva* (2005) eredményei alapján az egyoldalú foszfor műtrágyázás csak kismértékben javította az őszi búza minőségét. A nagy dóziséjú foszfor műtrágyázás csökkentette a nitrogén- és a fehérjetartalmat a szemtermésben. Az együttes nitrogén és foszfor műtrágyázás nagyobb mértékben növelte a minőségi tulajdonságok értékeit, mint az egyoldalú N műtrágyázás. *Ragasits* (1998) kísérletei során igazolta, hogy a foszfortrágyázás növelte a fehérje- és a nedves sikértartalom mennyiségét. Az N100 kg ha⁻¹ szint nem volt hatással, az N150 kg ha⁻¹ dózis mellett javult a sütőipari minőség. A legjobb minőségi javulást N200 kg ha⁻¹ és P₂O₅150 kg ha⁻¹ műtrágya dózis kijutatásakor kapta. *Gaj et al.* (2009) eredményei szerint, a megnövelt adagú kálium műtrágya emelte az őszi búza fehérje és sikértartalmát, valamint pozitívan befolyásolta a többi minőségi paramétert. *Győri* (2009) szerint a nagyadagú műtrágyázás hatására minden vizsgált termőhelyen növekedett a fehérje tartalom, de minőséget egyes évjáratok jelentős mértékben befolyásolták.

A trágyázás, különösen a harmonikus NPK-alkalmazás jelentősen növeli az őszi búza fehérjetartalmát. Magyarországon még ma is az egyik legfontosabbnak tartott minőségi mutató a nedves sikértartalom. Ennek mennyiségét, hasonlóan a fehérjetartalomhoz, NPK-műtrágyázással jelentősen lehet növelni. A trágyázás hatása az ún. sütőipari értékre általában kedvező, különböző genetikai adottságú fajták esetén (Győri, 2006b). Ennek részbe ellentmond *Stankowski et al.* (2008) kutatási eredményei miszerint, a jobb minőségi potenciálú fajták jobban reagáltak a trágyázásra, mint a gyengébb minőség potenciálú genotípusok. A megnövelt N műtrágyázás 90 kg ha⁻¹ dózistól 150 kg ha⁻¹ dóziséig okozott jelentős növekedést a fehérje tartalomban. A sikértartalomban csupán 180 kg ha⁻¹ dózisú N műtrágyázás hatására következett be jelentős növekedés. A farinográfus értékeknél (dagasztással szembeni tészta ellenállás, tészta ellágyulás mértéke, farinográfus érték) csak 150 kg ha⁻¹ dózisú N műtrágya dózisonál tapasztalt növekedést, az ennél nagyobb N dózisok nem okoztak további növekedést. Szignifikáns kölcsönhatást állapított meg a N trágyázás, a genotípus, a tészta ellágyulás mértéke és a farinográfus érték között.

A nitrogén trágyázás pozitív hatásáról számol be számos más kutató is. *Debaeke et al.* (1996) szerint a búzaszem fehérje tartalma korrelált a felvett nitrogén mennyiségével, ha a nitrogén ellátottság volt a fő limitáló faktor. *Kindred et al.* (2008) szerint a búzaszem alakját és méretét leginkább a genotípus határozta meg, míg a szem fehérje tartalmát a nitrogén adagok nagysága nagyobb mértékben befolyásolta, mint a fajthatás. *Szániei et al.* (1975) kutatásaik szerint az általuk vizsgált őszi búza fajtáknál a nagy adagú műtrágyakezelések növelték a fehérje tartalmat és a nedves sikér tartalmat egyaránt. A fehérjetartalom a N-ellátottsági szintekkel együtt növekszik, amely javítja a tészta reológiai tulajdonságait és a sütőipari minőségét (*Al-Eid*, 2006). A nagyobb mennyiségű N műtrágya alkalmazása az összes fehérjetartalom növekedését vonja maga után. Azonban a tartalombeli növekedés leginkább a sikér fehérjék mennyiségében következik be, az albumin és globulin frakciók alig változnak. A gliadin és glutenin frakciók arányának változása eltérő a különböző őszi búza fajtáknál (*Pechanek et al.* 1997). *Szafranska et al.* (2008) eredményei azt mutatták, hogy az össz fehérjetartalom és sikértartalom jelentősen emelkedett a növekvő N dózisok hatására. A nagyobb dózisú N-ellátottság pozitívan befolyásolta az alfa-amiláz aktivitást és a tészta reológiai tulajdonságait. A megnövelt N-tápanyag növelte a tészta kialakulási időt és a tészta stabilitási időt, valamint csökkentette az ellágyulás mértékét.

Petersen és Jorgensen (2007) eredményeik alapján megállapították, hogy a fehérje és a sikér tartalmat a genotípus és a nitrogén ellátottság határozza meg legfőképpen. A nitrogén szintek növelésével együtt nőtt a fehérje és a sikér tartalom. Optimális évjáratban a nitrogén adagok növekedésével együtt nőtt a sikér viszkozitása is, amely a gliadin nagyobb arányával magyarázható.

Pethes et al. (1994) szerint egyes évjáratokban a legeredményesebb a nitrogén dózisok tavaszi háromszori kijuttatása, míg más évjáratban a tavaszi kijuttatás hatása nem, csak a többletműtrágya hatása érvényesült. Ennek ellentmondanak, *Szentpétery* (2004) eredményei, a nitrogén fejtrágyák növekvő adagja, valamint annak megosztása a zömében kedvezőtlen ökológiai viszonyok ellenére kiemelkedő minőségjavító hatást eredményezett. Különösen számottevő javulást tapasztalt az egyébként a hazainál gyengébb minőségű külföldi fajtáknál. A nitrogén fejtrágyázás stabilizálta az esésszám értékeket a legjobb tartományban. *Pollhamerné* (1971) szerint a májusban kiadott N növelte legjobban a fehérje- és sikér mennyiségét, illetve javította a sikér minőségét. *Szentpétery et al.* (1992) kísérleteik során a kései nitrogén-trágyázással fehérjetartalom növekedést értek el. *Berecz et al.* (1998) kísérleteik során megállapították, hogy a fejtrágyázás nem növelte a szemek fehérjetartalmát, de 11-26%-kal több alapműtrágyaként kijuttatott nitrogént vett fel a növény. A bokrosodáskor kijuttatott nitrogén esetében 35-61%-kal több épült be a szemekbe, mintha szárbainduláskor jutatták ki. A tavasszal kijuttatott nitrogén mennyiségnek 63-75%-át tartalmazták a szemek teljes éréskor.

Árendás et al. (2000) szerint az őszi búza nedves sikértartalmára a makroelemek közül a N-ellátottság volt a legnagyobb hatással. *Pepó et al.* (1998) szerint a nedves sikértartalom egyértelműen és jelentősen befolyásolható megfelelő tápanyagellátással. A valorigráfos értékszámnál ez a hatás gyengébb mértékű, míg bizonyos speciális paramétereknél (pl. esésszám) csak mérsékelte.

Polhammerné (1980a) megállapította, hogy a mikroelemek kedvező hatást fejtettek ki a különböző búzafajták komplex minőségére, növelték a búza fehérjetartalmát, nedves sikér tartalmát. *Galantini et al.* (2000) szerint a kiegyensúlyozott nitrogén és kén műtrágyázás fontos a nagyobb termésátlagok és a stabil minőség kialakításához. Az optimális nitrogén adagokkal (N150-200 kg ha⁻¹) kijuttatott osztott kén műtrágya adag (S30+8 kg ha⁻¹) volt az optimális a termésátlag és a reológiai tulajdonságok tekintetében. *DuPont et al.* (2006) eredményeik alapján megállapították, hogy a kén hiány, a bőséges nitrogén ellátottság és a magas

hőmérséklet a szemtelítődés ideje alatt növeli a kénben szegény fehérjék mennyiségét a búza lisztben. *Lerner et al.* (2006) eredményeik alapján megállapították, hogy a nitrogén ellátottság jelentősen befolyásolta a liszt reológiai tulajdonságait. A nitrogén ellátottság mellett a kén kijuttatás szintén változást eredményezett a búzaszem kémiai összetételében és a sikér minőségében is.

Zecevic et al. (2010) kísérleteikben a nitrogén műtrágyázás szignifikánsan növelte a nedves sikér tartalmát. A legnagyobb növekedést az N_{120} kg ha⁻¹ dózisonál érték el. A fajták eltérő módon reagáltak a nitrogén dózisok növelésére. *Pepó* (2003) megállapította, hogy a N+PK műtrágyaadagok szignifikánsan növelték a sikér- és fehérjetartalmat, valamint a valorigráfos értékszámot, valamint azt, hogy az évjárat sokkal jelentősebben befolyásolja a búzafajták valorigráfos értékszámát, mint más minőségi paramétert. Szerinte az optimális tápanyagdózis az $N_{120-150}+PK$ tápanyagszint. *Stoeva és Ivanova* (2009) kutatásaik szerint a nedves sikér tartalomban bekövetkezett szignifikáns különbségeket a vizsgált őszi búza fajtáknál a műtrágyázás és az évjárat hatás okozta. A vetésváltásnak nem volt szignifikáns hatása. Hasonlóan *Alda et al.* (2010) szintén pozitív korrelációt talált a nedves sikér tartalom és a tápanyagellátás között. A legnagyobb ($N_{150}+PK$) dózisonál tapasztalták a legnagyobb nedves sikér tartalmat. Az évjárat szintén befolyásolta a nedves sikér tartalom alakulását.

Pálvölgyi (1978) kutatásai során igazolta, hogy az NPK műtrágyázás növelte az őszi búza valorigráfos értékét, de ennek mértéke függött az évjárattól is.

Pepó (2002) eredményei alapján megállapította, hogy az őszi búza tápanyagigényes és a kijuttatott tápanyagokra kiválóan reagáló növényi kultúra. A harmonikus tápanyagellátás (NPK) kedvező tápanyag- és vízgazdálkodású talajtani feltételek mellett is döntő termésnövelő agrotechnikai elem. Hiányos (kontroll, $N_{30}+PK$) tápanyagellátás esetén sokkal gyengébb volt a minőségi tulajdonság (nedves sikér, valorigráfos index) stabilitása, mint megfelelő, a növény tápanyagigényét kielégítő trágyaadagok ($N_{60-120}+PK$) esetén. Vizsgálatai azt is bizonyították, hogy a trágyázás hatását és hatékonyságát agroökológiai, biológiai és agrotechnikai elemek direkt és indirekt módon befolyásolták.

3.5.4. A genotípus hatása az őszi búza minőségre

Vida et al. (1996) szerint a kiváló malmai sütőipari minőségű őszi búza termesztése során a helyes fajta megválasztás mellett szükséges az agronómiai kezelések optimális kombinációjának kiválasztása is. *Borghini et al.* (1997) szerint a

genotípus és a környezet interakció statisztikailag szignifikáns hatást fejtett ki mind a termésmennyiségre, mind a minőségre. Véleményük szerint a nitrogén-ellátottság mértékét a fajta és az éghajlat figyelembevételével kell meghatározni. *Har Gil et al.* (2011) eredményeik alapján megállapították, hogy a genotípus, az évjárat és az agrotechnika fontos befolyásoló tényező a búza minősége szempontjából. *Koltai és Balla* (1975) szerint figyelembe kell venni a termőhelyi adottságokat mivel, az egyes fajták ökológiai igénye eltérő ez fontos szempont a fajtamegválasztás során. *Sonmez* (2007) kutatásai alapján megállapította, hogy a termés nagyságát és a szem fehérje tartalmát az évjárat, a genotípus és a tápanyagellátás határozta meg. A nitrogén dózisok növelésével arányosan nőtt a búzaszem fehérjetartalma, de a fajták eltérő mértékben reagáltak a nitrogén dózisok növekedésére. *Saint Pierre et al.* (2007) kutatásaik során szignifikáns kölcsönhatásokat találtak a genotípus a nitrogén-ellátottság és az öntözés között, a fehérje minőség és összetétel, valamint a tézta minőségi tulajdonságainak tekintetében. Megállapították, hogy az azonos fehérje minőséggel és összetétellel rendelkező fajták hasonló mértékben reagáltak a nitrogén ellátottság változására és az öntözésre. *Zhao et al.* (2005) szerint a búza fehérje tartalmát a genotípus, a műtrágyázás, az öntözés és a környezeti tényezők határozzák meg. Eredményeik alapján a fajtának van a legnagyobb befolyásoló hatása a fehérje tartalomra. *Bedő et al.* (1987) kutatásaik során megállapították, hogy a fehérjetartalom növelésére irányuló szelekció során javulás tapasztalható más minőségi mutatókban egyaránt. *Luo et al.* (2000) eredményeik alapján megállapították, hogy az őszi búza genotípusa nagyon jelentős befolyásoló hatással bírt a búzaszem fehérje tartalmára és a tézta reológiai tulajdonságaira. Azt is megfigyelték, hogy a tápanyagdózisok és a genotípusok közötti interakció szignifikáns hatású volt a minőségi tulajdonságokra. *Szabó* (1987) vizsgálatai szerint a genotípus hatása 24%-ban határozza meg a minőséget. *Ragasits* (1980) kutatásai során egyes búza fajtáknál a nitrogén műtrágya hatására javulást tapasztalt a farinográfus értékekben, míg más fajtáknál nem tapasztalt javulást a minőségi tulajdonságban. *Mosonyi* (1998) 63 köztermesztésben lévő búza esésszámát vizsgálta meg, azt állapította meg, hogy a minták 27%-a nem érte el a 100 sec-os esésszám értéket, 43%-ának 100-250 sec közötti érték volt az esésszáma és csak 30 %-a tartozott az jónak mondható 250-350 sec közötti tartományba.

3.6. A minőségi mutatók közötti összefüggések

Az EU-konform búzatermesztés három minőségi dimenziót foglal magában: A termékminőséget, környezeti minőséget és technológiai minőséget. Ezek közül a legfontosabb a búza minőségének fogalma, amely rendkívül komplex és genetikailag determinált. A nedvessikér-tartalom, a nyersfehérje-tartalom és a Hagberg-féle esésszám a legváltozékonyabb minőségi paraméterek, amelyek variációs koefficiense a legnagyobb. A felsorolt tulajdonságok között összefüggésrendszer áll fenn, melynek meghatározója a genetikailag jó és stabil minőségű fajta (*Pepó Pá et al.* 2005).

Matuz et al. (1999) vizsgálataik alapján a minőségi tulajdonságok közötti összefüggés évjáratonként eltérő volt. Páros korrelációk alapján a nedves és száraz sikértartalom közepesen szoros ($r=0,5-0,6$) kapcsolatban volt a farinográfus értékkel és a vízfelvevő képességgel. Az esésszám két évben korrelált megbízhatóan ($r=0,6$) a farinográfus értékszámmal. Az esésszám egyetlen értékkel sem volt megbízható összefüggésben. Az eredményekből egyértelműen kitűnt, hogy az évjárat lényeges hatással volt a vizsgált minőségi tulajdonságokra. Az egymástól nagyon függő kapcsolatokra az évjárat kisebb hatással bírt, mint a gyengébb korrelációval rendelkezőkre. Az évjárat hatása az esésszámban volt a leginkább érezhető. Az esésszám egy évben közepesen szoros korrelációt mutatott a farinográfus értékkel, negatívat a cipótérfogattal. A cipótérfogat és az alaki hányados egyetlen tulajdonsággal sem mutatott kapcsolatot.

Pollhamerné (1964) felhívta a figyelmet, hogy a búza sütőipari minősége a siker mennyiségén túl a minőségétől is függ, és a siker minőségének jellemzésére megfelelő módszer a sikérgolyó területének bizonyos idő utáni mérése. Megállapította, hogy a siker területe fajtánként eltérő, fajtára jellemző tulajdonság. Vizsgálatai alapján azt a következtetést vont le, hogy adott fajta megfelelő cipótérfogatához, és jó farinográfus értékéhez az alaki hányadosa kicsi volt. A fajta e tulajdonságait nagyon kicsi sikerterületnek köszönhetette. Vizsgálatai alapján úgy látta, hogy a siker területénysége egyes fajtáknál döntő minőségi tényező. Eredményei alapján a sütőipari minőség romlása elsősorban a sikerterületénység nagyfokú növekedésére utal. Ennek hatása olyan erős, hogy több tényező kedvező irányú megváltozása sem tudta ellensúlyozni. Rámutatott, hogy a sikerterület fajtánként változó jelentőségű összetevője a minőségnek. A kis területű fajták valamennyien „erős” sikerrel rendelkeztek, azaz nyújtással szemben nagy ellenállás fejtettek ki. Bizonyította azt, hogy a kicsi

sikerterülés számos fajtánál a jó minőség fontos tényezője, és sokszor döntő jelentőségű a fajta sütőipari értéke szempontjából. A nedves sikerterülés jól korrelált a cipótérfogattal és az alaki hányadossal. A sikerterülés és a farinográfus érték között nagyon gyenge volt a korreláció. *Szilágyi és Győri* (1999) vizsgálataik során megállapították, hogy a sikértartalom és a Zeleny-féle szedimentációs index között szoros korreláció volt ($r=0,73$). *Szániel* (1980) vizsgálatai alapján három évben igazolt összefüggést a fehérjetartalom, a nedves sikértartalom, valamint a vízfelvevő képesség között. Két évben tapasztalt szignifikáns kapcsolatot a fehérjetartalom, a nyújthatóság és a vízfelvevő képesség között. A valorigráfus érték és a többi minőségi mutató között nem tudott szignifikáns kapcsolatot igazolni. Negatív volt a kapcsolat, a valorigráfus érték, a fehérjetartalom, a nedves sikértartalom és vízfelvevő képesség között. *Sallainé és Matuz* (1988) vizsgálatai szerint a valorigráfus érték sokkal gyengébben korrelált a cipótérfogattal, mint a szedimentációs értékkel. *Pollhamerné* (1993) szerint a lisztek vízfelvevő képessége átlagosan a korai érésű búzáknál nagyobb, a közepes csoportnál csökken, és a kései érésű fajtáké a legkisebb. *Karácsonyi* (1956) vizsgálatai alapján a szárazsiker és a farinográfus érték között 0,63 volt a korrelációs koefficiens értéke. *Kassai et al.* (2006) kutatásaik során pozitív kapcsolatot találtak a nedves sikértartalom és a fehérjetartalom, a nedves sikértartalom és a farinográfus érték, valamint a hektolitertömeg a termésmennyiség és az esésszám között. Erős negatív korrelációt állapítottak meg a fehérjetartalom és a termés mennyisége között. *Pollhamerné* (1998) szerint általában igaz, hogy minél nagyobb a búzafajta örökletes fehérjetartalma, azaz a siker mennyisége, annál nagyobb a vizsgált esésszámok értéke, gyakran a siker minőségétől függetlenül.

3.7. A szakirodalmi feldolgozás összefoglalása

A szakirodalmi adatok alapján a levélterület index és a SPAD értékek nagysága genetikailag determinált, melyet az évjáratí hatások jelentősen módosítani képesek. Az évjáratí hatások közül a szárazság vagy aszály okozza legkárosabb hatást, mivel az aszály lecsökkenti levélterület nagyságát, illetve klorofill tartalom a tartósan magas hőmérséklet hatására korábban lebomlik. A levélterület és klorofill tartalom csökkenése az asszimilációs kapacitás csökkenését vonja maga után, melysorán csökken a termésmennyisége, és romolhat a minőség is. A genotípuson és környezeti tényezők befolyásoló hatásán túl a kutatók bizonyították, hogy tápanyagkezelések a hatására a fiziológiai tulajdonságok módosulnak. A tápanyagok közül a nitrogén ellátottság

szerepét emelte ki számos szerző (Fois *et al.* 2009; Lönharné és Ragasits, 1990; Ziadi *et al.* 2010; Shi *et al.* 2010; Spaner *et al.* 2005; DongHui *et al.* 2007), eredményeik alapján megállapították, hogy a nitrogén trágyázás hatására mind levélterület nagysága mind a klorofill tartalom szignifikánsan növekedett, valamint a tápanyagkezelések az évjáratok negatív hatásait is enyhíteni tudták. A fiziológiai tulajdonságokat módosító tényezőkön túl számos kutató (Olesky *et al.* 2009; Lönhardné és Némethm 1994; Berzsenyi, 2000; Zhang *et al.* 2009; Lopez-Bellido *et al.* 2004; Poblaciones *et al.* 2009; Le Bail *et al.* 2005) vizsgálta fiziológiai tulajdonságok és termésmennyiség, valamint a minőségi tulajdonságok közötti összefüggéseket is. A fiziológiai tulajdonságok és termésmennyisége, valamint minősége (főként fehérje tartalom, és siker tartalom), valamint a növény nitrogén tartalma között szoros összefüggéseket tártak fel. A kutatók többsége szerint a legszorosabb kapcsolat, illetve a legjobb előrejelezhetőség, ha a virágzástól a szemtelítődési fázisokig végzett fiziológiai mérések eredményeit vesszük alapul.

A szakirodalom szerint termésmennyiségét alapvetően a genotípus határozza meg, a genotípus által determinált mennyiséget a leginkább az évjárat és talaj tápanyag szolgáltató képessége, illetve a tápanyagkezelések befolyásolják. A kutatók eredményei alapján, termés mennyiségét a tavaszi és nyári hónap időjárása befolyásolja, mind a száraz, aszályos mind pedig a csapadékos évjárat termésnövekedést indukál, még tápanyagkezelés mellett is. A klímaváltozás hatására a változékony évjáratok jelentős termésingadozás okoznak mely problémát jelent a növénytermesztés számára.

Számos szerző (Jolánkai *et al.* 2009; Sárvári és Boros, 2010a; Pepó, 2009) egyetért abban, hogy stabil és magas termés hozamokat csupán megfelelő agrotechnikával, helyes növényvédelemmel, a talaj típusát, a fajta igényeit és az évjáratot figyelembe vevő optimális tápanyagellátással érhetünk el. Több kutató arra a megállapításra jutott, hogy az aszály termésnövekedést csökkentő hatását megfelelő műtrágyakezeléssel csökkenteni lehet.

A szakirodalom számos eredményt (Sárvári és Zsoldos 1994; Márton 2002; Ragasits és Varga 1978; Bocz és Sárvári 1981; Árendás *et al.* (2010) Guo *et al.* 2012; Kladiczkó és Krisztián 1989) sorakozat fel nitrogén és foszfor trágyázás termésnövelő hatásáról, a kutatók bizonyították a jelentős mértékű termésnövekedést nitrogén és foszfor trágyák együttes alkalmazásával lehet elérni. Az optimális tápanyagdózis nagyságát, számos tényező alakítja ki, fontos figyelembe venni a talaj tápanyag ellátottságát és típusát, az

előveteményt, és az évjáratot, és még így is fajták tápanyag-reakciója eltérő lehet a genotípusnak köszönhetően.

A termésnagyságán túl annak minősége is számos kutatás tárgyát képezi, a kutatók (Kent, 1990; Láng *et al.* 2003; Bedő *et al.* 1997; Erdei és Szániel, 1975; Ragasits, 1998 Lásztity, 1981; Juhász *et al.* 2003) egyetértenek abban, hogy az őszi búza minőségi követelménye attól függ, hogy a feldolgozás és felhasználás mely szintjét vesszük figyelembe. Más minőségi követelményeket támaszt a malomipar, a sütő- és tésztaipar, és fogyasztó az őszi búzával szemben.

A búza minőségét a kémiai összetevők és azok aránya alakítja ki, legfontosabb összetevők: a nedvességtartalom, a fehérje tartalom, azon belüli is a gliadin és glutenin valamint ezek aránya, a keményítő tartalom, és szénhidrát tartalom, a vitaminok és az enzimek mennyisége. Ezen összetevők mennyisége és aránya alakítja ki az őszi búza minőségi tulajdonságainak nagyságát.

A szakirodalmi adatok (Láng *et al.* 2003; Maric *et al.* 2007; Gut és Bichomski, 2007; Moldestad *et al.* 2011; Casagrande *et al.* 2009; Pongrácné *et al.* 2008; Pepó, 2004) szerint, az őszi búza minőségét a termésmennyiséghez hasonlóan, a genotípus az évjárat és tápanyagellátás jelentős mértékben meghatározza, illetve befolyásolja.

A minőségi tulajdonságok nagyságát szintén a genotípus alakítja ki elsődlegesen, melyet az évjárat jelentősen módosít, a szemtelítődéskor az átlagosnál melegebb illetve csapadékosabb időjárás hatására csökkenés léphet a minőségi tulajdonságokban. A csapadékos időjárás az érési fenofázisok végén rontja az esésszám értékét.

Az agrotechnikai tényezők közül a növényvédelmi kezelések hatásáról megoszlanak a vélemények, szerzők egy csoportja (Pollhamerné, 1980b; Tanács és Gerő, 2002; Ruske *et al.* 2003) szerint a növényvédelmi kezelések nem módosították minőséget, csupán az esésszámot javították, addig más kutatók (Blandino és Reyneri, 2009; Petróczi *et al.* 1996; Prange *et al.* 2005) eredményei alapján a növényvédelmi kezelés növelte fehérje és sikér tartalmat. Szakirodalmak szerint megkésett betakarítás csökkenést idézhet elő a minőségben.

Számos kutató (Győri, 1999; Tosheva, 2005; Ragasits, 1998; Gaj *et al.* 2009; Stankowski *et al.* 2008; Pethes *et al.* 1994; Árendás *et al.* 2000; Pepó *et al.* 1998; Stoeva és Ivanova, 2009) számol be a tápanyagellátás minőség növelő hatásáról, adataik szerint a minőséget, különös tekintettel a fehérje és sikér tartalom nagyságára a nitrogén ellátottság határozta meg, több kutató kiemeli a nitrogén mellett a kén szerepét, mint minőség javító, fehérje tartalom növelő hatású mikroelem. A valorigráfos/farinográfos

értékek nagyságát leginkább az évjárat és tápanyag ellátottság együttesen alakítja ki. A fehérje és szén tartalom növelésének esetében a tápanyagkezelésnek nagyobb szerepe van, még negatív környezeti hatások esetén is. Az enzimikus tulajdonságokat legfőképpen a genotípus és évjárat módosította, tápanyagkezelés hatása csupán kisebb mértékű volt. Az optimális tápanyagdózis nagyságáról megoszlanak a kutatók véleményei, az optimális adag nagysága függ talaj tápanyag ellátottságától és típusától, az előveteménytől, és az évjáratától, és a genotípustól is.

Szakirodalmi adatok alapján (*Matuz et al. 1999; Pollhamerné, 1964; Szilágyi és Győri, 1999; Kassai et al. 2006*) a klasszikus minőségi mutatók a fehérje és szén tartalom valamint szén-terület, szén-érték szoros összefüggésben állnak, a fehérje- és szén-tartalom, valamint a végtermék minőségi paramétereivel.

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

Kisparcellás tartamkísérletben vizsgáltuk eltérő genotípusú őszi búza fajták fiziológiai tulajdonságait (relatív klorofill tartalom, levélterület index, levélterület tartam), termésmennyiségét, illetve minőségi mutatóit eltérő tápanyagdózisok mellett, három eltérő tenyésztésben.

4.1. A kísérleti terület elhelyezkedése, talajtani adottságai

A szántóföldi kisparcellás kísérlet a Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma Debreceni Kutató Intézet és Tangazdaság Látóképi Növénytermesztési Kísérleti telepén lett beállítva. A kísérleti telep Debrecenről 15 km távolságra, Debrecenről nyugatra, a 33-as főút mellett található, a Hajdúsági Lőszháton helyezkedik el.

A kísérleti terület talaja löszön képződött, középkötött mészlepedékes csernozjom talaj, mely jó kultúrállapotú, mély humuszos réteggel rendelkezik. Talajfizikailag vályog kategóriába tartozik, Arany-féle kötöttségi száma 43, a művelt réteg kémhatása közel semleges (pH-ja 6,3-6,5 (KCl) között változik). A kísérlet talajának humuszos réteg vastagsága 80-90 cm közötti, az egyenletesen humuszosodott réteg 40-50 cm közötti, ahol átlagosan 2,8% a humusztartalom. A szénsavas mész, amely lepedék formájában jelenik meg a talajszemcséken, 75 cm-es mélységtől fordul elő. A mésztartalom ebben a rétegben 10-13% közötti. A kísérlet talajának N-ellátottsága közepes, az össznitrogén koncentrációja 0,12-0,15% közötti a felső 0-50 cm terjedő talajrétegben. A talaj foszfor-ellátottsága közepes-jó, 133 mg kg⁻¹ az AL-oldható P₂O₅ koncentráció, az AL-oldható K₂O tartalma szerint pedig jó (240 mg kg⁻¹) K-ellátottságú. A terület talaja a Várallyay-féle osztályozási rendszer szerint a IV. kategóriába tartozik, amelyet közepes vízbefogadó és jó víztározó képesség jellemez. A diszponibilis víz a VK-nak mintegy 50%-át teszi ki. A talajvíz mélysége 3-5 m, még csapadékos évjáratban sem emelkedik 2 m fölé.

4.2. A kísérlet beállítása, elrendezése, alkalmazott agrotechnikai műveletek

A tartamkísérlet 1983 őszen úgynevezett vak-kísérletként indult, majd 1984 ősztől már trágyázási kísérletként folytatódott. A szántóföldi kísérlet 4 ismétléses, osztott sávos elrendezésű. A bruttó parcellaterület 18,0 m² volt.

A kísérlet előveteménye minden évben csemegekukorica volt, amely jó előveteménye az őszi búzának. Az elővetemény betakarítása után a kukoricaszárat

lezúztuk, majd a területről letakarítottuk. A műtrágya kimérése, kiszórása kézi erővel történt minden egyes parcellára. Az alkalmazott műtrágya Kemira Optima műtrágya komplex (10:15:18) volt, melyet ősze szórtunk ki a területre, ezáltal a nitrogén 50%-át, valamint a foszfor és a kálium 100%-át jutattuk ki. Tavasszal fejtrágyaként a fennmaradó nitrogén 50%-át ammónium-nitrát (N 34%) formájában adtuk ki az őszi búza állomány számára.

A kísérletben alkalmazott tápanyagdózisok nagysága az 1996/97. tenyészévtől kezdődően módosult, a korábban alkalmazott műtrágyadózisok megfelelőek, napjainkig a 2. táblázatban bemutatott műtrágyadózisokat juttatjuk ki.

2. táblázat. A kísérletben kijuttatott műtrágyadózisok

(Debrecen, csernozjom talaj)

Kezelés	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	kg ha ⁻¹		
Kontroll	0	0	0
N₃₀+PK	30	22,5	26,5
N₆₀+PK	60	45	53
N₉₀+PK	90	67,5	79,5
N₁₂₀+PK	120	90	106
N₁₅₀+PK	150	112,5	132,5

A 30. éve folyó tartamkísérlet követelményeivel összhangban a műtrágyakezelések trágyalépcsőit következetesen minden évben kijuttatjuk. Az ekvivalens trágyamennyiségek megfelelő dózistartománya jelenti a Bocz-féle fajtatesztelési módszer alapját és lényegét.

4.2.1. A kísérletben vizsgált fajták

A kísérletben öt eltérő genotípusú őszi búza fajtát vizsgáltunk:

- **GK Öthalom:** tar kalászu, minőségi őszi búza, bőtermő, jó minőségű fajta (sikér tartalma 32-34%, sütőipari besorolása A₂-B₁). Korai érésű, jó adaptációs képességű őszi búza. Gombabetegségekkel szemben jó-átlagos ellenállósággal rendelkezik.
- **Lupus:** piros, keményszemű, szálkás őszi búza, termőképessége nagyon megbízható, kiváló minőségű (nedves sikér tartalma 34% feletti, fehérje tartalma 14-16% közötti, sikér területe 3,5-5 mm, A₂ minőségi csoportba sorolható, esésszáma stabil). Középerésű búzafajta, télállósága kiváló, bokrosodási képessége igen jó, állóképessége megfelelő, gombabetegségekkel szemben jó-átlagos ellenállósággal rendelkezik.

- **Pannonikus:** termőképessége magas, kiváló minőségű fajta (nedves sikér tartalma átlagos, fehérje tartalma jó, esésszáma jó). Korai érésű búzafajta, kiváló a fagyállósága, a szárszilárdsága kiváló, gombabetegségekkal szemben átlagos–kiváló ellenállósággal rendelkezik.
- **Mv Toldi:** piros, keményszemű szálkás őszi búza, termőképesség nagy, javító minőségű fajta (nedves sikér tartalma nagy, 35–40% között változik, sikérterülete optimális, 5 mm alatti, A₁–A₂ minőségi csoportba sorolható, esésszáma magas, 400 másodperc feletti). Korai érésű búza fajta, jó a fagyállósága és szárszilárdsága, gombabetegségekkal szemben közepes–jó ellenállósággal rendelkezik.
- **Genius:** piros, keményszemű szálkás őszi búza, termőképessége nagy, javító minőségű fajta (nedves sikér tartalma jó, 30–32% között változik, fehérje tartalom: 14% feletti, sikérterülete kicsi, 1,8-2,5 mm közötti, A₁–A₂ minőségi csoportba sorolható, esésszáma magas, 400-420 másodperc közötti). Középérésű búzafajta, kiváló a fagyállósága, a szárszilárdsága átlagos, gombabetegségekkal szemben átlagos–kiváló ellenállósággal rendelkezik.

4.2.2. A kísérletben alkalmazott agrotechnikai műveletek

A kísérletben törekedtünk az agrotechnikai műveletek optimális időpontokban való elvégzésére (3. táblázat). A talajművelési eljárásokat úgy állítottuk össze, hogy az kedvező kultúrállapotot tartson fenn, illetve a talajszerkezetet minél kisebb mértékben károsítsa. Törekedtünk arra, hogy a talajelőkészítés módját a talajnedvességi állapotához igazítsuk, valamint arra, hogy amennyiben lehetséges a szántást más alapműveléssel kiváltsuk. Az őszi műtrágya kijuttatása az alapművelés előtt történt, a tavaszi fejtrágyázás kora tavasszal a megfelelő hasznosulás érdekében. A tartamkísérletben a növényvédelmi kezelések során ugyanazon széles hatásspektrumú herbicidet és fungicidet használtuk minden évben, az összehasonlíthatóság céljából. A növényvédelmi kezeléseket a betegségek megjelenésének kezdetén 2-3 nóduszos állapotban, illetve virágzáskor alkalmaztunk. Állati kártevők nem jelentek meg az állományokban, emiatt ellenük növényvédelmi kezelés nem történt. Az állományokat teljes érettségben takarítottuk be, a minőségromlás elkerülése végett. A tartamkísérlet során egységes előveteményt, optimalizált művelést és agrotechnikát alkalmaztunk. Törekedtünk az agrotechnikai műveletek összehangolt, megfelelő időpontban történő

elvégzésére, annak céljából, hogy a genotípusok közötti különbségek és a tápanyagkezelések legyenek a fő vizsgálati tényezők.

3. táblázat. A kísérletben alkalmazott agrotechnikai műveletek
(Debrecen, 2010-2012)

Agrotechnikai műveletek	2010		2011		2012	
talajelőkészítés	2009. augusztus 30.	tárcsázás	2010. október 04.	tárcsázás	2011. szeptember 19.	lazítás (Gaspardo Mashio)
	2009. szeptember 25.	mulcskultivátor	2010. október 08.	szántás (25-27 cm)	2011. szeptember 19.	Väderstad Carrier 2x
	2009. szeptember 30.	tárcsa + Güttler henger	2010. október 12.	tárcsa + Güttler henger	2011. október 05.	tárcsa + Güttler henger
	2009. október 05.	ásóborona + Güttler henger	2010. október 13.	tárcsa + Güttler henger	2011. október 14.	tárcsa + Güttler henger
	2009. október 09.	germinátor	2010. október 15.	Lempken kultivátor	2011. október 17.	germinátor
műtrágya kijuttatás ősszel	2009. szeptember 30.	N 50% PK 100%	2010. október 08.	N 50% PK 100%	2011. szeptember 27.	N 50% PK 100%
vetés	2009. október 9.	Sulky vetőgép	2010. október 15	Sulky vetőgép	2011. október 17	Sulky vetőgép
műtrágya kijuttatás	2010. március 23.	N 50%	2011. március 25.	N 50%	2012. március 14.	N 50%
gyomirtás	2010. április 18.	Secator OD 0,15 l/ha	2011. április 20.	Secator OD 0,15 l/ha	2012. április 10.	Secator OD 0,15 l/ha
fungicid kezelés	2010. május 03.	Falcon 460 EC 0,6 l/ha	2011. május 24.	Falcon 460 EC 0,6 l/ha	2012. május 05.	Falcon 460 EC 0,6 l/ha
	2010. május 25.	Falcon 460 EC 0,6 l/ha	2011. április 20.	Falcon 460 EC 0,6 l/ha	2013. május 18.	Falcon 460 EC 0,6 l/ha
betakarítás	2010. július 14.	Sampo parcellakombájn	2011. július 10	Sampo parcellakombájn	2012. július 09	Sampo parcellakombájn

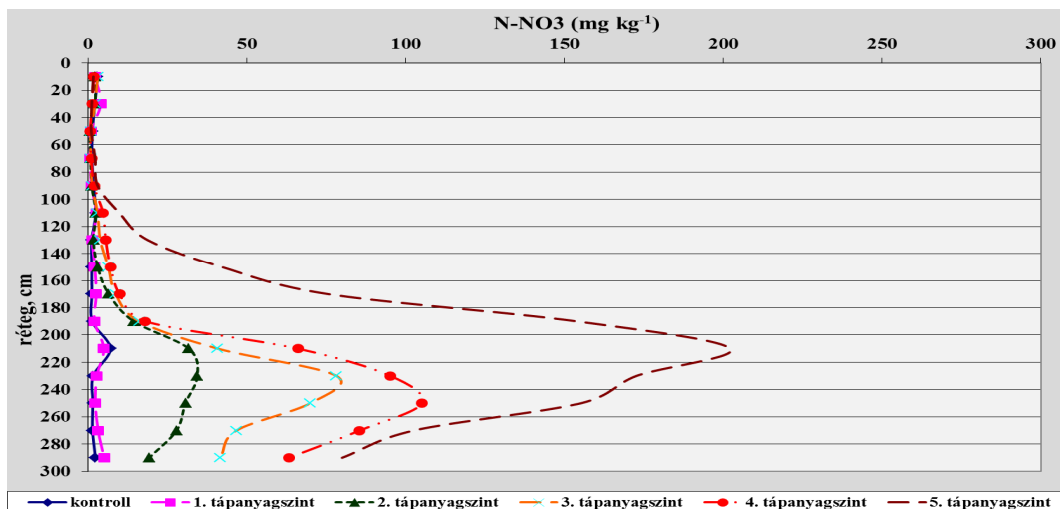
4.3. A tartamkísérlet talajának NPK tartalma és annak változása a műtrágyakezelés hatására

A növénytermesztés egyik legfontosabb sarokpontja a termőterület talaja, valamint annak típusa, fizikai és kémiai összetétele, minősége. A talaj fizikai és kémiai állapotát az alkalmazott agrotechnikai beavatkozások jelentősen módosíthatják. Az egyik legmeghatározóbb tulajdonság a talaj tápanyagszolgáltató képessége, mely jelentősen meghatározza a termesztett növény fejlődését és termésnagyságát, illetve termésének minőségét. Ezért a tápanyagellátás a kísérlet egyik legfőbb vizsgálatának tárgya. A kísérletben a nitrogén, foszfor és kálium a három legfontosabb makro elem különböző dózisokban való kijuttatásának, valamint visszapótlásának hatását vizsgáltuk. A tartamkísérlet során meghatározott időközönként vizsgáltuk a terület talajának NPK tartalmát, hogy megállapítható legyen, a kijuttatott tápanyagok milyen mértékű változást okoztak a talaj a természetes tápanyagtartalmában.

4.3.1. A tartamkísérlet talajának NO₃ nitrogén tartalma

A kísérleti terület talajvizsgálati adatai alapján, a talajban a felvethető nitrogén döntő hányada nitrát formájában volt jelen (3. ábra). A NO₃-N akkumulációs zónája a

kísérleti terület főként a 160-260 cm mélységben található, tápanyagszintenként eltérést mutatott.

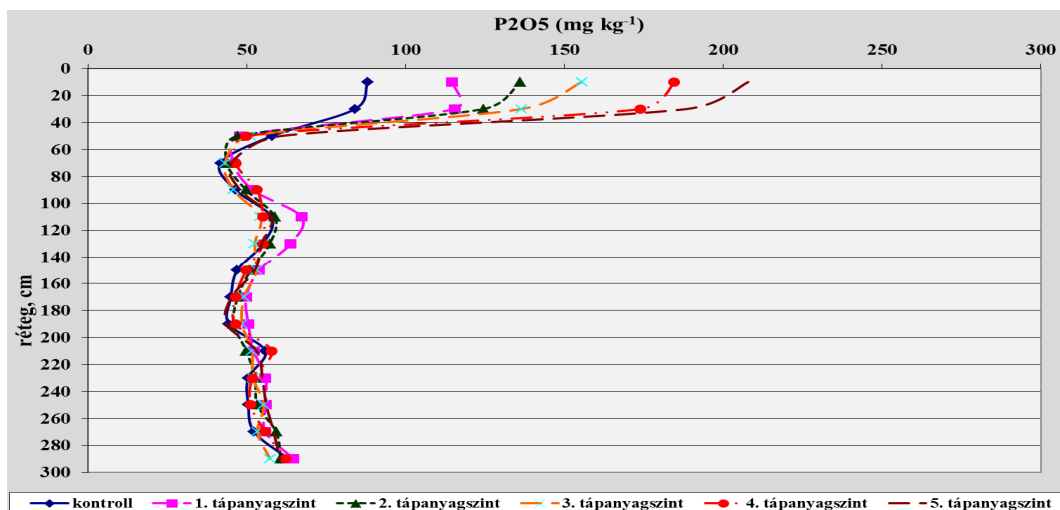


3. ábra. Az NPK műtrágyázás hatása a tartamkísérlet talajának
NO₃ nitrogén tartalmára
(Debrecen, 2006)

A kontroll és az N₃₀+PK tápanyagszinten csupán kis mértékű akkumulációról volt szó, ezek nitrogén tartalma nem tért el jelentősen egymástól. Az N₆₀+PK tápanyagszintben a NO₃-N koncentráció az akkumulációs zónában 35 mg kg⁻¹, az N₉₀+PK tápanyagszinten 70 mg kg⁻¹, azaz duplája volt az előző tápanyagdózisnak. A legnagyobb volt NO₃-N koncentráció az N₁₅₀+PK tápanyagszinten (200,2 mg kg⁻¹), amely kétszerese volt az N₁₂₀+PK tápanyagszinten mért 105 mg kg⁻¹-nak.

4.3.2. A tartamkísérlet talajának P₂O₅ tartalma

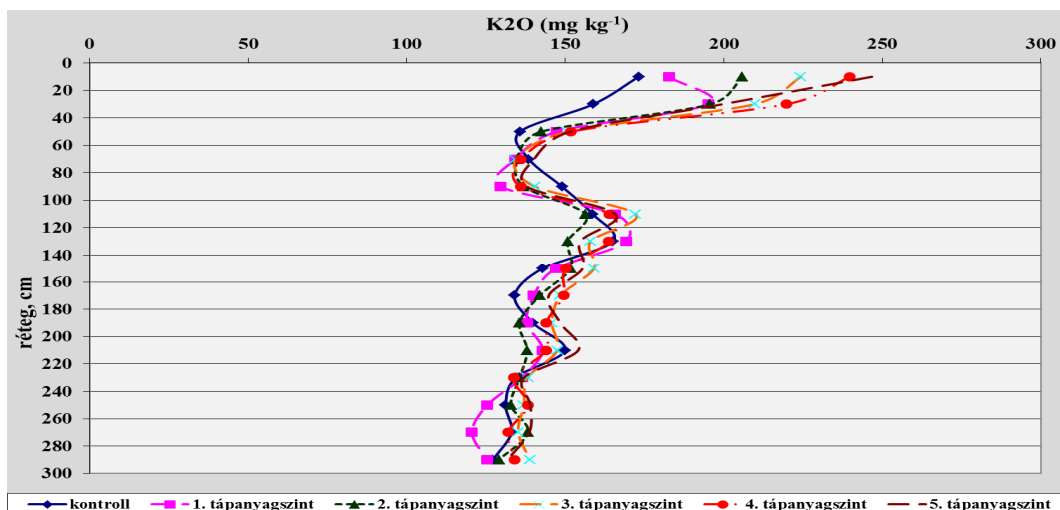
Az AL-oldható P₂O₅ tartalom, ellentétben a NO₃-N tartalommal, a felsőbb rétegekben mutatott akkumulációt (4. ábra). Az akkumulációs zóna a 0-40 cm talajmélységben található. A tápanyagkezelések hatására az akkumuláció nagysága eltérő volt. A kontroll kezelésnél az AL-oldható P₂O₅ 88 mg kg⁻¹ volt, a P_{22,5-67,5}+NK tápanyagszinteken a P₂O₅ akkumuláció 115-155 mg kg⁻¹ között mozgott. A legnagyobb akkumulációt a P₂O₅ esetében szintén a legnagyobb tápanyagszinteken mértük, de a P₉₀+NK és P_{112,5}+NK tápanyagszintek között nem tapasztaltunk nagyobb eltéréseket, mint az NO₃-N-nál, az értékek 184-208 mg kg⁻¹ között mozogtak. A 40 cm alatti talajszelvényekben az AL-oldható P₂O₅ koncentráció 45-65 mg kg⁻¹ között mozgott, a tápanyagszintek között nem volt jelentős eltérés.



4. ábra. Az NPK műtrágyázás hatása a tartamkísérlet talajának P_2O_5 tartalmára
(Debrecen, 2006)

4.3.3. A tartamkísérlet talajának K_2O tartalma

A talaj oldható kálium tartalma a foszfor tartalomhoz hasonlóan a talaj felsőbb rétegeiben mutatott akkumulációt (5. ábra), a K_2O akkumuláció a talaj 0-20 cm mélységében volt a legnagyobb. Az akkumulációs zónában (0-20 cm) az oldható K_2O koncentráció a kontroll parcellákon 172 mg kg^{-1} volt, míg a $K_{26,5-53}+PN$ tápanyagszinteken $195-205 \text{ mg kg}^{-1}$ között változott. A $K_{106-132,5}+PN$ tápanyagszinteken nagyobb volt a K_2O koncentráció, $224-246 \text{ mg kg}^{-1}$ között változott.



5. ábra. Az NPK műtrágyázás hatása a tartamkísérlet talajának K_2O tartalmára
(Debrecen, 2006)

A talajvizsgálati eredményeket értékelve megállapítható, hogy az őszi búza fejlődéséhez és termésképződéséhez szükséges mennyiségű foszfor és kálium a talaj felső 40 cm-es

rétegében rendelkezésre állt a növény számára. Az őszi búza gyökérzete körülbelül 200 cm-es méteres mélységig képes lehatolni a talajba, de gyökérzetének döntő hányada (70-80%) a talaj felső 40 cm talaj mélységben található, így a kálium és foszfor igényét a talaj tápanyagszolgáltató képessége fedezni tudta. Ezzel szemben a nitrogén akkumulációs zóna főként 180-260 cm mélységben alakult ki, ahonnan a búza nem, vagy csak kismértékben képes felvenni a nitrogént, emiatt a kijutatott nitrogén műtrágyának volt leginkább meghatározó szerepe tápanyagkezelések szempontjából.

4.4. A vizsgált tenyészévek időjárásának jellemzése

4.4.1. A 2009/2010. tenyészév időjárásának jellemzése

A 2009. év szeptemberének és október hónap első felének száraz időjárása (4. táblázat) miatt a búza csak rendkívül lassan kelt ki, kelése heterogén volt. Október közepétől az átlagot meghaladó csapadék hullott (157 mm), melyhez a sokévi átlaghoz képest magasabb és kedvező átlaghőmérséklet párosult (9,5°C). A kedvező időjárás elősegítette az őszi búza állományok megerősödését, kedvező volt a búza állományok télre történő felkészüléséhez, a tápanyag felvehetősége szempontjából. Megerősödött és homogén búza állományok alakultak ki. Az enyhe december hónap után, a kifejezetten fagyos, téli időszak január közepétől február közepéig tartott, melyet a búza állományok a megfelelő vastagságú hótakaró alatt átvészelték.

4. táblázat. A lehullott csapadék mennyisége és a havi középhőmérsékleti értékek alakulása
(Debrecen, 2009/2010)

	Október	November	December	Január	Február	Március	Április	Május	Június	Összesen/ Átlag
Csapadék (mm) 2009/2010	79,3	78,3	54,9	48,8	58,6	14,4	83,9	111,4	100,9	630,5
30 éves átlag	30,8	45,2	43,5	37,0	30,2	33,5	42,4	58,8	79,5	400,9
Eltérés	+48,5	+33,1	+11,4	+11,8	+28,4	-19,1	+41,5	+52,6	+21,4	+229,6
Hőmérséklet (°C) 2009/2010	11,4	7,6	2,3	-1,1	0,5	7,6	11,6	16,6	19,7	8,5
30 éves átlag	10,3	4,5	-0,2	-2,6	0,2	5,0	10,7	15,8	18,8	6,9
Eltérés	+1,1	+3,1	+2,5	+1,5	+0,3	+2,6	+0,9	+0,8	+0,9	+1,5

A téli középhőmérséklet enyhébb volt a sokévi átlagnál (0,6°C). A március hónap csapadéokban szegényebb volt, mindössze 11,4 mm hullott. De ezt a csapadékszegény periódust a talaj vízkészlete kompenzálni tudta, mivel az ősszel és télen lehullott jelentős mennyiségű csapadék következtében a talaj vízkészlete jelentősen megnövekedett. A csapadékos tavaszi időszakhoz kedvező hőmérséklet társult (április 11,6 °C, május 16,6 °C), mely a sokévi átlagnál 0,8-0,9 °C-kal melegebb volt. A csapadékos és meleg időjárás kifejezetten kedvezett az őszi búza erőteljes

vegetatív fejlődésének, de a levél- és szárbetegségek fellépésének is. Az állományokban megjelentek és erőteljes mértékben terjedtek ebben az időszakban – majd később júniusban is – a biotróf és nekrotrof kórokozók. A júniusi csapadékos és szeles időjárás, a hatalmas vegetatív tömeg és az egyre gyarapodó kalász- és szemtömeg következtében az őszi búza állományok igen erőteljes megdőlése következett be. A megdőlés hatására nőtt a növényi kórokozók fertőzőittségének mértéke, kedvezőtlenül változtak meg a szemkitelítődési folyamatok. A tenyészidőben lehullott jelentős mennyiségű csapadék már negatív hatású volt az őszi búza generatív folyamataira, termés-csökkenés következett be. Július elején az őszi búza állományokat nagyobb mennyiségű (35 mm) csapadék érte, amely késleltette az érési folyamatokat és a betakarítást.

4.4.2. A 2010/2011. tenyészév időjárásának jellemzése

2010. év októberében az átlagosnál valamivel kevesebb csapadék hullott, melyhez hűvös időjárás társult (5. táblázat). Ez kedvezőtlen volt az állományok kelésére, a hűvös időjárás miatt a csírázás-kelés fenofázisai megnyúltak, az őszi búza állományok relatíve lassan, vontatottan keltek. A novemberi csapadék mennyisége meghaladta a 30 éves átlagot. Ez kedvező volt az őszi búza állományok kezdeti fejlődése és őszi megerősödése szempontjából, valamint az is, hogy az átlaghőmérséklet is meghaladta a sokévi átlagot. Ez elősegítette az őszi bokrosodási folyamatokat. A téli hónapok csapadékosak voltak (140 mm). A december és január hónap is enyhébb volt az átlagnál. A februári havi középhőmérséklet volt a legalacsonyabb a téli hónapok közül. A téli hónapokban megfelelő vastagságú hótakaró védte az őszi búza állományokat az időnként tartósan fellépő téli fagyokkal szemben. A tavaszi hónapok átlaghőmérséklete kedvező volt az őszi búza állományok vegetatív fejlődésére. A tavaszi csapadékhiányt megfelelően tudta pótolni a csernozjom talajban tárolt, felvehető vízkészlet. Az őszi búza állományok fejlődése a tavaszi melegebb időjárás hatására felgyorsult. A májusban lehullott csapadék mennyisége megegyezett a sokévi átlaggal, azonban a csapadék több alkalommal, és kis mennyiségben hullott, ami nem tette lehetővé annak kedvező hasznosulását. Ennek ellenére a nyári meleg viszont már kedvezőtlenül hatott a kalászoslásra, virágzásra, termékenyülésre, majd a szemfejlődési folyamatokra. A június hónapban lehullott csapadék mennyisége lényegesen elmaradt a sokévi átlagtól, ezen felül a csapadék jelentős része a hónap végén hullott, amikor az őszi búza állományok már az érésnek relatíve előrehaladott szakaszaiban voltak, így annak hasznosulása sem volt megfelelő.

5. táblázat. A lehullott csapadék mennyisége és a havi középhőmérsékleti értékek alakulása
(Debrecen, 2010/2011)

	Október	November	December	Január	Február	Március	Április	Május	Június	Összesen/ Átlag
Csapadék (mm) 2009/2010	22,8	52,9	104,2	19,2	16,8	35,1	15,6	52,3	22,0	340,9
30 éves átlag	30,8	45,2	43,5	37,0	30,2	33,5	42,4	58,8	79,5	400,9
Eltérés	-8,0	+7,7	+60,7	-17,8	-13,4	+1,6	-26,8	-6,5	-57,5	-60,0
Hőmérséklet (°C) 2009/2010	6,9	7,7	-1,7	-1,2	-2,5	5,0	12,2	16,4	20,5	7,0
30 éves átlag	10,3	4,5	-0,2	-2,6	0,2	5,0	10,7	15,8	18,8	6,9
Eltérés	-3,4	+3,2	-1,5	+1,4	-2,7	0,0	+1,5	+0,6	+1,7	+0,1

Az őszi búza állományok szemfejlődési, szemtelítődési folyamatai a júniusi száraz, meleg időjárás következtében lerövidültek, kedvezőtlenül befolyásolva a szemtermés mennyiségét. A száraz, átlagosnál melegebb tavaszi-nyáreleji időjárásnak viszont pozitív hatása az volt, hogy az őszi búza állományokban a levél-, szár- és kalászbetegségek csak relatíve későn jelentek meg és terjedésük az állományokban mérsékelt dinamikájú volt.

4.4.3. A 2011/2012. tenyészév időjárásának jellemzése

A 2011. év (6. táblázat) októbere és novembere szárazabb (18,1 mm) és hűvösebb (4,6°C) volt, mint a sokévi átlag. Emiatt az őszi búza állományok csírázása és kelése rendkívüli módon elhúzódott és heterogén állományok alakultak ki. A kedvezőtlen őszi időjárás miatt az őszi búza állományok nem tudtak megerősödni, megfelelő mennyiségű tápanyagot akkumulálni az átteleléshez. Kedvező volt a december hónap, mivel a lehullott csapadék meghaladta a 30 éves átlagot. A téli hónapok enyhe időjárása elősegítette a fiatal búza növények megerősödését, a nagyon késői bokrosodás megindulását.

6. táblázat. A lehullott csapadék mennyisége és a havi középhőmérsékleti értékek alakulása
(Debrecen, 2011/2012)

	Október	November	December	Január	Február	Március	Április	Május	Június	Összesen/ Átlag
Csapadék (mm) 2009/2010	18,1	0,0	71,1	28	17,8	1,4	20,7	71,9	91,7	320,7
30 éves átlag	30,8	45,2	43,5	37	30,2	33,5	42,4	58,8	79,5	400,9
Eltérés	-12,7	-45,2	+27,6	-9	-12,4	-32,1	-21,7	+13,1	+12,2	-80,2
Hőmérséklet (°C) 2009/2010	8,6	0,6	1,5	-0,6	-5,7	6,3	11,7	16,4	20,9	6,6
30 éves átlag	10,3	4,5	-0,2	-2,6	0,2	5,0	10,7	15,8	18,8	6,9
Eltérés	-1,7	-3,9	+1,7	+2,0	-5,9	+1,3	+1,0	+0,6	+2,1	-0,3

A januárban és februárban lehullott csapadék mennyisége elmaradt a sokévi átlagtól. A hó formában lehullott csapadék azonban megfelelő védelmet biztosított a

relatíve fejletlenebb őszi búza állományok átteleléséhez, így jelentősebb mértékű kifagyás nem következett be. A március és április hónap kifejezetten csapadékszegény volt, amely kedvezőtlen volt a tavaszi bokrosodási folyamatok és vegetatív fejlődés számára. A gyors felmelegedés nem kedvezett az őszi búza állományok vegetatív fejlődésének, sem a kalászképződési folyamatoknak. A kedvezőtlen őszi és tavaszi vízellátottságú feltételek és részben a hőmérsékleti viszonyok miatt a búza állományok az átlagos fejlettségtől elmaradtak, a búzák alacsony szárúak maradtak. Májusban és júniusban lehullott jelentős mennyiségű csapadék, a hőmérsékleti feltételek kedvezőek voltak a búza virágzásához, termékenyüléséhez és a szentelítődési folyamatokhoz. Az optimálishoz közeli időjárási feltételeket a kiváló adaptációs képességű őszi búza jól hasznosította. A július elején bekövetkező kánikulai meleg elősegítette az érési folyamatokat, így az őszi búza állományokat megfelelő időben lehetett betakarítani.

4.5. Mérési, analitikai eljárások és az adatfeldolgozás statisztikai módszerei

4.5.1. A növényállományban végzett fiziológiai mérések

A 2011. és a 2012. tenyészevekben végeztünk fiziológiai méréseket a növényállományban. A fiziológiai mérések során az állomány relatív klorofill koncentrációját, levélterület indexét, és levélterület tartamát vizsgáltuk. A búzalevél relatív klorofill koncentrációját Konica-Minolta SPAD 502Plus hordozható mérőműszerrel, a levélterület indexet (LAI) SunScan Canopy Analysis Systems (SS1) hordozható levélterület mérő műszer segítségével állapítottuk meg.

A méréseket a kezeletlen kontroll, az $N_{60}+PK$ és a $N_{120}+PK$ tápanyagszinteken végeztük az állományokban. A tenyészidőszak folyamán különböző fenológiai fázisokban végeztük el a méréseket melyek időpontjait a 7. táblázat tartalmazza.

7. táblázat. A kísérletben elvégzett fiziológiai mérések időpontjai

(Debrecen, 2011-2012)

bokrosodás végén	-	2012.03.29	BBCH 22
szárbainduláskor	2011.04.18	2012.04.19	BBCH 29
két-három nóduszos állapotban	2011.05.03	2012.05.09	BBCH 32
virágzáskor	2011.05.23	2012.05.23	BBCH 65
tejes éréskor	2011.06.14	2012.06.08	BBCH 73
viaszérés kezdetén	2011.06.20	2012.06.19	BBCH 80

A SPAD értékeket a korai fenológiai fázisokban a teljesen kifejtett legfiatalabb leveleken, később a zászlós levélen mértük. Az állományokban a parcellánként 30 növényen végeztünk SPAD méréseket, a kapott SPAD értékek átlagát tekintettük adott

parcella relatív klorofill tartalmának. A levélterület index mérése során parcellánként 8 mérést végeztünk, melyeknek átlagát tekintettük a parcella átlagának. A méréseket minden ismétlésben elvégeztük. A levélterület tartamot ($\sum LAD_{LAI}$) a LAI értékekből számoltuk, a kalászolástól a viaszérésig tartó időszak adataiból.

4.5.2. A szemtermés minőségvizsgálata

A termés minőség vizsgálatokat a Debreceni Egyetem AGTC MÉK akkreditált Agrárműszer Központjában végezték el. A vizsgálatokat az alábbi szabványok szerint végezték el:

- nedves sikér tartalom - MSz ISO 5531:1993
- sikérterülés - MSz ISO 6369-5:1987
- valorigráfos értékszám - MSz ISO 5530-3:1995
- Hagberg-féle esésszám - MSz ISO 3093:1995
- liszt fehérje tartalom - ICC 159:1995

Az őszi búza minőségi paramétereit a kontroll, $N_{60}+PK$ és $N_{120}+PK$ tápanyagszinteken vizsgáltuk.

4.5.3. A kísérleti eredmények értékelésének módszertana

A kísérleti adatok feldolgozása a Microsoft Excel 2010, SPSS 17.0 for Windows programok segítségével történt. Az eredményeket, kéttényezős varianciaanalízissel értékeltük Sváb (1981) módszere alapján. A vizsgált tényezők közötti kapcsolatok vizsgálatát Pearson-féle korrelációanalízissel, regresszióanalízissel, Kang-féle stabilitásanalízissel végeztük el. A genotípus, tápanyagkezelés és az évjárat, termésre, a valorigráfos értékre, a nedves sikér és fehérje tartalomra gyakorolt hatását variancia komponensek felosztásával határoztuk meg.

5. A KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE

5.1. Az évjárat, a tápanyagellátás és a genotípus hatása az őszi búza fiziológiai tulajdonságaira

Az állományokban végzett fiziológiai tulajdonságok vizsgálata fontos a szántóföldi termesztésben, a relatív klorofill tartalom és levélterület nagysága átfogó képet nyújt, egy adott búza állomány tápanyag ellátottságáról, habitusáról, egészségi állapotáról. Ezek ismeretében lehetőség nyílik az esetleges tápanyag ellátottságból, vagy betegségből adódó problémák időben történő felismerésére és orvoslására. A 2010/2011. és a 2011/2012. tenyészévek során vizsgáltuk az őszi búza állományok három fiziológiai tulajdonságát, mely során arra kerestük a választ, hogy a vizsgált mutatók milyen összefüggésben állnak a genotípussal, a tápanyagkezeléssel, az évjáratral.

5.1.1. A SPAD értékek alakulása

A SPAD érték az őszi búza levelének relatív klorofill tartalmát fejezi ki, egy dimenzió nélküli értékkel, melynek nagysága 0,0-199,9 közötti. A klorofill tartalom nagysága alapján képet alkothatunk egy adott genotípus tápanyag-reakciójáról, illetve tápanyag ellátottságáról.

A 2011. évben a klorofill tartalom fajtánként és tápanyagszintenként eltérő volt (8. táblázat). A tápanyag ellátottság növelte a klorofill tartalom mennyiségét, szignifikáns különbséget tapasztaltunk az $N_{120}+PK$ tápanyagdózis és a kontroll kezelések között. Minden őszi búza fajta relatív klorofill tartalmában növekedés volt tapasztalható szárbaindulástól (BBCH 29). A maximális klorofill tartalom elérése után a szemtelítődés fenofázisaiban csökkenés következett be a SPAD értékekben. A növekedés, illetve a csökkenés mértéke genotípusonként eltérő volt. Kontroll kezelésben a GK Öthalom, illetve a Lupus fajtánál a klorofill tartalomban bekövetkezett növekedés mérsékelt volt. A GK Öthalom fajta szárbainduláskori (33,1) SPAD értékhez képest, virágzáskori mért maximális klorofill tartalma (38,5) 14%-kal növekedett. A Lupus fajtának a SPAD értéke szárbainduláskor 40,0 volt, míg a maximum SPAD értékét a 2-3 nóduszos állapotban érte el (45,3), kis mértékben történt növekedés (12%) a klorofill tartalom értékében. A másik három vizsgált őszi búza fajta, a Genius (42,6), a Pannonikus (42,0) és az Mv Toldi (36,5) SPAD értékei ezzel szemben már szárbainduláskor is elérték, vagy meghaladták a GK Öthalom, illetve Lupus fajták

maximális SPAD értékeit. A Pannonikus fajtánál a klorofill tartalomban bekövetkezett növekedés a SPAD értékekben 7%-os volt (45,0), míg a legnagyobb növekedést a klorofill tartalomban az Mv Toldi (42,0; 13%-os növekedés), illetve a Genius (48,6; 12%-os növekedés) fajtáknál tapasztaltuk. A maximális SPAD értékeket a fajták kontroll kezeléseknél virágzáskor (BBCH 65) érték el, ez eltér *Jiang et al.* (2004) eredményeitől, akik kutatásaik során a legnagyobb SPAD értékeket a virágzástól számított 20-23. nap környékén mérték, és kisebb csökkenést tapasztaltak a 30. napra.

8. táblázat. A genotípus és a tápanyagellátás hatása az őszi búzafajták SPAD értékeire
(Debrecen, 2011)

Fajta	Tápanyagszint	BBCH 29	BBCH 32	BBCH 65	BBCH 73	BBCH 80
GK Öthalom	$\emptyset$	33,1	35,6	38,5	23,3	5,5
	$N_{60}+PK$	38,8	41,7	43,9	15,1	4,6
	$N_{120}+PK$	42,1	46,0	47,0	14,2	4,2
Lupus	$\emptyset$	40,0	45,3	44,7	25,1	4,4
	$N_{60}+PK$	46,3	52,1	48,2	25,7	4,3
	$N_{120}+PK$	47,4	50,0	47,6	33,6	8,9
Pannonikus	$\emptyset$	42,0	40,2	45,0	39,1	23,5
	$N_{60}+PK$	48,9	48,1	49,9	44,1	32,2
	$N_{120}+PK$	49,7	56,7	51,6	48,3	41,8
Mv Toldi	$\emptyset$	36,5	38,3	42,0	24,6	10,4
	$N_{60}+PK$	43,9	46,5	46,2	32,1	15,8
	$N_{120}+PK$	43,5	53,2	49,6	42,0	21,9
Genius	$\emptyset$	42,6	47,0	48,6	43,9	19,7
	$N_{60}+PK$	48,6	52,8	52,5	47,6	29,5
	$N_{120}+PK$	49,4	60,5	55,4	49,5	35,6
<i>SzD</i> _{5% Fajta}		2,9	6,0	3,3	5,1	7,8
<i>SzD</i> _{5% Tápanyagszint}		3,4	7,3	3,3	6,2	8,5
<i>SzD</i> _{5% Kölcsönhatás}		7,7	16,2	7,4	13,8	19,1

A tápanyagkezelések hatását és a fajták tápanyag-reakcióját jól mutatja, hogy szárbainduláskor (BBCH 29) a kontroll kezelés értékeihez képest az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten szignifikánsan nagyobb klorofill tartalmakat mértünk mind az öt vizsgált fajtánál. A legkisebb SPAD értékkel a GK Öthalom rendelkezett (42,1), közepesen nagy SPAD értéket mértünk az Mv Toldi fajtánál (43,5). A Lupus (47,4), Pannonikus (49,7) és Genius fajták (49,4) rendelkeztek a legnagyobb klorofill tartalommal szárbainduláskor (BBCH 29) az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten. A tápanyagkezelések hatására a legkisebb növekedést a Lupus (5%) és a GK Öthalom (10%) fajta mutatta, a legnagyobb növekedést az Mv Toldi (18%) és Genius (18%) fajták érték el. Az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten a GK Öthalom fajtánál virágzáskor (BBCH 65), a másik négy fajtánál a SPAD értékek maximumát a 2-3 nóduszos állapotban (BBCH 32) mértük. Virágzáskor (BBCH 65) a fajták klorofill tartalmában a

maximumhoz képest nem volt jelentős csökkenés (1-9%), de a virágzás után a szemtelítődési fenofázisokban csökkenés következett be. A GK Öthalom és a Lupus fajtáknál a csökkenés mértéke drasztikus volt. Az Mv Toldi fajtánál a csökkenés mértéke szintén nagy volt, de még a viaszérés kezdetén is nagyobb SPAD értékeket mértünk az előző két fajtához képest. A Pannonikus és Genius fajták ezzel szemben jelentősen kisebb mértékű csökkenést mutattak még viaszéréskor is. Kontroll kezelésben a Pannonikus (39,1) 13%-os, a Genius (43,9) 10%-os csökkenés mutatott teljes érékor (BBCH 73), az Mv Toldi (24,6) 41%-os, a GK Öthalom (23,3) 39%-os, a Lupus (25,1) 45%-os csökkenést mutatott a SPAD értékekben. A viaszérés (BBCH 80) kezdetén nagyobb mértékűvé vált a csökkenés, a GK Öthalom fajtánál (5,5) 86%-os, a Lupus fajtánál (4,4) 90%-os relatív klorofill tartalom csökkenés volt tapasztalható. Az Mv Toldi (10,4) 75%-ot, a Pannonikus (23,5) 48%-ot, a Genius (19,7) 59%-ot veszített a klorofill tartalmából. Az N₁₂₀+PK tápanyagdózis mellett teljes érékor (BBCH 73) a GK Öthalomnál (14,2) 70%-os, a Lupus fajtánál (33,6) 33%-os volt a csökkenés mértéke a SPAD értékekben. A Pannonikusnál (48,3) alig 15%-ot, a Geniusnál (49,5) 18%-ot, az Mv Toldinál (42,0) 21%-ot csökkent a SPAD értéke. A viaszérés kezdetén (BBCH 80) a csökkenés mértéke a GK Öthalomnál (4,2) 91%-os, a Lupusnál (8,9) 81%-os volt. Az Mv Toldi fajtánál viaszéréskor (BBCH 80) (21,9) 59%-os, a Pannonikusnál (41,8) 26%-os volt, a Geniusnál (35,6) 41%-os volt a csökkenés nagysága. A Pannonikus és Genius fajta még a generatív fenofázisokban is viszonylag nagy mennyiségű klorofill tartalommal rendelkezett. A kontroll, kezeletlen parcellákon a klorofill tartalomban bekövetkező csökkenés mértéke nagyobb volt, mint az N₁₂₀+PK tápanyagkezelés hatására, ahol a csökkenés mértéke kevésbé volt erőteljes a vizsgált fajtáknál. A legkedvezőbb klorofill tartalmakat a fajták N₁₂₀+PK tápanyagdózisnál mutatták.

A 2012. évben a kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a SPAD értékekben bekövetkező változás fajtánként eltérő volt (9. táblázat). A 2012. évben a bokrosodás végén (BBCH 22) mért relatív klorofill tartalmakban a fajták és a tápanyagszintek között nem mutatkozott szignifikáns eltérés. Szárbainduláskor (BBCH 29) eltérések mutatkoztak a fajták SPAD értékei között. A kontroll és az N₆₀+PK tápanyagszinteken a fajták 2-3 nóduszos (BBCH 32) állapotban érték el a maximális klorofill tartamukat (Lupus 45,1-51,2, Pannonikus 49,5-53,3, Genius 53,5-58,6, Mv Toldi 44,8-51,5), kivéve a GK Öthalom fajtát, mely virágzáskor érte el a maximum SPAD értékeit (48,3-53,3). Az N₁₂₀+PK tápanyagszinten a GK Öthalom

(58,2), a Pannonikus (56,3) és a Genius (62,2) a teljes éréskezdetén mutatta a maximális klorofill tartalom értékeit. A Lupus fajta virágzáskor (55,9), az Mv Toldi pedig 2-3 nóduszos állapotában (52,9) mutatta a legnagyobb klorofill tartalmat. A kontroll kezelésekben a bokrosodás végén (BBCH 22) mért SPAD értékekhez képest, a GK Öthalom (38,0) 21%-os, a Lupus (40,2) 11%-os, a Pannonikus (36,2) 27%-os, az Mv Toldi (42,3) 6%-os, a Genius pedig (43,3) 19%-os növekedést ért el a klorofill tartalmában. A tápanyagkezelések hatására a SPAD értékekben bekövetkezett növekedés még nagyobb volt. A tápanyagkezelés a GK Öthalomnál (56,1) 62%-kal, a Lupusnál (55,9) 15%-kal, a Pannonikus fajtánál (55,0) 23%-kal, az Mv Toldinál (52,9) 21%-kal, a Geniusnál pedig (59,2) 35%-kal növelte a SPAD értékeket az N₁₂₀+PK tápanyagszinten.

9. táblázat. A genotípus és a tápanyagellátás hatása az őszi búzafajták SPAD értékeire
(Debrecen, 2012)

Fajta	Tápanyagszint	BBCH 22	BBCH 29	BBCH 32	BBCH 65	BBCH 73	BBCH 80
GK Öthalom	Ø	38,0	37,1	47,2	48,3	40,0	10,8
	N ₆₀ +PK	37,8	42,4	52,6	53,3	50,6	16,2
	N ₁₂₀ +PK	38,0	44,8	52,9	56,1	58,2	19,7
Lupus	Ø	40,2	42,9	45,1	41,4	35,3	8,1
	N ₆₀ +PK	44,9	50,7	51,2	49,2	47,0	13,6
	N ₁₂₀ +PK	47,7	52,8	54,3	55,9	45,6	19,1
Pannonikus	Ø	36,2	43,2	49,5	41,6	35,7	16,2
	N ₆₀ +PK	40,2	50,7	53,3	50,6	51,9	35,9
	N ₁₂₀ +PK	43,3	50,6	55,0	52,7	56,3	44,8
Mv Toldi	Ø	42,3	40,0	44,8	39,7	36,2	4,6
	N ₆₀ +PK	40,4	47,3	51,5	52,8	50,1	22,5
	N ₁₂₀ +PK	41,6	47,0	52,9	52,8	52,8	26,7
Genius	Ø	43,3	45,0	53,5	47,7	43,6	15,1
	N ₆₀ +PK	41,3	51,7	58,6	53,7	57,4	43,4
	N ₁₂₀ +PK	40,2	52,5	59,2	56,9	62,2	49,3
SzD _{5%} Fajta		5,1	3,5	3,1	4,1	6,6	7,5
SzD _{5%} Tápanyagszint		6,2	4,2	2,5	4,9	7,9	8,2
SzD _{5%} Kölcsönhatás		13,8	9,5	5,7	11,0	17,7	18,4

Miután a fajták elérték maximális SPAD értékeiket, csökkenés következett be. A SPAD értékekben bekövetkező csökkenés a kontroll parcellákon jelentősen nagyobb volt (33,3-40,2), mint a nagyobb tápanyagszinteken. A kontroll kezeléseknél a GK Öthalom teljes éréskor (BBCH 73) 17%-os, a Lupus 22%-os, viaszéréskor (BBCH 80) a GK Öthalom 78%-os, a Lupus 82%-os csökkenést mutatott. Az Mv Toldi fajtánál teljes éréskor (BBCH 73) csupán 19%-os csökkenés volt tapasztalható, de a viaszérésre (BBCH 80) már a klorofill tartalmának 90%-át elveszítette. A Pannonikus 67%-os, a Genius csupán 72%-os csökkenést mutatott a viaszéréskor (BBCH 80) a maximális SPAD értékekhez képest. A 2012. év májusában és júniusában lehullott nagyobb

menyiségű csapadék hatására a kijutatott, de a tavaszi szárazság miatt tökéletesen fel nem táródott műtrágya hasznosult, illetve a csapadék a növények tápanyag felvételét és transzportját is serkentette. Emiatt a tápanyagkezelések és a csapadék hatására az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten a Lupus kivételével (virágzáskor BBCH 65), a búza fajták maximális SPAD értékeit a teljes éréskor (BBCH 73) mértük. A viaszéréskor (BBCH 80) bekövetkező csökkenés mértéke fajtánként eltérő volt. A GK Öthalom a klorofill tartalmának 80%-át, a Lupus pedig 66%-át veszítette el. Az Mv Toldinál 50%-os csökkenés következett be a SPAD értékekben. Az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten a Pannonikus (20%) és a Genius (21%) fajtáknál jelentősen kisebb volt a klorofill tartalom csökkenése a szemtelítődési szakaszokban.

5.1.2. A levélterület index értékek alakulása

A levélterület index értékek a 2011. évben a klorofill tartalomhoz hasonló tendenciát mutattak (10. táblázat). A fenológiai fázisok előrehaladtával, illetve a tápanyagdózisok emelkedésével együtt nőtt a levélterület index értéke a virágzásig. A fajták eltérő nagyságú levélterület alakítottak ki. Míg GK Öthalom ($1,9-3,9 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$) és a Genius ($1,8-3,8 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$) kisebb levélterület maximumokat ért el, a Lupus közepes értéket ($1,9-4,2 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$), a Pannonikus ($2,0-4,9 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$) és az Mv Toldi ($2,0-4,8 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$) fajták nagyobb levélterület maximumot mutattak.

10. táblázat. A genotípus és a tápanyagellátás hatása
az őszi búzafajták levélterület index alakulására (m^2m^{-2})
(Debrecen, 2011)

Fajta	Tápanyagszint	BBCH 29	BBCH 32	BBCH 65	BBCH 73	BBCH 80
GK Öthalom	$\emptyset$	1,4	1,4	1,9	1,3	1,3
	$N_{60}+PK$	1,8	2,6	3,1	1,9	1,5
	$N_{120}+PK$	2,4	3,7	3,9	3,2	2,3
Lupus	$\emptyset$	0,9	1,3	1,9	1,5	1,3
	$N_{60}+PK$	1,6	2,4	3,5	2,4	2,2
	$N_{120}+PK$	1,8	3,9	4,2	3,8	3,6
Pannonikus	$\emptyset$	1,0	1,2	2,0	1,7	1,3
	$N_{60}+PK$	1,4	2,7	3,5	3,1	2,7
	$N_{120}+PK$	1,8	3,7	4,9	4,5	3,9
Mv Toldi	$\emptyset$	1,0	1,4	2,0	1,3	1,1
	$N_{60}+PK$	1,7	3,0	3,7	2,6	2,2
	$N_{120}+PK$	2,3	4,2	4,8	4,1	3,3
Genius	$\emptyset$	0,8	1,3	1,8	1,6	1,1
	$N_{60}+PK$	1,2	2,3	3,0	2,3	1,8
	$N_{120}+PK$	1,8	3,1	3,8	3,7	3,1
$SzD_{5\%}$ Fajta		0,3	0,5	0,6	0,8	0,7
$SzD_{5\%}$ Tápanyagszint		0,3	0,6	0,7	0,9	0,9
$SzD_{5\%}$ Kölcsönhatás		0,7	1,3	1,6	2,0	2,0

A kontroll kezelésekben a kezdeti, szárbainduláskori (BBCH 29) LAI értékek a maximumhoz képest a GK Öthalomnál 26%-kal, a Lupusnál 53%-kal, a Pannonikusnál és az Mv Toldi fajtánál 50%-kal, a Geniusnál pedig 56%-kal növekedtek. A tápanyagkezelés hatására az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten a GK Öthalom 38%-os, a Lupus 57%-os, a Pannonikus 63%-os, az Mv Toldi 52%-os, Genius pedig 53%-os növekedést ért el a levélterület nagyságában. A szemtelítődési szakaszban mind az öt vizsgált őszi búza fajta levélterülete csökkent. A nagyobb levélterület maximumot kialakító fajták a viaszerés kezdetén (BBCH 80) is jelentősen nagyobb levélterülettel rendelkeztek. A kontroll parcellákon bekövetkező csökkenés jelentősen nagyobb volt, mint az $N_{120}+PK$ tápanyagdózisnál, kivéve a GK Öthalom fajtát, a kontroll kezelésnél 32%-os, míg az $N_{120}+PK$ szinten 41%-os csökkenést mutatott. A Lupus kontroll kezelésnél 32%-os, míg a tápanyagkezelés hatására csupán 14%-os csökkenést mutatott. A Pannonikusnál kontroll kezelésben 35%-os, míg a maximális tápanyagdózisnál 20%-os volt a csökkenés mértéke. Az Mv Toldi fajtánál a kontrollban mért 45%-os csökkenés tápanyagkezelés hatására 31%-osra redukálódott. A tápanyagkezelés a Genius fajtánál váltotta ki a legnagyobb hatását, a kontroll kezelésben mért 39%-os csökkenést 18%-osra mérsékelte. A tápanyagkezelések hatására a vizsgált őszi búza genotípusok jelentősen nagyobb levélterületet tudtak kialakítani és ezt a levélterület nagyságot tovább és nagyobb mértékben voltak képesek megtartani.

A 2012. szárazabb évjárat hatására a tápanyagszintek közötti különbségek nem fejeződtek ki élesen (11. táblázat). 2012-ben a levélterület értékekben nagyobb mértékű növekedést a májusi időszakban tapasztaltunk. A fajták 2-3 nóduszos állapotban (BBCH 32), illetve virágzáskor (BBCH 65) érték el a levélterületük maximumát. A fajták maximumai az előző évhez képest kisebb mértékben tértek el egymástól, mindössze az Mv Toldi ($2,7-4,0 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$) és a Pannonikus ($2,4-3,9 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$) ért el nagyobb levélterületet. A kezdeti, azaz a bokrosodás végén (BBCH 22) mért levélterület értékek között sem a fajták, sem pedig a tápanyagszintek között nem volt jelentős, szignifikáns különbség. A maximumhoz képest a GK Öthalom 85%-os növekedést mutatott mind a kontroll, mind pedig az $N_{120}+PK$ tápanyagdózis hatására. A másik vizsgált négy őszi búza fajtánál 89-93% közötti növekedés mutatkozott a levélterületben, de a tápanyagkezelésnek nem volt jelentősebb hatása a levélterület értékek növekedésére, a gyengébb műtrágya feltáródás miatt. A maximális levélterület kialakulása után az előző évhez képest kisebb mértékű csökkenés következett be, de a tápanyagkezelés csak kis mértékben redukálta a csökkenés mértékét.

11. táblázat. A genotípus és a tápanyagellátás hatása
az őszi búzafajták levélterület index alakulására (m^2m^{-2})
(Debrecen, 2012)

Fajta	Tápanyagszint	BBCH 22	BBCH 29	BBCH 32	BBCH 65	BBCH 73	BBCH 80
GK Öthalom	$\emptyset$	0,3	0,6	1,9	2,0	1,8	1,5
	$N_{60}+PK$	0,4	1,0	2,9	2,8	2,5	2,1
	$N_{120}+PK$	0,4	1,1	2,4	2,7	2,7	2,1
Lupus	$\emptyset$	0,2	0,6	1,9	2,2	1,9	1,5
	$N_{60}+PK$	0,3	1,0	3,3	3,4	2,9	2,5
	$N_{120}+PK$	0,3	1,3	3,3	3,5	3,1	2,4
Pannonikus	$\emptyset$	0,2	0,6	1,6	2,4	2,3	1,9
	$N_{60}+PK$	0,3	1,0	3,1	3,6	3,8	3,4
	$N_{120}+PK$	0,3	1,3	2,9	3,9	3,9	3,1
Mv Toldi	$\emptyset$	0,3	0,8	2,3	2,7	2,6	1,9
	$N_{60}+PK$	0,3	1,3	3,5	3,4	3,4	2,6
	$N_{120}+PK$	0,3	1,6	3,5	4,0	3,5	2,8
Genius	$\emptyset$	0,2	0,6	2,0	2,4	2,2	1,8
	$N_{60}+PK$	0,3	1,0	3,1	3,4	3,6	3,0
	$N_{120}+PK$	0,3	1,1	3,1	3,7	3,6	3,0
SzD_{5%} Fajta		0,1	0,2	1,1	0,6	0,6	0,3
SzD_{5%} Tápanyagszint		0,1	0,2	1,4	0,7	0,7	0,4
SzD_{5%} Kölcsönhatás		0,1	0,5	3,0	1,6	1,3	0,9

A GK Öthalom fajtánál a csökkenés 25-22%-os, a Lupusnál 32-31%-os, a Pannonikus fajtánál 21%, az Mv Toldinál 30%-os volt. A tápanyagkezelés legkifejezettebb hatása ismét a Genius fajtánál volt megfigyelhető a kontroll kezelésben tapasztalt 25%-os csökkenést, a tápanyagkezelés 19%-osra redukálta.

5.1.3. A levélterület tartóssága

A levélterület tartam értéke alapján megállapítható, hogy a 2011. évben a tápanyagkezelés jelentős befolyásoló hatással bírt az értékekre (12. táblázat). A kontroll kezelésben a fajták levélterület tartam értékei között nem volt minden esetben szignifikáns különbség. Az értékek $42,2 m^2m^{-2}nap$ (GK Öthalom) és $49,9 m^2m^{-2}nap$ (Pannonikus) között változtak.

12. táblázat. A genotípus és a tápanyagellátás hatása az őszi búzafajták
levélterület tartam értékei alakulására ($m^2m^{-2}nap$)
(Debrecen, 2011-2012)

	2011			2012		
	$\emptyset$	$N_{60}+PK$	$N_{120}+PK$	$\emptyset$	$N_{60}+PK$	$N_{120}+PK$
GK Öthalom	42,2	65,8	94,0	51,8	72,7	74,3
Lupus	46,5	77,8	110,2	55,6	85,8	88,2
Pannonikus	49,9	90,1	128,3	64,4	106,3	107,3
Mv Toldi	43,4	83,8	120,3	72,3	93,3	101,2
Genius	45,6	71,1	103,2	63,6	98,5	101,9
SzD_{5%} Fajta	15,8			12,1		
SzD_{5%} Tápanyagszint	19,0			14,5		
SzD_{5%} Kölcsönhatás	42,5			32,5		

Minden vizsgált fajtánál szignifikáns növekedés volt tapasztalható a levélterület értékekben. A GK Öthalom az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten $94,0 \text{ m}^2\text{m}^{-2}\text{nap}$ levélterület tartam értékeket mutatott, ez 55%-os növekedésnek felelt meg a kontroll kezelés értékeihez képest. A Geniusnak 56%-kal növekedett a levélterület tartam értéke ($45,6-103,2 \text{ m}^2\text{m}^{-2}\text{nap}$). A Lupus fajtánál 58%-kal növelte meg a levélterület tartamot a műtrágyázás ($46,5-110,2 \text{ m}^2\text{m}^{-2}\text{nap}$). A legnagyobb növekedést a levélterület tartam értékekben, az Mv Toldi fajtánál (64%-os növekedés, $43,4-120,3 \text{ m}^2\text{m}^{-2}\text{nap}$) és a Pannonikus fajtánál (61%-os növekedés, $43,4-120,3 \text{ m}^2\text{m}^{-2}\text{nap}$) tapasztaltuk.

A 2012. tenyészévben a fajták kontroll kezeléseknél nagyobb levélterület tartam értékekkel rendelkeztek, mint a 2011. évben ($51,8-64,4 \text{ m}^2\text{m}^{-2}\text{nap}$) (39. táblázat). A tápanyagkezelések bár szignifikáns növekedést idéztek elő a fajták levélterület tartam értékeiben, de a maximális levélterület tartamuk ($74,3-107,3 \text{ m}^2\text{m}^{-2}\text{nap}$) elmaradt a 2011. évben elért eredményeiktől. A legkisebb levélterület tartammal a GK Öthalom rendelkezett ($51,8-74,3 \text{ m}^2\text{m}^{-2}\text{nap}$), az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten csupán 30%-os volt a növekedés a levélterület tartam értékekben. A Lupus fajta szintén kis levélterület tartam értékekkel rendelkezett ($55,6-88,2 \text{ m}^2\text{m}^{-2}\text{nap}$), de az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten 37%-kal nőtt a levélterület tartam értéke. Az Mv Toldi közepes nagyságú a levélterület tartammal rendelkezett ($72,3-101,2 \text{ m}^2\text{m}^{-2}\text{nap}$), csupán 29%-os növekedés következett be a tápanyagdózisok növelésének hatására. A legnagyobb levélterület tartam a Pannonikus ($64,4-107,3 \text{ m}^2\text{m}^{-2}\text{nap}$) és Genius ($63,6-101,9 \text{ m}^2\text{m}^{-2}\text{nap}$) fajtáknál volt tapasztalható, a Genius 38%-os, a Pannonikus 40%-os növekedést ért el a tápanyagkezelések hatására.

Két adatsor összefüggésének szorosságát leggyakrabban a Pearson-féle korrelációanalízissel határozhatjuk meg, amelynél korrelációs együttható értéke -1 és $+1$ közötti érték. Abban az esetben, ahol az érték 0-hoz közeli az a kapcsolat hiányára utal, a -1 -hez és $+1$ -hez közeli érték szoros összefüggést jelent. A korrelációs együttható értéke 0,1-0,3 között gyenge, 0,3-0,5 között közepes, a 0,5-0,7 között szoros, a 0,7-1,0 között különösen szoros kapcsolatot feltételez. Pearson-féle korrelációanalízissel vizsgálva a fiziológiai tulajdonságok és a tápanyag ellátottság közötti összefüggéseket megállapítható (13. táblázat), a tápanyagellátás és a SPAD értékek között a szárbaindulástól a virágzásig (BBCH 29-65) szoros pozitív szignifikáns kapcsolat volt (0,572-0,627). Az érési fenofázisokban (BBCH 73-80) csupán közepesen szoros szignifikáns volt a kapcsolat (0,358-0,431). A kapott eredmények alapján a tápanyag ellátottság jelentős mértékben meghatározta, hogy az őszi búza milyen

mértékű klorofill tartalmat alakít ki, illetve a tápanyagdózisok növekedése maga után vonta a klorofill tartalom növekedését is, hasonlóan *RuiJuan et al. (2008)*, *ChunRong et al. (2007)* és *Ziadi et al. (2010)* eredményeihez.

13. táblázat. A tápanyagellátás és a fiziológiai tulajdonságok összefüggés vizsgálata

Pearson-féle korrelációanalízissel

(Debrecen, 2010-2012)

	SPAD					LAI					LAD
	BBCH 29	BBCH 32	BBCH 65	BBCH 73	BBCH 80	BBCH 29	BBCH 32	BBCH 65	BBCH 73	BBCH 80	
Tápanyag-kezelés	0,572**	0,563**	0,627**	0,358**	0,431**	0,654**	0,646**	0,734**	0,740**	0,688**	0,778**

** szignifikáns $P=0,01$ szinten, * szignifikáns $P=0,05$ szinten

Az érési fenofázisokban a kapcsolat szorosságának csökkenése a klorofill tartalomban bekövetkezett csökkenésből eredt, de a tápanyagkezelés még akkor is jelentős mértékben befolyásolta azt, hogy a klorofill tartalmukat a fajták milyen mértékben voltak képesek megőrizni. A levélterület index értékek a tápanyagellátással szárbaindulástól 2-3 nóduszos állapotig (BBCH 29-32) szoros szignifikáns kapcsolatban (0,654-0,646) álltak, a virágzáskor (BBCH 65) és teljes éréskor mért LAI értékekkel igen szoros kapcsolatban (0,734-0,740) volt. A viaszéréskori LAI értékekkel szoros szignifikáns kapcsolatban (0,688) volt a tápanyagkezelés. Eredményeink alapján megállapíthatjuk, hasonlóan több szerzőhöz (*Sugár és Berzsenyi 2010*, *Fois et al. 2009*, *Sabo 2002*) azt, hogy a tápanyagkezelések befolyásolták, hogy az őszi búza fajták milyen nagyságú levélterületet alakítanak ki, valamint a tápanyagdózisok növekedése maga után vonta a levélterület nagyságának a növekedését. A levélterület tartam igen szoros volt a kapcsolat a tápanyag ellátottsággal (0,778). Ennek értelmében a tápanyagellátás jelentős mértékben meghatározta azt, hogy az őszi búzák milyen mértékben és meddig képesek megtartani a kialakított levélterületük nagyságát.

5.2. Az évjárat, a tápanyagellátás és a genotípus hatása az őszi búza termésmennyiségre

Az őszi búza által realizálható maximális termés felső határa genetikailag kódolt tulajdonság. A szántóföldi termesztésben elért maximumok nagyságát több tényező együttesen befolyásolja. A szántóföldi körülmények között maximálisan elért termésmennyiséget számos biotikus (genotípus, betegségek, kártevők stb.) és abiotikus (talaj, évjárat stb.), illetve agrotechnikai (vetésváltás, tápanyag ellátottság, növényvédelem stb.) tényező együttes hatása alakítja ki. Az őszi búza kitűnő tápanyag-reakcióval rendelkező növény, mely a megfelelő tápanyag ellátásra pozitívan reagál. Az

eltérő genotípusú őszi búza fajták a tápanyagkezelésekre eltérő módon reagálnak. Az időjárási tényezők hatása függ attól, hogy az időjárási hatások milyen intenzitással, időtartamban és mely fenofázisban érik az állományt, a kritikus fenofázisokban, mint csirázás, szárbaindulás, kalászosítás előtti időszak, virágzás az időjárási elemek hatása súlyozottan jelenik meg. Mivel az őszi búza ténylegesen realizált termésmennyisége komplex hatások eredményeként alakul ki, a tényezők hatásának értékelése bonyolult feladat. Vizsgálataink során az volt a célunk, hogy a genotípus, a tápanyagellátás és az évjárat termésmennyiségre kifejtett befolyásoló hatását külön-külön és együttesen vizsgáljuk.

5.2.1. A 2009/2010. tenyészév terméseredményeinek értékelése

A 2009/2010. tenyészév a nagy mennyiségű csapadékellátottság miatt szélsőségesnek tekinthető, mivel március hónap kivételével a sokéves átlagot meghaladó csapadék hullott. A tavaszi, illetve nyár elején lehulló nagy mennyiségű csapadék következtében az állományokban gombás eredetű levél- és kalászbetegségek léptek fel, illetve az állományokban nagymértékű megdőlés következett be, ami jelentős termésdepresszióhoz vezetett. A termésmennyiségek alacsony értékek között változtak (14. táblázat). A kontroll, kezeletlen parcellákon a legkisebb termésmennyiséget a GK Öthalom, illetve a Lupus fajtáknál tapasztaltuk, míg a Pannonikus (3850 kg ha^{-1}) és az Mv Toldi (3812 kg ha^{-1}) fajtánál jó termésmennyiséget mértünk. Legnagyobb termékkel a kontroll kezelésben a Genius (4275 kg ha^{-1}) fajta rendelkezett. A termésmaximumokat a kisebb tápanyagszinteken mértük. A GK Öthalom (5175 kg ha^{-1}), a Lupus (5675 kg ha^{-1}), valamint az Mv Toldi (5196 kg ha^{-1}) fajtáknál az optimális tápanyagszint az $N_{60}+PK$ volt. A Pannonikus (5271 kg ha^{-1}) és a Genius (5986 kg ha^{-1}) fajtáknál az $N_{30}+PK$ tápanyagdózis volt az optimális a 2010. tenyészévben. Az optimális $N_{60}+PK$ tápanyagszinten a GK Öthalom 2189 kg ha^{-1} -os, a Lupus fajta pedig 2565 kg ha^{-1} termésmenyekekedést mutatott, ez 73% és 82% terméstöbbletet jelentett. Az Mv Toldi fajtánál az optimális tápanyagszinten ($N_{60}+PK$) 1384 kg ha^{-1} terméstöbbletet mértünk, amely 36%-os növekedést jelentett. A Pannonikus és a Genius fajták bár relatíve nagy termést realizáltak a kontroll parcellákon, addig az optimális $N_{30}+PK$ tápanyagszinten a Pannonikus 1421 kg ha^{-1} , a Genius 1711 kg ha^{-1} termésmennyiségbeli növekedést mutattak, amely csupán 37%, illetve 30%-os terméstöbbletnak felelt meg a kontrollhoz képest.

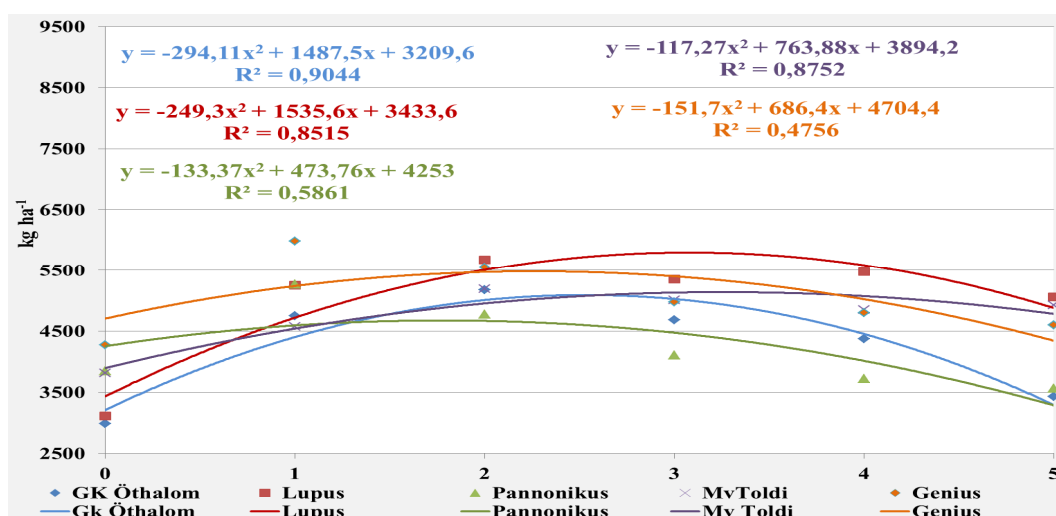
14. táblázat. A műtrágyázás hatása az őszi búzafajták termésére (kg ha⁻¹)

(Debrecen, 2010)

Fajta	GK Öthalom			Lupus			Pannonikus			Mv Toldi			Genius			Átlag
Tápanyagszint	Termés kg ha ⁻¹	Kontrollhoz viszonyított terméskülönbség		Termés kg ha ⁻¹	Kontrollhoz viszonyított terméskülönbség		Termés kg ha ⁻¹	Kontrollhoz viszonyított terméskülönbség		Termés kg ha ⁻¹	Kontrollhoz viszonyított terméskülönbség		Termés kg ha ⁻¹	Kontrollhoz viszonyított terméskülönbség		
		kg ha ⁻²	%		kg ha ⁻²	%		kg ha ⁻²	%		kg ha ⁻²	%		kg ha ⁻²	%	
Kontroll	2986	0	100	3110	0	100	3850	0	100	3812	0	100	4275	0	100	3607
N ₃₀ +PK	4750	1764	159	5250	2140	169	5271	1421	137	4576	764	120	5986	1711	140	5167
N ₆₀ +PK	5175	2189	173	5675	2565	182	4779	929	124	5196	1384	136	5550	1275	130	5275
N ₉₀ +PK	4680	1694	157	5350	2240	172	4103	253	107	5013	1201	132	4972	697	116	4824
N ₁₂₀ +PK	4375	1389	147	5476	2366	176	3725	-125	97	4850	1038	127	4796	521	112	4644
N ₁₅₀ +PK	3429	443	115	5063	1953	163	3561	-289	92	4927	1115	129	4600	325	108	4316
Átlag	4233	-		4987	-		4215	-		4729	-		5030	-		
SzD _{5%} Fajta	177															
SzD _{5%} Tápanyagszint	179															
SzD _{5%} Kölcsönhatás	401															

A legnagyobb termésdepresszió a Pannonikus fajtánál volt tapasztalható, amelynél a legnagyobb tápanyagszinten ($N_{150}+PK$) 8%-kal csökkent a termésmennyisége a kontroll terméshez képest (-289 kg ha^{-1}). A Genius fajta is jelentős terméscsökkenés mutatott az $N_{150}+PK$ tápanyagdózisnál, csupán 8%-kal haladta meg termésmennyisége a kontroll parcellák eredményeit. Az Mv Toldi fajtánál a termésdepresszió a $N_{90-120}+PK$ tápanyagdózisoknál közepes volt, a legnagyobb ($N_{150}+PK$) tápanyagszinten csupán 29%-kal (1115 kg ha^{-1}) nagyobb termésátlagokat realizált a kontrollhoz képest. A GK Öthalom az $N_{90-120}+PK$ tápanyagdózisoknál 57-45%-kal nagyobb termésátlagokat mutatott kezeletlen kontroll terméshez képest. A Lupus fajta mutatta a legjobb tápanyag-reakciót az $N_{150}+PK$ tápanyagszinten 63%-kal, 1953 kg ha^{-1} -os terméstöbbslettel rendelkezett.

A fajták tápanyag-reakcióját és az agroökológiailag optimális NPK tápanyagdózisát vizsgálva regresszióanalízissel megállapítható (6. ábra), hogy a 2010. tenyészévben a fajták közül a Lupus mutatta a legjobb tápanyag-reakciót a trendfüggvény, illetve annak lefutása alapján, valamint a Genius és az Mv Toldi szintén jó tápanyag-reakciót mutatott.

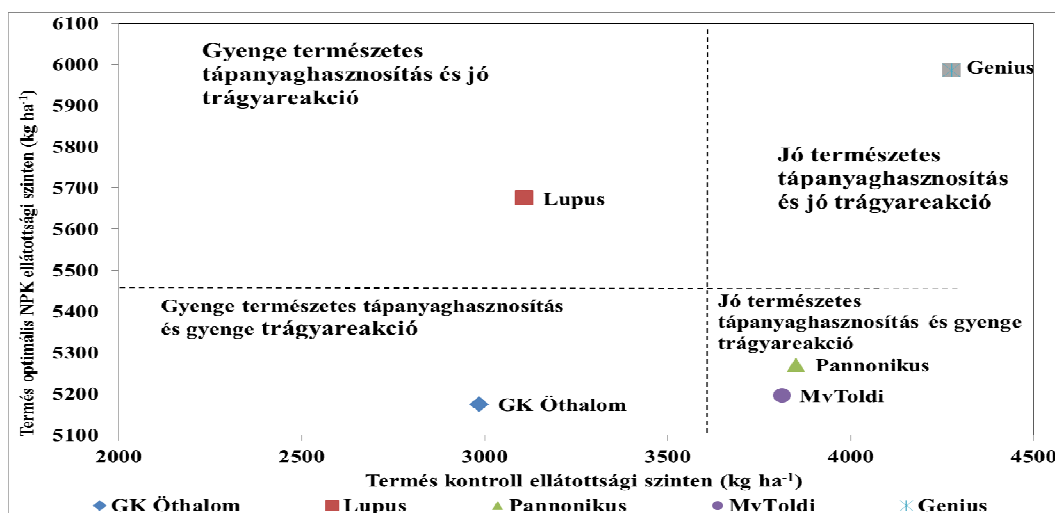


6. ábra. Az őszi búzafajták tápanyag-reakciójának vizsgálata regresszióanalízissel
(Debrecen, 2010)

A trendfüggvény illeszkedése alapján a GK Öthalom ($r^2=0,9044$), a Lupus ($r^2=0,8515$), valamint az Mv Toldi ($r^2=0,8752$) szoros összefüggést mutattak a termés nagysága, valamint a kijutott műtrágyadózisok között.

A műtrágya optimum intervallumát úgy határoztuk meg, hogy az alsó határértékét a termésmaximum – az $SzD_{5\%}$ -os érték termésmennyiségéhez tartozó műtrágyadózis jelentette, a felső határértékét pedig a függvény termésmaximumához tartozó műtrágyaadag jelentette. Az optimális műtrágyadózisok fajtánként eltérőek voltak. A legmagasabb műtrágya optimummal adott kísérletben és évben, az Mv Toldi rendelkezett N 33-69, P_2O_5 14-52, K_2O 16-61, szintén magas volt a műtrágya optima a Lupus fajtának N 39-63, P_2O_5 20-47, K_2O 24-56, míg a legalacsonyabb műtrágya optimumot a Pannonikus fajtánál tapasztaltuk N 3-24, P_2O_5 2-18, K_2O 3-21.

A fajták természetes tápanyag hasznosító képességét és műtrágya hasznosítását együttesen vizsgálva megállapítható, hogy a 2010. évben a csapadékos évjáratban a fajták a 7. ábra szerinti tápanyag-reakciót mutatták.



7. ábra. A vizsgált őszi búza genotípusok tápanyag-reakciójának típusai
(Debrecen, 2010)

Az extrém csapadékos évjárat hatására a kontroll és az optimális tápanyagszinten mutatott termésmaximumok mind az öt vizsgált fajtánál alacsonyan mozogtak. A GK Öthalom gyenge természetes tápanyag hasznosítást és gyenge tápanyag-reakciót mutatott az optimális ellátottság mellett is. A Lupus fajta gyenge természetes tápanyag-reakciót, viszont jó trágyareakciót adott az optimális tápanyagszinten, tehát a nagyobb csapadék hatására feltáródó tápanyagot jól tudta hasznosítani. A Pannonikus és Mv Toldi fajták kitűnő természetes tápanyag hasznosítást mutattak, viszont kevésbé jó volt a tápanyag-reakciójuk a műtrágyázás hatására. A legjobb eredményt a Genius fajtánál kaptuk, amely mind a kezeletlen kontroll, mind az optimális tápanyagszinten az extrém évjáratban is kiemelkedő terméseredményt adott.

A 2010. tenyészévben vizsgáltuk a fajták tápanyag-reakcióját az 1 kg kijuttatott NPK hatóanyagra jutó termésnövekedés szempontjából (15. táblázat). Az eredményeink alapján megállapítható, hogy mind az öt vizsgált fajta a legnagyobb termésnövekményt az $N_{30}+PK$ tápanyagszinten érte el. A legnagyobb termésnövekmény az $N_{30}+PK$ tápanyagszinten a Lupus ($27,1 \text{ kg kg}^{-1}$), illetve a GK Öthalom ($22,3 \text{ kg kg}^{-1}$) és a Genius ($21,7 \text{ kg kg}^{-1}$) fajtáknál tapasztaltuk, a legkisebb termésnövekedést pedig az Mv Toldi ($9,7 \text{ kg kg}^{-1}$) fajtánál. Az 1 kg kijuttatott NPK-ra jutó terméstöbblet nagysága az $N_{60}+PK$ tápanyagszinten a GK Öthalom ($13,9 \text{ kg kg}^{-1}$) valamint a Lupus ($16,2 \text{ kg kg}^{-1}$) fajtáknál nagyobb volt. Az Mv Toldi ($8,8 \text{ kg kg}^{-1}$) és a Genius ($8,1 \text{ kg kg}^{-1}$) fajtáknál közepes volt, a Pannonikus csupán $5,9 \text{ kg kg}^{-1}$ -os terméstöbblet növekedést ért el.

15. táblázat. 1 kg NPK hatóanyagra jutó termésnövekedés a kontrollterméshez képest
(Debrecen, 2010)

Fajta	$N_{30}+PK$	$N_{60}+PK$	$N_{90}+PK$	$N_{120}+PK$	$N_{150}+PK$
GK Öthalom	22,3	13,9	7,1	4,4	1,1
Lupus	27,1	16,2	9,5	7,5	4,9
Pannonikus	18,0	5,9	1,1	-0,4	-0,7
Mv Toldi	9,7	8,8	5,1	3,3	2,8
Genius	21,7	8,1	2,9	1,6	0,8

A tápanyagdózisok további növelésével az 1 kg NPK-ra jutó terméstöbblet jelentősen csökkent. Az $N_{90}+PK$ tápanyagszinten a fajták jelentősen kisebb termésnövekményt értek el, a GK Öthalom ($7,1 \text{ kg kg}^{-1}$), Lupus ($9,5 \text{ kg kg}^{-1}$) és Mv Toldi ($5,1 \text{ kg kg}^{-1}$) nagyobb termésnövekedést mutattak, míg a Genius ($2,9 \text{ kg kg}^{-1}$) és Pannonikus ($1,1 \text{ kg kg}^{-1}$) fajtáknál jelentősen csökkent az 1 kg NPK hatóanyagra jutó termésnövekmény nagysága. Az $N_{120}+PK$ tápanyagdózisnál a fajták közül a Lupus ($7,5 \text{ kg kg}^{-1}$) adta a legnagyobb termésnövekményt, relatíve nagyobb termésnövekményt ért el a GK Öthalom ($4,4 \text{ kg kg}^{-1}$) és Mv Toldi ($3,3 \text{ kg kg}^{-1}$) fajta. Genius csupán $1,6 \text{ kg kg}^{-1}$ növekedést adott, míg a Pannonikus fajtánál a nagymértékű termésdepresszió következtében a tápanyagkezelések hatására már nem mutatott termésnövekedést ($-0,4 \text{ kg kg}^{-1}$). A legnagyobb $N_{150}+PK$ tápanyagszinten a GK Öthalom és Genius fajtáknál csupán 1 kg kg^{-1} volt a terméstöbblet értéke, míg az Mv Toldi $2,8 \text{ kg kg}^{-1}$, a Lupus $4,9 \text{ kg kg}^{-1}$ terméstöbbletet mutatott. A Pannonikus fajtánál tapasztaltuk a legnagyobb termésdepressziót ($-0,7 \text{ kg kg}^{-1}$).

A csapadék mennyisége és eloszlása jelentősen befolyásolja az őszi búza vegetatív és generatív fejlődését. Az általunk vizsgált három tenyészév eltérő csapadék ellátottságú és csapadék eloszlású volt, emiatt vizsgáltuk a termésképzés szempontjából

az 1 mm csapadékra jutó termés nagyságát a kontroll és az optimális tápanyagszinteken (16. táblázat). 2009/2010. tenyészévben a nagy mennyiségű csapadék és az ezzel összefüggő kedvezőtlen hatás miatt a termésszintek alacsonyak voltak. Ennek következtében az 1 mm csapadékra jutó termés nagysága mérsékelt volt. A kontroll parcellákon 4,74-6,78 kg mm⁻¹ között alakult ez az érték. A legkisebb 1 mm-re jutó termést a GK Öthalom (4,74 kg mm⁻¹) és a Lupus (4,93 kg mm⁻¹) fajta adta, míg a Genius (6,78 kg mm⁻¹) és Pannonikus (6,11 kg mm⁻¹) fajták mutatták a relatíve legjobb vízhasznosítást.

16. táblázat. 1 mm csapadékra jutó termés a kontroll és az optimális tápanyag ellátottsági szinteken őszi búza trágyázási kísérletben

(Debrecen, 2010)

Tápanyagszint	GK Öthalom	Lupus	Pannonikus	Mv Toldi	Genius
<i>Kontroll</i>	4,74	4,93	6,11	6,05	6,78
<i>NPK Optimum</i>	8,21	9,00	8,36	8,24	9,49

Az optimális tápanyagszinteken a tápanyagkezelések hatására ez az érték növekedett, de az 1 mm csapadékra jutó terméstöbblet értékek, 8,21 kg mm⁻¹ (GK Öthalom) és 9,49 kg mm⁻¹ (Genius) között változtak, mindössze harmadával haladták meg a kontroll parcellák eredményeit.

5.2.2. A 2010/2011. tenyészév terméseredményeinek értékelése

A 2010/2011. tenyészév meteorológiai feltételei átlagosnak tekinthetők az őszi búza termesztés szempontjából. Az év folyamán a szárazabb tavaszi periódusokat, az előző évi csapadékos időjárásból a csernozjom talaj jó vízraktározó képességének köszönhetően a talajban tárolt vízkészlet kompenzálni tudta. Ugyanakkor a nyár eleji száraz időjárás kedvezőtlen volt.

A 2011. évben az általunk vizsgált őszi búza fajták jelentősen nagyobb termésátlagokat értek el az előző évhez képest (17. táblázat). A termésmennyiségek a kontroll kezeletlen parcellákon 3019 kg ha⁻¹ (GK Öthalom) és 4719 kg ha⁻¹ (Pannonikus) között változtak. A kontroll parcellákon a Pannonikus fajta mellett szintén jó eredményt adott a Genius fajta (4019 kg ha⁻¹). A Lupus (3102 kg ha⁻¹), illetve Mv Toldi (3316 kg ha⁻¹) fajták kisebb termésátlagokat realizáltak. Az N₃₀+PK tápanyagszinten a kontroll kezeléshez képest a GK Öthalom fajtánál tapasztaltuk a legnagyobb növekedést a termésmennyiségében (55%), az Mv Toldi (37%) és Genius (35%) szintén nagyobb növekedést mutatott, a Pannonikus (26%) és Lupus (23%) fajták kisebb mértékű növekedést voltak képesek elérni.

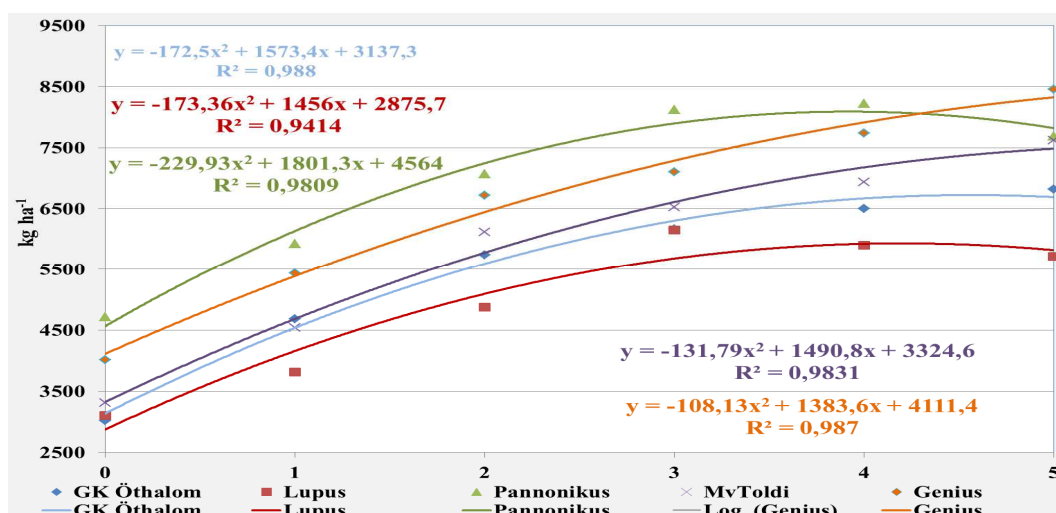
17. táblázat. A műtrágyázás hatása az őszi búzafajták termésére (kg ha⁻¹)

(Debrecen, 2011)

Fajta	GK Öthalom			Lupus			Pannonikus			Mv Toldi			Genius			Átlag
Tápanyagszint	Termés kg ha ⁻¹	Kontrollhoz viszonyított terméskülönbség		Termés kg ha ⁻¹	Kontrollhoz viszonyított terméskülönbség		Termés kg ha ⁻¹	Kontrollhoz viszonyított terméskülönbség		Termés kg ha ⁻¹	Kontrollhoz viszonyított terméskülönbség		Termés kg ha ⁻¹	Kontrollhoz viszonyított terméskülönbség		
		kg ha ⁻²	%		kg ha ⁻²	%		kg ha ⁻²	%		kg ha ⁻²	%		kg ha ⁻²	%	
<i>Kontroll</i>	3019	0	100	3102	0	100	4719	0	100	3316	0	100	4019	0	100	3635
<i>N₃₀+PK</i>	4682	1663	155	3814	712	123	5927	1208	126	4542	1226	137	5436	1417	135	4880
<i>N₆₀+PK</i>	5745	2726	190	4873	1771	157	7072	2353	150	6119	2803	185	6717	2698	167	6105
<i>N₉₀+PK</i>	6172	3153	204	6150	3048	198	8123	3404	172	6526	3210	197	7105	3086	177	6815
<i>N₁₂₀+PK</i>	6500	3481	215	5902	2800	190	8224	3505	174	6938	3622	209	7736	3717	192	7060
<i>N₁₅₀+PK</i>	6819	3800	226	5718	2616	184	7692	2973	163	7620	4304	230	8462	4443	211	7262
<i>Átlag</i>	5490	-		4927	-		6960	-		5844	-		6579	-		
<i>SzD_{5%} Fajta</i>	250															
<i>SzD_{5%} Tápanyagszint</i>	230															
<i>SzD_{5%} Kölcsönhatás</i>	514															

Az N₆₀+PK tápanyagszinten a fajták a jelentősen nagyobb termésnagyságot mutatattak, a tápanyagdózis hatására a GK Öthalom 90%-os, az Mv Toldi 85%-os növekedést ért el. A Genius (67%), Pannonikus (50%) és Lupus (57%) termésnövekedése kisebb volt, mint az előbbi két fajtáé, de a tápanyagdózis megduplázásának hatására a terméstöbblet nagysága szintén a kétszeresére növekedett. Az átlagos időjárású 2011. évben a fajták a nagyobb tápanyagszinteken (N₉₀₋₁₅₀+PK) érték el a maximális termésüket, valamint a tápanyagdózisok növelésével azonos tendenciában nőtt a termés nagysága is. A legkisebb termésmaximumot (6150 kg ha⁻¹) a Lupus fajtánál kaptuk az N₉₀+PK tápanyagszinten, amely 3048 kg ha⁻¹ terméstöbbletet jelentett a kontroll terméshez képest, ez 98%-os terméstöbbletnak felelt meg. A GK Öthalom szintén alacsony termésmaximumot realizált, (6819 kg ha⁻¹) és 3800 kg ha⁻¹ terméstöbblet volt a kontrollhoz viszonyítva, amely 126% terméstöbbletet jelentett. Az Mv Toldi 7620 kg ha⁻¹ termésmaximumot ért el, termése 4304 kg ha⁻¹-al növekedett a kezeletlen kontroll parcella eredményeihez képest az optimális tápanyagszinten, ez 130%-os terméstöbbletnak felelt meg. A legnagyobb termésmaximumokat a Pannonikus (8224 kg ha⁻¹) az N₁₂₀+PK tápanyagszinten, illetve a Genius (8462 kg ha⁻¹) fajtánál tapasztaltuk az optimális tápanyagdózisnál az N₁₅₀+PK tápanyagszinten. A Genius 4443 kg ha⁻¹, a Pannonikus 3505 kg ha⁻¹ terméstöbbletet ért el, bár e két fajta mutatta a legjobb reakciót, mégis a nagy kontroll termésükhöz képest ez 74-111% relatív termésnövekedés jelentett.

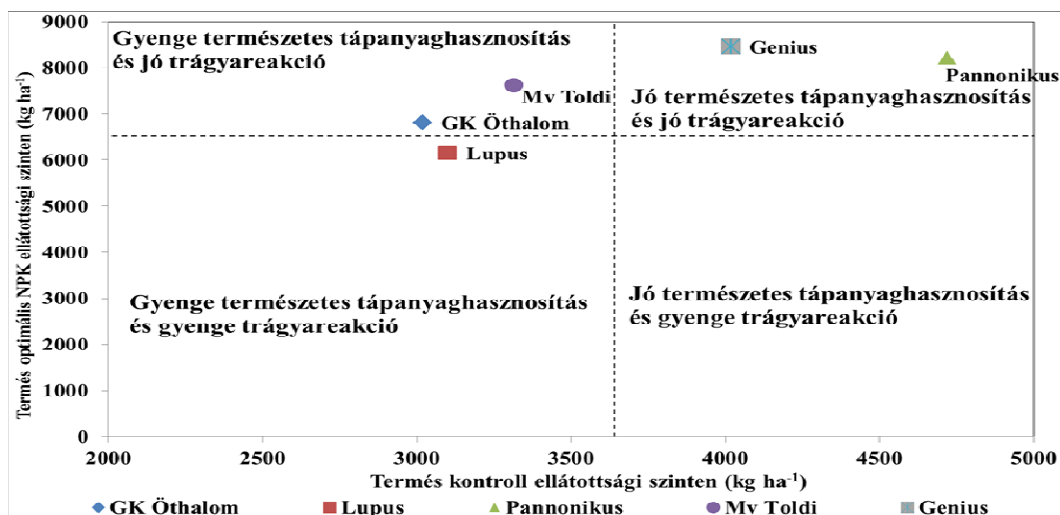
A 2011. tenyészévben a fajták tápanyag-reakcióját regresszióanalízissel vizsgáltuk (8. ábra).



8. ábra. Az őszi búzafajták tápanyag-reakciójának vizsgálata regresszióanalízissel (Debrecen, 2011)

A kijutatott tápanyagdózisok és a termésátlagok között szoros összefüggést állapítottunk meg ($R^2=0,941-0,988$) mind az általunk vizsgált öt fajtánál. A Genius, valamint a Pannonikus fajták a legnagyobb termésmennyiséget érték el a kontroll kezelésben a másik három vizsgált fajtához képest, amely jó természetes tápanyag hasznosításra utal. A tápanyagszintek növelésével pedig jelentősen nagyobb termésnövekedést értek el a többi fajtához képest. A legjobb tápanyag-reakcióval a Pannonikus fajta rendelkezett. A Pannonikus fajtánál a tápanyagoptimum az adott kísérletben és évben N 54-87, P_2O_5 29-65, K_2O 34-65 között mozgott, amelyhez nagy termésmaximum társult, ezzel szemben a Genius fajtának jelentősen nagyobb volt a tápanyagoptimuma (N 117-150, P_2O_5 113-74, K_2O 113-87). A leggyengébb tápanyag-reakciót a Lupus fajtánál tapasztaltuk, a legkisebb kontroll termés mellett, a legkisebb termésmaximumot érte el, melyhez nagyobb tápanyagoptimumra volt szüksége, mint a Pannonikus fajtának (N 66-96, P_2O_5 38-72, K_2O 45-72). A GK Öthalom és Mv Toldi fajták közepes tápanyag-reakciót mutattak, a tápanyagoptimum a GK Öthalom fajtánál N 72-108, P_2O_5 43-81, K_2O 50-95, az Mv Toldi fajtánál N 102-141, P_2O_5 65-106, K_2O 77-106 között változott.

A 2011. évben, az őszi búza termesztés szempontjából átlagos évjáratban a fajták a következő trágyareakciókat (9. ábra) mutatták.



9. ábra. A vizsgált őszi búza genotípusok tápanyag-reakciójának típusai

(Debrecen, 2011)

A Lupus fajta gyenge természetes tápanyag hasznosítást és gyenge trágyareakciót adott. A GK Öthalom és Mv Toldi fajták az átlagos évjáratban gyenge természetes tápanyag hasznosítást adtak, ezzel szemben jó volt a trágyareakciójuk a

nagyobb tápanyagkezeléseken. A 2011. év a Genius és Pannonikus fajták számára volt a legkedvezőbb, mind a két fajta kitűnő természetes, illetve az optimális tápanyagszinten is kiváló tápanyag-reakciót mutatott.

Az 1 kg kijuttatott NPK-ra jutó termés növekmények alapján megállapítható, hogy a legnagyobb termésnövekedést az $N_{30-60}+PK$ tápanyagszinten érték el a fajták (18. táblázat). A maximumot a GK Öthalomnál mértük, $21,3-17,3 \text{ kg kg}^{-1}$, illetve a Genius $17,9-17,1 \text{ kg kg}^{-1}$ és az Mv Toldi $15,5-17,7 \text{ kg kg}^{-1}$ fajtáknál. A legkisebb fajlagos terméstebblettel a Lupus fajta rendelkezett, melynél a maximális érték $12,9 \text{ kg kg}^{-1}$ volt az $N_{90}+PK$ tápanyagszinten.

18. táblázat. 1 kg NPK hatóanyagra jutó termésnövekedés a kontrollterméshez képest
(Debrecen, 2011)

Fajta	$N_{30}+PK$	$N_{60}+PK$	$N_{90}+PK$	$N_{120}+PK$	$N_{150}+PK$
GK Öthalom	21,1	17,3	13,3	11,0	9,6
Lupus	9,0	11,2	12,9	8,9	6,6
Pannonikus	15,3	14,9	14,4	11,1	7,5
Mv Toldi	15,5	17,7	13,5	11,5	10,9
Genius	17,9	17,1	13,0	11,8	11,2

A nagyobb tápanyagdózisok hatására a vizsgált fajtáknál a növekmény értéke csökkent az optimális tápanyagdózisoknál, ez az érték $6,9-12,9 \text{ kg kg}^{-1}$ között változott. Bár a tápanyagdózisok növelésével a tápanyag hasznosítás romlott, mégis a fajták nagyobb terméssel reagáltak az előző évihez képest. A termésnövekmény a nagyobb tápanyagszinteken is relatíve nagyobb volt a kedvezőbb évjárat miatt, amely során a fajtáknak jobb volt tápanyag hasznosítása.

Az 1 mm csapadékra jutó termésmennyiségek nagyobbak voltak az előző évhez képest, mivel a 2011. évben kevesebb csapadék hullott, mint az ezt megelőző 2010. évjáratban és a termésmennyiségek ebben az évjáratban voltak a legnagyobbak (19. táblázat). A kontroll parcellákon az 1 mm csapadékra jutó termés nagysága $8,86-13,84 \text{ kg mm}^{-1}$ között változott.

19. táblázat. 1 mm csapadékra jutó termés a kontroll és az optimális tápanyag ellátottsági szinteken őszi búza trágyázási kísérletben

(Debrecen, 2011)

Tápanyagszint	GK Öthalom	Lupus	Pannonikus	Mv Toldi	Genius
Kontroll	8,86	9,10	13,84	9,73	11,79
NPK Optimum	20,00	18,04	24,12	22,35	24,82

A tápanyagdózisok hatására a csapadékmennyiség hasznosulása több mint a kétszeresére emelkedett, az értékek 18,04-24,82 kg mm⁻¹ között alakultak. A legnagyobb értékeket az értelemszerűen legnagyobb termésmaximumokat mutató Pannonikus (13,84-24,12 kg mm⁻¹) és Genius (11,79-24,82 kg mm⁻¹) fajtáknál kaptuk. Jó csapadékhasznosítást mutatott az Mv Toldi fajta is (9,73-22,35 kg mm⁻¹). A GK Öthalomnak bár kicsi volt az 1 mm csapadékra jutó termés nagysága (8,86 kg mm⁻¹) kontroll kezelésben, addig jelentősen nagy növekedést mutatott az optimális tápanyagdózisnál (20,00 kg mm⁻¹).

5.2.3. A 2011/2012. tenyészév terméseredményeinek értékelése

A 2012. tenyészévben szélsőséges időjárási periódusok váltották egymást. A száraz meleg tavasz kedvezőtlenül hatott az őszi búza fejlődésére, míg a csapadékos május és június elősegítette a szemképződést és a szemetelődést. Az összetett évjáráti hatások következtében a fajták termésmennyiségei meghaladták a 2010. évi extrém csapadékos évjáratét, de nem érték el a 2011. évi átlagos időjárású tenyészév termésmennyiségeit.

A kezeletlen parcellákon a termésátlagok 3132-4210 kg ha⁻¹ között változtak (20. táblázat). A legkisebb kontroll terméssel a Lupus (3132 kg ha⁻¹), valamint a GK Öthalom (3176 kg ha⁻¹) fajták rendelkeztek. Az Mv Toldi (3607 kg ha⁻¹) és Genius (3610 kg ha⁻¹) közel azonos termésátlagot értek el. A legnagyobb termésmennyiséget a kontroll parcellákon a Pannonikus fajta (42110 kg ha⁻¹) realizálta. Trágyázás hatására szignifikáns termésnövekedést tapasztaltunk mind az öt vizsgált fajtánál. A Genius 59%-os, az Mv Toldi 57%-os növekedést ért el már az N₃₀+PK tápanyagszinten is, a GK Öthalom termése 42%-kal a Lupus fajtáé 47%-kal növekedett. A Pannonikus csupán 26%-os növekedést ért el. Az N₆₀+PK tápanyagszinten a Lupus (73%), Genius (84%) és Mv Toldi (71%), valamint a GK Öthalom (69%) fajták jelentősen nagyobb termésnövekedést mutattak, mint a Pannonikus (58%) fajta. Az N₉₀+PK tápanyagdózis csupán kis mértékben növelte a termés nagyságát és nem volt szignifikáns különbség az N₆₀+PK tápanyagdózishoz képest. A Genius (7127 kg ha⁻¹) és Pannonikus (7880 kg ha⁻¹) fajták az N₁₂₀+PK tápanyagdózisnál érték el termésmaximumokat a további tápanyagdózis növelésével a termésmennyiségük növekedett, de ez már nem volt szignifikáns növekedés. Az N₁₅₀+PK tápanyagdózisnál a GK Öthalom fajta rendelkezett (6175 kg ha⁻¹) a legkisebb termés maximummal. A Lupus (6408 kg ha⁻¹) és az Mv Toldi (6868 kg ha⁻¹) közepes termésmaximumot ért el.

20. táblázat. A műtrágyázás hatása az őszi búzafajták termésére (kg ha⁻¹)

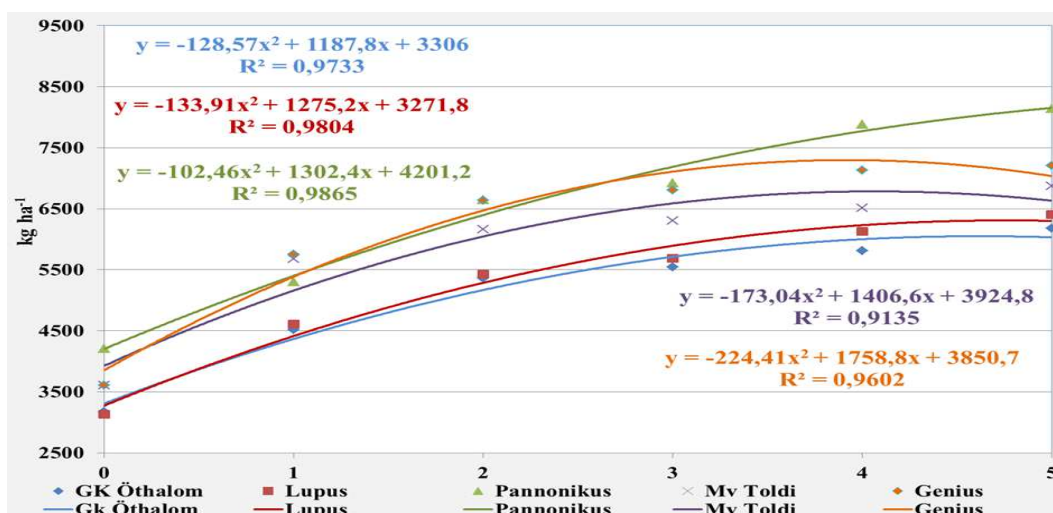
(Debrecen, 2012)

Debrecen, 2012)

Fajta	GK Öthalom			Lupus			Pannonikus			Mv Toldi			Genius			Átlag
Tápanyagszint	Termés kg ha ⁻¹	Kontrollhoz viszonyított terméskülönbség		Termés kg ha ⁻¹	Kontrollhoz viszonyított terméskülönbség		Termés kg ha ⁻¹	Kontrollhoz viszonyított terméskülönbség		Termés kg ha ⁻¹	Kontrollhoz viszonyított terméskülönbség		Termés kg ha ⁻¹	Kontrollhoz viszonyított terméskülönbség		
		kg ha ⁻²	%		kg ha ⁻²	%		kg ha ⁻²	%		kg ha ⁻²	%		kg ha ⁻²	%	
Kontroll	3176	0	100	3132	0	100	4210	0	100	3607	0	100	3610	0	100	3547
N ₃₀ +PK	4513	1337	142	4610	1478	147	5303	1093	126	5676	2069	157	5751	2141	159	5171
N ₆₀ +PK	5360	2184	169	5427	2295	173	6650	2440	158	6163	2556	171	6642	3032	184	6048
N ₉₀ +PK	5548	2372	175	5688	2556	182	6925	2715	164	6307	2700	175	6804	3194	188	6254
N ₁₂₀ +PK	5810	2634	183	6129	2997	196	7880	3670	187	6509	2902	180	7127	3517	197	6691
N ₁₅₀ +PK	6175	2999	194	6408	3276	205	8139	3929	193	6868	3261	190	7209	3599	200	6960
Átlag	5097	-		5232	-		6518	-		5855	-		6191	-		
SzD _{5%} Fajta	246															
SzD _{5%} Tápanyagszint	250															
SzD _{5%} Kölcsönhatás	558															

A kontroll terméshez képest a legnagyobb növekedést a Lupus (105%) és a Genius (97%) fajták mutatták, a GK Öthalom 94%-os termésnövekedést ért el. A legkisebb többletet az Mv Toldi adta (90%). A Lupus fajta kivételével a másik négy búza fajta jelentősen kisebb termésmennyiséget realizált a 2012. tenyésztésében, valamint a nagyobb $N_{120-150}+PK$ tápanyagszintek voltak az optimális számukra. Ez azzal magyarázható, hogy a csapadékhiányos tavaszi időszak hatására a tápanyagfeltáródás, -felvétel zavart szenvedett, és a nyár eleji időszak csapadéka már nem volt elegendő, hogy a szárazabb időjárás okozta stressz hatást kompenzálni tudja.

Az őszi búza fajták tápanyag-reakcióját regresszióanalízissel vizsgálva 2012-ben megállapítottuk (10. ábra), hogy szoros kapcsolat volt a kijutatott műtrágya mennyisége és a termésmennyiségek között ($r^2=0,9135-0,9865$).

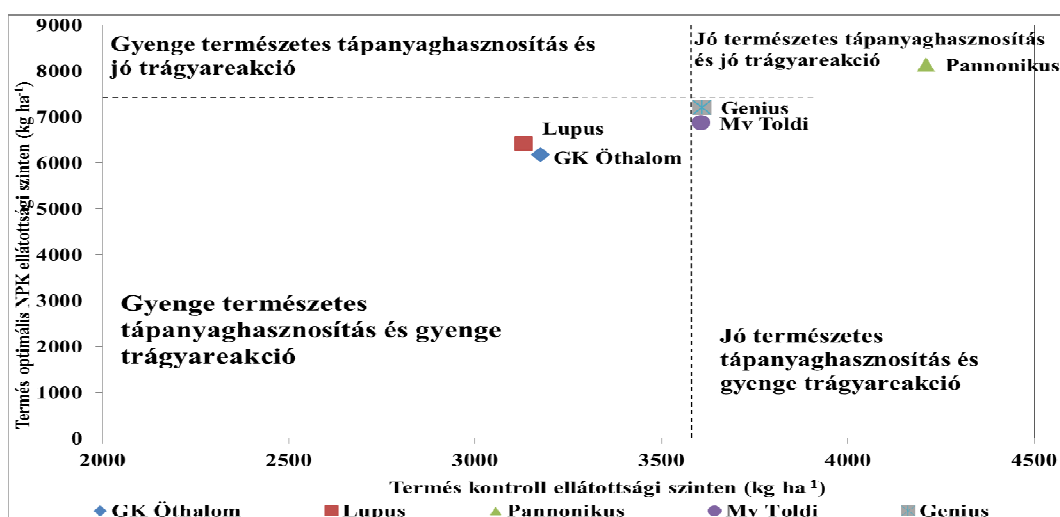


10. ábra. Az őszi búzafajták tápanyag-reakciójának vizsgálata regresszióanalízissel
(Debrecen, 2012)

A legjobb tápanyag-reakciót a Pannonikus fajtánál állapítottuk meg, a trendvonal szinte majdnem lineáris lefutásából megállapítható a jelentősen nagy tápanyagigénye és hasznosítása a fajtának. A tápanyagoptimuma adott kísérletben és évben, ennek a fajtának a volt a legnagyobb ($N_{111-150}$, P_2O_5 83-113, K_2O 79-133). Az Mv Toldi és a Genius fajtáknak szintén jó volt a tápanyag-reakciójuk, valamint a tápanyagoptimumuk is jelentősen kisebb volt (Mv Toldi N 63-93, P_2O_5 47-70, K_2O 82-42, Genius: N 57-85, P_2O_5 65-43, K_2O 40-77), bár alacsonyabb optimummal rendelkeztek, és termésmaximumuk is szignifikánsan kisebb volt, mint a Pannonikus fajtának. A leggyengébb tápanyag-reakcióval a GK Öthalom, valamint a Lupus fajták rendelkeztek,

amelyhez viszonylag magas optimális tápanyagdózisok társultak. Az optimális tápanyagszint a GK Öthalom fajtánál N 72-108, P₂O₅ 81-54, K₂O 50-98, a Lupus fajtánál N 75-114, P₂O₅ 56-85, K₂O 50-101 volt.

A 2012. száraz és meleg év hatására az előző két év tendenciái módosultak (11. ábra). A kevés csapadék és meleg okozta stressz hatására a GK Öthalom és Lupus fajták mérsékelt tápanyag-reakciót mutattak mind a kontroll, mind az optimális tápanyagszint esetén. Míg az Mv Toldi és a Genius fajták jó természetes tápanyag hasznosítást adtak, addig a kisebb mértékben feltáródó tápanyagot már nem tudták megfelelő mértékben hasznosítani. A legjobb eredményt a Pannonikus fajta mutatta mind jó természetes trágyahasznosítással, mind pedig kiváló műtrágya reakciójával.



11. ábra. A vizsgált őszi búza genotípusok tápanyag-reakciójának típusai
(Debrecen, 2012)

Az 1 kg NPK-ra jutó termésthöbbllet a 2011. évhez hasonló tendenciát mutatott, azaz az N₃₀₋₆₀+PK tápanyagdózisoknál volt a legnagyobb, 13,8-27,1 kg kg⁻¹ között mozgott (21. táblázat). A legnagyobb termésnövekedést az Mv Toldi (16,2-26,2 kg kg⁻¹) és a Genius (19,2-27,1 kg kg⁻¹) fajtánál tapasztaltuk.

21. táblázat. 1 kg NPK hatóanyagra jutó termésnövekedés a kontrollterméshez képest
(Debrecen, 2012)

Fajta	N _{30+PK}	N _{60+PK}	N _{90+PK}	N _{120+PK}	N _{150+PK}
GK Öthalom	16,9	13,8	10,0	8,3	7,6
Lupus	18,7	14,5	10,8	9,5	8,3
Pannonikus	13,8	15,4	11,5	11,6	9,9
Mv Toldi	26,2	16,2	11,4	9,2	8,3
Genius	27,1	19,2	13,5	11,1	9,1

A legkisebb növekedést az 1 kg kijutatott NPK hatására a Pannonikus fajtánál tapasztaltuk (13,8-15,4 kg kg⁻¹), de ennél a fajtánál kisebb volt a terméstöbbletben bekövetkezett csökkenés nagysága a nagyobb tápanyagszinteken. A többi őszi búza fajta fajlagos termésnövekedése az optimális N₁₅₀+PK tápanyagszinten 7,6-9,1 kg kg⁻¹-ra között változott.

2012. tenyészévben a jelentősen kisebb mennyiségű csapadék és a viszonylag nagy termésátlagok következtében az 1 mm csapadékra jutó termésmagyságok nagyok voltak (22. táblázat), a kontroll parcellákon 9,77-13,13 kg mm⁻¹ között változtak.

22. táblázat. 1 mm csapadékra jutó termés a kontroll és az optimális tápanyag ellátottsági szinteken őszi búza trágyázási kísérletben
(Debrecen, 2012)

Tápanyagszint	GK Öthalom	Lupus	Pannonikus	Mv Toldi	Genius
Kontroll	9,90	9,77	13,13	11,25	11,26
NPK Optimum	19,25	19,98	25,38	21,42	22,48

A tápanyagkezelések hatására az optimális N₁₅₀+PK tápanyagszinten kétszeresére növekedtek értékek, 19,25-25,38 kg mm⁻¹ között alakultak.

5.2.4. A vizsgált tenyészévek terméseredményeinek összevont értékelése

A három tenyészévet együttesen értékelve (23. táblázat) a fajták átlagában megállapítható, hogy a fajták természetes tápanyag hasznosító képessége 2011-ben volt a legjobb (3635 kg ha⁻¹), míg a relatíve legkisebb termésátlagokat (3547 kg ha⁻¹) a kontroll kezelésnél 2012-ben kaptuk.

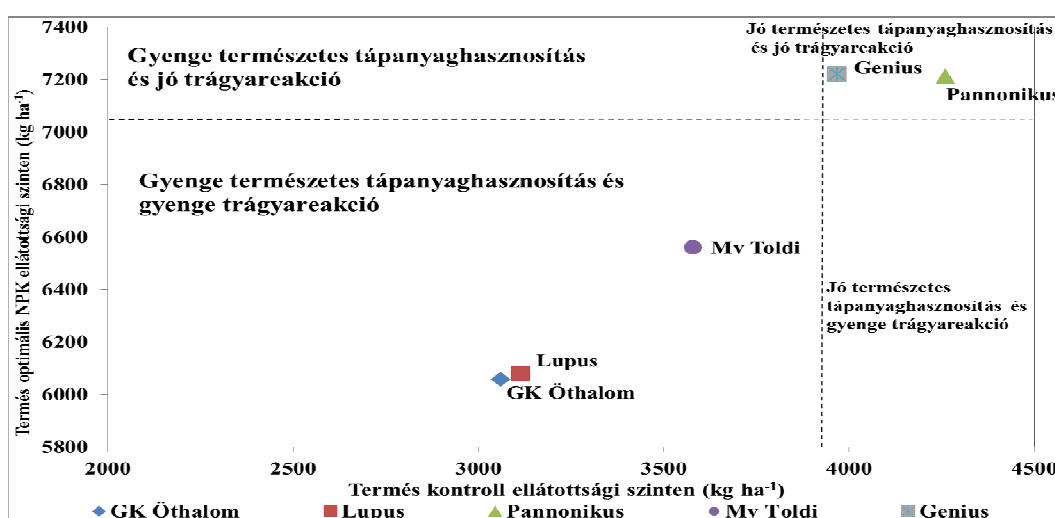
23. táblázat. A műtrágyázás hatása az őszi búza termésére és tápanyag hasznosítására az öt fajta átlagában
(Debrecen, 2010-2012)

Év	Kontroll termése kg ha ⁻¹	Termés maximum kg ha ⁻¹	Terméstöbblet kg ha ⁻¹	Max. termés NPK adagja	Max. termés fajlagos többlete kg
2010	3607	5461	1854	N ₃₀₋₆₀ +PK	15,70
2011	3635	7455	3820	N ₉₀₋₁₅₀ +PK	11,14
2012	3547	6960	3413	N ₁₂₀₋₁₅₀ +PK	13,42
Átlag	3596	6625	3029	--	13,42

A legkisebb termésmaximumot (5461 kg ha⁻¹) a 2010. csapadékos évben érték el a fajták, míg a legjobb terméseredményeket (7455 kg ha⁻¹) ismételten a 2011. átlagos évjáratban mértük. A fajták terméstöbblete 2010-ben volt a legkisebb (1854 kg ha⁻¹), 2012-ben közepes (3413 kg ha⁻¹), míg 2011-ben volt a legnagyobb (3820 kg ha⁻¹). Az

optimális tápanyag adagok 2010-ben az extrém csapadékos évben kicsik voltak ($N_{30-60}+PK$), 2011-ben $N_{90-150}+PK$ szintek között változott, míg 2012-ben ez a szint az $N_{120-150}+PK$ volt, feltehetően a szárazság okozta kisebb műtrágya feltáródásnak és a vízhiány okozta tápanyag felvételi zavaroknak. Ezzel szemben az 1 kg NPK hatóanyagra jutó fajlagos termésteóbblet a 2010. évben volt a legnagyobb (15,70 kg), 2011-ben közepes szintű (11,14 kg) volt, és a 2012. évben kaptuk a legkisebb (8,64 kg) értékeket.

A fajták tápanyag-reakcióját három év átlagában vizsgálva (12. ábra) megállapítható, hogy a vizsgált genotípusok két csoportba sorolhatóak.

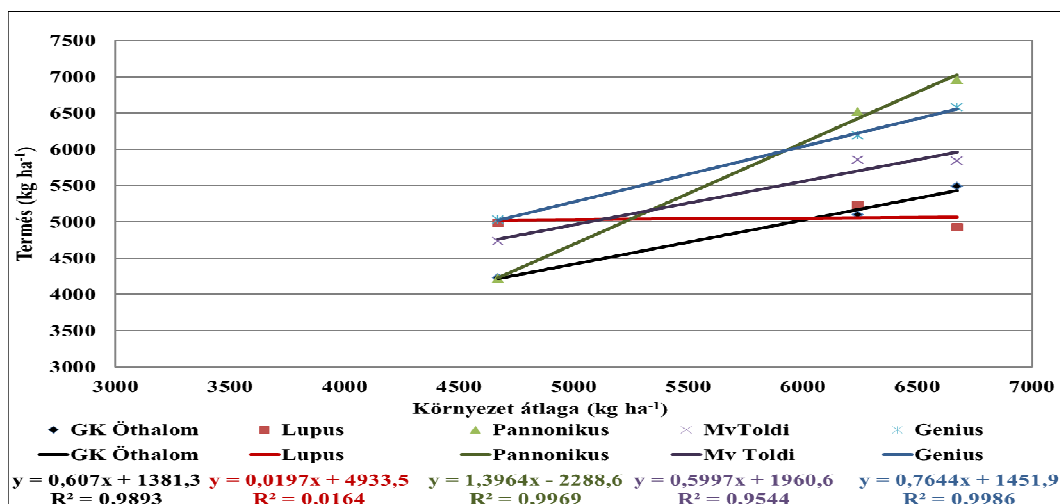


12. ábra. A vizsgált őszi búza genotípusok tápanyag-reakciójának típusai
a három tenyészcév átlagában
(Debrecen, 2010-2012)

A GK Öthalom, a Lupus és az Mv Toldi az évjáratok eltérő és szélsőséges voltára rosszul reagáltak, a fajták átlagánál gyengébb természetes tápanyag hasznosítást, illetve gyenge műtrágya hasznosító képességet mutattak. Ezzel szemben a Genius és Pannonikus fajták jó természetes tápanyag hasznosító képességgel és jó trágyareakcióval voltak jellemezhetőek mindhárom évben, a változékonv évjáratí hatások ellenére is.

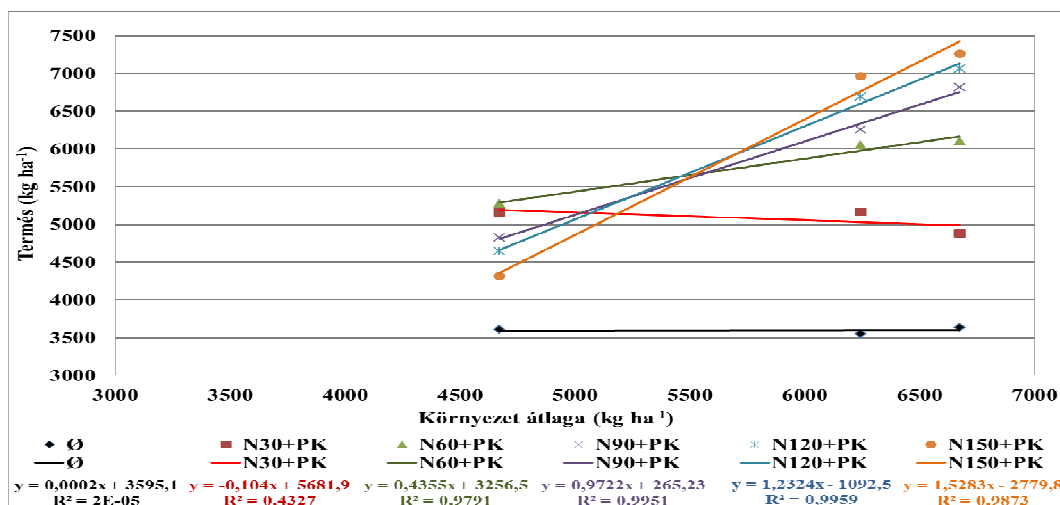
A fajták termésstabilitását vizsgáltuk Kang-féle stabilitásanalízissel. Megfigyelhető (13. ábra), hogy a stabilnak mondható fajták, azaz a GK Öthalom ($b=0,607$), a Lupus ($b=0,0197$) valamint az Mv Toldi ($b=0,5997$), melyek bár kisebb terméseredményeket mutattak, mind a kezeletlen kontroll, mind pedig a nagyobb tápanyagdózisok hatására, de az eltérő, olykor szélsőségesnek is mondható ökológiai

feltételek mellett hasonló terméseredményeket produkáltak. Ezzel szemben a Genius közepesen ($b=0,7644$) stabil eredményt mutatott, amely azt jelentette, hogy a terméseredményei jobbak voltak minden tápanyagkezelésben, mint az előbb említett három fajtaé, de a környezeti feltételek jobban befolyásolták a terméseredményeit. A legkevésbé stabilnak ($b=1,3964$) a Pannonikus fajta bizonyult, melyből az következik, hogy a kedvezőtlenebb körülmények között kisebb terméseket ad, de kedvezőbb ökológiai feltételek esetén a legtöbbet termő fajták közé tartozik.



13. ábra. Az őszi búza fajták termésének stabilitása a vizsgált tenyészévekben
(Debrecen 2010-2012)

A tápanyagkezelések esetében végzett stabilitásanalízis eredményei alapján megállapítható (14. ábra), hogy a kontroll, valamint az $N_{30-60}+PK$ tápanyagkezelések stabilitása bizonyult a legkedvezőbbnek, de ezeken a tápanyagszinteken viszonylag alacsony terméseredményeket kaptunk.



14. ábra. Az őszi búzafajták termésstabilitásának alakulása a tápanyagkezelések esetében
(Debrecen, 2010-2012)

Az N₉₀+PK tápanyagdózis kisebb stabilitású volt (b=0,9722), de jelentősen nagyobb termésátlagok elérésére voltak képesek a fajták ennél a tápanyagdózisnál. Az N₁₂₀₋₁₅₀+PK tápanyagdózisok jelentősen gyengébb stabilitást mutattak, az évjáratok függvényében változtak a termésnagyságok ezeken a tápanyagszinteken, de a legnagyobb termésmaximumok mégis itt realizálódtak.

A termésmennyiségek, a tápanyagellátás és az évjáratok hatásokat együttesen Pearson-féle korrelációanalízissel vizsgálva megállapítható (24. táblázat), hogy a tápanyagkezelés és a termésnagyság között szoros (0,572) pozitív kapcsolat volt, tehát a tápanyagdózisok növelésével szignifikáns termésnövekedés értünk el. A termésmennyiség és az őszi (-0,359), téli (-0,332) és tavaszi (-0,413) csapadékelátottság között közepesen szoros negatív kapcsolatot állapítottunk meg. A nyáreleji csapadék mennyiséggel csupán gyenge negatív kapcsolatot (-0,290) lehetett megállapítani. Ezek alapján tehát a nagyobb mennyiségű csapadék termésdepressziót indukálhat. A termésmennyiség között az őszi (-0,320), téli (-0,421) és tavaszi (-0,401) átlaghőmérséklet között közepesen szoros negatív volt kapcsolat. A nyári átlaghőmérséklet közepes pozitív kapcsolatot (0,378) mutatott a termésnagysággal. Az ősztől tavaszig terjedő időszakban a magas hőmérséklet kedvezőtlenül hatott, míg a szemtelítődéskori meleg időjárás pozitívan hatott a termésmennyiség alakulására.

24. táblázat. A tápanyagellátás, a környezeti tényezők és a termésmennyiség összefüggés vizsgálata Pearson-féle korrelációanalízissel

(Debrecen, 2010-2012)

	Tápanyag- kezelés	Őszi csapadék (X-XI.)	Téli csapadék (XII-II.)	Tavaszi csapadék (III-V.)	Nyári csapadék (VI.)	Őszi hőmérséklet (X-XI.)	Téli hőmérséklet (XII-II.)	Tavaszi hőmérséklet (III-V.)	Nyári hőmérséklet (VI.)
Termés	0,572**	-0,359**	-0,332**	-0,413**	-0,290**	-0,320**	-0,421**	-0,401**	0,378**

** szignifikáns P=0,01 szinten, * szignifikáns P=0,05 szinten

A három év adatait együttesen vizsgálva megállapítható, hogy az általunk vizsgált öt búza fajta genetikailag determinált maximális termőképességének a realizálását az általunk vizsgált három eltérő évjárat és a tápanyagellátás jelentősen befolyásolta. Eredményeink összhangban voltak Gutierrez *et al.* (2010), Lásztity és Csathó (1994), Láng és Bedő (1997), Mengitsu *et al.* (2010), Márton (2002), illetve Lopez-Bellido (1996) kutatási eredményeivel.

5.3. Az évjárat, a tápanyagellátás és a genotípus hatása az őszi búza termésminőségére

Az élelmiszeripar speciális igényei miatt a minőség is fontos értékmérő tulajdonsággá vált az búzatermesztésben. A búza minősége nem jellemezhető egyetlen egy értékkel, számos minőségi paramétert együtt vizsgálva tudunk képet alkotni arról. A búza minőségét, úgymint a termésmennyiségét számos tényező együttes hatása alakítja ki, vagy módosítja. *Pollharmerné* (1981a) szerint a legkiválóbb nemesített fajta minősége sem megfelelő, ha a búza károsodik a szárazságtól, a sok csapadéktól, a túladagolt kemikáliáktól, a nagy adagú műtrágyáktól, a túlságosan sűrű vetéstől és egyéb környezeti tényezőktől. A jó minőségű búzatermés a fajta örökletesen jó minőségi tulajdonságának, az optimális tápanyag ellátottságnak és a megfelelő agrotechnikának az eredménye és jelzője. Kutatásunk során arra kerestük a választ, hogy a környezeti tényezők mekkora behatással vannak a minőségi tulajdonságokra, illetve a negatív hatások csökkenthetők, megszüntethetők az évjárhoz igazodó tápanyagellátással?

5.3.1. A valorigráfos értékek alakulása

A valorigráfos érték az őszi búza lisztjének komplex mutatója, a tészta dagasztással szembeni ellenállóságról ad felvilágosítást. Mivel a tészta tulajdonságát a fehérje tartalom és minősége, a sikér tartalom és annak minősége, a keményítő tartalom, az enzimaktivitás és számos más alkotó együttesen alakítja ki, ennek következtében a valorigráfos értékszámmal képet alkothatunk a búzaliszt komplex minőségéről, illetve a lisztalkotók interakciójáról.

A 2010. tenyészévben nagy valorigráfos értékeket mértünk (25. táblázat). A kontroll kezelésekben a valorigráfos értékek 29,2 (Pannonikus) és 53,2 (Mv Toldi) között változnak. Az Mv Toldi kivételével, amelynek minősége már a kontroll kezelésben is B₂ kategóriába esett, a vizsgált másik négy őszi búza fajta értékei csupán C (takarmány) minőséget értek el. A Genius (44,9) és Lupus (44,7) fajtáknál a valorigráfos értékek viszonylag nagyobbak voltak. A tápanyagkezelések hatására a fajták valorigráfos értéke szignifikánsan nőtt. Az N₆₀+PK tápanyagszinten fajták valorigráfos értékei jelentősen megnövekedtek, 52,7 (GK Öthalom) és 68,8 (Mv Toldi) között változtak. A tápanyagdózisok további növelése kisebb mértékben tovább növelte a valorigráfos értékek nagyságát, 56,8 (Pannonikus) és 71,8 (Mv Toldi) között változott az N₁₂₀+PK tápanyagszinten. Az Mv Toldi fajta javító minőséget (A) adott, a többi

vizsgált fajta B₁ malmi minőségű volt. A 2010. évben az Mv Toldi mindhárom általunk vizsgált tápanyagszinten szignifikánsan nagyobb valorigráfós értéket ért el, mint a többi őszi búza fajta. Relatív nagy valorigráfós értékkel rendelkezett a Genius (44,9-62,9) és a Lupus (44,7-60,2). A legkisebb valorigráfós értékeket a GK Öthalom (42,5-58,9) és a Pannonikus (29,2-56,8) fajtáknál kaptuk.

A 2011. évben a kontroll parcellákon a valorigráfós értékek 48,3 (GK Öthalom) és 60,3 (Genius) között alakultak. A fajták minősége B₁-B₂ malmi minőség között változott. A legjobb valorigráfós értékeket a kontroll kezelésben a Genius (60,3), az Mv Toldi (57,5) és a Lupus (56,8) fajtáknál kaptuk. A Pannonikus (50,3) és a GK Öthalom (48,3) szignifikánsan kisebb valorigráfós értékeket mutattak. A tápanyagkezelések hatására a fajták valorigráfós értékei növekedtek, kivéve a Genius fajtát. A legnagyobb valorigráfós értékeket az Mv Toldi (66,2) és a Lupus (67,1) fajtáknál kaptuk az N₁₂₀+PK tápanyagszinten. A Genius (60,4) az N₆₀+PK tápanyagszinten érte el a legnagyobb valorigráfós értékét. A legkisebb valorigráfós értékkel a GK Öthalom (58,9) és Pannonikus (58,6) voltak jellemezhetők.

25. táblázat. **A genotípus és a tápanyagellátás hatása az őszi búzafajták**

valorigráfós értékére

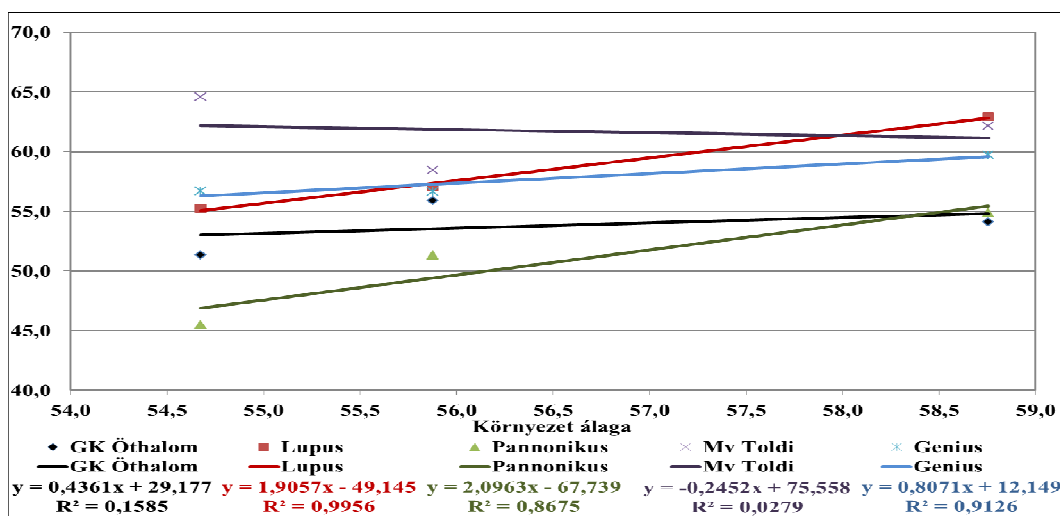
(Debrecen, 2010-2012)

	2010				2011				2012			
	Ø	N ₆₀ +PK	N ₁₂₀ +PK	Átlag	Ø	N ₆₀ +PK	N ₁₂₀ +PK	Átlag	Ø	N ₆₀ +PK	N ₁₂₀ +PK	Átlag
GK Öthalom	42,5	52,7	58,9	51,4	48,3	55,5	58,5	54,1	48,6	59,4	59,8	55,9
Lupus	44,7	60,9	60,2	55,3	56,8	64,9	67,1	62,9	44,9	56,6	69,7	57,1
Pannonikus	29,2	50,5	56,8	45,5	50,3	55,7	58,6	54,9	44,5	55,1	54,4	51,3
Mv Toldi	53,2	68,8	71,8	64,6	57,5	62,9	66,2	62,2	55,0	59,2	61,2	58,5
Genius	44,9	62,4	62,9	56,7	60,3	60,4	58,6	59,8	45,1	61,0	63,9	56,7
Átlag	42,9	59,1	62,1	-	54,6	59,9	61,8	-	47,6	58,3	61,8	-
SzD_{5%} Fajta	3,2				5,3				4,0			
SzD_{5%} Tápanyagszint	3,8				4,7				3,1			
SzD_{5%} Kölcsönhatás	8,5				10,5				6,9			

A 2012. tenyészévben a valorigráfós értékeket az évjáratí hatások jelentősen módosították. A kontroll kezelésben a valorigráfós értékek 44,5 (Pannonikus) és 55,0 (Mv Toldi) között változtak. A fajták B₂ malmi minőséget, vagy azt megközelítő értékeket mutattak, kivéve az Mv Toldi fajtát, amely már a kontroll kezelésben is B₁ malmi minőséget adott. A legnagyobb valorigráfós értéket az Mv Toldi (55,0) fajtánál mértük, jó valorigráfós értékeket mértünk a GK Öthalom (48,6) és Genius (45,1) fajtáknál is. A Pannonikus (44,5) és Lupus (44,9) fajták kisebb valorigráfós értékekkel rendelkeztek. A tápanyagkezelések hatására ebben a tenyészévben is szignifikánsan nagyobb értékeket kaptunk. Az N₆₀+PK (55,1-61,0) és az N₁₂₀+PK (54,4-69,7)

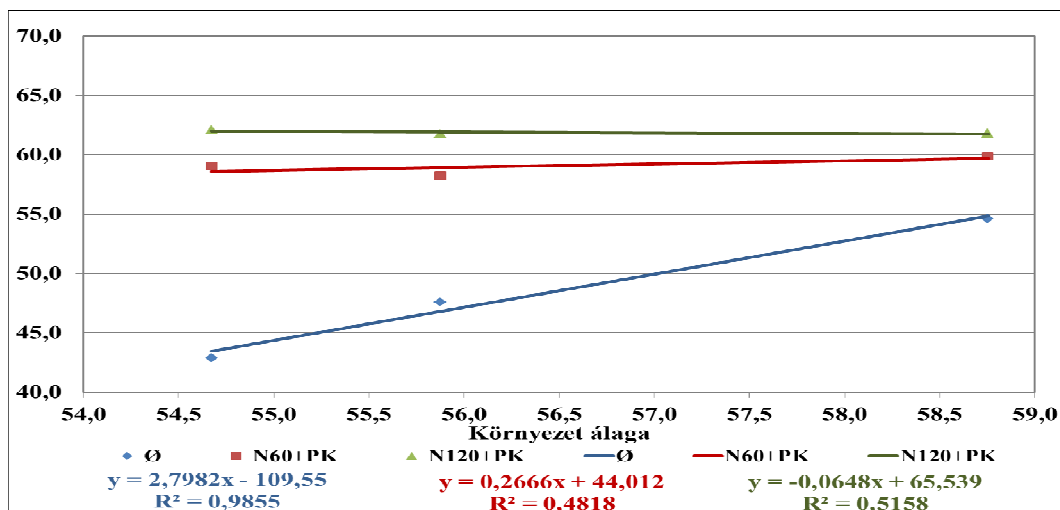
tápanyagszintek között a valorigráfus értékekben szintén kis mértékű növekedés volt tapasztalható. Az $N_{120}+PK$ tápanyagdózisnál a valorigráfus értékek 69,7 (Lupus) és 54,4 (Pannonikus) között változtak. A fajták B_1-B_2 malmi minőséget érték el. A legjobb valorigráfus értékkel a Lupus (69,7) fajta rendelkezett, hasonlóan nagy valorigráfus értéket mutatott a Genius (63,9), és az Mv Toldi (61,2) fajta az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten. A legkisebb valorigráfus érték maximumot a Pannonikus fajtánál mértük (55,1) az $N_{60}+PK$ tápanyagszinten.

A valorigráfus értékeket Kang-féle stabilitásanalízissel vizsgálva megállapítható (15. ábra), hogy a GK Öthalom és az Mv Toldi ($r^2=0,1585-0,02979$) fajtáknál gyenge illeszkedést tapasztaltunk, a Lupus, Pannonikus és Genius fajtáknál a trend függvény szoros illeszkedést mutatott ($r^2=0,8675-0,9956$). A Lupus és Pannonikus fajta volt a legkevésbé stabil a három tenyészcsoport alatt, az évjáratok hatása jelentős mértékben befolyásolta a valorigráfus értékük nagyságát, ezzel szemben a GK Öthalom, Mv Toldi és Genius fajták az eltérő környezeti hatásokra is stabil valorigráfus értéket nyújtott, ami változó környezeti feltételekhez való jó alkalmazkodást jelzi.



15. ábra. Az őszi búza fajták valorigráfus értékének stabilitása a vizsgált tenyészcsoportokban
(Debrecen 2010-2012)

A tápanyagkezelések (16. ábra) közül a kontroll kezelésben volt a legnagyobb valorigráfus értékek ingadozása ($b=2,7982$) az eltérő évjáratok hatásai miatt, míg a növekvő tápanyagdózisok hatására stabilabb volt a fajták valorigráfus értéke. A legnagyobb stabilitást az $N_{60}+PK$ tápanyagdózisnál tapasztaltuk ($b=0,2666$). A tápanyagdózisok kompenzálták az évjáratok hatásait.



16. ábra. Az őszi búzafajták valorigráfus értékének stabilitása
a tápanyagkezelések függvényében
(Debrecen, 2010-2012)

5.3.2. A liszt fehérje tartalom alakulása

A fehérje tartalom szintén az egyik legfontosabb értékmérő minőségi tulajdonsága az őszi búzának. A fehérje tartalom és annak minősége az egyik legmeghatározóbb elem a liszt minőségét tekintve. A liszt négy fő fehérje csoportja közül a gliadin és glutenin alkotják a sikérfehérjék csoportját, amely a kenyér és a tészták alapvázául szolgálnak.

A 2010. évben kedvezően alakultak a liszt fehérje tartalmak (26. táblázat). A fajták átlagában 11,1-15,9% közötti értékeket mértünk. A tápanyagellátás és a genotípus jelentősen módosította a fehérje tartalmakat. A kontroll parcellákon az Mv Toldi (12,4%) fajtánál tapasztaltuk a legnagyobb fehérje tartalmat, a Pannonikus és a Genius 11,6%-os fehérje tartalmat ért el. A Lupus (10,4%) és a GK Öthalom (9,4%) kisebb fehérje tartalmakat realizáltak. A tápanyagkezelések hatására szignifikáns növekedés következett be a búzák fehérje tartalmában. Az $N_{60}+PK$ tápanyagdózisnál a kontroll parcellák eredményeihez képest jelentősen növekedett a fajták fehérje tartalma, 10,8% (GK Öthalom) és 16,4% (Mv Toldi) közötti volt. A legnagyobb fehérje tartalom értékeket az $N_{120}+PK$ tápanyagdózis eredményezte. A legjobb eredményeket az Mv Toldi (17,0%), a Pannonikus (16,5%), és a Genius (16,8%) fajták adták. A Lupus fajta a tápanyagkezelés hatására jelentős javulást mutatott (16,1%). A GK Öthalom még a nagyadagú tápanyagdózis mellett is jelentősen kisebb fehérje tartalmat (13,2%) adott.

A 2011. évben a fajták fehérje tartalma nem érte el az előző évben tapasztalt maximumokat, az értékek 12,0-13,8% között alakultak. A kontroll kezelésekben az

Mv Toldi (12,9%), a Lupus (12,8%), és a Pannonikus (12,4%) fajták rendelkeztek a legnagyobb fehérje tartalommal. A Genius (11,9%) relatíve közepes értéket ért el, a legkisebb fehérje tartalommal mindhárom vizsgált tápanyagszinten (9,8-11,6%) a GK Öthalom fajta rendelkezett. A tápanyagdózisok növelésével kisebb mértékben növekedett a fajták fehérje tartalma, mint a 2011. évben. Az N₆₀+PK tápanyag kezelés hatására csupán kisebb mértékű növekedés volt megfigyelhető, a GK Öthalom kis fehérje tartalmat mutatott (10,7%), a többi fajta hasonló fehérje tartalmakat ért el (13,2-13,6%) ezen tápanyagszinten. Az N₁₂₀+PK tápanyagszinten az Mv Toldi fajtánál mértünk szignifikánsan nagyobb (15,4%) fehérje tartalmat. A Genius (14,1%), a Pannonikus (13,9%) és a Lupus (13,9%) fajták jelentősen nagy fehérje tartalmakat mutattak.

26. táblázat. A genotípus és a tápanyagellátás hatása

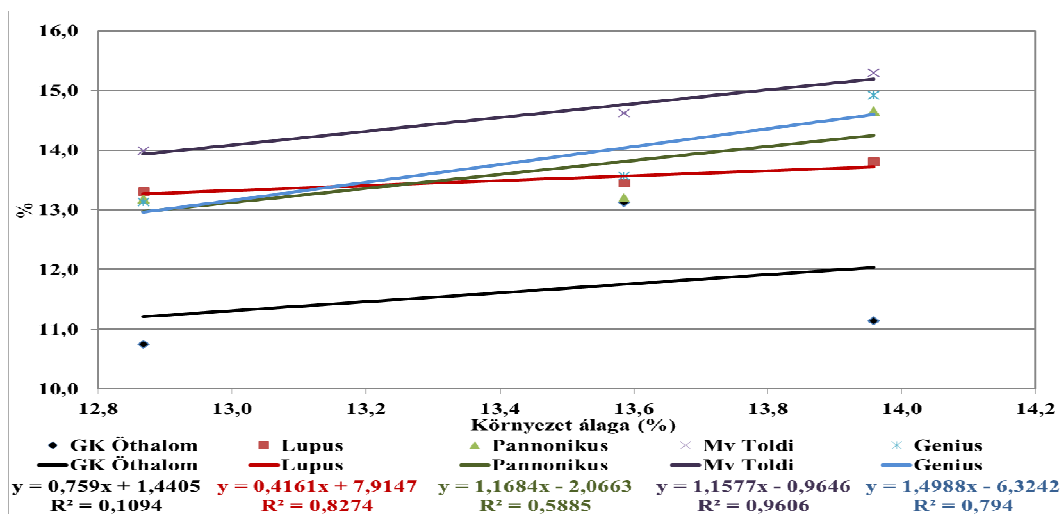
az őszi búzafajták liszt fehérje tartalmára (%)

(Debrecen, 2010-2012)

	2010				2011				2012			
	Ø	N ₆₀ +PK	N ₁₂₀ +PK	Átlag	Ø	N ₆₀ +PK	N ₁₂₀ +PK	Átlag	Ø	N ₆₀ +PK	N ₁₂₀ +PK	Átlag
GK Öthalom	9,4	10,8	13,2	11,1	9,8	10,7	11,6	10,7	11,5	13,5	14,4	13,1
Lupus	10,4	14,9	16,1	13,8	12,8	13,2	13,9	13,3	11,6	13,7	15,1	13,5
Pannonikus	11,6	15,9	16,5	14,7	12,4	13,2	13,9	13,2	11,1	13,7	14,7	13,2
Mv Toldi	12,4	16,4	17,0	15,3	12,9	13,6	15,4	14,0	12,3	15,4	16,2	14,6
Genius	11,6	16,3	16,8	14,9	11,9	13,4	14,1	13,1	11,6	14,3	14,8	13,6
Átlag	11,1	14,9	15,9	-	12,0	12,8	13,8	-	11,6	14,1	15,0	-
SzD_{5%} Fajta	0,4				0,6				0,5			
SzD_{5%} Tápanyagszint	0,5				0,6				0,5			
SzD_{5%} Kölcsönhatás	1,1				1,4				1,2			

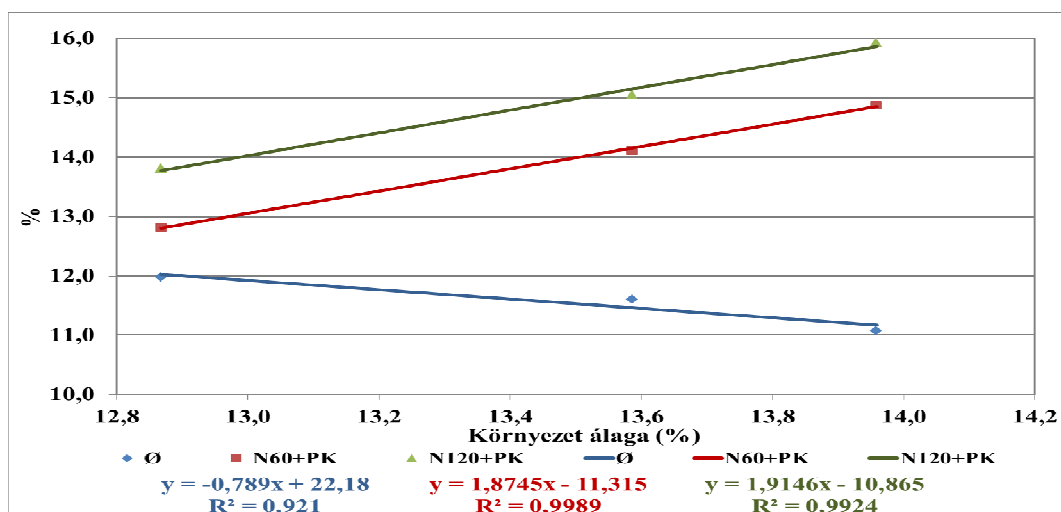
2012. évben a fajták nagyobb fehérje tartalmakat értek le, mint a 2011. évben, de szerényebbeket, mint a 2010. tenyészévben, az értékek 11,6-15,0% között változtak a fajták átlagában. A kontroll kezelésben nem volt jelentős különbség a fajták fehérje tartalmában, 12,3% (Mv Toldi) és 11,1% (Pannonikus) között változott. Az N₆₀+PK tápanyagdózisnál 13,5-15,4% között változott a fehérje tartalom, javult a tápanyagkezelés hatására. Az N₁₂₀+PK tápanyagdózisnál az Mv Toldi (16,2%) érte el a legnagyobb fehérje tartalmat, a Lupus (15,1%), a Genius (14,8%), a Pannonikus (14,7%), a GK Öthalom (14,4%) szintén relatíve nagy fehérje tartalommal rendelkezett. A fajták fehérje tartalmának stabilitása különböző volt, a GK Öthalom kisebb értékkel rendelkezett mindhárom évben (17. ábra), és az évjárat kisebb mértékű hatást gyakorolt a fehérje tartalmára, stabil fajta volt (b=0,759). A Lupus közepes mennyiségű fehérje tartalmat mutatott és az évjáratok e fajtának módosították legkisebb mértékben az eredményeit (b=0,4161). A Pannonikus és az Mv Toldi jelentősen kisebb stabilitással

bírt ($b=1,1577-1,1684$), fehérje tartalmukat jelentős mértékben módosították az eltérő klimatikus tényezők. Az évjáratok hatására leginkább a Genius fajta reagált, a legkisebb stabilitást mutatta ($b=1,4988$).



17. ábra. Az őszi búza fajták liszt fehérje tartalmának stabilitása
a vizsgált tenyészekben
(Debrecen 2010-2012)

A tápanyagkezelések esetében a kontroll parcellákon az eltérő évjáratokban is hasonló fehérje tartalom értékeket mértünk, itt volt a fajták fehérje tartalma a legstabilabb ($b=-0,789$) (18. ábra).



18. ábra. Az őszi búzafajták liszt fehérje tartalmának stabilitása a
tápanyagkezelések esetében
(Debrecen, 2010-2012)

A tápanyagdózisok jelentős mértékben növelték a fehérje tartalom nagyságát a vizsgált fajtáknál, de a növekvő tápanyagdózisok hatására a fehérje tartalom értékei kevésbé

voltak stabilak ($b=1,875-1,9146$), a környezeti hatások jelentősen befolyásolták a fehérje tartalom nagyságát, melyet a tápanyagkezelések nem tudtak kompenzálni.

5.3.3. A nedves sikér tartalom alakulása

A nedves sikér tartalom az őszi búza minőségének egyik legfontosabb klasszikus hazai mutatója. A liszt sikértartalma képezi a kenyér, valamint a különböző lisztből készült cereáliák vázát ez által a sikér tartalom mennyisége és minősége jelentős mértékben meghatározza a búzaliszt felhasználhatóságát, illetve a végtermék minőségét.

A 2010. tenyészévben kedvező nedves sikér tartalommal rendelkeztek az őszi búza fajták (27. táblázat). A kontroll parcellákon a sikértartalom 16,2% (GK Öthalom) és 28,0% (Mv Toldi) között változott. Az Mv Toldi fajtán kívül (28,0%), a Genius és a Pannonikus (26,2%) fajtáknál kaptunk nagyobb sikér tartalmakat. Az $N_{60}+PK$ tápanyagdózisnál is jelentős növekedés volt megfigyelhető a nedves sikér tartalmakban, 26,9-37,2% közötti értékeket mértünk.

27. táblázat. A genotípus és a tápanyagellátás hatása

őszi búzafajták nedves sikér tartalmára (%)

(Debrecen, 2010-2012)

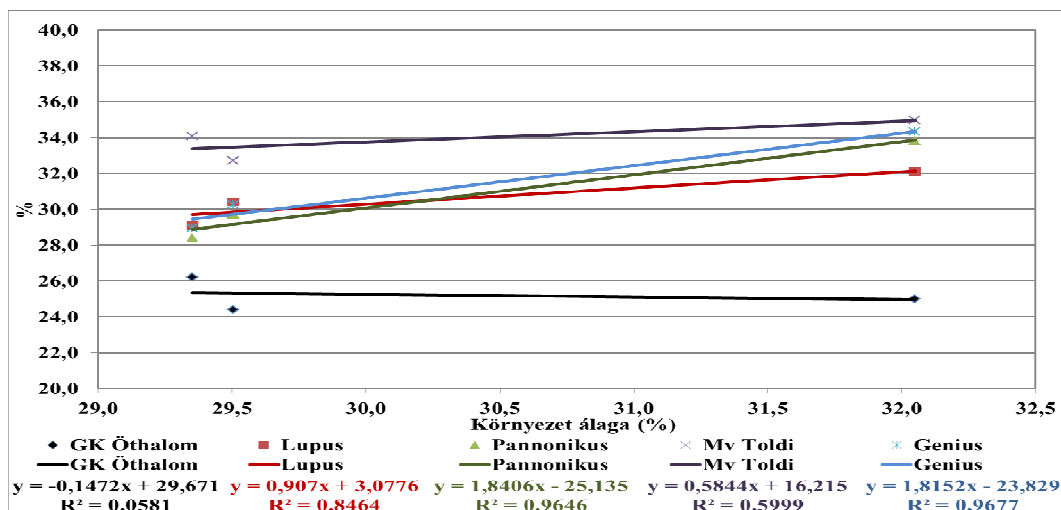
	2010				2011				2012			
	Ø	$N_{60}+PK$	$N_{120}+PK$	Átlag	Ø	$N_{60}+PK$	$N_{120}+PK$	Átlag	Ø	$N_{60}+PK$	$N_{120}+PK$	Átlag
GK Öthalom	16,2	26,9	31,9	25,0	22,6	24,4	26,2	24,4	18,5	27,5	32,6	26,2
Lupus	23,9	33,9	38,5	32,1	28,3	30,2	32,8	30,4	20,3	30,8	36,4	29,2
Pannonikus	26,2	36,1	39,2	33,8	27,2	29,8	32,2	29,7	19,2	30,7	35,2	28,4
Mv Toldi	28,0	36,9	40,0	35,0	30,0	32,1	36,0	32,7	25,0	37,5	39,8	34,1
Genius	26,2	37,2	39,7	34,4	27,9	30,3	32,5	30,2	20,2	32,8	33,9	29,0
Átlag	24,1	34,2	37,8		27,2	29,3	32,0	-	20,6	31,8	35,6	-
SzD_{5%} Fajta	0,9				1,9				2,0			
SzD_{5%} Tápanyagszint	0,8				1,3				2,4			
SzD_{5%} Kölcsönhatás	1,7				2,9				5,3			

A Genius (37,2%), Pannonikus (36,1%) és Mv Toldi (36,9%) fajták már ezen a tápanyagszinten is jelentősen nagy nedves sikér tartalommal rendelkeztek. A további tápanyagkezelések hatására a nedves sikér tartalom értékei szignifikánsan növekedtek. A fajták az $N_{120}+PK$ tápanyagdózisnál érték el a legnagyobb sikér tartalmakat. Az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten az értékek 31,9% (GK Öthalom) és 40,0% (Mv Toldi) között változtak. A Genius (39,7%) és a Pannonikus (39,8%) fajták kiemelkedő nedves sikér tartalmakat mutattak. A legkisebb sikér tartalommal mindhárom vizsgált tápanyagszinten a GK Öthalom (16,2%-31,9%) rendelkezett. A Lupus közepes, és jó sikér tartalmakat (23,9%-38,5%) mutatott. A legnagyobb nedves sikér tartalmakat az Mv Toldi (28,0%-40,0%), valamint a Genius (26,2%-39,7%) és a Pannonikus (26,2%-39,2%) fajták realizálták.

A 2011. év átlagos tenyészévnak minősült, de a siker tartalom szempontjából elmaradt a 2010. évi eredményektől. A kontroll parcellákon viszonylag nagyobb siker tartalmakat mértünk, mint az előző évjáratban, az értékek 22,6% (GK Öthalom) és 30,0% (Mv Toldi) között változtak. A Lupus (28,3%), a Genius (27,9%) és a Pannonikus (27,2%) fajták szintén kedvező értékeket mutattak. A tápanyagkezelés hatására szignifikánsan növekedtek a nedves siker tartalom értékei, de jelentősen kisebb növekedést értek el a fajták, mint a 2010. évben. Az $N_{60}+PK$ tápanyagdózisnál csupán kis mértékben növekedett a siker tartalma a fajtáknak (24,4-32,1%). Az Mv Toldi fajta az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten is a legnagyobb siker tartalommal (36,0%) rendelkezett. A Lupus (32,8%), Genius (32,5%) és Pannonikus (32,2%) viszonylag nagy siker tartalmakat realizáltak. A legkisebb sikértartalommal az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten is a GK Öthalom (26,2%) rendelkezett. A fajták átlagában a műtrágyakezelések hatására a nedves siker tartalom 27,2-32,0% között változott.

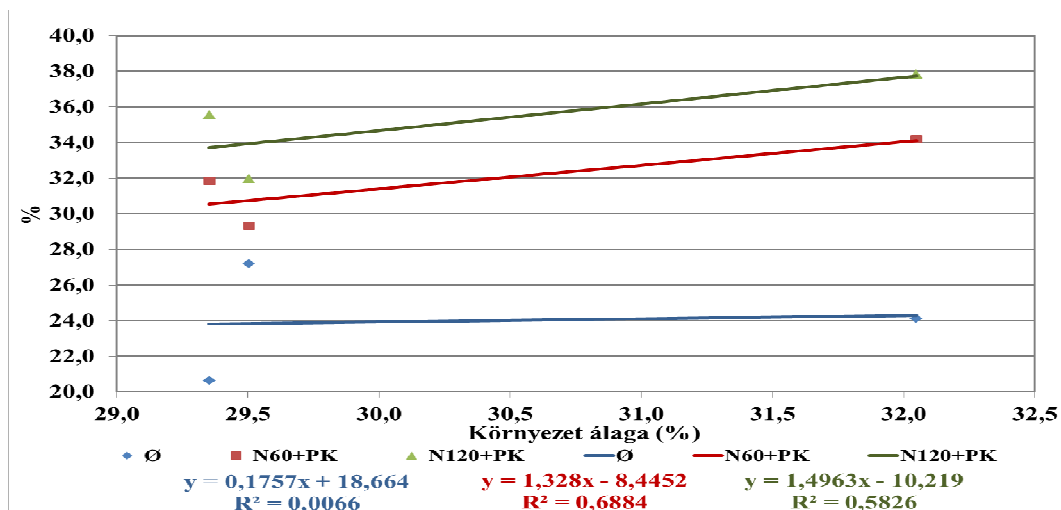
A 2012. évben tapasztalt nedves siker tartalmak eltértek az előző két tenyészévben mértéktől. A kontroll parcellákon mértük a legkisebb siker tartalmakat, az értékek 18,5% (GK Öthalom) és 25,0% (Mv Toldi) között változtak. A tápanyagkezelések hatása nagyobb volt, mint a 2011. évben. Már az $N_{60}+PK$ tápanyagszinten is nagymértékben növekedett a fajták siker tartalma, különösen az Mv Toldi (37,5%) és Genius (32,8%) fajták mutattak nagyobb növekedést. Az $N_{120}+PK$ tápanyagdózisnál az értékek 32,6% (GK Öthalom) és 39,8% (Mv Toldi) között változtak. Az Mv Toldi fajtánál volt ebben az évjáratban is a legnagyobb nedves siker tartalom. A Lupus (20,3-36,4%) és a Pannonikus (19,2-35,2%) fajta szintén kedvező siker tartalommal rendelkezett. A Genius (20,2-33,9%) és a GK Öthalom (18,5-32,6%) fajtáknál mértük a legkisebb siker tartalmakat. A vizsgált fajták nedves siker tartalma átlagosan 20,6-35,6% közötti változott.

A fajták nedves siker tartalmának stabilitását vizsgálva megállapítható, hogy a GK Öthalom stabilitása jó volt ($b=-0,1472$), de kisebb értékeket ért el mindhárom tenyészév során (19. ábra). Az Mv Toldi nedves siker tartalom értékei szintén stabilak voltak ($b=0,5844$), a jó stabilitás mellett jelentősen nagy sikértartalmakkal rendelkezett mindhárom tenyészévben. A Lupus fajta közepes stabilitást mutatott ($b=0,907$), az évjáratok hatására sokkal érzékenyebben reagált. A két legkevésbé stabil fajta a Genius és a Pannonikus volt ($b=1,8152-1,8406$), melyek nedves siker tartalmi kedvező évjáratokban nagyok voltak, de a negatív környezeti hatások mellett kisebb értékeket értek el.



19. ábra. Az őszi búza fajták nedves siker tartalmának stabilitása a vizsgált tenyésztésekben (Debrecen 2010-2012)

A tápanyagkezelések (20. ábra) közül a kontroll kezelésben a fajták mindhárom évben hasonló nedves siker tartalmakat értek el, a nagyobb tápanyagdózisok jelentősen növelték a fajták nedves siker tartalmát, de az évjárat hatások csak kis mértékben tudták korrigálni, a környezeti tényezők jelentősen befolyásolták a nedves siker tartalmak alakulását a három különböző tenyésztés során. A trendfüggvények illeszkedése is gyenge volt ($r^2=0,0066-0,6884$).



20. ábra. Az őszi búzafajták nedves siker tartalmának alakulása a tápanyagkezelések esetében (Debrecen, 2010-2012)

5.3.4. A sikerterület alakulása

A sikerterület nagysága a siker minőségéről, összetételéről és enzimatikus tulajdonságáról ad tájékoztatást. A túl kemény (2 mm alatti), illetve túl lágy (8 mm feletti terület) siker rossz minőségűnek tekinthető. A sikerterület javító minőségre utal, ha 2-5 mm közé esik, illetve a malmi minőségű búzáknál a 3-8 mm közötti intervallumot tekintjük megfelelőnek.

A 2010. évben a fajták sikerterület értékei tág intervallumban mozogtak (28. táblázat). A kontroll kezelésben a Pannonikus fajta (6,0 mm) rendelkezett a legnagyobb sikerterülettel. A GK Öthalom fajtánál tapasztaltuk a legkisebb sikerterületet (1,1 mm) értékeket. A Lupus (1,8 mm), az Mv Toldi (2,1 mm), és a Genius (2,9 mm) fajták siker területe kicsi volt, de még határokon belüli. A tápanyagszintek növekedésével növekedett a sikerterület nagysága, a Pannonikus fajta az N₆₀+PK tápanyagdózisnál mutatta legnagyobb sikerterületet (7,5 mm), amely már gyenge sikerminőségre utalt. Az N₁₂₀+PK tápanyagdózisnál a GK Öthalom 4,0 mm területet mutatott, míg a Genius (5,9 mm), az Mv Toldi (5,6 mm) és a Lupus (5,4 mm) fajtáknál közepes volt a sikerterület nagysága. A fajták átlagosan 2,8-5,5 mm közötti siker területet mutattak, mely javító, illetve jó malmi minőséget jelzett.

28. táblázat. A genotípus és a tápanyagellátás hatása

az őszi búzafajták sikerterületére (mm)

(Debrecen, 2010-2012)

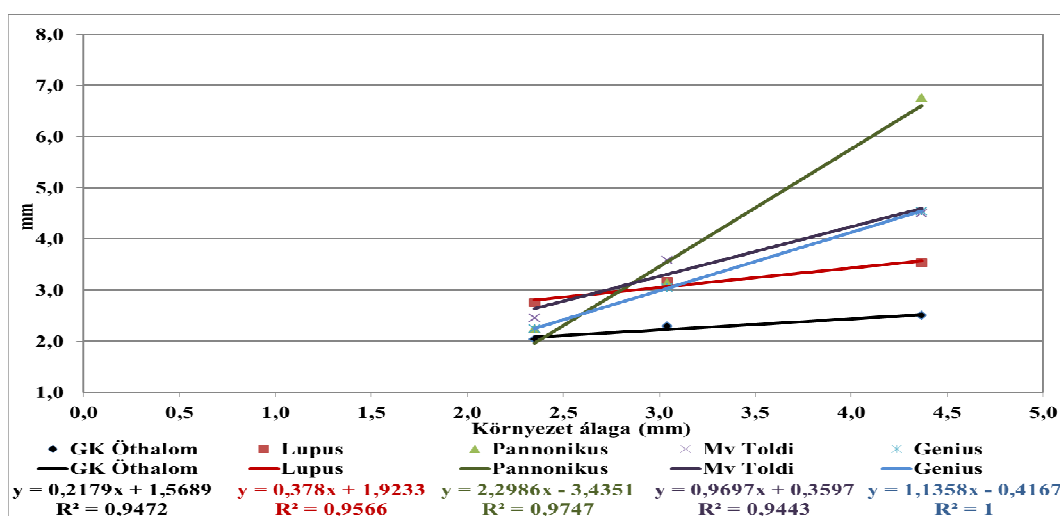
	2010				2011				2012			
	Ø	N ₆₀ +PK	N ₁₂₀ +PK	Átlag	Ø	N ₆₀ +PK	N ₁₂₀ +PK	Átlag	Ø	N ₆₀ +PK	N ₁₂₀ +PK	Átlag
GK Öthalom	1,1	2,4	4,0	2,5	1,9	2,3	2,8	2,3	1,4	1,8	3,0	2,1
Lupus	1,8	3,5	5,4	3,6	2,9	3,3	3,4	3,2	1,5	3,6	3,1	2,7
Pannonikus	6,0	7,5	6,8	6,8	2,5	3,0	3,9	3,1	1,1	2,6	3,0	2,2
Mv Toldi	2,1	5,8	5,6	4,5	2,9	3,4	4,5	3,6	2,5	2,0	2,9	2,5
Genius	2,9	4,9	5,9	4,6	2,3	3,1	3,8	3,1	1,6	1,9	3,3	2,3
Átlag	2,8	4,8	5,5	-	2,5	3,0	3,7	-	1,6	2,4	3,1	-
SzD_{5%} Fajta	0,6				0,4				1,2			
SzD_{5%} Tápanyagszint	0,6				0,5				0,4			
SzD_{5%} Kölcsönhatás	1,3				1,2				1,0			

A 2011. tenyészévben a sikerterület értékei szűkebb intervallumban mozogtak, átlagosan 2,5-3,7 mm között változott a sikerterület nagysága a fajták átlagában. A kontroll parcellákon mért sikerterület értékek 1,9-2,9 mm között változtak. A tápanyagdózisok hatására kisebb mértékű növekedés volt tapasztalható a terület értékeiben. Az N₆₀+PK tápanyagdózis kisebb mértékben növelte a fajták sikerterületének mértékét (2,3-3,4 mm), a fajták átlagában 3,0 mm volt az sikerterület nagysága. Az N₁₂₀+PK tápanyagszinten volt a legnagyobb terület a fajtáknak. Az

Mv Toldi (4,5 mm), a Pannonikus (3,9 mm) és a Genius (3,8 mm) fajtáknál tapasztaltuk a legnagyobb sikerterületeket, de ezek az értékek is az optimális intervallumban mozogtak. A legerősebb sikerrel GK Öthalom rendelkezett, 2,8 mm értékkel.

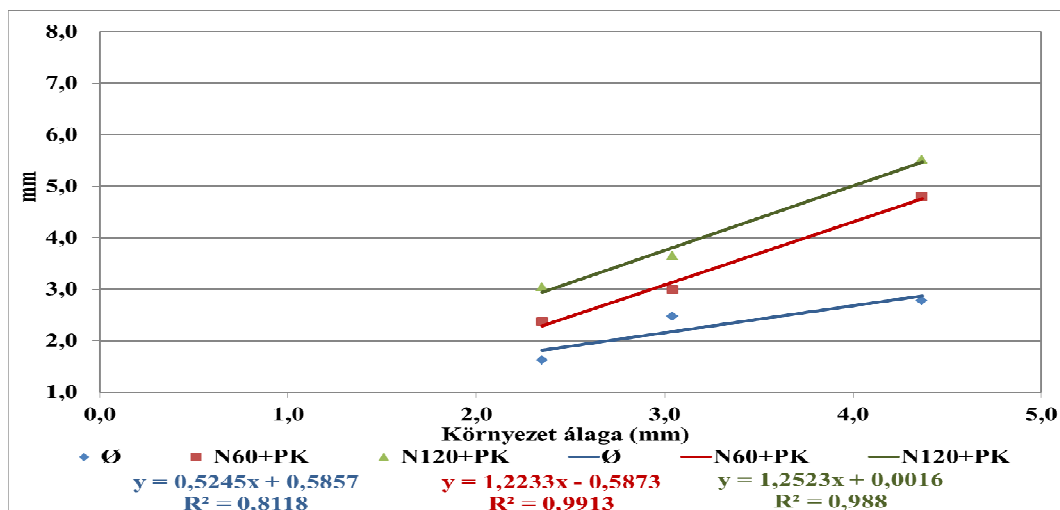
A 2012. évben az előző két évjáráthoz képest jelentősen kisebb sikerterülets értékeket mértünk, a fajták átlagában a sikerterülets értékei 1,6-3,1 mm között mozogtak. A kontroll parcellákon az Mv Toldi 2,5 mm sikerterülets mutatott, a másik négy vizsgált fajta sikerterülete 1,1-1,6 mm közötti volt. A tápanyagkezelések hatására is csupán kis mértékben növekedett a sikerterülets nagysága. Az N₆₀+PK tápanyagszinten a Lupus és Pannonikus (3,6-2,6 mm) fajtáknál volt tapasztalható nagyobb mértékű növekedés a sikerterületsben. A legnagyobb sikerterülets Lupus fajtánál mértük a (3,6 mm) az N₆₀+PK tápanyagszinten. Az N₁₂₀+PK tápanyagdózisnál a fajták sikerterülets értékei 2,9-3,3 mm között változtak, közel azonos nagyságúak voltak.

A fajták közül a GK Öthalom és Lupus fajtánál tapasztaltuk a legnagyobb stabilitást ($b=0,2179-0,378$) a sikerterülets értékekben (21. ábra), az Mv Toldi és Genius fajták közepesen stabilak voltak ($b=0,967-1,1358$), míg a Pannonikus volt a legkevésbé stabil ($b=2,2986$) a sikerterülets értékeit tekintve.



21. ábra. Az őszi búza fajták sikerterületsének stabilitása a vizsgált tényezésekben (Debrecen 2010-2012)

A kontroll kezelésben (22. ábra) a fajták hasonló sikerterülets értékeket mutattak az eltérő tényezések során, a tápanyagkezelések mindhárom évben szignifikánsan növelték a sikerterülets mértékét, de az évjáráti tényezők okozta különbségeket nem voltak képesek kompenzálni, a trágyázás nem stabilizálta a fajták sikerterületsét.



22. ábra. Az őszi búzafajták sikerterületének stabilitása alakulása a tápanyagkezelések esetében
(Debrecen, 2010-2012)

5.3.5. A Hagberg-féle esésszám alakulása

A Hagberg-féle esésszám az őszi búza lisztjének alfa-amiláz aktivitásáról nyújt tájékoztatást. Az alfa-amiláz a keményítőt bontásban játszik szerepet, melynek mértéke fontos szempont az optimális térsza kialakításánál. A túlzottan magas esésszám alacsony enzimaktivitásra utal, a túlzottan alacsony a túl magas enzim aktivitás jele, mely szintén rontja a végtermék minőségét. Optimális intervalluma 250-300 sec között található. Az esésszám értékét legfőképp a búza genotípusa határozza meg, valamint jelentősen ronthatja értékét a csapadék, amely a már érett búza állományra hullik.

A 2010. tenyészévben annak ellenére, hogy az extrém csapadékos volt, az esésszám értékei 304,0-331,6 sec között változtak a fajták átlagában, mely megfelelő, kissé alacsony enzim-aktivitásra utal (29. táblázat).

29. táblázat. A genotípus és a tápanyagellátás hatása az őszi búzafajták Hagberg-féle esésszám értékeire (sec)
(Debrecen, 2010-2012)

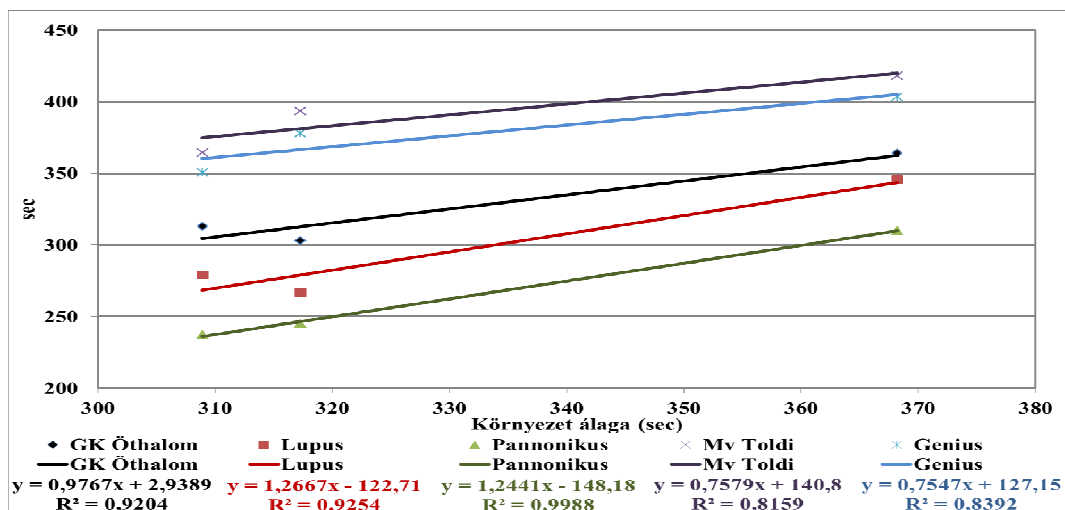
	2010				2011				2012			
	Ø	N ₆₀ +PK	N ₁₂₀ +PK	Átlag	Ø	N ₆₀ +PK	N ₁₂₀ +PK	Átlag	Ø	N ₆₀ +PK	N ₁₂₀ +PK	Átlag
GK Öthalom	304,0	308,5	296,5	303,0	292,5	317,0	329,8	313,1	354,0	385,8	352,0	363,9
Lupus	248,8	289,5	262,5	266,9	254,0	288,3	295,3	279,2	308,0	367,8	360,5	345,4
Pannonikus	206,0	272,8	256,5	245,1	220,0	244,0	248,3	237,4	291,5	325,3	313,5	310,1
Mv Toldi	387,3	397,0	396,5	393,6	370,0	365,5	357,5	364,3	395,8	423,5	435,0	418,1
Genius	374,0	390,3	369,5	377,9	361,3	349,8	340,8	350,6	380,5	413,8	416,0	403,4
Átlag	304,0	331,6	316,3	-	299,6	312,9	314,3	-	346,0	383,2	375,4	-
SzD_{5%} Fajta	21,1				21,6				22,6			
SzD_{5%} Tápanyagszint	25,3				26,0				23,4			
SzD_{5%} Kétsőnhatás	56,6				58,1				52,3			

A genotípusok között jelentős különbségek voltak, míg a tápanyagkezelések ezt a minőségi tulajdonságot jelentősen nem befolyásolták. A Lupus (248,8-289,5 sec) és a Pannonikus (206,0-272,8 sec) fajtáknál volt relatíve kisebb az esésszám értéke, azaz nagyobb az enzim aktivitás. A GK Öthalom (296,5-308,5 sec) közepes esésszám értékeket és enzim aktivitást mutatott. Az Mv Toldi (387,3-397,0 sec), valamint a Genius (379,5-390,3 sec) magas esésszámmal rendelkeztek.

A 2011. átlagos tenyészévben a fajták átlagában az esésszám 299,6-314,3 sec között változott. Az előző tenyészévhez hasonló értékeket mértünk. Az esésszám értékeket főként a genotípus határozta meg, illetve az, hogy a nyár eleji csapadékszegény időszak következtében az alfa-amiláz enzim aktivitás alacsony maradt. A tápanyagkezeléseknek nem volt jelentős hatása az enzimaktivitásra. A Lupus (254,0-295,3 sec), valamint a Pannonikus (220,0-248,3 sec) fajtáknál tapasztaltuk a legkisebb esésszámot. A GK Öthalom ismét relatíve közepes (292,5-329,8 sec) értékekkel rendelkezett. Legnagyobb volt az esésszáma az Mv Toldi (357,5-370,0 sec) és a Genius (340,8-361,3 sec) fajtáknak, ezek enzim szegényebb fajtáknak bizonyultak.

A 2012. évben a csapadékos nyári időszak ellenére is nagy esésszámokat mértünk, a másik vizsgált két tenyészévhez képest ebben az évjáratban tapasztaltuk a legnagyobb értékeket. A fajták átlagában 346,0-383,2 sec között változott az esésszám. A genotípusnak volt ekkor is a legnagyobb hatása a minőségi mutatóra. Hasonlóan az előző két évben tapasztalt tendenciákhoz, ebben az évben is a Lupus (308,0-360,5 sec) és a Pannonikus (291,5-325,3 sec) fajtáknak volt a legkisebb az esésszámuk. A GK Öthalom közepes (352,0-385,8 sec), míg az Mv Toldi (395,8-435,0 sec) és a Genius (380,5-416,0 sec) fajták a legnagyobb esésszám értékekkel rendelkeztek.

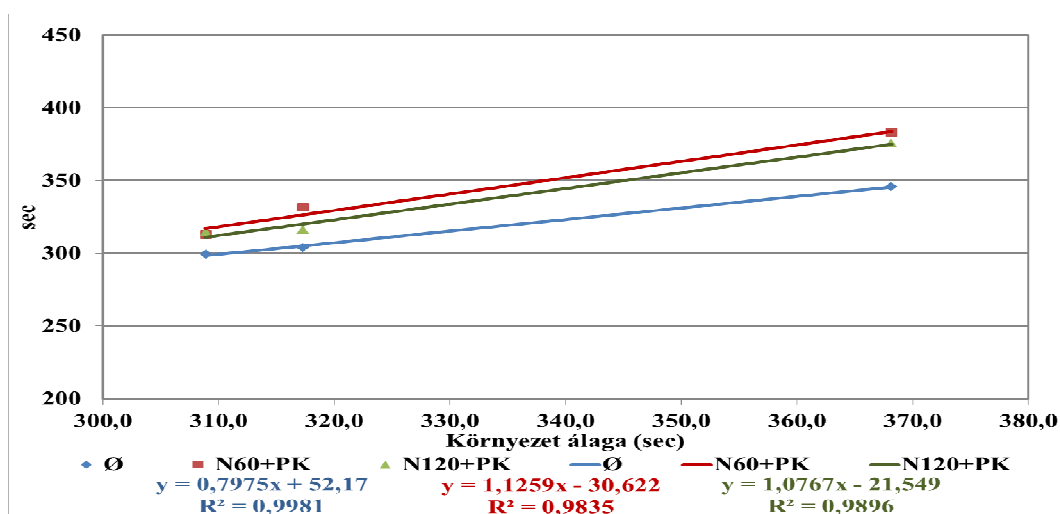
A fajták esésszám értékeiben csupán kis mértékű különbségeket tapasztaltunk, az esésszám leginkább genotípus által meghatározott tulajdonság, melyet az évjárat hatások csupán kisebb mértékben befolyásoltak (23. ábra). A legjobb stabilitással Genius és az Mv Toldi rendelkezett ($b=0,7547-0,7579$), a GK Öthalom közepesen stabil volt ($b=0,9767$), az eltérő évjárat hatások mellett, a Pannonikus és Lupus esésszáma rendelkezett legkevésbé stabil értékekkel ($b=1,2441-1,2667$).



23. ábra. Az őszi búza fajták Hagberg-féle esésszám értékeinek stabilitása a vizsgált tenyészévekben

(Debrecen 2010-2012)

A tápanyagdózisok (24. ábra) az esésszám értékeket csupán kis mértékben módosították. Három különböző tápanyagszinten közel azonos eredményeket kaptunk ($b=0,7975-1,1259$). Az évjáráti hatásokkal mutatott szoros összefüggéseket a fajták esésszám értéke.



24. ábra. Az őszi búzafajták Hagberg-féle esésszám értékeinek stabilitása a tápanyagkezelések esetében

(Debrecen, 2010-2012)

A tápanyagkezelés és az időjárási paraméterek, valamint a vizsgált minőségi mutatók közötti összefüggést Pearson-féle korrelációanalízissel vizsgáltuk (30. táblázat). A valorigráfus értékeket a tápanyag ellátottság jelentős mértékben befolyásolta, azaz szoros szignifikáns kapcsolatot (0,639) állapítottunk meg.

30. táblázat. A tápanyagellátás, a környezeti tényezők és a minőségi tulajdonságok összefüggés vizsgálata Pearson-féle korrelációanalízissel
(Debrecen, 2010-2012)

	Valorigráfos érték	Nedves siker tartalom (%)	Sikerterület (mm)	Hagberg-féle esésszám (s)	Liszt fehérje tartalom (%)
Tápanyagkezelés	0,639**	0,735**	0,465**	0,129	0,684**
Őszi csapadék (X.-XI.)	-0,075	0,186*	0,532**	-0,319**	0,096
Téli csapadék (XII.-II.)	-0,054	0,177*	0,524**	-0,351**	0,072
Tavaszi csapadék (III.-V.)	-0,134	0,200**	0,514**	-0,195**	0,161*
Nyári csapadék (VI.)	-0,195**	0,11	0,151*	0,228**	0,218**
Őszi hőmérséklet (X.-XI.)	-0,046	0,172*	0,519**	-0,362**	0,063
Téli hőmérséklet (XII.-II.)	-0,154*	0,199**	0,488**	-0,136	0,182*
Tavaszi hőmérséklet (III.-V.)	-0,184*	0,182*	0,402**	-0,008	0,213**
Nyári hőmérséklet (VI.)	0,092	-0,192**	-0,534**	0,291**	-0,114

** szignifikáns $P=0,01$ szinten, * szignifikáns $P=0,05$ szinten

A tápanyagkezelés a siker tartalom nagyságát jelentős mértékben befolyásolta, azaz különösen szoros pozitív szignifikáns kapcsolatot (0,735) lehetett megállapítani. A tápanyagellátás és a sikerterület között közepesen szoros szignifikáns (0,465) kapcsolat volt kimutatható. Az tápanyag ellátottság az esésszámot nem befolyásolta. A fehérje tartalom értékeire a tápanyagkezelés jelentős módosító hatást fejtett ki, szoros pozitív kapcsolat volt (0,684) kimutatható. A kapott eredményeinket *Debaeke et al.* (1996), *Pepó* (2003), *Alda et al.* (2010), és *Zecevic et al.* (2010) vizsgálati eredményei is megerősítik. A tápanyagkezelésen felül a környezeti tényezők is hatást gyakoroltak a minőségi tulajdonságokra. A valorigráfos érték gyenge negatív (-0,154- -0,195), a nedves siker tartalom csupán gyenge kapcsolatot (0,172-0,200) mutatott az egyes vizsgált időjárási tényezőkkel. Az őszi (0,532), téli (0,524), és tavaszi csapadék (0,514) jelentős mértékben módosította a sikerterület nagyságát, szoros pozitív volt a kapcsolat. A júniusi csapadék mennyiséggel már csupán gyenge pozitív kapcsolatot (0,151) találtunk. Az ősztől tavaszig tartó időszak magasabb átlaghőmérséklete szintén szorosan (0,519), illetve közepesen szorosan (0,488-0,402) befolyásolta a sikerterület nagyságát. A magasabb júniusi átlaghőmérséklet csökkentette a sikerterület mértékét, szoros negatív volt (-0,534) a kapcsolat. Az esésszám értéke negatív közepes kapcsolatot mutatott az őszi (-0,319) és téli (-0,351) csapadék mennyiségével. A tavaszi csapadék mennyiséggel már csak negatív gyenge kapcsolatban (-0,195) állt, a júniusi csapadék ellátottsággal gyenge pozitív kapcsolatot (0,228) mutatott. Az őszi átlaghőmérséklet és

az esésszám között negatív közepesen szoros volt (-0,362) a kapcsolat, míg a júniusi átlaghőmérséklettel pozitív gyenge kapcsolatban állt (0,291). A liszt fehérje tartalma a csapadék mennyiségével és az átlaghőmérsékleti értékekkel gyenge pozitív összefüggést (0,161-0,213) mutatott. Az időjárási tényezők a valorigráfos értékek, a nedves siker tartalom és a liszt fehérje tartalom értékeit csupán kisebb mértékben befolyásolták. A sikerterület és az esésszám értékeivel közepesen szoros összefüggést mutattak.

5.4. A termés, a minőségi tulajdonságok és fiziológiai paraméterek közötti összefüggésvizsgálatok

A kutatás tárgyát képező tényezők közötti összefüggések feltárása, épp oly fontos, mint a tényezőkre ható faktorok vizsgálata. A klorofill tartalom és levélterület nagysága közvetlen hatást gyakorol a termés nagyságára és minőségére, ugyanúgy, mint a termésmennyiség nagysága a minőségi paraméterek értékeire. Ezen összefüggések és az összefüggések szorosságának feltérképezése elengedhetetlen egy optimális termesztési rendszer kialakításához.

5.4.1. A termés és minőségi paraméterek közötti összefüggések

A termésmennyiségek és a vizsgált minőségi mutatók között a korrelációanalízis eredményei alapján megállapítható (31. táblázat), hogy a termés nagysága és a valorigráfos értékek között közepesen szoros pozitív összefüggés (0,484) volt, a nedves siker tartalom szoros pozitív kapcsolatban (0,511) állt a termésmennyiséggel.

31. táblázat. A termésmennyiségek és a minőségi tulajdonságok összefüggés vizsgálata Pearson-féle korrelációanalízissel

(Debrecen, 2010-2012)

	Valorigráfos érték	Nedves siker tartalom (%)	Sikerterület (mm)	Hagberg-féle esésszám (s)	Liszt fehérje tartalom (%)
Termésátlag	0,484**	0,511**	0,155*	0,157*	0,459**

** szignifikáns $P=0,01$ szinten, * szignifikáns $P=0,05$ szinten

A sikerterület és a Hagberg-féle esésszám csupán gyenge pozitív kapcsolatot (0,155-0,157) mutatott a terméssel. A liszt fehérje tartalma közepesen szoros pozitív kapcsolatot mutatott (0,459) a terméssel. A sikerterület és a Hagberg-féle esésszám, mely mutatókat főleg a búza enzimátikus tulajdonsága befolyásol, nem mutattak összefüggést az elért termés mennyiségével.

5.4.2. A fiziológiai tulajdonságok és a termésmennyiség közötti összefüggések értékelése

Korrelációanalízissel kerestünk összefüggést a termésmennyiség, illetve a vizsgált fiziológiai paraméterek között. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a fajták igen szoros pozitív összefüggéseket mutattak a vizsgált paraméterekkel. A GK Öthalom fajtánál 2011-ben (32. táblázat) a SPAD értékek szoros pozitív szignifikáns kapcsolatot mutattak a termés a szárbaindulástól (BBCH 29) a virágzásig (BBCH 65) (0,669-0,875). A virágzás után a SPAD értékekben bekövetkező drasztikus csökkenés hatására a termés nagysága és a klorofill tartalom között a kapcsolat szoros negatívvá (-0,641) vált a tejes érésre (BBCH 73). A Lupus fajta csupán a szárbaindulás kezdetén (BBCH 29) (0,811) és tejes éréskor (BBCH73) (0,671) mutatott szoros pozitív szignifikáns kapcsolatot a termés és SPAD értékek között. A Pannonikus fajtánál minden mérési időpontban igen szoros szignifikáns pozitív kapcsolat volt a SPAD értékek és termés között (0,717-0,895). Az Mv Toldi fajtánál a klorofill tartalom és a termés között igen szoros szignifikáns volt a kapcsolat a szárbaindulástól (BBCH 29) a tejes érésig (BBCH 73) (0,629-0,861). A Genius fajta a szárbainduláskori (BBCH 29) és a virágzáskori (BBCH 65) mérési időpontokban mutatott szoros szignifikáns összefüggést (0,789, 0,672) a termésmennyiséggel. A levélterület index értékek mind az öt vizsgált fajtánál a szárbaindulástól a viaszérésig igen szoros szignifikáns kapcsolatot mutattak a termésmennyiséggel (GK Öthalom 0,607-0,934, Lupus 0,866-0,900, Pannonikus 0,781-0,904, Mv Toldi 0,800-0,906, Genius 0,763-0,922). A levélterület tartam értékei szintén igen szoros szignifikáns kapcsolatot mutattak a termés mennyiségével mindegyik fajtánál (0,838-0,920).

32. táblázat. A termés, a klorofill tartalom és a levélterület index értékei közötti összefüggés korrelációs együtthatói
(Debrecen, 2011)

	SPAD					LAI					LAD
	BBCH 29	BBCH 32	BBCH 65	BBCH 73	BBCH 80	BBCH 29	BBCH 32	BBCH 65	BBCH 73	BBCH 80	
GK Öthalom	0,807**	0,875**	0,699*	-0,641*	-0,302	0,714**	0,934**	0,800**	0,898**	0,607*	0,876**
Lupus	0,811**	0,476	0,534	0,671*	0,437	0,867**	0,893**	0,866**	0,900**	0,872**	0,920**
Pannonikus	0,895**	0,758**	0,717**	0,837**	0,830**	0,781**	0,904**	0,810**	0,830**	0,817**	0,838**
Mv Toldi	0,861**	0,793**	0,629*	0,734**	0,553	0,906**	0,860**	0,874**	0,871**	0,800**	0,909**
Genius	0,789**	0,545	0,672*	0,529	0,57	0,869**	0,897**	0,826**	0,922**	0,763**	0,877**

** szignifikáns P=0,01 szinten, * szignifikáns P=0,05 szinten

2012-ben az összefüggéseket vizsgálva megállapítható (33. táblázat), hogy a GK Öthalom fajtánál a szárbaindulástól (BBCH29) a tejes érésig (BBCH73) szoros pozitív

szignifikáns kapcsolat volt a klorofill tartalom és termés mennyisége között (0,798-0,868).

33. táblázat. A termés, a klorofill tartalom és a levélterület index értékei közötti összefüggés korrelációs együtthatói
(Debrecen, 2012)

	SPAD					LAI					LAD
	BBCH 29	BBCH 32	BBCH 65	BBCH 73	BBCH 80	BBCH 29	BBCH 32	BBCH 65	BBCH 73	BBCH 80	
GK Öthalom	0,820**	0,789**	0,868**	0,798**	0,464	0,939**	0,555	0,711**	0,835**	0,642*	0,848**
Lupus	0,877**	0,801**	0,681*	0,794**	0,595*	0,870**	0,465	0,773**	0,821**	0,823**	0,872**
Pannonikus	0,675*	0,558	0,729**	0,741**	0,683*	0,919**	0,732**	0,768**	0,752**	0,764**	0,793**
Mv Toldi	0,763**	0,912**	0,950**	0,963**	0,854**	0,819**	0,791**	0,673*	0,706*	0,729**	0,775**
Genius	0,854**	0,913**	0,862**	0,745**	0,918**	0,690*	0,767**	0,736**	0,785**	0,851**	0,837**

** szignifikáns $P=0,01$ szinten, * szignifikáns $P=0,05$ szinten

A Lupus, a Pannonikus, az Mv Toldi, valamint a Genius fajták igen szoros szignifikáns kapcsolatot mutattak a klorofill tartalom, a levélterület index, valamint levélterület tartam és termésmennyiség között. Mindkét évjáratban igen szoros szignifikáns pozitív kapcsolatot találtunk a vizsgált fajták fiziológiai tulajdonságai és a termés nagysága között. A két év adatait együttesen vizsgálva megállapítható (34. táblázat), hogy a SPAD értékekkel a GK Öthalom termése csupán a szárbaindulástól a virágzásig (BBCH 29-65) mutatott szignifikáns szoros, majd közepes összefüggést (0,704-0,412). A bekövetkező klorofill tartalom csökkenés hatására az érési fázisokban nem volt szignifikáns kapcsolat a vizsgált paraméterek között. A többi fajtánál szoros, valamint igen szoros pozitív szignifikáns kapcsolatot (0,495-0,805) találtunk a fajták termésmennyisége és a relatív klorofill tartalom között minden vizsgált fenofázisban. A regresszióanalízis eredményeiből megállapítható, hogy a termés és a klorofill tartalom közötti kapcsolat közepesen erős volt. A kapcsolat erőssége a GK Öthalom fajtánál a szárbainduláskor (BBCH 29) közepes volt, ($r^2=0,496$), 2-3 nóduszos állapotban és virágzáskor gyenge ($r^2=0,196-0,170$), a további fenofázisokban nem volt szignifikáns a kapcsolat. A Lupus fajta termésmennyisége és a SPAD értékek között szárbainduláskor (BBCH 29) volt a legjobb a trendfüggvény illeszkedés ($r^2=0,648$), itt szoros volt a kapcsolat a 2-3 nóduszos állapotban (BBCH 32) és virágzáskor (BBCH 65) a determinációs koefficiens értéke kisebb volt ($r^2=0,410-0,354$), a szemtelítődési szakaszokban pedig tovább gyengült ($r^2=0,287-0,245$). Az Mv Toldi és a Genius fajtáknál a virágzásig (BBCH29-BBCH65) erős volt, de a szemtelítődési fenofázisokban a kapcsolat erőssége gyengült. A legszorosabb kapcsolatot a Pannonikus (0,650-0,713), illetve az Mv Toldi (0,688-0,753) fajták mutatták virágzás után.

**34. táblázat. A termés és egyes fiziológiai paraméterek
közötti összefüggés korrelációs együtthatói és becslő függvényei
(Debrecen, 2011-2012)**

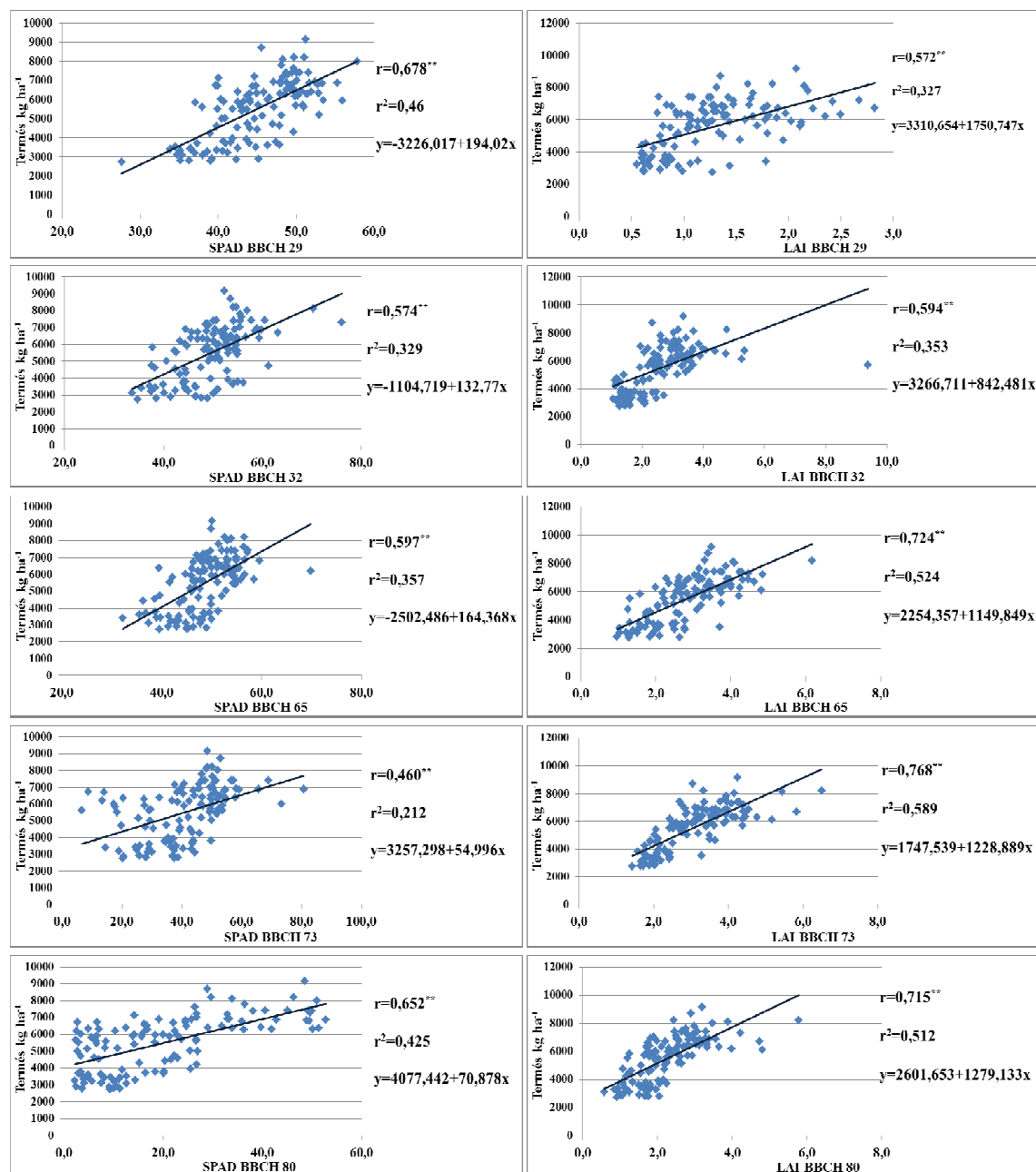
Fajta	Mérési idő	SPAD			Levélterület index			
		r	r ²	becslő függvény	mérési idő	r	r ²	becslő függvény
GK Óthalom	BBCH 29	0,704**	0,496	y=209,58x-3386,84	BBCH 29	0,569**	0,324	y=1248,028x+3217,726
	BBCH 32	0,443*	0,196	y=95,39x+546,72	BBCH32	0,813**	0,662	y=1367,898x+1560,14
	BBCH 65	0,412*	0,170	y=+89,79x+639,55	BBCH65	0,702**	0,492	y=1312,68x+1921,077
	BBCH 73	0,056	0,003	y=-4,22x+5076,62	BBCH 73	0,829**	0,687	y=1386,05x+1248,492
	BBCH 80	0,047	0,002	y=8,97x+4843,81	BBCH 80	0,584**	0,341	y=1577,766x+2080,504
Lupus	BBCH 29	0,805**	0,648	y=206,51x-4881,27	BBCH 29	0,667**	0,444	y=1838,878x+2558,544
	BBCH 32	0,64**	0,410	y=172,27x-3795,47	BBCH32	0,607**	0,369	y=457,5866x+3445,987
	BBCH 65	0,595**	0,354	y=120,79x-1018,53	BBCH65	0,802**	0,643	y=1076,703x+1750,551
	BBCH 73	0,536**	0,287	y=72,86x+2182,21	BBCH 73	0,753**	0,567	y=1031,127x+1742,067
	BBCH 80	0,495*	0,245	y=90,28x+3883,18	BBCH 80	0,771**	0,594	y=1104,153x+2297,384
Pannonikus	BBCH 29	0,733**	0,537	y=273,19x-6522,33	BBCH 29	0,784**	0,615	y=2755,696x+3178,166
	BBCH 32	0,561**	0,315	y=128,39x-19,95	BBCH32	0,809**	0,654	y=1342,995x+3032,43
	BBCH 65	0,713**	0,508	y=232,1x-4812,13	BBCH65	0,743**	0,551	y=1080,609x+2990,336
	BBCH 73	0,65**	0,423	y=116,32x+1119,77	BBCH 73	0,774**	0,598	y=1036,937x+2949,783
	BBCH 80	0,717**	0,514	y=88,53x+3592,1	BBCH 80	0,741**	0,548	y=1124,828x+3415,493
Mv Toldi	BBCH 29	0,732**	0,535	y=233,27x-4596,65	BBCH 29	0,8**	0,640	y=2150,018x+2328,953
	BBCH 32	0,768**	0,589	y=186,39x-3479,38	BBCH32	0,823**	0,677	y=1126,624x+2086,773
	BBCH 65	0,753**	0,567	y=192,47x-3640,15	BBCH65	0,751**	0,564	y=1011,973x+2384,436
	BBCH 73	0,632**	0,399	y=86,6x+2009,57	BBCH 73	0,789**	0,622	y=1145,634x+1619,958
	BBCH 80	0,688**	0,474	y=100,95x+3725,88	BBCH 80	0,752**	0,565	y=1284,31x+2451,52
Genius	BBCH 29	0,728**	0,531	y=273,72x-7244,78	BBCH 29	0,757**	0,573	y=2936,855x+2798,469
	BBCH 32	0,515**	0,266	y=128x-1099,59	BBCH32	0,746**	0,556	y=1563,059x+2115,062
	BBCH 65	0,753**	0,567	y=305,13x-10024,81	BBCH65	0,685**	0,470	y=1227,516x+2473,293
	BBCH 73	0,517**	0,267	y=95,41x+1136,43	BBCH 73	0,822**	0,676	y=1591,843x+1170,176
	BBCH 80	0,696**	0,484	y=80,01x+3407,31	BBCH 80	0,69**	0,476	y=1301,379x+2967,536

** szignifikáns P=0,01 szinten, * szignifikáns P=0,05 szinten

A regresszióanalízis értékeiből megállapítható, hogy közepesen szoros, illetve szoros szignifikáns kapcsolat ($r^2=0,324-0,677$) volt a levélterület index értékei és termés nagyság között mind az öt vizsgált fajtánál.

A fiziológiai tulajdonságok és a termés nagyság közötti összefüggéseket vizsgálva a két évjárat, illetve a fajták átlagában megállapítható (25. ábra), hogy a termés és a klorofill tartalom között szoros szignifikáns kapcsolatot (0,678-0,460) találtunk, és a kapcsolat szorossága közel azonos mértékű mind az öt vizsgált fenofázisban a szárbaindulástól (BBCH 29) a viaszérés kezdetéig (BBCH 80). A termés és a levélterület között igen szoros szignifikáns kapcsolatot találtunk. Különösen erős volt ez a kapcsolat (0,768-0,715) virágzáskor és a szemtelítődéskor (BBCH65-80). A regresszióanalízis alapján megállapítható, hogy a becslőfüggvények determinációs koefficiensei közepes összefüggéseket tártak fel. A SPAD értékek és a termés között szárbaindulástól virágzásig és a viaszéréskori méréseknél volt közepesen szoros összefüggés ($r^2=0,329-0,460$). A levélterület index értékek és termés között a szárbainduláskor és a 2-3

nódusos állapotban (BBCH 29-32) közepes erősségű volt, a virágzástól a szemtelítődési fázisokig (BBCH 65-80) szorosabb volt az összefüggés ($r^2=0,524-0,589$).



25. ábra. A termés és fiziológiai paraméterek értékei közötti összefüggés korrelációs együtthatói és becslő függvényei a vizsgált fajták átlagában
(Debrecen, 2011-2012)

A levélterület tartam és a termés mennyisége között igen szoros szignifikáns kapcsolat találtunk (35. táblázat) mind az öt vizsgált fajtánál mindkét évjáratban. A kapott adatok szintén azt támasztották alá, hogy a nagyobb termés mennyiség eléréséhez fontos a megfelelő levélterület nagyságának minél hosszabb időn át tartó megőrzése

valamint, hogy a generatív fejlődésben a szemtelítődéshez szükséges termésalkotó szerves anyagok megfelelő mennyiségben képződjenek.

35. táblázat. A termés és levélterület tartam értékei közötti összefüggés korrelációs együtthatói és becsülő függvényei
(Debrecen, 2011-2012)

Év	Fajta	r	r ²	becslő függvény
2011	GK Öthalom	0,876**	0,767	y=57,270x+1232,568
	Lupus	0,920**	0,847	y=38,133x+1644,637
	Pannonikus	0,838**	0,703	y=34,841x+3556,651
	Mv Toldi	0,909**	0,826	y=43,280x+1887,260
	Genius	0,877**	0,769	y=56,676x+2002,432
2012	GK Öthalom	0,848**	0,719	y=-86,152x+925,532+
	Lupus	0,872**	0,761	y=67,247x-251,922
	Pannonikus	0,793**	0,628	y=56,338x+1027,289
	Mv Toldi	0,775**	0,601	y=64,181x-281,353
	Genius	0,837**	0,701	y=66,919x-96,788

** szignifikáns P=0,01 szinten, * szignifikáns P=0,05 szinten

Eredményeink alapján megállapítható, hogy a genotípus, illetve a tápanyag ellátottság jelentős befolyásoló hatással bír a vizsgált fiziológiai tulajdonságok nagyságára. A vizsgálati eredményeink azt bizonyították, hogy a klorofill tartalom nagysága és a levélterület értéke a termést közvetlenül befolyásolni, módosítani képes. Azok a fajták, melyek nagyobb levélterületet képesek kialakítani, illetve nagyobb a levélzet klorofill tartalma, évjárattól függetlenül nagyobb termés realizálására képesek. A termés nagyságát az is jelentősen befolyásolta, hogy a virágzás után bekövetkező klorofill tartalom csökkenés milyen mértékű. Azoknak a fajtáknak, melyeknek az érési fenofázisokban kisebb mértékű volt a klorofill tartalomban bekövetkezett csökkenés nagysága, illetve nagyobb volt a levélterület nagysága és levélterület tartam értéke, a virágzástól az érési fázisokban jelentősen nagyobb volt a klorofill tartalmuk, valamint a levélterületük és levélterület tartamuk, nagyobb termés mennyiséget realizáltak mind a kontroll, mind pedig a nagyobb tápanyagszinteken. Ehhez hasonló megállapításra jutott Spaner *et al.* (2005), Zhang *et al.* (2009), és Arregui *et al.* (2006).

5.4.3. A fiziológiai paraméterek és a minőségi tulajdonságok közötti összefüggések értékelése

A korrelációanalízis eredményei alapján megállapítható, hogy a valorigráfos érték és a SPAD értékek között szárbaindulástól (BBCH 29) virágzásig (BBCH 65) volt szignifikáns, közepesen szoros pozitív kapcsolat (36. táblázat). A valorigráfos értékek és a levélterület index értékek között szárbainduláskor (BBCH 29) csupán gyenge kapcsolatot állapítottunk meg, 2-3 nóduszos fenofázistól (BBCH 32) a viaszerés végéig

(BBCH 80) közepesen szoros szignifikáns összefüggés volt. A levélterület tartam értékeivel közepesen szoros szignifikáns volt a kapcsolat (0,483).

36. táblázat. A minőségi tulajdonságok, a klorofill tartalom és a levélterület index értékei közötti összefüggés korrelációs együtthatói
(Debrecen, 2011)

	SPAD					LAI					LAD
	BBCH 29	BBCH 32	BBCH 65	BBCH 73	BBCH 80	BBCH 29	BBCH 32	BBCH 65	BBCH 73	BBCH 80	
Valorigráfós érték	0,402**	0,496**	0,354**	0,161	0,019	0,293*	0,502**	0,453**	0,481**	0,447**	0,483**
Nedves siker tartalom (%)	0,579**	0,565**	0,524**	0,553**	0,413**	0,255*	0,564**	0,627**	0,590**	0,605**	0,636**
Sikerterület (mm)	0,523**	0,595**	0,479**	0,417**	0,407**	0,476**	0,642**	0,699**	0,721**	0,651**	0,733**
Hagberg-féle esésszám (s)	-0,116	0,108	0,071	-0,053	-0,095	0,155	0,122	-0,003	0,065	-0,078	0,017
Liszt fehérje tartalom (%)	0,591**	0,576**	0,531**	0,557**	0,427**	0,23	0,524**	0,606**	0,573**	0,577**	0,615**

** szignifikáns $P=0,01$ szinten, * szignifikáns $P=0,05$ szinten

A nedves siker tartalom és a SPAD értékek között szárbaindulástól (BBCH 29) tejes érésig (BBCH 73) szoros szignifikáns kapcsolat volt, a viaszéréskori adatokkal már csupán közepesen szoros pozitív kapcsolatban (0,413) volt. A levélterület index értékek és a nedves siker tartalom között szárbainduláskor (BBCH 29) gyenge volt az összefüggés (0,255), 2-3 nóduszos fenofázistól (BBCH 37) a viaszérésig (BBCH 80) szoros szignifikáns volt a kapcsolat. A levélterület tartam értékeivel a nedves siker tartalom szoros szignifikáns kapcsolatot mutatott (0,636). A sikerterület és a SPAD értékek között szárbaindulástól (BBCH 29) 2-3 nóduszos állapotig (BBCH 32) szoros pozitív szignifikáns volt a kapcsolat (0,523-0,595), míg a virágzástól viaszérésig (BBCH 65-80) közepesen szoros szignifikáns volt a kapcsolat erőssége (0,479-0,407). A levélterület index és a sikerterület között a szárbainduláskor (BBCH 29) még csupán közepesen szoros (0,476), 2-3 nóduszos állapottól viaszérésig (BBCH 32-80) szoros, illetve igen szoros volt a korreláció mértéke (0,642-0,721). A sikerterület a levélterület tartam értékeivel igen szoros szignifikáns kapcsolatot mutatott (0,733). Az esésszám értékei egyik fiziológiai tulajdonsággal sem mutattak kapcsolatot a 2011. évben. A fehérje tartalom a SPAD értékekkel szárbaindulástól tejes érésig (BBCH 29-73) szoros szignifikáns pozitív kapcsolatot mutatott (0,591-0,557), a viaszéréskor a kapcsolat erőssége közepes volt (0,427). A levélterület index és a sikértartalom között 2-3 nóduszos állapottól viaszérésig szoros szignifikáns volt a kapcsolat erőssége (0,524-0,577), a levélterület tartammal szintén szoros szignifikáns kapcsolatot mutatott (0,615).

A 2012. tenyészévben hasonló tendenciák figyelhetők meg a korrelációanalízis eredményeiben (37. táblázat). A bokrosodás végén (BBCH 22) mért SPAD értékekkel egyetlen minőségi paraméter sem mutatott szignifikáns összefüggést.

37. táblázat. A minőségi tulajdonságok, a klorofill tartalom és a levélterület index értékei közötti összefüggés korrelációs együtthatói (Debrecen, 2012)

	SPAD						LAI						LAD
	BBCH 22	BBCH 29	BBCH 32	BBCH 65	BBCH 73	BBCH 80	BBCH 22	BBCH 29	BBCH 32	BBCH 65	BBCH 73	BBCH 80	
Valorigráfós érték	0,186	0,495**	0,490**	0,638**	0,557**	0,388**	0,511**	0,667**	0,403**	0,575**	0,544**	0,472**	0,573**
Nedves siker	0,229	0,644**	0,567**	0,641**	0,661**	0,567**	0,483**	0,849**	0,570**	0,763**	0,798**	0,670**	0,811**
Sikerterület (mm)	0,158	0,470**	0,252	0,368**	0,370**	0,247	0,327*	0,533**	0,413**	0,470**	0,393**	0,443**	0,452**
Hagberg-féle	0,159	0,186	0,325*	0,379**	0,357**	0,216	0,197	0,437**	0,342**	0,327*	0,330*	0,196	0,322*
Liszt fehérje tartalom	0,178	0,600**	0,585**	0,704**	0,673**	0,561**	0,520**	0,842**	0,546**	0,726**	0,744**	0,672**	0,771**

** szignifikáns $P=0,01$ szinten, * szignifikáns $P=0,05$ szinten

A valorigráfós értékszám a SPAD értékekkel szárbaindulástól 2-3 nóduszos állapotig illetve, viaszéréskor (BBCH 29, 32, 80) közepesen szoros (0,495-0,388), míg virágzáskor és tejes éréskor szoros szignifikáns korrelációban (0,638-0,557) állt. A levélterület index és levélterület tartam értékkel szoros szignifikáns kapcsolatban (0,403-0,667) volt a valorigráfós érték. A nedves siker tartalom a szárbaindulástól a viaszérésig (BBCH 29-80) a SPAD értékkel szoros (0,567-0,567), a levélterület index és tartam értékkel igen szoros szignifikáns volt kapcsolat (0,570-0,849). A sikerterület a SPAD értékkel szárbainduláskor, virágzáskor és tejes éréskor mutatott közepes korrelációt (0,470-0,370), a levélterület index és tartam értékekkel közepesen szoros kapcsolatot mutatott (0,533-0,327). Az esésszám értéke virágzástól tejes érésig mutatott közepes korrelációt a fiziológiai tulajdonságokkal (0,322-0,437). A fehérje tartalom szoros, illetve igen szoros kapcsolatot mutatott minden fiziológiai tulajdonsággal (0,520-0,842).

A fiziológiai tulajdonságok és a vizsgált paraméterek közötti összefüggést lineáris regresszióval megvizsgáltuk a két évjárat átlagában (38. táblázat) is. A valorigráfós értékek és klorofill tartalom között szoros szignifikáns kapcsolatot (0,453-0,704) a Pannonikus fajtánál tapasztaltunk. A GK Öthalom (0,518-696) és Lupus (0,472-0,550) csak virágzásig mutatott szignifikáns szoros és közepesen szoros kapcsolatot a SPAD értékek és a valorigráfós értékek között, míg az Mv Toldi csupán 2-3 nóduszos állapotban (0,463) és viaszérés kezdetén (0,491) mutatott közepes összefüggést. A Genius fajtánál a valorigráfós értékek mindössze a SPAD értékekkel mutattak szoros szignifikáns kapcsolatot virágzáskor (0,559) és viaszéréskor (0,584).

38. táblázat. A valorigráfos érték és fiziológiai paraméterek értékei közötti összefüggés
korrelációs együtthatói és becslő függvényei
(Debrecen, 2011-2012)

	SPAD				Levélterület index			
	mérési idő	r	r ²	becslő függvény	mérési idő	r	r ²	becslő függvény
GK Öthalom	BBCH 29	0.696**	0.485	y=0.848x+21.316	BBCH 29	0.295	0.087	y=2.647x+51.362
	BBCH 32	0.526**	0.277	y=0.464x+33.649	BBCH 32	0.575**	0.331	y=3.961x+45.231
	BBCH 65	0.518**	0.269	y=0.462x+32.879	BBCH 65	0.584**	0.340	y=4.472x+44.735
	BBCH 73	0.251	0.063	y=0.078x+52.389	BBCH 73	0.580**	0.336	y=3.974x+44.435
	BBCH 80	0.230	0.053	y=0.180x+53.169	BBCH 80	0.593**	0.352	y=6.567x+43.123
Lupus	BBCH 29	0.472*	0.223	y=0.856x+20.122	BBCH 29	0.700**	0.49	y=10.864x+52.341
	BBCH 32	0.490*	0.24	y=0.901x+15.289	BBCH 32	0.232	0.054	y=1.182x+56.727
	BBCH 65	0.550**	0.303	y=0.770x+23.223	BBCH 65	0.440*	0.193	y=4.000x+50.250
	BBCH 73	0.071	0.005	y=0.066x+57.297	BBCH 73	0.606**	0.367	y=5.200x+46.800
	BBCH 80	0.221	0.049	y=0.277x+57.031	BBCH 80	0.435*	0.189	y=4.624x+52.069
Pannonikus	BBCH 29	0.603**	0.364	y=0.794x+15.384	BBCH 29	0.592**	0.350	y=7.345x+44.346
	BBCH 32	0.453*	0.205	y=0.366x+34.617	BBCH 32	0.756**	0.571	y=4.430x+41.789
	BBCH 65	0.704**	0.496	y=0.810x+13.780	BBCH 65	0.649**	0.422	y=3.335x+42.385
	BBCH 73	0.622**	0.387	y=0.392x+35.076	BBCH 73	0.718**	0.516	y=3.399x+41.590
	BBCH 80	0.681**	0.464	y=0.297x+43.476	BBCH 80	0.674**	0.454	y=3.613x+43.315
Mv Toldi	BBCH 29	0.240	0.058	y=0.265x+48.907	BBCH 29	0.698**	0.488	y=6.483x+50.917
	BBCH 32	0.463*	0.214	y=0.388x+41.730	BBCH 32	0.543**	0.295	y=2.571x+52.647
	BBCH 65	0.390	0.152	y=0.344x+44.057	BBCH 65	0.476*	0.227	y=2.218x+53.602
	BBCH 73	0.265	0.070	y=0.126x+55.328	BBCH 73	0.570**	0.325	y=2.862x+50.757
	BBCH 80	0.491*	0.241	y=0.249x+56.073	BBCH 80	0.513*	0.264	y=3.030x+53.250
Genius	BBCH 29	0.333	0.111	y=0.504x+33.668	BBCH 29	0.274	0.075	y=3.125x+56.188
	BBCH 32	0.283	0.08	y=0.291x+41.824	BBCH 32	0.292	0.085	y=2.368x+52.816
	BBCH 65	0.559**	0.313	y=0.933x+9.285	BBCH 65	0.369	0.136	y=2.578x+51.734
	BBCH 73	0.358	0.128	y=0.273x+44.058	BBCH 73	0.263	0.069	y=2.125x+52.438
	BBCH 80	0.584**	0.341	y=0.280x+48.930	BBCH 80	0.343	0.117	y=2.436x+53.182

** szignifikáns P=0,01 szinten, * szignifikáns P=0,05 szinten

A levélterület index és a valorigráfos értékek között a Pannonikus fajtánál szintén szoros szignifikáns korrelációt (0,591-756) lehetett megállapítani. A Lupus fajta valorigráfos értékei a 2-3 nóduszos állapoton kívül a többi mérési időpontban szoros, illetve közepesen szoros (0,440-0,700) kapcsolatban voltak a levélterület index értékeivel. A GK Öthalom fajtánál a kapcsolat közepesen erős (0,575-0,593) volt, míg az Mv Toldi szintén közepesen szoros kapcsolatot (0,476-0,698) adott a valorigráfos értékek és levélterület index értékek között. A determinációs együttható értékeit vizsgálva megállapítható, hogy a GK Öthalom és az Mv Toldi csak gyenge kapcsolatot mutatott a SPAD és valorigráfos értékek között. A Pannonikus, a Lupus és a Genius fajtáknál is csupán közepes illeszkedést állapítottunk meg a klorofill tartalmak és valorigráfos érték között. A levélterület index és a valorigráfos érték között a fajták (kivételem a Genius, nem volt szignifikáns kapcsolat) közepes determinációs együtthatóval rendelkeztek, így a kapcsolat közöttük gyenge, illetve közepes volt. Az, hogy a kapcsolat a valorigráfos értékkel közepesen szoros, illetve nem minden esetben

szignifikáns a fiziológiai paraméterekkel, azzal magyarázható, hogy a valorigráfos érték egy olyan komplex mutató, melyet több tényező együttesen alakít ki, illetve befolyásol.

A siker tartalom értékei a SPAD értékekkel szoros szignifikáns kapcsolatot mutattak (39. táblázat). A GK Öthalom közepesen szoros (0,687-0,432), míg a Pannonikus (0,694-0,844) és az Mv Toldi (0,682-0,849) fajtáknál igen szoros szignifikáns volt a kapcsolat a nedves siker tartalom és a SPAD értékek között minden vizsgált fenológiai fázisban. A Lupus fajtánál a teljes érési fenofázis kivételével szoros szignifikáns volt a kapcsolat (0,603-0,639).

39. táblázat. A nedves siker tartalom és fiziológiai paraméterek értékei közötti összefüggés korrelációs együtthatói és becslő függvényei
(Debrecen, 2011-2012)

	SPAD				Levélterület index			
	mérési idő	r	r ²	becslő függvény	mérési	r	r ²	becslő függvény
GK Öthalom	BBCH 29	0.687**	0.472	y=0.672x-1.357	BBCH 29	0.147	0.022	y=1.058x+23.856
	BBCH 32	0.547**	0.299	y=0.387x+7.524	BBCH 32	0.377	0.142	y=2.082x+20.177
	BBCH 65	0.583**	0.340	y=0.417x+5.367	BBCH 65	0.465*	0.216	y=2.858x+18.751
	BBCH 73	0.432*	0.186	y=0.108x+21.704	BBCH 73	0.400	0.160	y=2.197x+19.470
	BBCH 80	0.493*	0.243	y=0.310x+22.164	BBCH 80	0.506*	0.256	y=4.486x+17.197
Lupus	BBCH 29	0.639**	0.408	y=0.691x-2.565	BBCH 29	0.698**	0.487	y=6.455x+24.989
	BBCH 32	0.603**	0.364	y=0.661x-3.229	BBCH 32	0.490*	0.24	y=1.490x+25.690
	BBCH 65	0.616**	0.379	y=0.513x+5.038	BBCH 65	0.594**	0.353	y=3.219x+21.781
	BBCH 73	0.348**	0.121	y=0.193x+22.575	BBCH 73	0.602**	0.363	y=3.080x+21.720
	BBCH 80	0.467*	0.218	y=0.349x+26.081	BBCH 80	0.471**	0.222	y=2.984x+24.443
Pannonikus	BBCH 29	0.694**	0.481	y=0.870x-12.298	BBCH 29	0.602**	0.362	y=7.118x+20.573
	BBCH 32	0.383	0.147	y=0.295x+14.153	BBCH 32	0.689**	0.474	y=3.848x+19.228
	BBCH 65	0.802**	0.643	y=0.879x-13.616	BBCH 65	0.640**	0.409	y=3.132x+18.992
	BBCH 73	0.756**	0.572	y=0.455x+8.150	BBCH 73	0.675**	0.456	y=3.047x+18.735
	BBCH 80	0.844**	0.713	y=0.351x+17.685	BBCH 80	0.605**	0.366	y=3.092x+20.680
Mv Toldi	BBCH 29	0.687**	0.472	y=0.082x+0.774	BBCH 29	0.508*	0.258	y=4.826x+26.406
	BBCH 32	0.692**	0.479	y=4.958x+0.594	BBCH 32	0.631**	0.398	y=3.055x+24.294
	BBCH 65	0.849**	0.720	y=-2.780x+0.767	BBCH 65	0.584**	0.340	y=2.780x+24.994
	BBCH 73	0.683**	0.466	y=0.331x+20.285	BBCH 73	0.547**	0.299	y=2.807x+24.028
	BBCH 80	0.760**	0.578	y=0.394x+26.694	BBCH 80	0.551**	0.303	y=3.325x+25.650
Genius	BBCH 29	0.581**	0.337	y=0.649 x-1,912	BBCH 29	0.520**	0.271	y=4.375x+26.896
	BBCH 32	0.345	0.119	y=0.261x+14.781	BBCH 32	0.643**	0.413	y=3.842x+21.079
	BBCH 65	0.743**	0.552	y=0.912x -18,319	BBCH 65	0.631**	0.398	y=3.250x+21.500
	BBCH 73	0.643**	0.413	y=0.361x+10,986	BBCH 73	0.547**	0.299	y=3.250x+20,958
	BBCH 80	0.744**	0.553	y=0.262x+20,806	BBCH 80	0.493*	0.243	y=2,582x+24,242

** szignifikáns P=0,01 szinten, * szignifikáns P=0,05 szinten

A Genius virágzástól viaszérésig igen szoros szignifikáns kapcsolatot mutatott (0,643-0,744). A legszorosabb kapcsolatot virágzaskor és éréskor tapasztaltuk. A levélterület index értékek és a siker tartalom között a GK Öthalom fajtánál virágzaskor (0,465) és viaszérés kezdetén közepesen szoros szignifikáns kapcsolat volt (0,506), míg a Lupus, Pannonikus, Mv Toldi és Genius fajtáknál minden vizsgált fenológiai fázisban szoros, illetve közepesen szoros szignifikáns kapcsolatot (0,490-0,809) tapasztaltunk. A

determinációs együtthatók vizsgálatakor arra az eredményre jutottunk, hogy a GK Öthalom, Lupus és Genius fajták csupán gyenge, illetve közepes kapcsolatot mutattak a nedves siker tartalom és a SPAD értékek, valamint a levélterület index értékeivel. Ezzel szemben a Pannonikus és az Mv Toldi fajtáknál a virágzástól az érési fázisokig közepes, illetve szoros kapcsolatot találtunk a siker tartalom és a fiziológiai paraméterek között.

A liszt fehérje tartalma és a SPAD értékek között szoros, illetve igen szoros szignifikáns összefüggést tapasztaltunk mind az öt mérési időszakban, mind az öt fajtánál (39. táblázat). A legszorosabb összefüggést a virágzáskor, illetve (0,702-0,872) az érési fázisokban tapasztaltuk (0,485-0,835), de szintén szoros szignifikáns összefüggést találtunk a vegetatív fázisokban is.

40. táblázat. A liszt fehérje tartalom és fiziológiai paraméterek értékei közötti összefüggés korrelációs együtthatói és becslő függvényei

(Debrecen, 2011-2012)

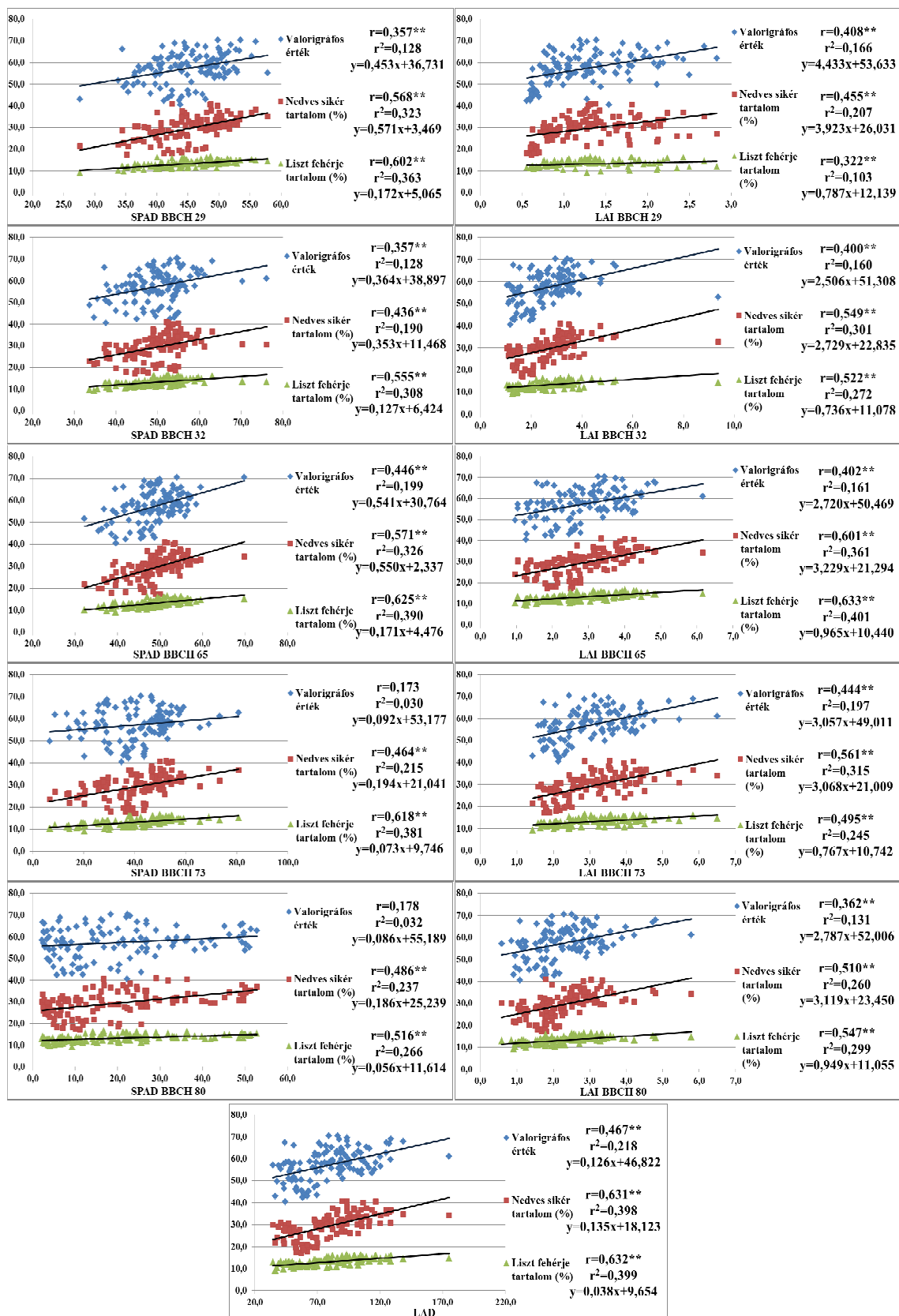
		SPAD				Levélterület index			
		mérési idő	r	r ²	becslő függvény	mérési idő	r	r ²	becslő függvény
GK Öthalom	BBCH 29	0.750**	0.563		$y=0.262x+1.521$	BBCH 29	0.290	0.084	$y=-0.747x+12.956$
	BBCH 32	0.904**	0.816		$y=0.228x+1.420$	BBCH 32	0.301	0.091	$y=0.595x+10.461$
	BBCH 65	0.872**	0.760		$y=0.223x+1.261$	BBCH 65	0.576**	0.332	$y=1.266x+9.022$
	BBCH 73	0.777**	0.604		$y=0.069x-9.605$	BBCH 73	0.152	0.023	$y=0.298x+11.136$
	BBCH 80	0.777**	0.603		$y=0.174x+10.156$	BBCH 80	0.566**	0.320	$y=1.794x+8.683$
Lupus	BBCH 29	0.620**	0.384		$y=0.150x+5.924$	BBCH 29	0.638**	0.407	$y=1.318x+11.955$
	BBCH 32	0.553**	0.306		$y=0.136x+6.169$	BBCH 32	0.535**	0.286	$y=0.364x+11.955$
	BBCH 65	0.702**	0.492		$y=0.131x+6.655$	BBCH 65	0.593**	0.352	$y=0.719x+11.156$
	BBCH 73	0.487*	0.238		$y=0.060x+10.731$	BBCH 73	0.541**	0.293	$y=0.619x+11.311$
	BBCH 80	0.585**	0.342		$y=0.098x+11.935$	BBCH 80	0.475**	0.225	$y=0.672x+11.741$
Pannonikus	BBCH 29	0.709**	0.502		$y=0.209x+3.259$	BBCH 29	0.568**	0.323	$y=1.579x+11.306$
	BBCH 32	0.473*	0.224		$y=0.086x+8.863$	BBCH 32	0.734**	0.539	$y=0.964x+10.726$
	BBCH 65	0.812**	0.659		$y=0.209x+3.034$	BBCH 65	0.703**	0.495	$y=0.809x+10.588$
	BBCH 73	0.801**	0.642		$y=0.113x+7.987$	BBCH 73	0.706**	0.498	$y=0.748x+10.655$
	BBCH 80	0.835**	0.698		$y=0.082x+10.546$	BBCH 80	0.691**	0.477	$y=0.830x+10.941$
Mv Toldi	BBCH 29	0.698**	0.487		$y=0.230x+4.396$	BBCH 29	0.549**	0.301	$y=1.526x+12.091$
	BBCH 32	0.790**	0.624		$y=0.198x+4.802$	BBCH 32	0.674**	0.454	$y=0.954x+11.457$
	BBCH 65	0.833**	0.694		$y=0.220x+3.905$	BBCH 65	0.665**	0.442	$y=0.928x+11.497$
	BBCH 73	0.732**	0.536		$y=0.104x+10.184$	BBCH 73	0.615**	0.379	$y=0.925x+11.215$
	BBCH 80	0.679**	0.461		$y=0.103x+12.549$	BBCH 80	0.635**	0.404	$y=1.123x+11.685$
Genius	BBCH 29	0.698**	0.487		$y=0.263x+2.900$	BBCH 29	0.587**	0.345	$y=1.313x+12.135$
	BBCH 32	0.498*	0.248		$y=0.100x+7.315$	BBCH 32	0.732**	0.536	$y=1.163x+10.368$
	BBCH 65	0.783**	0.612		$y=0.255x+-,482$	BBCH 65	0.776**	0.603	$y=1.063x+10.313$
	BBCH 73	0.694**	0.481		$y=0.104x+7.599$	BBCH 73	0.653**	0.426	$y=1.031x+10.214$
	BBCH 80	0.738**	0.545		$y=0.069x+10.608$	BBCH 80	0.605**	0.366	$y=0.842x+11.212$

** szignifikáns P=0,01 szinten, * szignifikáns P=0,05 szinten

A levélterület index és a liszt fehérje tartalma között a GK Öthalom fajtánál csupán virágzáskor (0,576), illetve vialsérés idején (0,320) tapasztaltunk közepesen szoros szignifikáns kapcsolatot. A Lupus, a Pannonikus, az Mv Toldi és Genius fajtáknál szoros szignifikáns volt a kapcsolat (0,457-0,734) a LAI és fehérje tartalom

között. A legszorosabb kapcsolatot a virágzáskor (0,576-0,703) tapasztaltuk a vizsgált mutatók között, illetve szorosabb volt a kapcsolat még az érési fenofázisokban is. A fehérje tartalomnál a determinációs együtthatók a SPAD értékek szoros, illetve közepes kapcsolatot mutattak, míg a levélterület index értékekkel csupán közepes volt kapcsolat. A liszt fehérje tartalmát a SPAD értékekből pontosabban tudjuk becsülni.

A két év és a fajták átlagában (26. *ábra*) vizsgálva az összefüggéseket a három minőségi mutató és a fiziológiai tulajdonságok között megállapítható, hogy a valorigráfos értékek a SPAD értékekkel csupán szárbaindulástól (BBCH 29) és virágzásig (BBCH 65) mutattak közepesen szoros szignifikáns kapcsolatot (0,357-0,446). A levélterület index értékek és a valorigráfos értékek között minden mérési időpontban közepesen szoros szignifikáns volt a kapcsolat (0,362-0,444). A levélterület tartammal közepesen szoros összefüggést mutatott a valorigráfos érték (0,467). A determinációs együtthatók értéke kicsi volt, a trendvonalak illeszkedése gyenge. A nedves siker tartalom a SPAD értékekkel, a levélterület index értékekkel és a levélterület tartammal szoros, illetve közepesen szoros összefüggéseket mutatott. A trend vonalak illeszkedése gyenge, illetve közepes volt. A fehérje tartalom és a SPAD értékek között szoros szignifikáns kapcsolatot állapítottunk meg. A levélterület index értékekkel a szárbainduláskor (BBCH 29) közepesen szoros (0,322), a többi mérési időben szoros szignifikáns volt a kapcsolat. A trendvonalak illeszkedése közepes volt. A levélterület tartammal szintén szoros szignifikáns kapcsolatot állapítottunk meg. A genotípusnak köszönhető különbségeket találtunk a vizsgált paraméterekben. A valorigráfos érték a fiziológiai tulajdonságok vizsgálatával kisebb mértékben becsülhető meg. A nedves siker tartalom és a liszt fehérje tartalom igen szoros összefüggést mutatott a klorofill tartalom és levélterület index nagyságával. A vizsgált paraméterek közötti kapcsolat leginkább virágzáskor volt a legerősebb, így ebben a fenofázisban való vizsgálatuk jobb prediktálhatóságot eredményez. A vegetatív fázis végén, illetve a szemtelítődéskor mért fiziológiai mutatók nagysága szintén szoros szignifikáns eredményt hozott a liszt fehérje, illetve nedves siker tartalom értékek között.



26. ábra. A minőségi tulajdonságok és fiziológiai paraméterek értékei közötti összefüggés korrelációs együtthatói és becslő függvényei a vizsgált fajták átlagában
(Debrecen, 2011-2012)

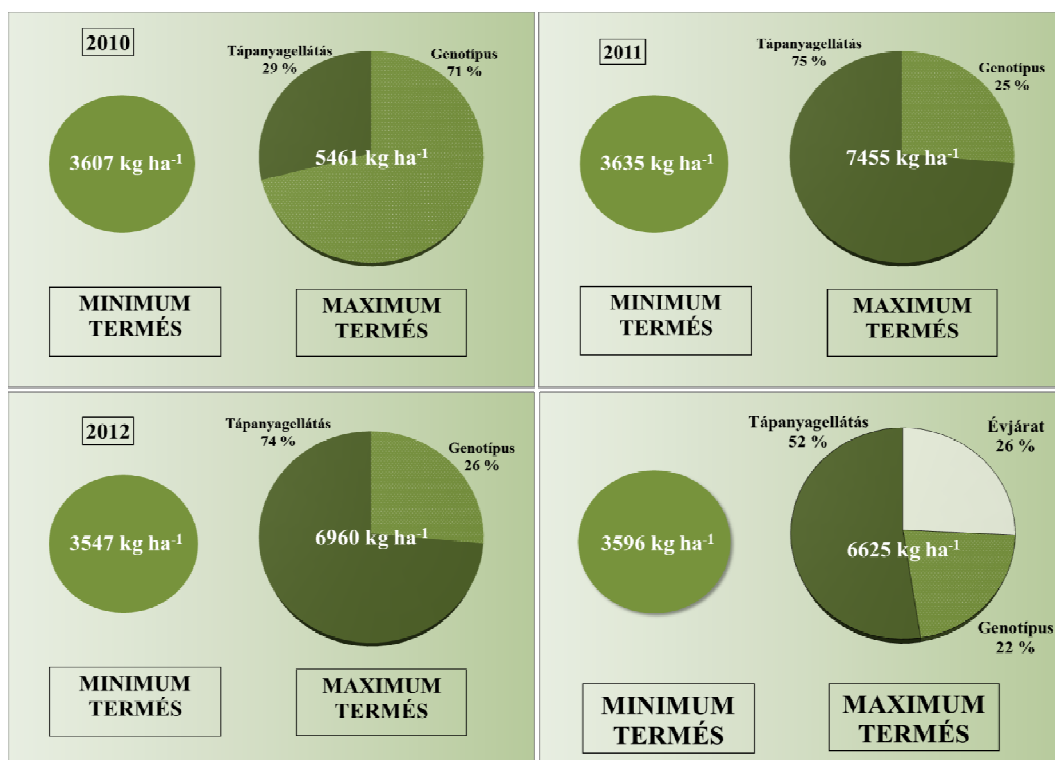
5.5. A genotípus, a tápanyagellátás és az évjárat az őszi búzák termésmennyiségére és minőségi tulajdonságaira gyakorolt hatásának komplex értékelése

A variancia komponensek felosztásával lehetőségünk nyílt arra, hogy pontosan számszerűsítsük az évjárat, a genotípus és a tápanyagellátás hatását a betakarított termés mennyiségére, a valorigráfus érték, a nedves siker tartalom és fehérje tartalom értékeire. A vizsgált tényezők jelentőségének megállapításához a kontroll tápanyagszinteken mért minimumértékeket vettük alapul és a vizsgált tényezők kombinációjaként elért maximális értékekhez tartozó növekedést osztottuk fel a vizsgált tényezők között.

A 2010. évben a kontroll kezelés termésátlaga 3607 kg ha^{-1} , a termésmaximumok átlaga 5461 kg ha^{-1} volt, amely 1856 kg ha^{-1} nagyságú terméstöbbletet jelentett (27. ábra). A terméstöbblet 71%-a genotípusnak volt köszönhető, mely 1316 kg ha^{-1} termésnövekményt jelentett, a tápanyag ellátottság csupán 29%-ban (538 kg ha^{-1}) járult hozzá a termésnövekedéshez. A tápanyagellátás kisebb mértékű szerepe a terméstöbblet képzésben magyarázható azzal, hogy a 2010. extrém csapadékos évjáratban a termésmaximumok kisebbek voltak és az $N_{30-60}+PK$ tápanyagszinteken érték el a legnagyobb termést a fajták. A genotípus nagyobb százalékos szerepe bizonyította azt, hogy a nagyobb termésmaximumok eléréséhez szükséges volt, hogy a fajták jó adaptációs (a betegségekkel és a megdőléssel szembeni jobb ellenállóság) képességekkel rendelkezzenek az extrém környezeti hatásokkal szemben.

A 2011. átlagos évjáratban a kontroll kezelések átlaga 3635 kg ha^{-1} , a termésmaximumok átlaga ezzel szemben 7455 kg ha^{-1} volt, amely 3820 kg ha^{-1} terméstöbbletet jelentett. A genotípus ebben az évben csupán 25%-kal (972 kg ha^{-1}), a tápanyagellátás viszont 75%-kal (2848 kg ha^{-1}) járult hozzá a terméstöbblet kialakításához. Az eredmény azt jelzi, hogy az átlagos évjáratban nem a fajták adaptációs képessége, hanem a jobb tápanyag-reakciója játszott nagyobb szerepet a termésmaximumok kialakításában. A 2012. évben 3547 kg ha^{-1} volt a kontroll parcellákról betakarított termések átlaga, míg a maximális termésmennyiségek átlaga 6960 kg ha^{-1} volt, azaz 3413 kg ha^{-1} terméstöbblet jelentkezett. A terméstöbblet kialakításában a genotípus 26%-os (904 kg ha^{-1}), míg a tápanyagkezelés 74%-os szerepet játszott, ami 2509 kg ha^{-1} terméstöbbletnak felel meg. A 2012. évben szintén a fajták jobb tápanyag-reakciója volt hangsúlyosabb a termésmaximumok kialakításában,

köszönhetően annak, hogy a 2012. évben szárazabb tavaszi periódusban a kijutatott tápanyag kisebb mértékben táródott fel.

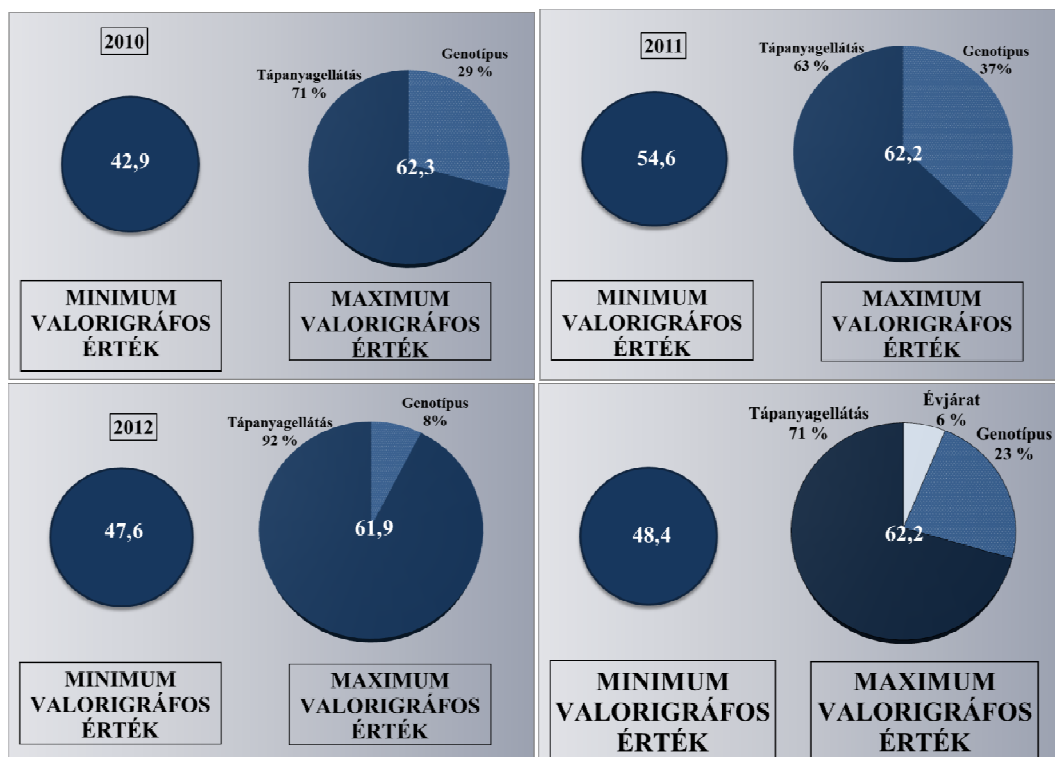


27. ábra. A vizsgált tényezők szerepe az őszi búza termésének alakulásában
(Debrecen, 2010-2012)

A három tenyésztévet együttesen értékelve a kontroll parcellákon átlagosan 3596 kg ha^{-1} volt a betakarított termés nagysága, a fajták átlagában 6625 kg ha^{-1} volt a maximális termés, amely 3029 kg ha^{-1} terméstöbbletet jelentett. A terméstöbblet kialakításában a genotípus 22%-kal (661 kg ha^{-1}) vett részt, a tápanyag ellátottság 52%-os arányban (1588 kg ha^{-1}) növelte a termésmagyságot, az évjárat 26%-ban (780 kg ha^{-1}) játszott szerepet. Az, hogy a három eltérő és extremitásokban gazdag évjárat kisebb mértékű befolyásoló hatással bírt a termésmaximumok kialakítására mutatja a fajták jó adaptációs képességét. A tápanyagkezelés nagy százalékos szerepe alapján megállapítható, hogy évjáratától függetlenül is fontos a megfelelő tápanyag ellátottság biztosítása a kiváló terméseredmények eléréséhez. A genotípus 22%-os szerepe mutatta, hogy a nagyobb termésmennyiségek kialakításához elengedhetetlenül fontos a jó biológiai alap és a jó tápanyag-reakció.

A valorigráfus értékek szerint (28. ábra), a 2010. évben a kontroll kezeléshez képest (42,9) a fajták 19,4-el nagyobb valorigráfus értékeket értek el az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten (62,3). A bekövetkezett növekedéshez a fajta 29%-ban, a

tápanyagkezelés 71%-ban járult hozzá. A csapadékos évben a feltáródott műtrágya jelentősen nagyobb befolyásoló hatással bírt a valorigráfos értékekre.



28. ábra. A vizsgált tényezők szerepe az őszi búza valorigráfos értékének alakulásában

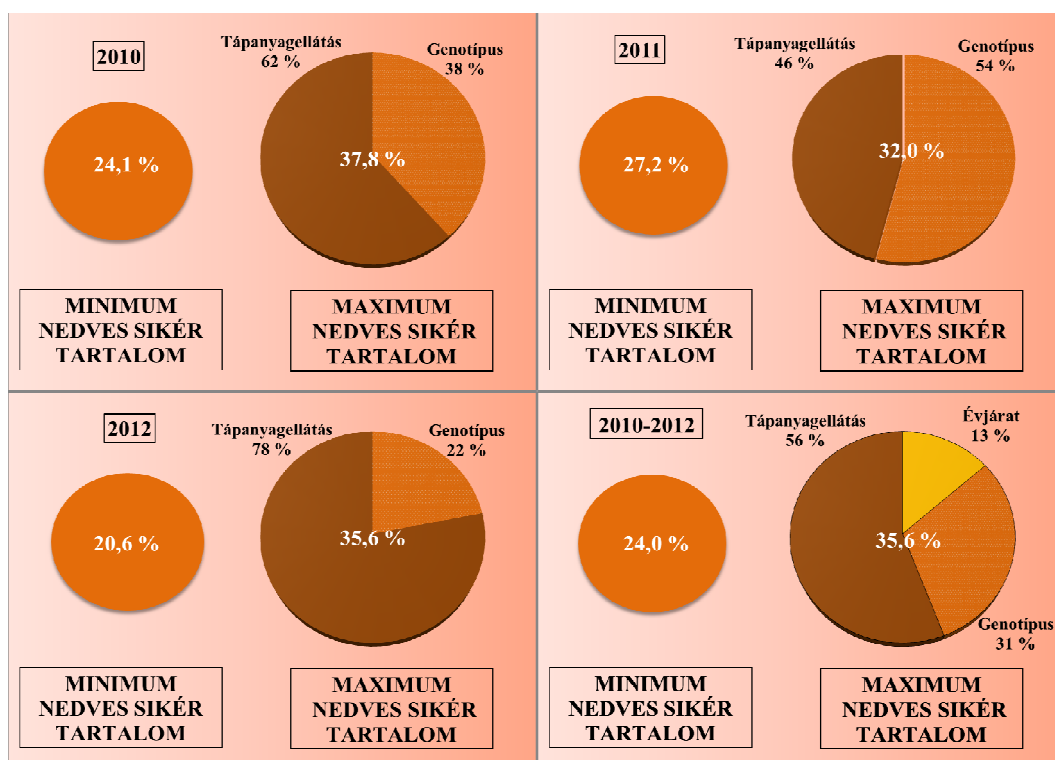
(Debrecen, 2010-2012)

A 2011. évben a valorigráfos érték a kontroll kezelésben 54,6 volt a fajták átlagában, amely 7,5-el növekedett a tápanyagkezelések hatására (62,2). A változást 37%-ban a genotípus, 63%-ban az évjárat idézte elő. A kedvezőbb évjárat hatására a genotípusok közötti különbségek jobban kifejeződtek, de a tápanyagellátás ebben az évjáratban is jelentős szerepet játszott. A növekedés jelentősen kisebb volt a másik két évjáratához képest. A 2012. évben a kontrollhoz képest (47,6) 14,3-es növekedés következett be a tápanyagellátás hatására (61,9) a valorigráfos értékekben. A 2012. évben a genotípus csupán 8%-ban járult hozzá a valorigráfos érték növekedéséhez, ezzel szemben a tápanyagellátás 92%-ban felelt a növekedésért. A szélsőséges évjárat ellenére a megfelelő tápanyag szolgáltatás nagymértékben növelte a valorigráfos értékeket.

Három év átlagában a fajták 48,4 valorigráfos értéket értek el a kontroll parcellákon, addig a műtrágyakezelés hatására 62,2-re növekedett ez az érték, amely 13,8-es növekedésnek felelt meg. A növekedés mindössze 6%-ban volt köszönhető az

évjáratnak, 23%-ban a fajtának, míg 71%-ban tápanyag ellátottságnak. Mindhárom évben a tápanyag ellátottság játszotta a legnagyobb szerepet a maximális valorigráfos értékek kialakításában a fajtának 8-37%-os szerepe volt. A legnagyobb arányban az átlagos évjáratban volt szerepe a genotípusnak. A száraz évjáratban minimális, csupán 8%-os volt a szerepe.

A 2010. évben a kontroll kezelések átlagában 24,1%-os volt siker tartalom, a maximális siker tartalmak nagysága 37,8% volt, ez 13,7%-kal haladta meg kontroll kezelés átlagát (29. ábra). A siker tartalomban bekövetkezett növekedés 38%-a volt köszönhető a genotípusnak, a tápanyagkezelés 62%-kal járult hozzá a nedves siker tartalom növekedéséhez. A 2010. tenyészévben a lehullott nagy mennyiségű csapadék következtében nagymértékű volt a műtrágya feltáródása, amelyet a jó genetikai alappal rendelkező fajták kiválóan tudtak hasznosítani.



29. ábra. A vizsgált tényezők szerepe az őszi búza nedves siker tartalmának alakulásában (Debrecen, 2010-2012)

A 2011. évben a fajták nedves siker tartalmának átlaga a kontroll kezelésekben 27,2% volt, az N₁₂₀+PK kezelésekben elért maximális nedves siker tartalmak átlaga 32,0% volt, mely csupán 4,8% növekedést jelentett. A nedves siker tartalomban bekövetkezett növekedés 54%-ban genotípusnak és 46%-ban a tápanyagkezelésnek volt köszönhető. Az átlagos évjáratban, amikor a legtöbb környezeti tényező optimális volt

az őszi búzák számára, a biológiai alap sokkal nagyobb súllyal vett részt a sikér tartalom maximumok kialakításban.

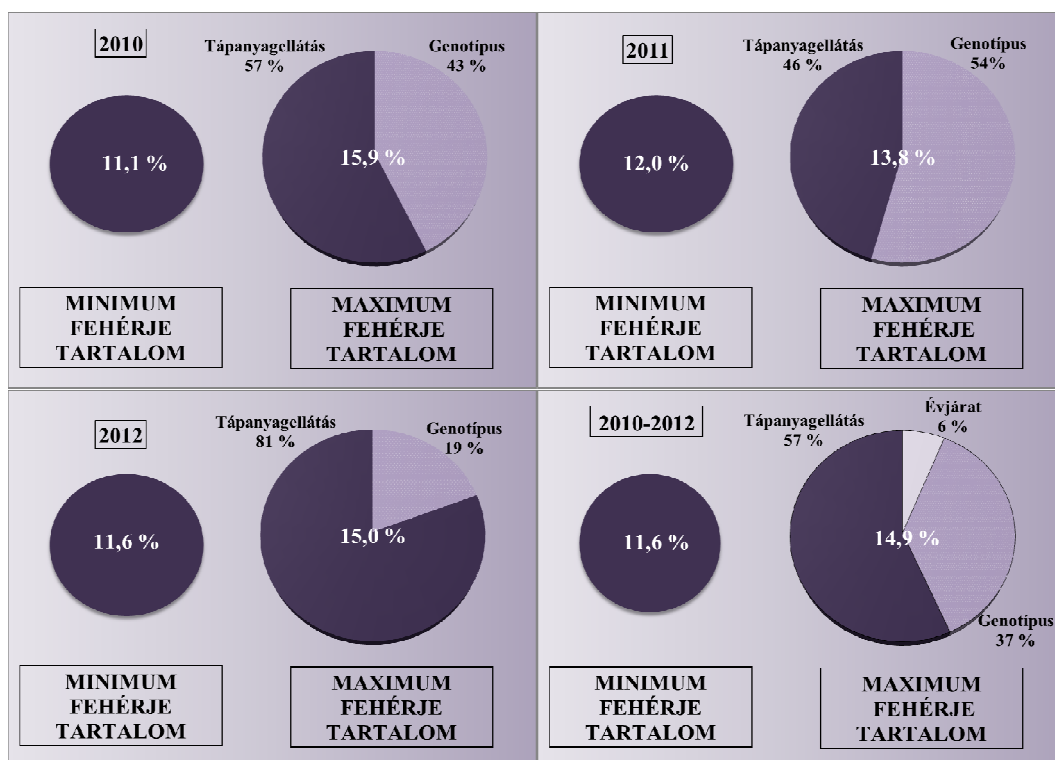
A 2012. évben a kontroll parcellák nedves sikér tartalma átlagosan 20,6% volt, az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten mért maximális nedves sikér tartalmak átlaga 35,6%, ez 14,9% sikér tartalom növekedésnek felelt meg, mely a legnagyobb volt a vizsgált tenyészcsoportok közül. Az elért sikér tartalom többelhez a genotípus csupán 22%-kal, míg a tápanyag ellátottság 78%-kal járult hozzá. 2012-ben szélsőséges időjárási periódusok váltották egymást (száraz meleg tavasz, csapadékos nyárelő), a fajták a szélsőséges környezeti feltételekhez való alkalmazkodásához elengedhetetlen volt a megfelelő műtrágyadózisok biztosítása, hogy nagyobb sikér tartalmakat tudjanak a fajták realizálni.

A három év adatait együttesen vizsgálva megállapítható, hogy a fajták a kontroll kezelésekben átlagosan 24,0%-os nedves sikér tartalmat realizáltak, a maximális sikér tartalmaik átlaga 35,1% volt, ez 11,1% növekedést jelentett. A nedves sikér tartalmakban bekövetkezett növekedést 31%-ban a genotípus, 56%-ban a tápanyagkezelés váltotta ki, az évjáratnak csupán 13%-os szerepe volt. A három év adatait együtt és külön vizsgálva is megállapítható, hogy az eltérő évjárási hatások kisebb mértékben módosították a maximálisan elérhető sikér tartalom nagyságát. A fajták genetikai alapja is jelentősen meghatározta azt, hogy az adott fajta mekkora maximális nedves sikér tartalmat képes kialakítani, de a tápanyag ellátottságnak volt a legnagyobb szerepe a nagyobb értékek eléréséhez, különösen akkor, ha a környezeti feltételek jelentős mértékben eltértek az optimálistól.

2010. évben a kontroll kezelésben 11,1% volt a fajták fehérje tartalmának átlaga, az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten a fehérje tartalom 4,9%-kal növekedett, ez 15,9%-os átlag fehérje tartalmat jelentett (30. ábra). A növekedés 43%-ban a genotípusnak, 57%-ban a tápanyagellátásnak volt köszönhető. A tápanyag ellátottság nagyobb súlya a nagyobb mértékű műtrágya feltáródásnak, illetve kompenzáló hatásának volt köszönhető.

A 2011. évben a kontroll kezelések átlagában 12,0%-os volt a fehérje tartalom, amely az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten 13,8%-ra növekedett, azaz csupán 1,8% fehérje tartalombeli növekedést értek el a fajták átlagosan. A növekedésben a fajta 54%-ban, a tápanyagellátás 46%-ban játszott szerepet. A genotípus nagyobb részarányának oka a környezeti feltételek optimális volta, melynek következtében a fajták genetikai potenciálja jobban érvényre jutott. A tápanyagellátás szintén jelentős részarányt tett ki a maximális értékek kialakításában.

A 2012. tenyészévben a kontroll parcellákon a termés fehérje tartalmának az átlaga 11,6% volt, amelyhez képest a maximum fehérje tartalmak átlaga (15,0%) 3,4%-kal volt nagyobb. A 2012. évben a genotípus csupán 19%-ban befolyásolta az elért növekedést, ezzel szemben a tápanyagdózisok növelése 81%-ban vett részt a nagyobb fehérje tartalmak kialakításában. Az optimálistól eltérő évjárat (száraz évjárat) következtében ismét a megfelelő tápanyag ellátottság játszotta a nagyobb szerepet.



30. ábra. A vizsgált tényezők szerepe az őszi búza liszt fehérje tartalmának alakulásában (Debrecen, 2010-2012)

Míg a 2011. évben, amely kedvezőnek mondható, a tápanyag ellátottság csupán 46%-ban játszott szerepet, addig a csapadékos évjáratban nagyobb 57%-os, míg a száraz 2012. évben még nagyobb 81%-os befolyásoló hatással bírt.

Három év átlagában a kontroll kezeléshez képest (11,6%) 3,4%-os növekedést értek el a fajták az optimális $N_{120}+PK$ tápanyagszinten (14,9%). Az évjárat hatása a fehérje tartalom értékeknél volt a legkisebb, mindössze 6%, a genotípus hasonlóan a sikértartalom értékekhez, 37%-ban befolyásolta a fehérje maximumokat. A legnagyobb súllyal a tápanyag ellátottság (57%) hatott. Az éveket együttesen, vagy külön értékelve is megállapítható, hogy bár három teljesen különböző évjáratot vizsgáltunk, a fehérje tartalmak átlagosan csupán kismértékben tértek el a különböző környezeti feltételek ellenére is. A fajták genetikai potenciálja az átlagos évjáratban hangsúlyosabb volt, míg

a tápanyagellátás megfelelő szintje volt a legfontosabb a nagy fehérje tartalmak kialakításához.

A kapott eredményeket együttesen értékelve megállapítható, hogy a különböző évjáratok és a környezeti feltételek a termés nagyságát befolyásolták a legnagyobb mértékben, a valorigráfus érték és a nedves siker tartalom alakulására kisebb mértékben hatottak. Az eltérő környezeti feltételekre a fehérje tartalom reagált a legkevésbé. A genotípus a nagyobb termés kialakításában kisebb mértékben vettek részt (22%), mint a valorigráfus érték, a nedves siker tartalom és fehérje tartalom esetében (23-37%), ahol a genotípusnak nagyobb volt a hatása. A genotípus befolyásoló hatása a maximális értékek kialakításában az átlagos időjárású 2011. évjáratban jobban érvényre jutott. A legnagyobb súllyal mind a három vizsgált tényező esetében a tápanyagellátás rendelkezett (52-92%), mivel elengedhetetlen a megfelelő tápanyagellátás biztosítása ahhoz, hogy a fajták a maximális minőségi eredményeiket el tudják érni. A tápanyagkezelések tompítani tudták a minőségi tulajdonságok maximumainak kialakításnál a negatívan ható szélsőségesebb környezeti hatásokat.

6. KÖVETKEZTETÉSEK

A SPAD értékek alakulását alapvetően a genotípus határozta meg, a fajták eltérő nagyságú relatív klorofill tartalmakat alakítottak ki mind a kontroll kezelésben mind pedig a tápanyagkezelések hatására. A Lupus és GK Öthalom fajták mind két vizsgált tenyésztésben kisebb klorofill tartalmakat mutattak a szárbainduláskor is, a maximális klorofill tartalmuk is jelentősen kisebb volt, mint a Genius, Pannonikus és Mv Toldi fajtáknak. A fajták klorofill tartalmát a tápanyagkezelés jelentősen megnövelte, az $N_{120}+PK$ tápanyagdózisnál szignifikánsan nagyobb SPAD értékeket mértünk a kontroll kezeléshez képest mind két évjáratban. A klorofill tartalom maximumok tápanyagkezelésenként, évjáratonként, genotípusonként is eltérően alakultak. A 2011. évben kontroll parcellákon virágzáskor tapasztaltuk, míg az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten 2-3 nóduszos állapotban mértük a legtöbb fajtánál a SPAD értékek maximumát. A 2012. évben kontroll kezelésben a fajták 2-3 nóduszos állapotban elérték a maximális klorofill tartalmat. A csapadékosabb májusi időjárás következtében a fajták többsége virágzáskor és tejes éréskor érte le maximális SPAD értékeit az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten. A maximális SPAD érték elérése után csökkenés volt tapasztalható, melynek mértéke fajtánként eltérő mértékű volt, mind kontroll mind a tápanyagkezelések hatására. A GK Öthalom és Lupus a kisebb klorofill tartalom mellett nagyobb csökkenést mutatott (66-91%-os csökkenés) a viaszerés kezdetén a nagyobb tápanyagdózisok hatására is. Az Mv Toldi, Pannonikus és Genius fajták jelentősen kisebb mértékű csökkenést mutattak, kontroll parcellákon 48-90%-os, míg a tápanyagkezelések hatására csupán 20-50%-os csökkenés volt tapasztalható. Az Mv Toldi, Genius és Pannonikus fajták genetikai háttérükből és jó tápanyag-reakciójukból adódóan nagyobb klorofill tartalom kialakítására voltak képesek, illetve tovább tudták megőrizni klorofill tartalmukat. A tápanyagkezelések kompenzálni tudták a SPAD értékek csökkenésének mértékét. A 2012. évben a csapadékosabb nyár eleji időjárás miatt a tápanyagkezelés hatására az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten a klorofill tartalom maximuma legtöbb fajtánál kitolódott a tejes érés időszakára, a maximum után tapasztalt csökkenés nagysága is kisebb volt, mint az előző évjáratban. A 2011. évben a tápanyagellátás kisebb mértékben növelte az őszi búza fajták klorofill tartalmát, mint a 2012. évben, ahol a tápanyagellátás nagyobb mértékben fejtett ki hatást a klorofill tartalom nagyságára, illetve a nagyobb tápanyagszinteken (különösen a Genius és a Pannonikus fajtáknál) nagyobb relatív

klorofill tartalom értékeket mértünk, azaz tovább meg tudták őrizni a fajták a klorofill tartalmukat.

A levélterület index értéke a klorofill tartalomhoz hasonlóan genotípusonként, tápanyagszintenként eltérő volt, melyet az évjárat hatása tovább módosított. A fenológiai fázisok előrehaladtával, illetve a tápanyagdózisok emelkedésével együtt nőtt a levélterület index értéke a virágzásig mindkét tenyészcsoportban. A fajták eltérő nagyságú levélterületet alakítottak ki. A 2011. évben kontroll kezelésekben a szárbainduláskori LAI értékek 26-56%-kal, a tápanyagkezelés hatására az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten a 38-63%-kal növekedtek. A szemtelítődési szakaszban mind az öt vizsgált őszi búza fajta levélterülete csökkent. A kontroll parcellákon bekövetkező csökkenés jelentősen nagyobb volt, mint az $N_{120}+PK$ tápanyagdózisnál. A kontroll kezelésnél 32-45%-os, míg a tápanyagkezelés hatására csupán 14-31%-os csökkenés volt tapasztalható. A 2012. szárazabb évjárat hatására a tápanyagszintek közötti különbségek nem fejeződtek ki élesen. Az ezt megelőző 2011. évhez képest a csapadékszegényebb, illetve melegebb időjárási periódusok hatására a fajták mindegyike kisebb levélterületet alakított ki. A májusi és júniusi csapadékosabb időszakok kedveztek a növényi vegetatív fejlődésnek, illetve annak, hogy az őszi búza fajták tovább meg tudták őrizni a kialakított levélterületüket. 2012-ben a levélterület értékekben nagyobb mértékű növekedést a májusi időszakban tapasztaltunk. A fajták 2-3 nóduszos állapotban, illetve virágzáskor érték el a levélterületük maximumát. A fajták maximumai az előző évhez képest kisebb mértékben tértek el egymástól. A maximumhoz képest az őszi búza fajtáknál 89-93% közötti növekedés mutatkozott a levélterületben, de a tápanyagkezelésnek nem volt jelentősebb hatása a levélterület értékek növekedésére, szárazabb tavaszi időjárás következtében, a gyengébb műtrágya feltáródás miatt. A maximális levélterület kialakulása után az előző évhez képest kisebb mértékű csökkenés következett be, de a tápanyagkezelés csak kis mértékben redukálta a csökkenés mértékét. A csökkenés 19-32%-os volt. A tápanyagkezelések hatására a vizsgált őszi búza genotípusok jelentősen nagyobb levélterületet tudtak kialakítani és ezt a levélterület nagyságot tovább és nagyobb mértékben voltak képesek megtartani. A nagyobb levélterület maximumot kialakító fajták a viaszerés kezdetén is jelentősen nagyobb levélterülettel rendelkeztek.

A levélterület tartam értéke alapján megállapítható, hogy a 2011. évben a tápanyagkezelés jelentős befolyásoló hatással bírt az értékekre. Minden vizsgált fajtánál szignifikáns növekedés volt tapasztalható a levélterület értékekben (55-64%-os növekedés). A 2012. tenyészcsoportban a fajták kontroll kezeléseknél nagyobb levélterület

tartam értékekkel rendelkeztek, mint a 2011. évben. A tápanyagkezelések bár szignifikáns növekedést idéztek elő a fajták levélterület tartam értékeiben, de a maximális levélterület tartamuk elmaradt a 2011. évi levélterület tartam értékeitől. A levélterület tartamban csupán 30-40%-os volt a növekedés. A levélterület tartam nagyságát a genotípuson és a tápanyag ellátottságon felül az évjárat is jelentősen módosította. 2011-ben az őszi búza fajtáknak jelentősen nagyobb volt a levélterület tartóssága, míg a 2012. szárazabb évjáratban kisebb értékeket határoztunk meg. Különösen kedvezőtlen volt a szárazabb évjáratnak a hatása a GK Öthalom és Lupus fajtákra, míg a Pannonikus, az Mv Toldi, valamint a Genius fajták mindkét évben nagyobb levélterület tartam értékekkel rendelkeztek.

A terméseredményeket vizsgálva megállapítható, hogy a 2011. átlagos időjárású évjárat hatása volt a legkedvezőbb, a legjobb terméseredményeket (7455 kg ha^{-1}) ebben az évben érték el a fajták, a terméstöbbslet szintén a legnagyobb (3820 kg ha^{-1}) volt. Az optimális tápanyag adagok $N_{90-150}+PK$ szintek között alakultak. A 2012. évi aszályos és meleg év kisebb mértékben, de negatív hatást fejtett ki az őszi búzák terméseredményére. A 2012. évben szárazabb tavaszi periódus hatásra kisebb, de a 2011. évhez hasonló eredményeket mértünk, a termésmaximum 6960 kg ha^{-1} volt, a terméstöbbslet 3413 kg ha^{-1} volt. Az optimális tápanyagdózisok az $N_{120-150}+PK$ szintek között mozogtak, magasabbak voltak, mint a 2011. évben, de kisebb terméseredmények tartoztak hozzá. A legkedvezőtlenebb hatást a 2010-ben lehullott nagy mennyiségű csapadék és fejtette ki az állományokra. A 2010. tenyészév extrém csapadékos évjárat volt. A nagy mennyiségű csapadék következtében az állományokban gombás eredetű levél- és kalászbetegségek léptek fel, illetve az állományokban nagymértékű megdőlés következett be, ami jelentős termésdepresszióhoz vezetett. Az optimális tápanyag adagok kicsik voltak ($N_{30-60}+PK$), a nagyobb ($N_{90-150}+PK$) tápanyagdózisok a csapadékos évjáratban jelentős mértékű megdőlést indukáltak. A legkisebb termésmaximum a fajták átlagában 5461 kg ha^{-1} volt 2010. évben, a fajták mindössze terméstöbbsletet 1854 kg ha^{-1} érték el. A búzák termését befolyásoló ökológiai hatásokat mérsékelni tudjuk, mivel az őszi búza a trágyázásra pozitívan reagáló növények közé tartozik, így a megfelelő tápanyag ellátottsági szint biztosításával a negatív hatásokat eltérő mértékben ugyan, de csökkenteni tudjuk. Ez függ a fajták tápanyag-reakciójától, illetve az ökológiai tényezők hatásának mértékétől. A 2011. átlagos évjáratban (ahol a legkisebb volt a negatív ökológiai hatások mértéke) volt a legjobb a fajták természetes tápanyag hasznosítása a kontroll parcellákon, így ezek az értékek állnak legközelebb a

fajták genotípus által meghatározott természetes tápanyag hasznosító képességéhez. A 2011. évben mértük a legnagyobb műtrágya hasznosító képességet. Ez jó tájékoztatást nyújt a fajták trágyareakciójának maximumairól. A szárazabb 2012. évben, kisebb mértékű volt a tápanyag hasznosulás a kevesebb csapadék és melegebb időjárás következtében. Mind a kontroll, mind pedig a jobb tápanyag ellátottsági szinteken kevesebb termést kaptunk, mint 2011-ben. A 2010. extrém csapadékos évjáratban értük el a legkisebb terméseredményeket mind a kontrollon, mind pedig a nagyobb tápanyagkezelések hatására, ami azt mutatja, hogy míg a 2012. évi szárazabb és melegebb évjárat hatását a fajták jobban tudták tolerálni, és nagyobb mennyiségű tápanyag biztosításával mérsékelni tudtuk. A 2010. évi nagy mennyiségű csapadék befolyásoló hatását csak jelentősen kisebb mértékben lehetett korrigálni tápanyagkezeléssel. Az őszi búza fajták genotípustól függően, eltérően reagáltak a különböző évjáratok hatására.

A fajták közül a régebbi genotípusok a GK Öthalom ($5175-6819 \text{ kg ha}^{-1}$) és a Lupus ($6575-6150 \text{ kg ha}^{-1}$) kisebb terméseredményeket realizáltak, mint az Mv Toldi ($5196-7620 \text{ kg ha}^{-1}$), Pannonikus ($5271-8224 \text{ kg ha}^{-1}$) és Genius ($5986-8462 \text{ kg ha}^{-1}$) fajták, melyek a különböző évjáratokban is jelentősen nagyobb termésmennyiségeket értek el. Ez jól mutatja azt, hogy a korszerűbb fajtákkal jelentősen nagyobb terméseredményeket érhetünk el, még eltérő évjáratokban is megfelelő tápanyagoptimumot biztosítva. A fajták termésstabilitása alapján, stabilnak mondható fajtának bizonyult a GK Öthalom ($b=0,607$), a Lupus ($b=0,0197$) valamint az Mv Toldi ($b=0,5997$), közel azonos terméseredményeket adtak eltérő ökológiai feltételek mellett. A Genius közepesen ($b=0,7644$) stabil eredményt mutatott, legkevésbé stabilnak ($b=1,3964$) a Pannonikus fajta bizonyult, melyből az következik, hogy a kedvezőtlenebb körülmények között kisebb terméseket adott, de kedvezőbb ökológiai feltételek esetén a legtöbbet termő fajták közé tartozott. A tápanyagkezelések esetében végzett stabilitásanalízis eredményei alapján megállapítható, hogy a kontroll, valamint az $N_{30-60}+PK$ tápanyagkezelések stabilitása bizonyult a legkedvezőbbnek, de ezeken a tápanyagszinteken kisebb terméseredményeket értek el a fajták. Az $N_{90}+PK$ tápanyagdózis kisebb stabilitású volt ($b=0,9722$), az $N_{120-150}+PK$ tápanyagdózisok jelentősen gyengébb stabilitást mutattak, az évjáratok függvényében változtak a termés nagyságok ezeken a tápanyagszinteken, de a legnagyobb termésmaximumok mégis itt realizálódtak.

A vizsgált minőségi paramétereket értékelve megállapítható, hogy az őszi búza fajták közötti különbségek alapját a genotípus jelentette. A genotípus alapvetően meghatározta az adott fajta minőségi maximumát és adaptációs képességével befolyásolta a tényleges minőséget. A fajtákat három csoportba lehetett besorolni. A GK Öthalom - amely egy régebbi fajta - stabil minőséggel rendelkezett, de a minőségi tulajdonságok nem érték el a többi fajtáét, még a nagyobb műtrágya dózisok hatására sem. A Lupus - korszerűbb fajta - minőségi tulajdonságai alapján a műtrágyázásra jól reagált és szintén stabil minőséget mutatott, a Genius, valamint a Pannonikus - új, korszerű - fajták eredményeihez nagyon közeli értékeket realizált. A Genius és Pannonikus fajták kevésbé mutattak stabil minőséget. Az Mv Toldi szignifikánsan jobb eredményeket ért el a többi fajtához képest mind a kontroll kezelésben, mind pedig a nagyobb tápanyagdózisok hatására mindhárom évjáratban. A tápanyagkezelések - az esésszám kivételével, mely enzimatiszus tulajdonság - a minőségi tulajdonságok értékeit szignifikánsan növelték. Az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten érték el a fajták a maximális minőségi értékeket.

A 2010. tenyészévben 42,9-62,1 közötti valorigráfus értékeket mértünk, a 2011. évben a valorigráfus értékek 54,6-61,8 között változott, és 2012. tenyészévben a valorigráfus értékek hasonlóan 47,6-61,8 között alakultak. A valorigráfus értékekre a genotípus és a tápanyagkezelés nagyobb hatást fejtett ki, mint az évjárat, amely csupán a 2011. átlagos időjárású évjárat hatására csökkent kisebb mértékben. A tápanyagkezelések stabilizálni tudták a valorigráfus értékeket, a tápanyagkezelések stabilitása ennél a minőségi tulajdonságnál volt a legkedvezőbb. A fehérje tartalomnál és nedves siker értékeknél a 2011. évben kisebb csökkenés volt tapasztalható, illetve a tápanyagkezelések kisebb mértékű növelő hatást fejtettek ki. A 2010. és 2012. évben nagyobb értékeket mértünk az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten.

A 2010. évben kedvezően alakultak a liszt fehérje tartalmak, a fajták átlagában 11,1-15,9% közötti értékeket mértünk, a 2011. évben a fajták fehérje tartalma nem érte el az előző évben tapasztalt maximumokat, az értékek 12,0-13,8% között változtak. A 2012. évben a fajták átlagában az értékek 11,6-15,0% között mozogtak.

A 2010. tenyészévben kedvező nedves siker tartalommal rendelkeztek az őszi búza fajták (24,1-37,8%), a 2011. év átlagos időjárású tenyészévnél minősült, de a siker tartalom szempontjából elmaradt az előző évi eredményektől (27,2-32,0%). A 2012. évben tapasztalt nedves siker tartalmak eltértek az előző két tenyészévben mértéktől, 20,6-35,6% volt a fajták átlagában.

A 2010. évben a fajták sikerterülés értékei tág intervallumban mozogtak (2,8-5,5 mm) a 2011. tenyészévben a sikerterülés értékei szűkebb intervallumban változtak, átlagosan 2,5-3,7 mm között a fajták átlagában. A 2012. évben jelentősen kisebb sikerterülés értékeket mértünk, a fajták átlagában a 1,6-3,1 mm között mozogtak. A csapadékosabb évjáratban jelentősen nagyobb terület értékek alakultak ki, átlagos időjárású tenyészévben a terület nagysága csökkent, míg a szárazabb évjárat hatására kis sikerterülés, kemény siker alakult ki.

A 2010. tenyészévben annak ellenére, hogy az extrém csapadékos volt, az esésszám értékei 304,0-331,6 sec között változtak a fajták átlagában, mely alacsony enzim-aktivitásra utal. A 2011. átlagos tenyészévben a fajták átlagában az esésszám 299,6-314,3 sec között változott, az előző tenyészévhez hasonlóan. A 2012. évben a csapadékos nyári időszak ellenére is nagy esésszámokat mértünk, a másik vizsgált két tenyészévhez képest ebben az évjáratban tapasztaltuk a legnagyobb értékeket, a fajták átlagában 346,0-383,2 sec között változott az esésszám. Az esésszám értékeket főként a genotípus határozta meg, illetve az, hogy a nyár eleji csapadékosabb időszak ellenére is az alfa-amiláz enzim aktivitás alacsony maradt. Magyarázható ez azzal, hogy a csapadékosabb időszakokban melegebb átlaghőmérséklet volt a jellemző, valamint a csapadék egyszerre hullott az állományokra így gyorsabban fel tudtak száradni.

A tápanyagkezelések a sikértartalom, sikerterület, fehérje tartalom értékeket kisebb mértékben stabilizálták, a nagyobb tápanyagszinteken javultak a minőségi tulajdonságok, de kisebb volt a stabilitásuk, mint a kontroll kezelésnek. Az évjárat hatása a genotípus és a műtrágyakezelések által kialakított maximumot jelentős mértékben befolyásolta. A 2010. tenyészév extrém csapadékosnak minősült, mégis a nagy mennyiségű lehullott csapadék kedvezett a tápanyag feltáródásnak és hasznosulásnak, valamint a transzlokációs folyamatokat is elősegítette. Ennek következtében a kontroll kezelésben bár alacsonyabb, de a vizsgált tápanyagszinteken javuló minőségi értékekkel rendelkeztek a fajták. A 2011. tenyészév átlagos volt a búzatermesztés szempontjából, de a tavasz végén, illetve a nyár elején a száraz periódus nem kedvezett a generatív folyamatoknak. Hasonló következtetésre jutottak a vizsgálataik alapján *Tanács et al.* (2003), *Moldestad et al.* (2011), *Smith és Gooding* (1999), és *Weightman et al.* (2008). A kontroll kezelésekben jobb minőséget mértünk, mint a 2010. évben, de a minőségi tulajdonságok elmaradtak a 2010. évben tapasztalt értékektől a műtrágyázott kezelésekben. A 2012. év bár száraz évjárat volt, mégis a májusban és júniusban hullott csapadék elősegítette a szemtelítődési folyamatokat.

Ehhez hasonlóan eredményre jutott *Vida és Jolánkai* (1995). A 2010. évi minőségénél gyengébb, de a 2011. évinél jobb minőséget realizáltak a fajták.

A fiziológiai paraméterek és a termés nagyság közötti összefüggéseket vizsgálva a termés és a klorofill tartalom között szoros szignifikáns kapcsolatot (0,678-0,460) találtunk a szárbaindulástól a viaszerés kezdetéig. A termés és a levélterület között igen szoros szignifikáns kapcsolatot találtunk, különösen erős volt ez a kapcsolat (0,768-0,715) virágzáskor és a szemtelítődéskor. A kapcsolat erőssége szerint a nagyobb termés kialakításához fontos, hogy nagyobb levélterület alakuljon ki, illetve maradjon az érési fenofázisokban. A becslőfüggvények determinációs koefficiensei közepes összefüggéseket tártak fel. A levélterület tartam és a termés mennyisége között igen szoros szignifikáns kapcsolat találtunk mind az öt vizsgált fajtánál mindkét évjáratban. A kapott adatokból megállapítható, hogy a klorofill tartalom értékeinek növekedéséből, illetve a virágzáskor mért maximum után bekövetkező klorofill tartalom csökkenéséből következtethetünk a termésnagyságára. A levélterület index értékek szoros, illetve igen szoros pozitív szignifikáns kapcsolatot mutattak a termés nagyságával minden vizsgált fenofázisban. A kapcsolat erőssége a szárbaindulástól a virágzásig erősebb volt, illetve növekedett, míg az érési fenofázisokban kissé csökkent. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a levélterület index értékeinek alakulása alapján szintén tudunk a termés nagyságára következtetni. Ha egy búza fajta a virágzást követő időszakban és szemtelítődéskor kisebb mértékben veszít klorofill tartalmából, illetve kisebb mértékben csökken a levélterület indexe, valamint nagyobb levélterület tartamot mutat, a nagyobb asszimilációs kapacitása következtében nagyobb termésmennyiségek realizálására lesz képes. Az őszi búza klorofill tartalmának, illetve a levélterület indexének a fontosabb fenofázisokban való mérésével, valamint a kapott értékek alapján következtetni tudunk a várható termés nagyságára eltérő évjáratokban. Számos szoros szignifikáns kapcsolat volt a minőségi és fiziológiai tulajdonságok között. A nagyobb levélterület nagyság és tartam, valamint a nagyobb klorofill tartalom oly mértékű asszimilációs kapacitást hoz létre, mely elősegíti a nagyobb beltartalmi értékek és jobb minőség kialakulását. A valorigráfus értékek és fiziológiai tulajdonságok között közepesen szoros volt a kapcsolat, amely magyarázható a valorigráfus érték komplexitásával. A búzafehérje tulajdonságokkal (fehérje tartalom, sikértartalom, sikerterülés) a fiziológiai tulajdonságok szorosabb kapcsolatot mutattak mindkét évjáratban. A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a siker tartalom kialakulása és az általunk vizsgált fiziológiai mutatók között szorosabb kapcsolat volt, mint a valorigráfus érték

között. A virágzáskor és a szemtelítődési fenofázisokban a legerősebb a kapcsolat, így az abban a periódusban mért eredményekből jobban tudunk következtetni a várható nedves siker tartalom alakulására, ami magyarázható azzal, hogy a generatív fenológiai fázisokban az asszimiláció nagysága jelentősen meghatározza a sikért tartalom kialakulását és nagyságát. A liszt fehérje tartalomnál a determinációs együtthatók a SPAD értékeknél szoros, illetve közepes kapcsolatot mutattak, míg a levélterület index értékekkel csupán közepes volt kapcsolat. A liszt fehérje tartalmát a SPAD értékekből pontosabban tudjuk becsülni. A kapcsolatok szorosságából kiderül, hogy a valorigráfos érték áll legkevésbé összefüggésben a fiziológiai paraméterekkel. A nedves siker tartalom közepesen szoros összefüggést mutatott a klorofill tartalom és levélterület index értékeivel, ami abból következik, hogy ez a mutató a fehérje frakciókon túl számos más anyagot is tartalmaz, amit a fiziológiai tulajdonságok befolyásolni csak kis mértékben képesek. A liszt fehérje tartalmával találtuk a legszorosabb összefüggést, különösen a SPAD értékekkel. Ez arra enged következtetni, hogy a fehérje tartalmat, ami az egyik legfontosabb összetevője a búza termésének, az asszimilációs paraméterek nagymértékben meghatározzák, amit alátámasztottak Hoel (1998), *Poblaciones et al.* (2009) és *Spaner et al.* (2005) vizsgálatai is. A SPAD és a levélterület értékek vizsgálatával a liszt fehérje tartalmát tudjuk a legnagyobb biztonsággal előre jelezni, még eltérő évjárat hatások ellenére is.

A variancia komponensek felosztásával számszerűsítettük a vizsgált tényezők hatását a termésmennyiségre és minőségi tulajdonságokra. A terméstöbbletek kialakításában a 2010. csapadékos évjáratban a genotípusnak volt a legnagyobb hatása (71%), a jó adaptációs képességek, és megdőlés valamint a betegségekkel szembeni ellenállóság fontos szerepet játszott a nagyobb termésmennyiség kialakításában. Az átlagos időjárású 2011. évben a tápanyagellátás hatása volt döntő a terméstöbbletek kialakításban (75%), ebben az évben a genotípus csupán 25%-os szerephez jutott, ez azt jelentette, hogy a tápanyagellátás mellett a fajták tápanyag-reakciója függvényében alakultak ki nagyobb a nagyobb termésátlagok. A szárazabb 2012. évben a szintén a tápanyagellátás játszotta legnagyobb szerepet a termésmaximumok elérésében (74%), a szárazabb évben a környezeti hatásokat csak nagyobb adagú műtrágyákkal lehetett tompítani és így nagyobb termésmennyiséget elérni. Az előző évhez hasonlóan a genotípus szerepe szintén kisebb volt (26%), ami a fajták tápanyag-reakciójától tette függővé a termés nagyságát. A három évet együtt vizsgálva megállapítható, hogy az évjáratnak 26%-os befolyásoló szerepe volt, tehát a szélsőségesebb csapadékos vagy

szárazabb időjárás módosítani képes a termésmaximumok nagyságát. Hasonló súllyal hatott a genotípus is (22%) amely azt mutatta, hogy a fajták adaptációs képessége a változékonny évjárat hatásokkal szemben, valamint a tápanyag-reakció csak kisebb mértékben befolyásolja az elért termés maximumát. A legnagyobb súllyal a tápanyagellátás hatott (52%) ami azt mutatja, hogy a nagytermés mennyiségek eléréséhez elengedhetetlenül fontos a megfelelő műtrágyakezelések alkalmazása évjártól és fajtától függően. A valorigráfus értékek maximumainak kialakításában a 2010. csapadékos és a 2012. szárazabb évjáratban a tápanyagellátás játszott legnagyobb szerepet (71-92%), a genotípus szerepe kisebb volt (8-29%), az átlagos időjárású 2011.évben a tápanyagellátás szerepe csökkent (63%) és genotípus szerepe (37%) növekedett. A fehérje tartalom alakulásában a 2010. és 2012. években 57-81%-os szerepe volt a tápanyag ellátásnak, a genotípusnak kisebb 19-43%. A 2010. évben genotípusnak 54%-os, míg a tápanyagkezelésnek csupán 46%-os volt a szerepe. A nedves siker tartalom maximális értékeinek kialakításában a 2010. és 2012. években a tápanyagellátás játszott a legnagyobb szerepet (62-78%), genotípus hatása kisebb volt (22-38%), míg a 2011. évben a genotípus szerepe megnövekedett (46%) és a tápanyagellátásé csökkent (54%). Ennek értelmében a szélsőségesebb évjárat hatásokkal szemben nagyobb minőségi tulajdonság értékeket csak megfelelő tápanyagdózis mellett érhetünk el. Különösen nagy volt a tápanyagellátás szerepe a szárazabb 2012. évben (78-92%), a csapadékosabb 2010. évben szintén nagyobb szerephez jutott (57-71%), míg az az átlagos időjárású 2011. évben volt a legkisebb hatása (46-63%). A kedvezőbb környezeti feltételek esetén 2011-ben a genotípus szerepe nagyobb volt, itt jobban érvényre jutottak a fajták közötti genotípusból adódó különbségek (37-54%). A 2010. és 2012. években kisebb szerepe volt a maximumok kialakításában (8-43%) a genotípusnak. A három év együttes vizsgálata alapján a tápanyagkezelés játszott a legnagyobb szerepet a minőségi maximumok kialakításában (56-71%), a tápanyagkezelés képes volt tompítani az eltérő évjárat hatásokat, ezért az évjárat kisebb 6-13%-os hatást tudott kifejteni minőségi értékekre. A nedves siker tartalmaknál tapasztaltuk a legnagyobb évjárat hatást mely 13%-volt, ezt minőségi tulajdonságot befolyásolta leginkább az évjárat. A genotípus szerepe 23-37% között mozgott, amelyből következik a fajták közötti különbségek az eltérő évjáratokban hasonló mértékben fejeződtek ki, illetve hasonló mértékben befolyásolta a genotípus az egyes minőségi tulajdonságok elérhető maximumát.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

A búza a legnagyobb területen termesztett gabona, a gabonafélék vetésterületének majdnem egyharmadát a búzatermesztés teszi ki. A gabonafélék között a legjobb tápértékkel rendelkezik, valamint az egyetlen olyan gabona, melyet siker fehérjéi alkalmassá tesznek arra, hogy lisztjéből kenyeret készítsünk. A búza termesztés első és legfontosabb célja az emberi táplálkozási igények kielégítése. Hazánk környezeti adottságai megfelelőek arra, hogy más európai országok termésátlagát megközelítő, de jelentősen jobb minőségű búzát állítsunk elő. Búzatermesztésünk jövőbeni fejlesztéséhez alapvető feltételként a termés mennyiségének növelését, annak stabilitását, valamint minőségének javítását kell megvalósítanunk. A búza minőségét számos ökológiai, biológiai és agrotechnikai tényező együttesen határozza meg, melynek következtében a mennyiségi, illetve minőségi modellek meghatározása olyan komplex kutatást igényel, amelyben ezeknek a tényezőknek a hatását és kölcsönhatását vizsgálni tudjuk. Az újonnan köztermesztésbe kerülő búzafajták igen jelentős különbséget mutatnak a mennyiségi, termésbiztonsági és agronómiai tulajdonságaikon túl a sütőipari minőségi paramétereik vonatkozásában. A minőségi búzatermesztés kiinduló pontját a fajtaválasztás jelenti. Ugyanakkor az is lényeges szempont, hogy a búza fajták genetikailag determinált sütőipari tulajdonságai mellett milyenek azoknak a stabilitása és expressziója az eltérő ökológiai és agrotechnikai feltételek mellett.

Kisparcellás tartamkísérletben vizsgáltuk eltérő genotípusú őszi búza fajták fiziológiai tulajdonságait (relatív klorofill tartalom, levélterület index, levélterület tartam), termésmennyiségét, illetve minőségi mutatóit eltérő tápanyagdózisok mellett, három eltérő tenyésztésben, 2010-2012. között. Vizsgáltuk különböző műtrágyadózisok mellett az eltérő genotípusú őszi búza fajták tápanyagfelvételét és trágyareakcióját. A vizsgált tenyészévekben arra keressük a választ, hogy az eltérő időjárási, évjáráti hatások milyen befolyásoló szerepet játszanak a búza mennyiségének és minőségének kialakításában, valamint a vizsgálati eredményekből olyan modell kidolgozása volt a célunk, amelynek segítségével a betakarítás előtti időszakban a várható termésmennyiség és minőség előre jelenthető. A szántóföldi kisparcellás kísérlet a Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma Debreceni Kutató Intézet és Tangazdaság Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telepén lett beállítva. A kísérleti terület talaja löszön képződött közép kötött mészszelepedékes csernozjom talaj, mely jó kultúrallapotú mély humuszos réteggel rendelkezik. Talajfizikailag vályog

kategóriába sorolt, Arany-féle kötöttségi száma 43, a művelt réteg kémhatása közel semleges (pH-ja 6,3-6-5 (KCl) között változik). A kísérlet talajának N-ellátottsága közepes, az össznitrogén koncentrációja 0,12-0,15% közötti, a felső, 0-50 cm terjedő talajrétegben. A talaj foszfor ellátottsága közepes-jó, 133 mg kg⁻¹ az AL-oldható P₂O₅ koncentráció, az AL-oldható K₂O tartalma szerint jó (240 mg kg⁻¹) ellátottságú.

A 2009/2010. vegetációs periódus időjárása rendkívül szélsőségesen alakult az őszi búza állományok vegetatív és generatív fejlődése, termésképződése szempontjából. Október első felének száraz időjárása miatt a búza csak rendkívül lassan kelt ki, kelése heterogén maradt. Október közepétől az átlagot meghaladó csapadék hullott, a hőmérsékleti értékek kedvezőek voltak a búza állományok fejlődése, megerősödése szempontjából. Ez a kedvező időjárás folytatódott novemberben is, a fagymentes, enyhe novemberi időjárás is kedvezett a homogén, megerősödő állományok kialakulásának. A december hónap is az átlagosnál valamivel csapadékosabb és enyhébb hőmérsékletű volt. A zordabb, kifejezetten kemény téli időjárást a búza állományok a megfelelő vastagságú hótakaró miatt kedvezően átvészelték. Január és a február hónapokban a lehullott csapadék mennyisége meghaladta a sokévi átlagot, a középhőmérséklet enyhébb volt a sokévi átlagnál. Egyedül a március volt csapadékban szegényebb. A tavaszi hónapok (április és május) jelentős csapadéka és átlagot meghaladó hőmérséklete kifejezetten kedvezett az őszi búza erőteljes vegetatív fejlődésének. A tavaszi és nyári hónapokban lehullott jelentős mennyiségű csapadék már negatív hatású volt az őszi búza generatív folyamataira, termés-csökkenés következett be.

A 2010/2011. tenyészévben az őszi búza állományok kelése a hűvösebb októberi időjárás következtében vontatott volt, de a novemberi melegebb időjárás kedvezően hatott az állomány fejlődésére. A hótakaró kellő védelmet nyújtott a téli fagyok ellen a búza állományoknak. A tavaszi csapadékhiányt az előző évi csapadéktöbblet miatt a talaj tartalék vízkészlete kompenzálni tudta. A tavaszi kedvező meleg időjárás pozitívan befolyásolta az állományt, melynek növekedése felgyorsult. A csapadékszegény június kedvezőtlenül hatott a szemtelítődési folyamatokra. A július eleji csapadékos, hűvös idő elősegítette a transzlokációs folyamatokat, de késleltette a betakarítást.

A 2011/2012. tenyészév szélsőséges volt az az őszi búza termesztés szempontjából. A 2011. októberi és novemberi száraz hónapok miatt a kelés és a kezdeti fejlődés vontatottá vált. A csapadékosabb téli hónapokban az őszi búza fajták képesek voltak megerősödni, de az ezt követő száraz és átlagosnál melegebb tavasz kedvezőtlenül hatott a búza vegetatív fejlődésére. A nyár elején, májusban és júniusban

a lehullott csapadék és a kedvező hőmérséklet pozitívan befolyásolta a szemtelítődési folyamatokat.

Vizsgáltuk az őszi búzaállományok relatív klorofill tartalmát (SPAD érték), a levélterület nagyságát és tartósságát is, különböző fenofázisokban a 2010/2011. és a 2011/2012. tenyészévek során. Arra kerestük a választ, hogy a vizsgált mutatók milyen összefüggésben állnak a genotípussal, a tápanyagkezeléssel, az évjáráttal.

Szárbaindulástól (BBCH 29) a virágzásig (BBCH 65) növekedés volt tapasztalható a relatív klorofill tartalom értékekben, minden fajtánál. A GK Öthalom fajta szárbainduláskor 33,1-42,1 közötti SPAD értékeket mutatott, a virágzáskor mért maximum értékei 38,5-47,0 között változtak. A Lupus fajtánál szárbainduláskor a SPAD értékek 40,0-47,4 között változtak, míg a maximum SPAD értékét a 2-3 nóduszos állapotban érte el (45,3-50,0), és csupán kis mértékben történt növekedés (5-12%) a SPAD értékében. A másik három vizsgált őszi búza fajta a Genius (42,6-49,4), a Pannonikus (42,0-49,7) és az Mv Toldi (36,5-43,5) SPAD értékei ezzel szemben már szárbainduláskor is elérték, vagy meghaladták a GK Öthalom, illetve Lupus fajták maximális SPAD értékeit. A maximális SPAD értékeket a fajták kontroll kezeléseknél virágzáskor (BBCH 65) érték el. A tápanyagkezelések hatását és a fajták tápanyag-reakcióját jól mutatja, hogy szárbainduláskor (BBCH 29) a kontroll kezelés értékeihez képest az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten szignifikánsan nagyobb klorofill tartalmakat mértünk mind az öt vizsgált fajtánál. A legkisebb SPAD értékkel a GK Öthalom rendelkezett (42,1), közepes SPAD értéket mértünk az Mv Toldi fajtánál (43,5). A Lupus (47,4), Pannonikus (49,7) és Genius fajták (49,4) rendelkeztek a legnagyobb klorofill tartalommal szárbainduláskor (BBCH 29) az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten. Az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten a GK Öthalom fajtánál virágzáskor (BBCH 65), a másik négy fajtánál a SPAD értékek maximumát a 2-3 nóduszos állapotban (BBCH 32) mértük. A kontroll kezelésben az Mv Toldi teljes éréskor (BBCH 73) (24,6) 41%-os, viaszérés kezdetén (BBCH 80) (10,4) 75%-os csökkenést mutatott a klorofill tartalomban. A tápanyagkezelések hatására a csökkenés mértéke mérséklődött, teljes éréskor (BBCH 73) csupán (42,0) 21%-os, viaszéréskor (BBCH 80) (21,9) 59%-os volt a csökkenés nagysága. A tápanyag ellátottság növelte a klorofill tartalom mennyiségét, szignifikáns különbséget tapasztaltunk az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten a kontroll kezelésekhöz képest. Szárbaindulástól (BBCH 29) a virágzásig (BBCH 65) növekedés volt tapasztalható a relatív klorofill tartalom értékekben, minden fajtánál. A virágzás után a szemtelítődés fenofázisaiban csökkenés

következett be a SPAD értékekben. A növekedés, illetve a csökkenés mértéke genotípusonként eltérő volt. A GK Öthalom, illetve a Lupus fajtánál a klorofill tartalom növekedés mérsékelt volt, még a tápanyagdózisok növelésének hatására is (10-14%-os növekedést). A maximális SPAD értékeket a fajták kontroll kezelésekben virágzáskor (BBCH 65) érték el. Az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten a GK Öthalom fajta kivételével (virágzáskor, BBCH 65), a másik négy fajtánál a SPAD értékek maximumát a 2-3 nóduszos állapotban (BBCH 32) mértük 2010-ben. A viaszérés (BBCH 80) kezdetén nagyobb mértékűvé vált a csökkenés, a GK Öthalom fajtánál (5,5) 86%-os, a Lupus fajtánál (4,4) 90%-os relatív klorofill tartalom csökkenés volt tapasztalható a kontroll kezelésben. Az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten a viaszérés kezdetén (BBCH 80) a csökkenés mértéke a GK Öthalomnál (4,2) 91%-os, a Lupusnál (8,9) 81%-os volt. Ezzel szemben az Mv Toldi fajtánál a csökkenés mértéke ugyan szintén nagy volt, de még a viaszérés kezdetén is nagyobb SPAD értékeket (10,4-21,9) mértünk az előző két fajtához képest. A Pannonikus és Genius fajták ezzel szemben jelentősen kisebb mértékű csökkenést mutattak még viaszéréskor is. A viaszérés kezdetén (BBCH 80) a Pannonikus (23,5) 48%-ot, a Genius (19,7) 59%-ot veszített a klorofill tartalmából. Az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten a viaszéréskori (BBCH 80) csökkenés mértéke a Pannonikusnál (41,8) 26%-os volt, a Geniusnál (35,6) 41%-os volt. 2012. évben a kontroll és az $N_{60}+PK$ tápanyagszinteken a fajták 2-3 nóduszos állapotban érték el a maximális klorofill tartamukat (Lupus 45,1-51,2, Pannonikus 49,5-53,3, Genius 53,5-58,6, Mv Toldi 44,8-51,5), kivéve a GK Öthalom fajtát, mely virágzáskor érte el a maximum SPAD értékeit (48,3-53,3). Az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten a GK Öthalom (58,2), a Pannonikus (56,3) és a Genius (62,2) a teljes éréskezdetén mutatta a maximális klorofill tartalom értékeit. A Lupus fajta virágzáskor (55,9), az Mv Toldi pedig 2-3 nóduszos állapotában (52,9) mutatta a legnagyobb klorofill tartalmat. A SPAD értékekben bekövetkező csökkenés a kontroll parcellákon jelentősen nagyobb volt (33,3-40,2), mint a tápanyagkezelések hatására. A viaszéréskor (BBCH 80) bekövetkező csökkenés mértéke fajtánként eltérő volt. A GK Öthalom a klorofill tartalmának 80%-át, a Lupus pedig 66%-át veszítette el. Az Mv Toldinál 50%-os csökkenés következett be a SPAD értékekben. Az $N_{120}+PK$ tápanyagdózisnál a Pannonikus (20%) és a Genius (21%) fajtánál jelentősen kisebb volt a klorofill tartalom csökkenése a szemtelítődési szakaszokban.

A fenológiai fázisok előrehaladtával, illetve a tápanyagdózisok növekedésével növekedett a levélterület index értéke a virágzásig. A fajták eltérő nagyságú levélterület

alakítottak ki. Míg a GK Öthalom ($1,9-3,9 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$) és a Genius ($1,8-3,8 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$) kisebb levélterület maximumokat ért el, a Lupus közepes értéket ($1,9-4,2 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$), a Pannonikus ($2,0-4,9 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$) és az Mv Toldi ($2,0-4,8 \text{ m}^2\text{m}^{-2}$) fajták nagyobb levélterület maximumot mutattak. A tápanyagkezelés hatására az $N_{120}+PK$ tápanyagdózisnál a GK Öthalom 38%-os, a Lupus 57%-os, a Pannonikus 63%-os, az Mv Toldi 52%-os, a Genius pedig 53%-os növekedést ért el a levélterület nagyságában. A szemtelítődési szakaszban mind az öt vizsgált őszi búza fajta levélterülete csökkent. A kontroll parcellákon bekövetkező csökkenés jelentősen nagyobb volt, mint az $N_{120}+PK$ tápanyagdózisnál, kivéve a GK Öthalom fajtát a kontroll kezelésnél 32%-os, míg az $N_{120}+PK$ szinten 41%-os csökkenést mutatott. A Lupus kontroll kezelésnél 32%-os, míg a tápanyagkezelés hatására csupán 14%-os csökkenést mutatott. A Pannonikusnál a kontroll kezelésben 35%-os, míg maximális tápanyagdózisnál 20%-os volt a csökkenés mértéke. Az Mv Toldi fajtánál a kontroll kezelésben mért 45%-os csökkenés tápanyagkezelés hatására 31%-osra redukálódott. A tápanyagkezelés a Genius fajtánál váltotta ki a legnagyobb hatását a kontroll kezelésben mért 39%-os csökkenést 18%-osra mérsékelte. 2012-ben a levélterület értékekben nagyobb mértékű növekedést a májusi időszakban tapasztaltunk. A fajták 2-3 nóduszos állapotban, illetve virágzáskor érték el a levélterületük maximumát, mely köszönhető volt a májusi és júniusi csapadékosabb időjárásnak is. A maximális levélterület kialakulása után az előző évhez képest kisebb mértékű csökkenés következett be, a tápanyagkezelés csak kis mértékben redukálta a csökkenés mértékét. A GK Öthalom fajtánál a csökkenés 25-22%-os, a Lupusnál 32-31%-os, a Pannonikus fajtánál 21%, az Mv Toldinál 30%-os volt. A tápanyagkezelés legkifejezettebb hatása ismét a Genius fajtánál volt megfigyelhető a kontroll kezelésben tapasztalt 25%-os csökkenést, a tápanyagkezelés 19%-osra redukálta.

A levélterület tartam (LAD) értékeket vizsgálva megállapítható, hogy a levélterület tartam nagyságát a genotípuson és a tápanyag ellátottságon felül az évjárat is jelentősen módosította. 2011-ben az őszi búza fajtáknál jelentősen nagyobb volt a levélterület tartóssága, míg a 2012. szárazabb évjáratban kisebb értékeket határoztunk meg. Különösen kedvezőtlen hatása volt a szárazabb évjáratnak a GK Öthalom és Lupus fajtákra, míg a Pannonikus, az Mv Toldi, valamint a Genius fajták mindkét évben jobb levélterület tartam értékekkel rendelkeztek.

Pearson-féle korrelációanalízissel vizsgáltuk a tápanyagkezelések hatását a fiziológiai tulajdonságokra. A tápanyagellátás és a SPAD értékek között a szárbaindulástól a virágzásig (BBCH 29-65) szoros pozitív szignifikáns kapcsolat volt.

Az érési fenofázisokban (BBCH 73-80) csupán közepesen szoros szignifikáns volt a kapcsolat (0,358-0,431). A levélterület index értékek a tápanyagellátással szárbaindulástól 2-3 nóduszos állapotig (BBCH 29-32) szoros szignifikáns kapcsolatban (0,654-0,646) álltak, a virágzáskor (BBCH 65) és teljes éréskor mért LAI értékekkel igen szoros kapcsolatban (0,734-0,740) volt. A viaszérés kori LAI értékekkel szoros szignifikáns kapcsolatban (0,688) volt a tápanyagkezelés. A levélterület tartam igen szoros volt a kapcsolat a tápanyag ellátottsággal (0,778).

Az őszi búza termésmennyiségét biotikus és abiotikus tényezők együttes hatása alakítja ki. Jelentősen befolyásolja a termésmennyiséget a tápanyagkezelés, melyre az őszi búza fajták eltérő módon reagálnak. Az évjáratí tényezőknek is döntő szerepük van különösen, ha a kritikus fenofázisokban érik állományt. A tényezők hatásának értékelése bonyolult feladat. Vizsgálataink során az volt a célunk, hogy a genotípus, a tápanyagellátás és az évjárat termésmennyiségre kifejtett befolyásoló hatását külön-külön és együttesen vizsgáljuk.

A 2009/2010. tenyészév a nagy mennyiségű csapadékellátottság miatt szélsőségesnek tekinthető, mivel március hónap kivételével a sokéves átlagot meghaladó csapadék hullott. A tavaszi, illetve nyár elején lehulló nagy mennyiségű csapadék következtében az állományokban gombás eredetű levél- és kalászbetegségek léptek fel, illetve az állományokban nagymértékű megdőlés következett be, ami jelentős termésdepresszióhoz vezetett. A 2010. évben a fajták terméseredményeit vizsgálva megállapítható, hogy a termésmennyiségek alacsony értékek között változtak. A kontroll, kezeletlen parcellákon a termésmagyság 2986 kg ha⁻¹ (GK Öthalom) és 4275 kg ha⁻¹ (Genius) között változott. A legkisebb termésmennyiséget a GK Öthalom, illetve a Lupus fajtáknál tapasztaltuk, míg a Pannonikus (3850 kg ha⁻¹) és az Mv Toldi (3812 kg ha⁻¹) fajtánál jó termésmennyiséget mértünk. Legnagyobb terméssel a kontroll parcellákon a Genius (4275 kg ha⁻¹) fajta rendelkezett. A termésmaximumok szintén kisebb tápanyagszinteken realizálódtak. A GK Öthalom (5175 kg ha⁻¹), a Lupus (5675 kg ha⁻¹), valamint az Mv Toldi (5196 kg ha⁻¹) fajtáknál az optimális tápanyagszint az N₆₀+PK volt. A Pannonikus (5271 kg ha⁻¹) és a Genius (5986 kg ha⁻¹) fajtáknál az N₃₀+PK tápanyagdózis volt az optimális a 2010. tenyészévben.

2011. évben az általunk vizsgált őszi búza fajták jelentősen nagyobb termésátlagokat értek el az előző tenyészévhez képest. A termésmennyiségek a kontroll kezeletlen parcellákon 3019 kg ha⁻¹ (GK Öthalom) és 4719 kg ha⁻¹ (Pannonikus) között mozogtak. A kontroll parcellákon a Pannonikus fajta mellett szintén jó eredményt adott

a Genius fajta (4019 kg ha^{-1}). A Lupus (3102 kg ha^{-1}), illetve Mv Toldi (3316 kg ha^{-1}) fajták kisebb termésátlagokat realizáltak. Az átlagos 2011. évben a fajták a nagyobb tápanyagszinteken ($\text{N}_{90-150}+\text{PK}$) érték el a maximális termés nagyságukat, valamint a tápanyagdózisok növelésével azonos tendenciában nőtt a termés nagysága is. A legkisebb termésmaximumot (6150 kg ha^{-1}) a Lupus fajtánál kaptuk az $\text{N}_{90}+\text{PK}$ tápanyagszinten. A GK Öthalom szintén alacsony termésmaximumot realizált, a 6819 kg ha^{-1} . Az Mv Toldi jó termésmaximumot ért el (7620 kg ha^{-1}). A legnagyobb termésmaximumokat a Pannonikus (8224 kg ha^{-1}) az $\text{N}_{120}+\text{PK}$ tápanyagszinten, illetve a Genius (8462 kg ha^{-1}) fajtáknál tapasztaltuk az optimális tápanyagszinten.

A 2012. évben a kontroll kezeletlen parcellákon a termésátlagok $3132\text{-}4210 \text{ kg ha}^{-1}$ között mozogtak. A legkisebb kontroll terméssel a Lupus (3132 kg ha^{-1}), valamint a GK Öthalom (3176 kg ha^{-1}) fajták rendelkeztek. Az Mv Toldi (3607 kg ha^{-1}) és Genius (3610 kg ha^{-1}) közel azonos termésátlagot értek el. A legnagyobb termésmennyiséget a kontroll parcellákon a Pannonikus fajta (42110 kg ha^{-1}) realizálta. Trágyázás hatására szignifikáns termésnövekedést tapasztaltunk mind az öt vizsgált fajtáknál. Az optimális tápanyagdózis az $\text{N}_{120-150}+\text{PK}$ volt, ennél a tápanyagdózisoknál érték el a termésmaximumukat. A legkisebb termésmaximummal a GK Öthalom fajta rendelkezett (6175 kg ha^{-1}). A Lupus (6408 kg ha^{-1}) és az Mv Toldi (6868 kg ha^{-1}) közepes termésmaximumot ért el. A legjobb terméseredményeket ebben az évjáratban is az Pannonikus (7880 kg ha^{-1}) és a Genius (7127 kg ha^{-1}) fajták realizálták.

A fajták termésstabilitását vizsgáltuk Kang-féle stabilitásanalízissel. A GK Öthalom ($b=0,607$), a Lupus ($b=0,0197$) valamint az Mv Toldi ($b=0,5997$) jó stabilitást mutattak, eltérő ökológiai feltételek mellett hasonló terméseredményeket produkáltak. Ezzel szemben a Genius közepesen ($b=0,7644$) stabil eredményt mutatott, a legkevésbé stabilnak ($b=1,3964$) a Pannonikus fajta bizonyult, melyből az következik, hogy a kedvezőtlenebb évjáratokban kisebb terméseredményeket tudott csak elérni, de kedvezőbb ökológiai feltételek mellett magas terméseredményeket kaptunk e fajtánál. A tápanyagkezelések esetében végzett stabilitásanalízis eredményei alapján a kontroll, valamint az $\text{N}_{30-60}+\text{PK}$ tápanyagkezelések stabilitása bizonyult a legkedvezőbbnek, de ezeken a tápanyagszinteken viszonylag alacsony terméseredményeket kaptunk. Az $\text{N}_{90-150}+\text{PK}$ tápanyagdózisok gyengébb stabilitást mutattak, az évjáratok függvényében változtak a termésnagyságok ezeken a tápanyagszinteken, de a legnagyobb termésmaximumok mégis itt realizálódtak. A termésmennyiségek és az évjárat

hatásokat együttesen Pearson-féle korrelációanalízissel vizsgáltuk. A tápanyagkezelés és a termés nagyság között szoros (0,572) pozitív kapcsolat volt, tehát a tápanyagdózisok növelésével szignifikáns termésnövekedés értékünk el. A termésmennyiség és az őszi (-0,359), téli (-0,332) és tavaszi (-0,413) csapadékellátottság között közepesen szoros negatív kapcsolatot állapítottunk meg. A nyáreleji csapadék mennyiséggel csupán gyenge negatív kapcsolatot (-0,290) lehetett megállapítani. Ezek alapján tehát a nagyobb mennyiségű csapadék termésdepressziót indukálhat. A termésmennyiség között az őszi (-0,320), téli (-0,420) és tavaszi (-0,401) átlaghőmérséklet között közepesen szoros negatív volt kapcsolat. A nyári átlaghőmérséklet közepes pozitív kapcsolatot (0,378) mutatott a termés nagysággal. Az ősztől tavaszig terjedő időszakban a magas hőmérséklet kedvezőtlenül hatott, míg a szemtelítődéskori meleg időjárás pozitívan hatott a termésmennyiség alakulására.

Az elért termésmennyiség mellett fontos annak minősége. A búza minősége nem jellemezhető egyetlen egy értékkel, számos minőségi paramétert együtt vizsgálva tudunk képet alkotni a minőségről. A búza minőségét, úgymint a termésmennyiségét számos tényező együttes hatása alakítja ki, vagy módosítja. Kutatásunk során arra kerestük a választ, hogy a környezeti tényezők mekkora behatással vannak a minőségi tulajdonságokra, illetve a negatív hatások csökkenthetők-e, illetve megszüntethetők-e az évjáráshoz igazodó tápanyagellátással.

A 2010. tenyészévben magas valorigráfus értékeket kaptunk a vizsgált őszi búzáknál. A kontroll kezelésekben a valorigráfus értékek 29,2 (Pannonikus) és 53,2 (Mv Toldi) között változtak. A tápanyagkezelések hatására a fajták valorigráfus értékei szignifikáns növekedést értek el, az értékek 56,8 (Pannonikus) és 71,8 (Mv Toldi) között változtak az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten. Az Mv Toldi fajta valorigráfus értéke (71,8) alapján javító minőséget (A) adott, a többi vizsgált fajtánál is jelentős minőségbeli javulás következett be, a fajták B_1 malmi minőséget mutattak. A 2011. évben a kontroll parcellákon a valorigráfus értékek 48,3 (GK Öthalom) és 60,3 (Genius) között alakultak. A legnagyobb valorigráfus értékeket az Mv Toldi (66,2) és a Lupus (67,1) fajtáknál kaptuk az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten. A Genius (60,4) az $N_{60}+PK$ tápanyagszinten érte el a legnagyobb valorigráfus értékét. A legkisebb valorigráfus értékkel a GK Öthalom (58,9) és Pannonikus (58,6) voltak jellemezhetők. A 2012. tenyészévben a kontroll kezelésben a valorigráfus értékek 44,5 (Pannonikus) és 55,0 (Mv Toldi) között változtak. A legnagyobb valorigráfus értéket az Mv Toldi (55,0) fajtánál mértük, nagyobb valorigráfus értékeket mértünk a GK Öthalom (48,6) és

Genius (45,1) fajtánál is. Az $N_{120}+PK$ tápanyagdózisnál a valorigráfus értékek 69,7 (Lupus) és 54,4 (Pannonikus) között változtak. A fajták B_1-B_2 malmi minőséget érték el. A legjobb valorigráfus értékkel a Lupus (69,7) fajta rendelkezett, hasonlóan nagy valorigráfus értéket mutatott a Genius (63,9), és az Mv Toldi (61,2) fajta az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten. A legkisebb valorigráfus érték maximumot a Pannonikus fajtánál mértük (55,1) az $N_{60}+PK$ tápanyagdózisnál.

A 2010. évben a fajták átlagában 11,1-15,9% között változott a liszt fehérje tartalma. A kontroll parcellákon az Mv Toldi (12,4%) fajtánál tapasztaltuk a legnagyobb fehérje tartalmat, a Lupus (10,4%) és a GK Öthalom (9,4%) kisebb fehérje tartalmakat realizáltak. A legjobb eredményeket az Mv Toldi (17,0%), a Pannonikus (16,5%), és a Genius (16,8%) fajták érték el. A 2011. évben a fajták fehérje tartalma 12,0-13,8% között alakult. Az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten az Mv Toldi fajtánál mértünk szignifikánsan magasabb (15,4%) fehérje tartalmat. A Genius (14,1%), a Pannonikus és a Lupus (13,9%) fajták nagy fehérje tartalom értékeket mutattak. 2012. évben a kontroll kezelésben nem volt jelentős különbség a fajták fehérje tartalma között, azaz 12,3% (Mv Toldi) és 11,1% (Pannonikus) közötti értékeket mértünk. Az $N_{120}+PK$ tápanyagdózisnál az Mv Toldi (16,2%) érte el a legnagyobb fehérje tartalmat, a Lupus (15,1%), a Genius (14,8%), a Pannonikus (14,7%), a GK Öthalom (14,4%) szintén relatíve magas fehérje tartalommal rendelkeztek.

A 2010. tenyészévben kedvező nedves siker tartalommal rendelkeztek az őszi búza fajták, a kontroll parcellákon a sikértartalom a 16,2% (GK Öthalom) és 28,0% (Mv Toldi) között változott. Az Mv Toldi fajtán kívül (28,0%), a Genius és a Pannonikus (26,2%) fajtánál kaptunk magasabb siker tartalmakat. Az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten az értékek 31,9% (GK Öthalom) és 40,0% (Mv Toldi) között mozogtak. A Genius (39,7%) és a Pannonikus (39,8%) fajták (az Mv Toldi fajtán kívül) kiemelkedő nedves siker tartalmakat mutattak. A legkisebb siker tartalommal mindhárom vizsgált tápanyagszinten a GK Öthalom (16,2%-31,9%) rendelkezett. A 2011. év átlagos tenyészévnél minősült, azaz a kontroll kezeletlen parcellák értékei 22,6% (GK Öthalom) és 30,0% (Mv Toldi) között változtak. A Lupus (28,3%), a Genius (27,9%) és a Pannonikus (27,2%) fajták szintén kedvező értékeket mutattak. Az Mv Toldi fajta az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten is a legnagyobb siker tartalommal (36,0%) rendelkezett. A Lupus (32,8%), Genius (32,5%) és Pannonikus (32,2%) viszonylag nagy siker tartalmakat realizáltak. A 2012. évben a kontroll parcellákon a legkisebb siker tartalmakat mértük, az értékek 18,5% (GK Öthalom) és 25,0% (Mv Toldi) között

mozogtak. Az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten az értékek 32,6% (GK Öthalom) és 39,8% (Mv Toldi) között változott. Az Mv Toldi fajtánál volt ebben az évjáratban is a legmagasabb nedves siker tartalom. A Lupus (20,3-36,4%) és a Pannonikus (19,2-35,2%) szintén kedvező siker tartalommal rendelkezett. A Genius (20,2-33,9%) és a GK Öthalom (18,5-32,6%) fajtáknál mértük a legkisebb siker tartalmakat. A vizsgált fajták nedves siker tartalma átlagosan 20,6-35,6% közötti változott.

A 2010. évben a kontroll kezelésben a Pannonikus fajta (6,0 mm) rendelkezett a legnagyobb sikerterülettel. A GK Öthalom fajtánál tapasztaltuk a legkisebb sikerterületet (1,1 mm). A Lupus (1,8 mm), az Mv Toldi (2,1 mm), és a Genius (2,9 mm) fajtáknál a sikerterület kicsi volt, de még megfelelőnek mondható. Az $N_{120}+PK$ tápanyagdózisnál a GK Öthalom 4,0 mm területet mutatott, míg a Genius (5,9 mm), az Mv Toldi (5,6 mm) és a Lupus (5,4 mm) fajtáknál közepes volt a sikerterület nagysága. A 2011. tenyészévben a kontroll parcellákon mért sikerterület 1,9-2,9 mm között változott. Az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten volt a legnagyobb területe a fajtáknak. Az Mv Toldi (4,5 mm), a Pannonikus (3,9 mm) és a Genius (3,8 mm) fajtáknál tapasztaltuk a legnagyobb sikerterületeket. A legerősebb sikerrel GK Öthalom rendelkezett, 2,8 mm értékkel. A 2012. évben a kontroll parcellákon az Mv Toldi 2,5 mm sikerterületet mutatott, a másik vizsgált négy fajta sikerterülete 1,1-1,6 mm közötti volt. Az $N_{120}+PK$ tápanyagdózisra a fajták között nem volt szignifikáns különbség, a sikerterület 2,5-3,3 m között mozgott.

A 2010. tenyészév annak ellenére, hogy extrém csapadékos volt, az esésszám 304,0-331,6 sec között változott a fajták átlagában, mely megfelelő, kissé alacsony enzim aktivitásra utal. A genotípusok között jelentős különbségek voltak, míg a tápanyagkezelések ezt a minőségi tulajdonságot jelentősen nem befolyásolták. A Lupus (248,8-289,5 sec) és a Pannonikus (206,0-272,8 sec) fajtáknál volt relatíve alacsonyabb az esésszám, tehát nagyobb az enzim aktivitás. A GK Öthalom (296,5-308,5 sec) közepes esésszámot és enzim aktivitást mutatott. Az Mv Toldi (387,3-397,0 sec), valamint a Genius (379,5-390,3 sec) magas esésszámmal rendelkeztek, mely alacsony enzim aktivitásra utalt. A 2011. átlagos tenyészévben a fajták átlagában az esésszám 314,3-399,6 sec között változott. Az esésszám értékeket főként a genotípus határozta meg, a tápanyagkezeléseknek nem volt jelentős hatása az enzimaktivitásra. A Lupus (254,0-295,3 sec), valamint a Pannonikus (220,0-248,3 sec) fajtáknál tapasztaltuk a legkisebb esésszámokat. A GK Öthalom ismét relatíve közepes (292,5-329,8 sec) értékekkel rendelkezett. Legnagyobb volt az esésszáma az Mv Toldi (357,5-370,0 sec) és

a Genius (340,8-361,3 sec) fajtáknak, ezek enzim szegényebb fajtáknak bizonyultak. A 2012. évben a fajták átlagában 346,0-383,2 sec között változott az esésszám. A genotípusnak volt ebben az esetben is a legnagyobb szerepe az esésszám kialakításában. Hasonlóan az előző két évben tapasztalt tendenciákhoz ebben az évben is a Lupus (308,0-360,5 sec) és a Pannonikus (291,5-325,3 sec) fajtáknak volt a legkisebb az esésszámuk. A GK Öthalom közepes (352,0-385,8 sec), míg az Mv Toldi (395,8-435,0 sec) és a Genius (380,5-416,0 sec) fajták a legnagyobb esésszámmal rendelkeztek.

A tápanyagkezelés és az időjárás paraméterek, valamint a vizsgált minőségi mutatók közötti összefüggéseket Pearson-féle korrelációanalízissel vizsgáltuk. A valorigráfus értékek nagyságát a tápanyag ellátottság értéke jelentős mértékben befolyásolta, azaz szoros szignifikáns kapcsolatot (0,639) állapítottunk meg. A tápanyagkezelés a siker tartalom nagyságát is jelentős mértékben befolyásolta, különösen szoros pozitív szignifikáns kapcsolatot (0,735) lehetett megállapítani. A sikerterület és a tápanyagellátás között közepesen szoros szignifikáns (0,465) kapcsolat volt kimutatható. A tápanyagkezelés jelentős módosító hatást fejtett ki a fehérje tartalom nagyságára, azaz szoros pozitív kapcsolat volt (0,684) kimutatható. A tápanyagkezelésen felül az környezeti tényezők is hatást gyakoroltak a minőségi tulajdonságokra. A valorigráfus érték gyenge negatív (-0,154 - -0,195), a nedves siker tartalom gyenge kapcsolatot (0,172-0,200) mutatott az időjárás tényezőkkel. Az őszi (0,532), téli (0,524) és tavaszi (0,514) csapadék mennyisége jelentős mértékben módosította a sikerterület nagyságát, szoros pozitív volt a kapcsolat. Az ősztől tavaszig tartó időszak magasabb átlaghőmérséklete szintén szorosan (0,519), illetve közepesen szorosan (0,488-0,402) befolyásolta a sikerterület nagyságát. A magasabb júniusi átlaghőmérséklet csökkentette a sikerterület mértékét, szoros negatív volt (-0,534) a kapcsolat. Az esésszám értéke negatív közepes kapcsolatot mutatott az őszi (-0,319) és téli (-0,351) csapadék mennyiségével. Az őszi átlaghőmérséklet és az esésszám között negatív közepesen szoros volt (-0,362) a kapcsolat. Az időjárás tényezők a valorigráfus értékek, a nedves siker tartalom, és liszt fehérje tartalom értékeit csupán kisebb mértékben befolyásolták. A sikerterület és az esésszám értékeivel közepesen szoros összefüggést mutattak.

Kutatásunk során célunk volt, a fiziológiai tulajdonságok a termésmennyiségek és minőségi mutatók közötti összefüggések feltárása is. A termés és a klorofill tartalom között szoros szignifikáns kapcsolatot (0,678-0,460) találtunk, és a kapcsolat szorossága

közel azonos mértékű mind az öt vizsgált fenofázisban a szárbaindulástól (BBCH 29) a viaszérés kezdetéig (BBCH 80). A termés és a levélterület tartam között igen szoros szignifikáns kapcsolatot találtunk. Különösen erős volt ez a kapcsolat ($r=0,768-0,715$) virágzáskor és a szemtelítődéskor (BBCH65-80). A SPAD értéke és a termés között szárbaindulástól virágzásig és a viaszéréskori méréseknél volt közepesen szoros összefüggés ($r^2=0,329-0,460$). A levélterület index értékek és termés között a szárbainduláskor és a 2-3 nóduszos állapotban (BBCH 29-32) közepes erősségű volt, a virágzástól a szemtelítődési fázisokig (BBCH 65-80) szoros volt az összefüggés ($r^2=0,524-0,589$). A levélterület tartam és a termés mennyisége között igen szoros szignifikáns kapcsolatot találtunk mind az öt vizsgált fajtánál mindkét évjáratban. A kapott adatok szintén azt támasztották alá, hogy a nagyobb termés mennyiség eléréséhez fontos a megfelelő levélterület nagyságának minél hosszabb időn át tartó megőrzése valamint, hogy a generatív fejlődésben a szemtelítődéshez szükséges termésalkotó szerves anyagok megfelelő mennyiségben képződjenek.

A két év és a fajták átlagában vizsgálva az összefüggéseket a három minőségi mutató és a fiziológiai tulajdonságok között megállapítható, hogy a valorigráfus értékek a SPAD értékekkel csupán szárbaindulástól (BBCH 29) és virágzásig (BBCH 65) mutattak közepesen szoros szignifikáns kapcsolatot (0,357-0,446). A levélterület index értékek és a valorigráfus értékek között minden mérési időpontban közepesen szoros szignifikáns volt a kapcsolat (0,362-0,444). A levélterület tartammal közepesen szoros összefüggést mutatott a valorigráfus érték (0,467). A determinációs együtthatók értéke kicsi volt, a trend vonalak illeszkedése gyenge. A nedves siker tartalom a SPAD értékekkel, a levélterület index értékekkel és a levélterület tartammal szoros, illetve közepesen szoros összefüggéseket mutatott. A trend vonalak illeszkedése gyenge, illetve közepes volt. A fehérje tartalom és a SPAD értékek között szoros szignifikáns kapcsolatot állapítottunk meg. A levélterület index értékekkel a szárbainduláskor (BBCH 29) közepesen szoros (0,322), a többi mérési időben szoros szignifikáns volt a kapcsolat. A trendvonalak illeszkedése közepes volt. A levélterület tartammal szintén szoros szignifikáns kapcsolatot állapítottunk meg.

A minőségi értékek közül a valorigráfus érték (amely egy komplex mutató) kisebb mértékben mutatott összefüggést a fiziológiai tulajdonságokkal. A nedves siker tartalom és a liszt fehérje tartalom igen szoros összefüggést mutatott a klorofill tartalom és levélterület index nagyságával. A vizsgált paraméterek közötti kapcsolat leginkább virágzáskor volt a legerősebb, így ebben a fenofázisban való vizsgálatuk jobb

perdiktálhatóságot eredményez. A vegetatív fázis végén, illetve szemtelítősékor mért fiziológiai mutatók nagysága szintén szoros szignifikáns eredményt hozott a liszt fehérje, illetve nedves siker tartalom értékek között.

A variancia komponensek felosztásával lehetőségünk nyílt arra, hogy pontosan számszerűsítsük az évjárat, a genotípus és a tápanyagellátás hatását a betakarított termés mennyiségére, a valorigráfus érték, a nedves siker tartalom és fehérje tartalom értékeire. A kapott eredményeket együttesen értékelve megállapítható, hogy a különböző évjáratok és a környezeti feltételek a termés nagyságát befolyásolták a legnagyobb mértékben, a valorigráfus érték és a nedves siker tartalom alakulására kisebb mértékben hatottak. Az eltérő környezeti feltételekre a fehérje tartalom reagált a legkevésbé. A fajták a nagyobb termés kialakításában kisebb mértékben vettek részt (22%), mint a valorigráfus érték, a nedves siker tartalom és fehérje tartalom esetében (23-37%), ahol a genotípusnak nagyobb volt a hatása. A genotípus befolyásoló hatása a maximális értékek kialakításában az átlagos időjárású 2011. évjáratban jobban érvényre jutott. A legnagyobb súllyal mind a három vizsgált tényező esetében a tápanyagellátás rendelkezett (52-92%), mivel elengedhetetlen a megfelelő tápanyagellátás biztosítása ahhoz, hogy a fajták a maximális minőségi eredményeiket el tudják érni. A tápanyagkezelések tompítani tudták a minőségi tulajdonságok maximumainak kialakításnál a negatívan ható szélsőségesebb környezeti hatásokat.

8. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A terméseredményekre a nagy mennyiségű csapadék hatása a legkedvezőtlenebb. Az átlagos évjáráthoz képest 1994 kg ha^{-1} termés csökkenést tapasztaltunk az ilyen évjáratípusban, az optimális tápanyagdózis az $N_{30-60}+PK$ tápanyagszintek között mozgott. Az aszály hatása csökkenthető volt megfelelő tápanyagkezeléssel, 495 kg ha^{-1} -os volt a termés csökkenés. Az optimális tápanyagdózisoknak a nagyobb $N_{120-150}+PK$ tápanyagszintek bizonyultak.
2. A legkedvezőbb termésstabilitása a GK Öthalom ($b=0,607$), Lupus ($b=0,0197$), valamint az Mv Toldi ($b=0,5997$) fajtáknak volt, de az eltérő, olykor szélsőségesnek is mondható ökológiai feltételek mellett hasonló terméseredményeket mutattak. A Genius stabilitása közepes volt ($b=7644$), míg a legkevésbé stabilnak ($b=1,3964$) a Pannonikus fajta bizonyult, de kedvezőbb ökológiai feltételek mellett magas terméseredményeket realizált.
3. A kontroll és az $N_{30-60}+PK$ tápanyagdózisok stabilitása kedvezőnek bizonyult ($b=0,0002-0,4355$), kisebb termésmennyiségek mellett. Az $N_{90-150}+PK$ tápanyagdózisok jelentősen gyengébb stabilitást mutattak ($b=0,9722-1,5283$), de kedvező környezeti feltételek hatására nagyobb termésmennyiségeket értek el a fajták ezeken a tápanyagszinteken.
4. A legkedvezőbb minőségi értékeket az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten érték el. A csapadékos 2010. évjárat és a 2012. év a csapadékos májusi és júniusi időszak miatt bizonyult a legkedvezőbbnek, a 2011. évben a nyár eleji szárazabb időjárás hatására a minőségi tulajdonságok értékeiben kisebb mértékű csökkenést tapasztaltunk.
5. A genotípus és a tápanyag ellátottság jelentős mértékben, meghatározta a relatív klorofill tartalom, a levélterület index és a levélterület tartam értékét. A tápanyagellátás hatására nagyobb maximális értékek kialakítására voltak képesek a fajták, valamint a maximum utáni csökkenés nagysága is mérsékeltebb volt.
6. A termés és a klorofill tartalom között szoros szignifikáns kapcsolatot ($r=0,460-0,678$) találtunk. A kapcsolat szorossága közel azonos mértékű a szárbaindulástól a viaszérés kezdetéig. A termés és a levélterület között igen szoros szignifikáns kapcsolatot bizonyítottunk. Különösen erős volt ez a kapcsolat ($r=0,715-0,768$) virágzáskor és a szemtelítődéskor.

7. A valorigráfus értékek a SPAD értékekkel szárbaindulástól és virágzásig mutattak közepesen szoros szignifikáns kapcsolatot ($r=0,357-0,446$), a levélterület index értékekkel minden mérési időpontban közepesen szoros szignifikáns volt a kapcsolat ($r=0,362-0,444$). A nedves siker tartalom a SPAD értékekkel, a levélterület index értékekkel és a levélterület tartammal szoros, illetve közepesen szoros összefüggéseket mutatott ($r=0,436-0,601$). A fehérje tartalom és a SPAD értékek, valamint a levélterület index értékek között közepesen szoros, illetve szoros kapcsolatot lehetett megállapítani ($r=0,322-0,633$).
8. A három vizsgált tenyészcsoport átlagában a variancia komponensek felosztása alapján megállapítottuk, hogy a termésmaximum kialakításában a genotípus 22%-kal vett részt, a tápanyag ellátottság 52%-os arányban növelte a termés nagyságot, az évjárat 26%-ban játszott szerepet. A valorigráfus értékek kialakításában a tápanyag ellátottság játszott a legnagyobb szerepet (71%), a fajtának 23%-os, az évjárat hatásnak mindössze 6%-os szerepe volt. A nedves siker tartalomban bekövetkezett növekedést 31%-ban a genotípus, 56%-ban a tápanyagkezelés váltotta ki, az évjáratnak csupán 13%-os szerepe volt. Az évjárat hatása a fehérje tartalom értékeire mindössze 9% volt, a genotípus 37%-ban befolyásolta a fehérje maximumok nagyságát, a legnagyobb súllyal a tápanyag ellátottság (57%) hatott.

9. A GYAKORLATBAN HASZNOSÍTHATÓ EREDMÉNYEK

1. Az optimális műtrágya adag mértékét az évjáratok vízellátottsága határozta meg. A tápanyag ellátottsággal az évjárat kedvezőtlen hatása mérsékelhető volt. Csapadékos évjáratban a kisebb dózisú műtrágya adagok ($N_{30-60}+PK$) voltak optimálisak, a termésnövekedés (1854 kg ha^{-1}) szerényebb mértékű volt. Átlagos évjáratban az $N_{90-150}+PK$ közötti tápanyagdózisok bizonyultak optimálisnak (3820 kg ha^{-1} terméstöbblet). Szárazabb évjáratban a maximális termést az $N_{120-150}+PK$ tápanyagdózisoknál érték el a fajták (3413 kg ha^{-1} terméstöbblet), amely azt bizonyította, hogy a negatív évjárat hatást nagyobb műtrágya adagokkal lehetett ellensúlyozni.
2. A Genius és Pannonikus fajták jó természetes tápanyag hasznosító képességgel és jó trágyareakcióval jellemezhetőek a változékony évjárat hatások ellenére is. A gyakorlat számára ezek a bizonyultak legkedvezőbb fajtáknak.
3. A gyakorlatban mindhárom évjáratban az $N_{120}+PK$ tápanyagdózis bizonyult optimálisnak a minőségi tulajdonságok szempontjából. A mennyiségi és minőségi paraméterek alapján a vizsgált fajták három csoportba sorolhatóak: a GK Öthalom alacsony termésátlaggal és átlagos minőségi mutatókkal rendelkezett, a Genius, Pannonikus és Lupus kitűnő termésátlagot és jó minőséget mutatott, az Mv Toldi jó termésátlaggal és kitűnő minőséggel volt jellemezhető.
4. A gyakorlat számára az a kedvező, ha az őszi búza asszimilációs kapacitását minél hosszabb ideig meg tudja őrizni, ha a szemtelítődéskor kisebb mértékben veszít klorofill tartalmából, illetve kisebb mértékben csökken a levélterület indexe, valamint nagyobb levélterület tartóssága van, tovább képes fenntartani asszimilációs kapacitását, aminek következtében nagyobb termésmennyiségek realizálására lesz képes.
5. A minőségi értékek közül a valorigráfos érték közepes, míg a nedves sikér tartalom és a liszt fehérje tartalom szoros korrelációt mutatott a növény fiziológiai tulajdonságokkal. A kapcsolat virágzáskor volt a legerősebb, ezért ebben a fenofázisban való vizsgálatuk jobb minőségi prediktálhatóságot eredményez.
6. A genotípus a termésmaximum kialakításában kisebb mértékben vett részt (22%) mint a valorigráfos értékek, a nedves sikér tartalom és fehérje tartalom esetében (23-37%), ahol a genotípusnak nagyobb volt a szerepe. Az évjárat hatásként volt a legkisebb szerepe a maximum értékek kialakításában (6-26%). A legnagyobb hatást mind a négy vizsgált paraméterre a tápanyagellátás gyakorolta (52-71%).

IRODALOMJEGYZÉK

- Ács, P-né. (1999): Fókuszban a búza minősége. Gyakorlati Agroforum. 6. 3. 17-18.
- Alda, L. M. - Lazureanu, A. - Alda, S. - Baluta, D. - Sirbulescu, C.- Gogoasa, I. (2010): Wet gluten analysis depending on cultivar, fertilization, herbicide application and climate conditions, in winter wheat. Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology. 14. 2. 23-26.
- Al-Eid, S. M. (2006): Effect of nitrogen and manure fertilizer on grain quality, baking and rheological properties of wheat grown in sandy soil. Journal of the science of food and agriculture. 86. 2. 205-211.
- Árendás, T. - Bónis, P. - Csathó, P. - Molnár, D. - Berzsényi, Z. (2010): Fertiliser responses of maize and winter wheat as a function of year and forecrop. Acta Agronomica Hungarica. 58. 1. 109-114.
- Árendás, T. - Bónis, P. - Molnár, D. - Sarkadi, J. (2004): Foszfór-utóhatások erdőmaradványos csernozjom talajon a karbonátosság függvényében. Agrokémia és Talajtan. 53. 111-124.
- Árendás, T. - Csathó, P. - Fodor, N. - Németh, T. (2009): Költség- és környezetkímélő trágyázás. Növényvédelem. 45. 12. 644.
- Árendás, T. - Csathó, P. - Németh, T. (1996): Tápanyag - gazdálkodjunk. Gyakorlati agroforum. 7. 11. 3-6.
- Árendás, T. - Láng, L. - Bónis, P. - Bedő, Z. (2003): Őszi búzafajták vetésidő reakciójának összehasonlító vizsgálata. Növénytermelés. 52. 1. 21-31.
- Árendás, T. - Sarkadi, J. - Bónis, L. (2000): Műtrágyák hatása az őszi búza méret szerint frakcionált mennyiségére és néhány minőségi jellemzőjére. Növénytermelés. 49. 5. 519-525.
- Arregui, L. M. - Lasa, B. - Lafarga, A. - Iraneta, I. - Baroja, E. - Quemada, M. (2006): Evaluation of chlorophyll meters as tools for N fertilization in winter wheat under humid Mediterranean conditions. European Journal of Agronomy. 24. 2. 140-148
- Balla, K. - Veisz, O. (2008): Temperature dependence of wheat development. Acta Agronomica Hungarica. 56. 3. 313-320.
- Balogh, Á. - Hornok M. - Pepó P. (2007): Study of physiological parameters in sustainable winter wheat (*Triticum aestivum* L.) production. Cereal Research Communication, VI. Alps-Adria Scientific Workshop Obervellach, Austria. 35. 2. 205-208.
- Bartos, A. - Fekete, A. - Sárvári, B. (1991): A búza ökológiai tényezőinek és tápanyag-tartalmi változóinak elemzése kanonikus korreláció analízissel. Növénytermelés. 40. 2. 111-121.
- Bedő, Z. - Láng, L. - Vida, Gy. - Juhász, A. - Karsai, I. (1997): A minőségi tulajdonságok felértékelődése a búzanemesítésben. Agro-21 Füzetek. 23. 19-30.
- Bedő, Z. - Balla, L. - Láng, L. - Stéhli, L. (1987): Nagy fehérjetartalmú, intenzív búza szelekciója. Növénytermelés. 36. 4. 229-235.
- Békési, P. (2001): A rezisztenciális tulajdonságok jelentősége és vizsgálata a fajtakísérletekben. Gyakorlati Agroforum. 7.
- Benedek, Á. - Györi, Z. (1995): A különböző termőhelyen termesztett búzafajták lisztminőségi paramétereinek összehasonlítása. Növénytermelés. 44. 1. 11-17.
- Berecz, K. - Debreczeni, B-né - Ragasits, I. (1998): Műtrágya-N beépülésének vizsgálata a fejlődő búzaszem fehérjéjébe 15N-izotópjelzéssel. Növénytermelés. 47. 3. 327-338.
- Berzsényi Z. (2000): Növekedésanalízis a növénytermesztésben. Egyetemi jegyzet Ph.D. hallgatóknak. Veszprémi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar Keszthely.

- Blackshaw, R. E. - Molnar, L. J. - Larney, F. J. (2005): Fertilizer, manure and compost effects on weed growth and competition with winter wheat in western Canada. *Crop Protection*. 24. 11. 971-980.
- Blandino, M. - Reyneri, A. (2009): Effect of fungicide and foliar fertilizer application to winter wheat at anthesis on flag leaf senescence, grain yield, flour bread-making quality and DON contamination. *European Journal of Agronomy*. 30.4. 275-282.
- Bocz, E. - Sárvári, M. (1981): Összefüggés a búza előveteménye, tápanyagellátása és terméseredménye között. *Növénytermelés*. 30. 5. 437-445.
- Borghi, B. - Corbellini, M. - Minoia, C. - Palumbo, M. - Di Fonzo N. - Perenzin M. (1997): Effects of Mediterranean climate on wheat bread-making quality. *European Journal of Agronomy*. 6. 3-4. 145-154.
- Buraczynska, D. - Ceglarek, F. (2008): Evaluation of spring triticale, faba bean and their mixtures cultivated as forecrops for winter wheat. *Acta Scientiarum Polonorum Agricultura*. 7. 4. 33-45.
- Casagrande, M. - David, C. - Valantin-Morison, M. - Makowski, D. - Jeuffroy, M. H. (2009): Factors limiting the grain protein content of organic winter wheat in south-eastern France: a mixed-model approach. *Agronomy for Sustainable Development*. 29.4. 565-574.
- Chloupeka, O. - Hrstkova, P. - Schweigert P. (2004): Yield and its stability, crop diversity, adaptability and response to climate change, weather and fertilisation over 75 years in the Czech Republic in comparison to some European countries. *Field Crops Research*. 85. 2-3. 167-190.
- ChunRong, J. - ShiQing, L. - ShengXiu, L. (2007): Effects of fertilization, variety and seed size on photosynthesis and chlorophyll fluorescence of winter wheat. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*. 27. 12. 2522-2530.
- Debaeke, P. H. - Aussenac, T. H. - Fabre, J. L. - Hilaire, A. - Pujol, B. - Thuries, L. (1996): Grain nitrogen content of winter bread wheat (*Triticum aestivum* L.) as related to crop management and to the previous crop. *European Journal of Agronomy*. 5. 3. 273-286.
- Dickin, E. - Wright, D. (2008): The effects of winter waterlogging and summer drought on the growth and yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *European Journal of Agronomy*. 28. 3. 234-244.
- DongHui, M. - YueFu, W. - Hua, Z. - Hu, S. (2007): Effects of nitrogen application and postanthesis soil water status on grain yield and canopy biomass accumulation and transportation in winter wheat. *Journal of Triticeae Crops*. 27. 847-851.
- DuPont, F. M. - Hurkman, W. J. - Vensel, W. H. - Chan, R. - Lopez, R. - Tanaka, C. K. - Altenbach S. B. (2006): Differential accumulation of sulfur-rich and sulfur-poor wheat flour proteins is affected by temperature and mineral nutrition during grain development. *Journal of Cereal Science*. 44. 1. 101-112.
- El Hafid, R. - Smith, Dan, H. - Karrou, M. - Samir, K. (1998): Morphological attributes associated with early-season drought tolerance in spring durum wheat in a mediterranean environment. *Euphytica*. 101. 3. 273-282.
- Erdei, P. - Szániel, I. (1975): A minőségi búza termesztése. *Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest*.
- Flæte, N. E. S. - Hollung, K. - Ruud, L. - Sogn, T. - Færgestad, E. M. - Skarpeid, H. J. - Magnus, E. M. - Uhlen, A. K. (2005): Combined nitrogen and sulphur fertilisation and its effect on wheat quality and protein composition measured by SE-FPLC and proteomics. *Journal of Cereal Science*. 41. 3. 357-369.

- Fois, S. - Motzo, R. - Giunta, F. (2009): The effect of nitrogenous fertiliser application on leaf traits in durum wheat in relation to grain yield and development. *Field Crops Research*. 110. 1. 69-75.
- Fox, R. H. - Piekielek, W. P. - Macneal, K. M. (1994): Using a chlorophyll meter to predict nitrogen fertilizer needs of winter wheat. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 25. 3-4. 171-181.
- Gaj, R. - Szczepaniak, W. - Grzebisz, W. (2009): Effects of different levels of potassium fertilization on yield and quality of winter wheat. *Fertilisers and Fertilization*. 34. 200-202.
- Galantini, J. A. - Landriscini, M. R. - Iglesias, J. O. - Migliarina, A. M. - Rosell, R. A. (2000): The effects of crop rotation and fertilization on wheat productivity in the Pampean semiarid region of Argentina Nutrient balance, yield and grain quality. *Soil & Tillage Research*. 53. 2. 137-144.
- Garrido-Lestache, E. - Lopez-Bellido, R. J. - Lopez-Bellido, L. (2008): Effect of N rate, timing and splitting and N type on bread-making quality in hard red spring wheat under rainfed Mediterranean conditions. *Field Crops Research*. 85. 2-3. 213-236.
- Geleta, B. - Atak, M. - Baenziger, S. - Nelson, L. A. - Baltenesperger, D. D. - Eskridge, K. M. - Shipman, M. J. - Shelton, D. R. (2002): Seeding rate and genotype effect on agronomic performance and end-use quality of winter wheat. *Crop science*. 42. 3. 827-832.
- Guo, S. - Zhua, H. - Dang, T. - Wu, J. - Liu W. - Hao, M. - Lic, Y. - Syersd J. K. (2012): Winter wheat grain yield associated with precipitation distribution under long-term nitrogen fertilization in the semiarid Loess Plateau in China. *Geoderma*. 189-190. 442-450.
- Gut, M. - Bichowski, A. (2007): Technological Quality and Yield's Components of Winter Wheat Lines Under Polish Climatic Conditions. *Cereal Research Communications*. 35. 1. 151-161.
- Gutierrez, M. - Reynolds, M. - Raun, W. R. - Stone, M. L. - Klatt, A. R. (2010): Spectral water indices for assessing yield in elite bread wheat genotypes under well-irrigated, water-stressed, and high-temperature conditions. *Crop Science*. 50. 1. 197-213.
- Győri, Z. - Győriné, Mile, I. (1998): A búza minősége és minősítése. *Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest*.
- Győri, Z. (1997): A növényi termékek minősítése a hazai és a külföldi gyakorlat tükrében. *Agro-21 Füzetek*. 88-93.
- Győri, Z. (1999): A tápanyagellátás hatása a növényi termékek minőségére. In: *Tápanyaggazdálkodás*. Szerk: Fülek Gy. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Győri, Z. (2006a): Ismét napirenden az őszi búza minősége. *Gyakorlati Agrofórum*. 7. 27-28.
- Győri, Z. (2006b): A trágyázás hatása az őszi búza minőségére. *Gyakorlati Agrofórum*. 9. 14-16.
- Győri, Z. (2009): Tartamtrágyázás hatása a kísérleti növények kémiai összetételére, minőségi mutatóira. In: *Az Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek (OMTK) kutatási eredményei (1967-2001)*. Szerk: Debreceznai, B.-né és Németh, T. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Hao, H. - Lu, B. Y. - LiPing, Y. - YanLi, L. - Lei, W. - He, W. - ZhiYong, W. (2010): Diagnosis of nitrogen nutrition in winter wheat (*Triticum aestivum*) via SPAD-502 and GreenSeeker. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*. 18. 748-752
- Har Gil, D. - Bonfilb, D. J. - Svoraya, J. (2011): Multi scale analysis of the factors influencing wheat quality as determined by Gluten Index. *Field Crops Research*. 123. 1. 1-9.

- Harnos, N. Erdélyi, É.: 2011. Sustainable wheat production in a changing climate. *Acta Agronomica Hungarica*, 59. 3. 261-266.
- Hegedűs, Z. - Szentpétery, Z. - Kassai, K. - Jolánkai, M. (2002): Protein and wet gluten contents in winter wheat grain samples. *Acta Agronomica Hungarica*. 50. 3. 383–387.
- Hoel, B. O. (1998): Use of a hand-held chlorophyll meter in winter wheat: evaluation of different measuring positions on the leaves. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 48. 4. 222-228.
- Houles, V. - Guerif, M. - Marya, B. (2007): Elaboration of a nitrogen nutrition indicator for winter wheat based on leaf area index and chlorophyll content for making nitrogen recommendations. *European Journal of Agronomy*. 27. 1. 1-11.
- Jiang, D. - Dai, T. - Jing, Q. - Cao, W. - Zhou, Q. - Zhao, H. - Fan, X. (2004): Effects of long-term fertilization on leaf photosynthetic characteristics and grain yield in winter wheat. *Photosynthetica*. 42. 3. 439-446.
- Jolánkai, M. - Szentpéteri, Zs. - Szalai, T. (1998a): A búza minőségének alakulása agrokémiai kezeléseken, kedvező és kedvezőtlen évjáratokban. *Gyakorlati Agrofórum*. 10. 22-24.
- Jolánkai, M. - Szentpétery, Zs. - Szalai, T. - Órsi, F. (1998b): Az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) minőségének és szermaradvány tartalmának alakulása agrokémiai kísérletben. *Növénytermelés*. 47. 1. 71-77.
- Jolánkai, M. - Szöllősi, G. - Szentpétery, Zs. (2004): Az őszi búza termesztésnek és minőségének változása különböző évjáratokban. *Gyakorlati Agrofórum Extra* 6. 6-9.
- Jolánkai, P. - Tóth, Z. - Kismányoky, T. - Farkas, I. (2009): Az agrokémiai kezelések hatása az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) monokultúrában. *Növénytermelés*. 58. 1. 39-50.
- Juhász, A. - Láng, L. - Zeller, F. - Bedő, Z. (2003): A magyarországon termesztett tradicionális minőségű búzafajták vizsgálata a német minőségi szabványok alapján. *Növénytermelés*. 52. 1. 15-20.
- Kádár, I. - Márton, L. (2005): Búza műtrágyázás a mezőföldi OMTK kísérletben 1968-2004 között. *Növénytermelés*. 54.1-2. 111-122.
- Kadlicskó, B. - Krisztián, J. (1989): Az őszi búza és a kukorica NP trágyázásának tapasztalatai barna erdőtalajokon. *Növénytermelés*. 38.4. 325-333.
- Karácsonyi, L. (1956). Búzaminősítés 4 gramm lisztből. Zeleny búza- és lisztminősítő módszerének kritikai vizsgálata. *Növénytermelés*. 5. 27-38.
- Kassai, M. K. - Nyárai, H. F. - Jolánkai M. - Szentpéteri Zs. (2006): Investigating nutritional relationship among weedness yield and quality of winter wheat. *Cereal Research Communications. Proceedings of the V. Alps-Adria Scientific Worksho Opatija, Croatia*. 34. 533-536.
- Kent, N. L. (1990): *Technology of Cereals. An introduction for students of food science agriculture*. Third Edition, Pergamonn Press, Oxford.
- Khan, M. A. - Fuller, M. P. - Baloch, F. S. (2008): Effect of Soil Applied Zinc Sulphate on Wheat (*Triticumaestivum* L.) Grown on a Calcareous Soil in Pakistan. *Cereal Research Communications*. 36.4. 571–582.
- Kindred, D. R. - Verhoeven, T. M. O. - Weightman, R. M. - Swanston, J. S. - Agu, R. C. - Brosnan, J. M. - Bradley, R. S. (2008): Effects of variety and fertiliser nitrogen on alcohol yield, grain yield, starch and protein content, and protein composition of winter wheat. *Journal of Cereal Science*. 48. 1. 46–57.
- Koltai, Á. - Balla, L. (1975): *Búzatermesztés és nemesítés*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

- Kondora, C. - Szabó, Gy. - Szabó M. - Ángyán, J. (1999): Őszi búzafajták termésátlagának és minőségének alakulása a földhasználati zónarendszer alapján. *Növénytermesztési Tudományos Nap.* 72-73.
- Kulig, B. - Lepiarczyk, A. - Oleksy, A. - Kołodziejczyk, M. (2010): The effect of tillage system and forecrop on the yield and values of LAI and SPAD indices of spring wheat. *European Journal of Agronomy.* 33. 1. 43-51.
- Láng, L. - Bedő, Z. (1997): Mit várhatunk a búzafajtáktól. *Gyakorlati Agrofórum.* 8. 29-31.
- Láng, L. - Rakszegi, M. - Szűcs, P. (2003): Sokoldalú biztonság a minőségstabilitásban. *Gyakorlati Agrofórum.* 9. 15-16.
- Lásztity, B. - Csathó, P. (1994): A tartós NPK műtrágyázás hatásának vizsgálata búza kukorica dikultúrában. *Növénytermelés.* 43. 2. 157-167.
- Lásztity, R. (1981): *Gabonafehérjék.* Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Le Bail, M. - Jeuffroy M. H. - Bouchard, C. - Barbottin, A. (2005): Is it possible to forecast the grain quality and yield of different varieties of winter wheat from Minolta SPAD meter measurements? *European Journal of Agronomy.* 23. 4. 379-391.
- Lerner, S. E. - Seghezzo, M. L. - Molfese, E. R. - Ponzio, N. R. - Cogliatti, M. - Rogers W. J. (2006): N- and S-fertiliser effects on grain composition, industrial quality and end-use in durum wheat. *Journal of Cereal Science.* 44. 1. 2-11.
- Lesztyák Mátyásné J. (1997): A termesztési tényezők hatása az őszi búza terméselemeire. *Növénytermelés.* 46. 3. 299-311.
- Linina, A. - Ruza, A. (2008): Influence of agroecological conditions on winter wheat grain gluten quantity and quality indices. *Agronomijas Vestis.* 2008. 10 145-151.
- López-Bellido, L. - Fuentes, M. - Castillo, J. E. - López-Garrido, F. J. - Fernández, E. J. (1996): Long-Term Tillage, Crop Rotation, and Nitrogen Fertilizer Effects on Wheat Yield under Rainfed Mediterranean Conditions. *Agronomy Journal.* 88. 5. 783-790.
- Lopez-Bellido, R. J. - Shepherd, C. E. - Barraclough, B. (2004): Predicting post-anthesis N requirements of bread wheat with a Minolta SPAD meter. *European Journal of agronomy.* 20. 3. 313-320.
- Lönhardné B. É. - Ragasits, I. (1990): A nitrogénműtrágya adagjának és a kijuttatás időpontjának hatása a búza levélfelületére. *Növénytermelés.* 39.4. 325-335.
- Lönhardné, B. É. – Németh, I. (1994): A N-trágyázás hatása a búza levélterületének szezonális dinamikájára és a termés alakulására. *Növénytermelés.* 43.4. 317-325.
- Lönhardné, B. É.- Ragasits, I. (1994): Újabb adatok a vetésidőnek a búza levélterületére és termésére gyakorolt hatásáról. *Növénytermelés.* 43.2. 149-156.
- Luo, C. - Branlard, G. - Griffin, W. B. - McNeil, D. L. (2000): The Effect of Nitrogen and Sulphur Fertilisation and their Interaction with Genotype on Wheat Glutenins and Quality Parameters. *Journal of Cereal Science.* 31. 2. 185-194
- Mahler, R. L. - Koehler, F. E. - Lutcher, L. K. (1994): Nitrogen Source, Timing of Application, and Placement: Effects on Winter Wheat Production. *Agronomy Journal.* 86. 4. 637-642.
- Maric, S. - Cupic, T. - Jukic, G. - Varnica, I. - Dunkovic, D. (2007): Selection of testing environments for winter wheat breeding. *Cereal Research Communications VI. Alps-Adria Scientific Workshop Obervellach, Austria.* 2007. 35. 2. 749-752.
- Márton, L. (2002): A csapadék-, a tápanyagellátás és az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) termése közötti kapcsolat. *Növénytermelés.* 51. 5. 529-543.

- Matsunaka, T. - Watanabe, Y. - Miyawaki, T. - Ichikawa, N. (1997): Prediction of grain protein content in winter wheat through leaf color measurements using a chlorophyll meter. *Soil Science and Plant Nutrition*. 43.1. 127-134.
- Matuz, J. - Markovics, E. - Ács, E. - Véha, A. (1999): Őszi búzafajták lisztjének technológiai minőségi tulajdonságai közötti összefüggések vizsgálata. *Növénytermelés*. 48. 3. 243.-253.
- Mengistu, N. - Baenziger, S. - Nelson, L. A. - Eskridge, K. M. - Klein, R. N. - Baltensperger, D. D. - Elmore, R. W. (2010): Grain yield performance and stability of cultivar blends vs. component cultivars of hard winter wheat in Nebraska. *Crop Science*. 50. 2. 617-623.
- Moldestad, A. - Fergestad, E. M. - Hoel, B. - Skjelvag, A. O. - Uhlen, A. K. (2011): Effect of temperature variation during grain filling on wheat gluten resistance. *Journal of Cereal Science*. 53. 3. 347-354.
- Montemurro, F. - Convertini, G. - Ferri, D. (2007): Nitrogen application in winter wheat grown in Mediterranean conditions: effects on nitrogen uptake, utilization efficiency, and soil nitrogen deficit. *Journal of Plant Nutrition*. 30. 10. 1681-1703.
- Mosonyi, Á. (1987): A búza minősége, a minőségmérése. In: A búzatermesztés kézikönyve. Szerk.: Barabás, Z. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Mosonyi Á. (1998): A búza minőségvizsgálata. *Magyar Mezőgazdaság*, (Vetőmag különszám). 53. 13-16
- Olesky, A. - Szmigiel, A. - Kolodziejczyk, M. (2009): Yielding and leaf area development of selected winter wheat cultivars depending on technology level. *Fragmenta Agronomica*. 26. 4. 120-131.
- Pálvölgyi L. (1978): A műtrágyázás és az öntözés hatása a Jubilejnaja 50 őszi búzafajta valorigráfos minőségére. *Növénytermelés*. 27. 231-237.
- Pechanek, U. - Karger, A. - Groger, S. - Charvat, B. - Schoggl, G. - Lelley, T. (1997): Effect of nitrogen fertilization on quantity of flour protein components, dough properties, and breadmaking quality of wheat. *Cereal chemistry*. 74. 6. 800-805.
- Pedersen, L. - Jørgensen, J. L. (2007): Variation in rheological properties of gluten from three biscuit wheat cultivars in relation to nitrogen fertilisation. *Journal of Cereal Science*. 46. 2. 132-138.
- Pepó, P. - Győri, Z. - Ruzsány, L. (1998): A minőségi búzatermesztés feltételei. *Magyar Mezőgazdaság*. 8. 12-13.
- Pepó, P. (2002): Őszi-búza-fajták trágyareakciója eltérő évjáratokban. *Növénytermelés*. 51. 2. 189-198.
- Pepó, P. (2003): A műtrágyázás hatása az őszi búza fajták minőségére hajdúsági csernozjom talajon. *Növénytermelés*. 52. 5. 521-534.
- Pepó, P. (2004): Az évjárat hatása az őszi búza sütőipari minőségére tartamkísérletben. *Növénytermelés*. 53. 3. 241-254.
- Pepó, P. (2005): A minőségi és a mennyiségi búzatermesztés kritikus elemei. *Gyakorlati Agrofórum*. 9. 13-22.
- Pepó, P. (2009): Eltérő évjárat típusok és agrotechnikai tényezők interaktív hatása az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) termésére. *Növénytermelés*. 58. 2. 107-122.
- Pepó, Pá. - Kovácsné, H. - Erdei, É. (2005): Az EU-igényeknek megfelelő őszi búza genotípusok. *Gyakorlati Agrofórum*. 9. 23-25.
- Peterson, C. J. - Graybosch, R. A. - Baenziger, S. - Grombacher, A. W. (1992): Genotype and environment effects on quality characteristics of hard red winter wheat. *Crop Science*. 32. 1. 98-103.

- Pethes, J. - Kiss, E. - Debreczeni, B-né (1994): A N-fejtrágya megosztásának hatása a szemterméssel kivont N mennyiségére. *Növénytermelés*. 43. 4. 333-340.
- Petróczi, I. - Gyuris, K. (2002): Búzafajták, műtrágyázás és minőség. *Gyakorlati Agroforum*. 13. 9. 27-29.
- Petróczi, I. M. - Ács, P-né - Kovács, Zs. (1996): Triazol gombaölő szerek és a búza minősége. *Agroforum*. 6. 14-15
- Piekarczyk, M. - Jaskulski, D. - Galezewski, L. (2011): Effect of nitrogen fertilization on yield and grain technological quality of some winter wheat cultivars grown on light soil. *Acta Scientiarum Polonorum - Agricultura*. 10. 2. 87-95.
- Poblaciones, M. J. - Lopez-Bellido, L. - Lopez-Bellido, R. J. (2009): Field estimation of technological bread-making quality in wheat. *Field Crops Research*. 112. 2-3. 253-259.
- Pollhamer, E.-né. (1964): A sikerterületenység, mint a sütőipari minőség egyik tényezője. *Növénytermelés*. 13. 3. 229-246.
- Pollhamer E.-né (1971): Búzatermesztési kísérletek 1960-1970. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Pollhamer, E.-né (1973): A búza minősége a különböző agrotechnikai kísérletekben. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Pollhamer, E.-né. (1980a): Mikroelemek hatása a búza minőségére és a "buláta". *Növénytermelés*. 29. 6. 527-534.
- Pollhamer, E.-né. (1980b): A vegyszeres gyomirtás hatása a búza minőségére és a "buláta". *Növénytermelés*. 29. 3. 243-254.
- Pollhamer, E.-né (1981a): A búza és a liszt minősége. *Mezőgazdasági Kiadó, Budapest*
- Pollhamer, E.-né. (1981b): A vetésidő, vetőmagmennyiség és a nagyadagú műtrágya hatása a búza minőségére és a "buláta". *Növénytermelés*. 30. 3. 209-217.
- Pollhamer, E.-né. (1993): Őszi búzafajták teljes őrleményének sütőipari értékelése kemencenyeredék módszerével. *Növénytermelés*. 42. 3. 231-239.
- Pollhamer, E.-né. (1998): Esésszám a gyakorlatban. *Magyar Mezőgazdaság*. 7. 14-15.
- Pongráczné, B. Á. - Mezei Z. - Győri Z. – Sipos P.: A termőhely hatása 2006-2007 évben néhány javító minőségű őszi búza (*Triticum aestivum* L.) minőségére. *Növénytermelés*. 57. 319-329.
- Prange, A. – Birzele, B. – Kramer, J. - Meier, A. – Modrow, H. - Kohler P. (2005): Fusarium-inoculated wheat: deoxynivalenol contents and baking quality in relation to infection time. *Food Control*. 16. 8. 739-745.
- Ragasits, I. - Varga, J. (1978): A búza minőségben műtrágyázás hatására bekövetkezett változások vizsgálata Osborne és gélkromatográfiás módszerekkel. *Növénytermelés*. 27. 2. 131-140.
- Ragasits, I. (1980): A nitrogén műtrágyázás minőséget módosító hatása néhány őszi búza fajtánál. *Növénytermelés*. 29. 1. 53-60.
- Ragasits, I. (1992): A nitrogén- és foszfor-műtrágyázás hatása a búza minőségére. *Növénytermelés*. 41. 59-65
- Ragasits, I. - Valent, F. (1993): A vetésidő hatása a búza sütőipari minőségére. *Növénytermelés*. 42. 2. 165-169.
- Ragasits, I. (1998): Búzatermesztés. *Mezőgazda Kiadó, Budapest*.
- Reeves, D.W. - Mask, P. L. - Wood, C.W. - Delaney D.P.(1993): Determination of wheat nitrogen status with a hand-held chlorophyll meter: influence of management practices. *Journal of Plant Nutrition*. 16. 5. 781-796.

- Rieger, S. - Richner, W. - Streit, B. - Frossard, E. - Liedgens, M. (2008): Growth, yield, and yield components of winter wheat and the effects of tillage intensity, preceding crops, and N fertilisation. *European Journal of Agronomy*. 28. 3. 405-411.
- Royo, C. - Aparicio, N. - Blanco, B. - Villegas, D. (2004): Leaf and green area development of durum wheat genotypes grown under Mediterranean conditions. *European Journal of Agronomy*. 20. 4. 419-430.
- RuiJuan, D. - ShiQing, L. - XiaoHui, M. - ShengXiu, L. (2008): Effect of nitrogen on nitrogen vertical distribution and chlorophyll relative value of winter wheat canopy in sub-humid areas. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*. 28. 1036-1042.
- Ruske, R. E. - Gooding, M. J. - Jones, S. A. (2003): The effects of adding picoxystrobin, azoxystrobin and nitrogen to a triazole programme on disease control, flag leaf senescence, yield and grain quality of winter wheat. *Crop Protection*. 22. 7. 975-987.
- Sabo, M. (2002): Photosynthetic productivity of six winter wheat genotypes (*Triticum aestivum* L.). *Acta Agronomica Hungarica*. 50. 4. 399-409.
- Saint Pierre, C. - Peterson, C. J. - Ross, A. S. - Ohm, J. B. - Verhoeven, M. C. - Larson, M. - Hoefer, B. (2007): Winter wheat genotypes under different levels of nitrogen and water stress: Changes in grain protein composition. *Journal of Cereal Science*. 47. 3. 407-416.
- Sallai, J.-né. - Matuz, J. (1988): Őszi búzák SDS- és Zeleny-tesztel megalapított minősége és a lisztjükből sültt cipók térfogata közötti összefüggések vizsgálata. *Növénytermelés*. 35. 487-491.
- Sárvári, M. - Boros, B. (2010a): A klímaváltozás és hatásai a szántóföldi növénytermesztésre. *AgrárUnió*. 9. 3. 38-40.
- Sárvári, M. - Boros, B. (2010b): Az őszi kalászosok alaptrágyázása. *Agrofórum*. 14. 8. 61-62.
- Sárvári, M. - Boros, B. (2011): Jelentés a szántóföldekről. *Magyar Mezőgazdaság*. 66. 3. 18-21.
- Sárvári, M. - Zsoldos, M. (1994): Energia – műtrágya- környezetvédelem. *Magyar Mezőgazdaság*. 49. 18. 10.
- Sárvári, M. (2006): A vetésváltás és a tőszám hatása a kukoricahibridek termésére. In: A racionális vetésforgók meghatározása a fenntartható növénytermesztésben. Szerk.: Pepó, P. - Vladimir, P. Szlovák-magyar projekt kiadvány. 24-45.
- Shi, R. - Zhang, Y. - Chen, X. - Sun, Q. - Zhang, F. - Romheld, F. - Zou, F. (2010): Influence of long-term nitrogen fertilization on micronutrient density in grain of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Cereal Science*. 51. 1. 165-170.
- Smagacz, J. (2004): Reaction of some winter wheat varieties to forecrop. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roslin*. 231. 65-71.
- Smith, G. - Gooding, M. J. (1999): Models of wheat grain quality considering climate, cultivar and nitrogen effects. *Agricultural and Forest Meteorology*. 94. 3-4. 159-170.
- Sonmez, F. (2007): Effect of nitrogenous fertilizer on grain yield and grain protein concentration in winter wheat. *Asian Journal of Chemistry*. 19. 256-260.
- Sowinski, J. - Kozak, M. (2002): The effect of nitrogen fertilization on quality and quantity of winter wheat grain yield grown with direct sowing. *Collection of Scientific Papers Faculty of Agriculture in Ceske Budejovice Series for Crop Sciences*. 19. 2. 67-73.
- Spaner, D. - Todd, A. G. - Navabi, A. - McKenzie, D. B. - Goonewardene, L. A. (2005): Can leaf chlorophyll measures at differing growth stages be used as an indicator of winter wheat and spring barley nitrogen requirements in Eastern Canada? *Journal of Agronomy and Crop Science*. 191. 5. 393-399.

- Stankowski, S. - Smagacz, J. - Hury, G. - Uasik, S. (2008): Effect of nitrogen fertilization intensity on grain and flour quality of winter wheat cultivars. *Acta Scientiarum Polonorum - Agricultura*. 7. 3. 105-114.
- Stoeva, I. - Ivanova, A. (2009): Interaction of the technological properties of common winter wheat varieties with some agronomy factors. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 15. 5. 417-422.
- Sugár, E. - Berzsenyi, Z. (2010): Growth dynamics and yield of winter wheat varieties grown at diverse nitrogen levels. *Acta Agronomica Hungarica*. 58. 1. 121-126.
- Sváb, J. (1981): *Biometriai módszerek a kutatásban*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Szabó, M. (1987): *A búzatermesztés kézikönyve*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Szabó, M. - Bacsó, M. (1974): 2,4-D tartalmú herbicidekkel és CCC-vel kezelt őszi búzafajták fehérje- és aminosavösszetételének változása. *Növénytermelés*. 23. 1. 13-22.
- Szafranska, A. - Cacak-Pietrzak, G. - Suek, A. (2008): Influence of nitrogen fertilization and retardants on baking value of the winter wheat. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*. 11. 4.
- Szániei, I. - Pálvölgyi, L. - Kertész, Z.-né (1975): Őszi búzafajták egyes minőségi bélyegeinek változásai műtrágyázás és öntözés hatására. *Növénytermelés*. 24. 219-226.
- Szániei, I. (1980): A búzák minősége, termése és az egyes termesztési tényezők kapcsolata 1974-1977-ben. *Növénytermelés*. 29. 3. 235-241.
- Szentpéteri, Zs. (2004): A nitrogénfejtrágyázás hatása a búza termésmennyiségére és minőségére nagyombosi kísérletekben. *Növénytermelés*. 53. 6. 547-552.
- Szentpétery, Zs. - Jolánkai, M. - Varga, J. - Bányász, I. (1995a): Az őszi búza sütőipari jellemzőinek változása az elhúzódo betakarítás és késői nitrogén fejtrágyázás hatására. *Növénytermelés*. 44. 5-6. 475-482.
- Szentpétery, Zs. - Komáromi, N. - Varga, J. - Kárpáti, M. (1992): A virágzás utáni nitrogéntrágyázás hatása különböző őszi búzafajták fehérje és keményítőtartalmának kialakulására. *Növénytermelés*. 41. 5. 413-419.
- Szentpétery, Zs. - Jolánkai, M. - Varga, J. - Fehér, Gy.-né (1995b): Az őszi búza hektoliter-tömegének, fehérje és nedves siker mennyiségének változása elhúzódo betakarítás hatására. *Növénytermelés*, 44. 4. 335-342.
- Szilágyi, Sz. - Györi, Z. (1999): Az őszi búza minőségének jellemzése az SDS szedimentációs index segítségével. *Tessedik Sámuel Tiszántúli Mezőgazdasági Tudományos Napok*. 77-84.
- Tanács, L. - Gerő, L. (2002): Fungiciddal kezelt két őszi búza-fajta sikértartalmának, területének és esésszámának alakulása. *Növénytermelés*. 51. 5. 497-507.
- Tanács, L. - Matuz, J. - Gerő, L. - Kovács, K. (1993): Műtrágyázott őszi búzafajták sütőipari paramétereinek alakulása. *Növénytermelés*. 42. 6. 509-518.
- Tanács, L. - Matuz, J. - Kovács, K. - Gerő, L. (1994): A NPK műtrágyázás és évjárat hatása a búzafajták sütőipari tulajdonságaira és fehérje tartalmára. *Növénytermelés*, 43. 4. 285-293.
- Tanács, L. - Gerő, L. - Soós, J. - Petróczy, I. M. (2003): Gyomirtószeres állománykezelések és az évjárat hatása búzafajták szemtermésének sikértartalmára, sikerterületére és esésszámára. *Növénytermelés*. 52. 6. 623-635.
- TieXiang, Z. - TingBo, D. - Dong, J. - Qi, J. - WeiXing, C. (2007): Effects of nitrogen and potassium application levels on flag leaf photosynthetic characteristics after anthesis in winter wheat. *Acta Agronomica Sinica*. 33. 1667-1673.

- Torbica, A. - Antov, M. - Mastilovic, J. - Knezevic, D. (2007): The influence of changes in gluten complex structure on technological quality of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Food Research International*. 40. 8. 1038-1045.
- Tosheva, E. (2005): Phosphorus fertilization and quality of the wheat grain. *Soil Science Agrochemistry and Ecology*. 40. 1. 41-44.
- Tóthné Lökös K (1999): Az évjárat hatása a hagyományos és a DH eredetű búzapopulációk termésstabilitására. *Növénytermelés*. 48. 261-268
- Uribelarrea, M. - Crafts-Brandner, S. J. - Below F. E. (2009): Physiological N response of field-grown maize hybrids (*Zea mays* L.) with divergent yield potential and grain protein concentration. *Plant Soil*. 316. 1-2. 151-160.
- Vajdai, I. - Szentpétery, Zs. - Barkóczi, O. - Varga, J. - Hídvégi, M. - Lásztity, R. (1989): Az őszi búza érésdinamikai vizsgálata, a betakarítás ütemezésének hatása a termés mennyiségi és minőségi jellemzőire. *Növénytermelés*. 38. 1. 27-36.
- Vida, Gy. - Bedő, Z. - Jolánkai, M. (1996): Agronómiai kezeléskombinációk őszi búza fajták sütőipari minőségére gyakorolt hatásának elemzése főkomponensanalízissel. *Növénytermelés*. 45. 5-6. 453-462.
- Vida, Gy. - Jolánkai, M. (1995): Eltérő sütőipari minőségű búzafajták vizsgálata különböző évjáratok és termesztési tényezők között. *Növénytermelés*. 44. 1. 43-54.
- Vidal, I. - Longeri, L. - H'etier, J. M. (1999): Nitrogen uptake and chlorophyll meter measurements in Spring Wheat. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 55. 1-6
- Weightman, R. M. - Millar, S. - Alava, J. - Foulkes, M. J. - Fish, L. - Snap, J. W. (2008): Effects of drought and the presence of the 1BL/1RS translocation on grain vitreosity, hardness and protein content in winter wheat. *Journal of Cereal Science*. 47. 3. 457-468.
- Werli, J. (2004). A sütőipar minőségi liszt igénye. *Gyakorlati Agroforum*. 10. 37-38.
- Yang, P.- Wu, W. B.- Tang, H. J.- Zhou, Q. B.- Zou, J. Q.- Zhang, L. (2007): Mapping Spatial and Temporal Variations of Leaf Area Index for Winter Wheat in North China. *Agricultural Sciences in China*. 6. 12. 1437-1443.
- Zecevic, V. - Knezevic, D. - Boskovic, J. - Micanovic, D. - Dozet, G. (2010): Effect of nitrogen fertilization on winter wheat quality. *Cereal Research Communications*. 38. 2. 243-249.
- Zhang, K. - Zhang, Y. - Chen, G.- Tian, J. (2009): Genetic analysis of grain yield and leaf chlorophyll content in common wheat. *Cereal Research Communications* 37. 4. 499-511.
- Zhao, C. - Liu, L. - Wang, J. - Huang, W. - Song, X. - Li, C. (2005): Predicting grain protein content of winter wheat using remote sensing data based on nitrogen status and water stress. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 7. 1. 1-9.
- Zhou, J. B. - Wang, C. Y. - Zhang, H. - Dong, F. - Zheng, X. F. - Gale, W. - Li, S. (2011). Effect of water saving management practices and nitrogen fertilizer rate on crop yield and water use efficiency in a winter wheat–summer maize cropping system. *Field Crops Research*. 122. 2. 157-163.
- Ziadi, N. - Bélanger, G. - Lefebver, L. - Tremblay, N. - Cambouris, A. N. - Nolin, M. C. - Parent, L. É. (2010) : Plant-based diagnostic tool for evaluating wheat nitrogen status. *Crop Science*. 50. 6. 2580-2589.

ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra. A búza termésmennyiségének és termésátlagainak alakulása világviszonylatban 1961-2010 között (FAO, 2010)	5.
2. ábra. Az őszi búza termésátlagainak és termésmennyiségének alakulása 1961 és 2010 között Magyarországon (FAO 2010)	5.
3. ábra. Az NPK műtrágyázás hatása a tartamkísérlet talajának NO_3 nitrogén tartalmára (Debrecen, 2006)	40.
4. ábra. Az NPK műtrágyázás hatása a tartamkísérlet talajának P_2O_5 tartalmára (Debrecen, 2006)	41.
5. ábra. Az NPK műtrágyázás hatása a tartamkísérlet talajának K_2O tartalmára (Debrecen, 2006)	41.
6. ábra. Az őszi búzafajták tápanyag-reakciójának vizsgálata regresszióanalízissel (Debrecen, 2010)	58.
7. ábra. A vizsgált őszi búza genotípusok tápanyag-reakciójának típusai (Debrecen, 2010)	59.
8. ábra. Az őszi búzafajták tápanyag-reakciójának vizsgálata regresszióanalízissel (Debrecen, 2011)	63.
9. ábra. A vizsgált őszi búza genotípusok tápanyag-reakciójának típusai (Debrecen, 2011)	64.
10. ábra. Az őszi búzafajták tápanyag-reakciójának vizsgálata regresszióanalízissel (Debrecen, 2012)	68.
11. ábra. A vizsgált őszi búza genotípusok tápanyag-reakciójának típusai (Debrecen, 2012)	69.
12. ábra. A vizsgált őszi búza genotípusok tápanyag-reakciójának típusai a három tenyésztés átlagában (Debrecen, 2010-2012)	71.
13. ábra. Az őszi búza fajták termésének stabilitása a vizsgált tenyészévekben (Debrecen 2010-2012)	72.
14. ábra. Az őszi búzafajták termésstabilitásának alakulása a tápanyagkezelések esetében (Debrecen, 2010-2012)	72.
15. ábra. Az őszi búza fajták valorigráfos értékének stabilitása a vizsgált tenyészévekben (Debrecen 2010-2012)	76.
16. ábra. Az őszi búzafajták valorigráfos értékének stabilitása a tápanyagkezelések függvényében (Debrecen, 2010-2012)	77.
17. ábra. Az őszi búza fajták liszt fehérje tartalmának stabilitása a vizsgált tenyészévekben (Debrecen 2010-2012)	79.
18. ábra. Az őszi búzafajták liszt fehérje tartalmának stabilitása a tápanyagkezelések esetében (Debrecen, 2010-2012)	79.
19. ábra. Az őszi búza fajták nedves siker tartalmának stabilitása a vizsgált tenyészévekben (Debrecen 2010-2012)	82.

20. ábra. Az őszi búzafajták nedves sikér tartalmának stabilitása alakulása a tápanyagkezelések esetében (Debrecen, 2010-2012)	82.
21. ábra. Az őszi búza fajták sikerterületének stabilitása a vizsgált tenyésztésekben (Debrecen 2010-2012)	84.
22. ábra. Az őszi búzafajták sikerterületének stabilitása alakulása a tápanyagkezelések esetében (Debrecen, 2010-2012)	85.
23. ábra. Az őszi búza fajták Hagberg-féle esésszám értékeinek stabilitása a vizsgált tenyésztésekben (Debrecen 2010-2012)	87.
24. ábra. Az őszi búzafajták Hagberg-féle esésszám értékeinek stabilitása a tápanyagkezelések esetében (Debrecen, 2010-2012)	87.
25. ábra. A termés és fiziológiai paraméterek értékei közötti összefüggés korrelációs együtthatói és becslő függvényei a vizsgált fajták átlagában (Debrecen, 2011-2012)	93.
26. ábra. A minőségi tulajdonságok és fiziológiai paraméterek értékei közötti összefüggés korrelációs együtthatói és becslő függvényei a vizsgált fajták átlagában (Debrecen, 2011-2012)	101.
27. ábra. A vizsgált tényezők szerepe az őszi búza termésének alakulásában (Debrecen, 2010-2012)	103.
28. ábra. A vizsgált tényezők szerepe az őszi búza valorigráfus értékének alakulásában (Debrecen, 2010-2012)	104.
29. ábra. A vizsgált tényezők szerepe az őszi búza nedves sikér tartalmának alakulásában (Debrecen, 2010-2012)	105.
30. ábra. A vizsgált tényezők szerepe az őszi búza liszt fehérje tartalmának alakulásában (Debrecen, 2010-2012)	107.

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat.	A világ legfőbb búzatermesztő országai és termelési mutatóik (FAO 2010)	4.
2. táblázat.	A kísérletben kijutatott műtrágya dózisok (Debrecen, csernozjom talaj)	37.
3. táblázat.	A kísérletben alkalmazott agrotechnikai műveletek (Debrecen, 2010-2012)	39.
4. táblázat.	A lehullott csapadék mennyisége és a havi középhőmérsékleti értékek alakulása (Debrecen, 2009/2010)	42.
5. táblázat.	A lehullott csapadék mennyisége és a havi középhőmérsékleti értékek alakulása (Debrecen, 2010/2011)	44.
6. táblázat.	A lehullott csapadék mennyisége és a havi középhőmérsékleti értékek alakulása (Debrecen, 2011/2012)	44.
7. táblázat.	A kísérletben elvégzett fiziológiai mérések időpontjai (Debrecen, 2011-2012)	45.
8. táblázat.	A genotípus és a tápanyagellátás hatása az őszi búzafajták SPAD értékeire (Debrecen, 2011)	48.
9. táblázat.	A genotípus és a tápanyagellátás hatása az őszi búzafajták SPAD értékeire (Debrecen, 2012)	50.
10. táblázat.	A genotípus és a tápanyagellátás hatása az őszi búzafajták levélterület index alakulására (m^2m^{-2}) (Debrecen, 2011)	51.
11. táblázat.	A genotípus és a tápanyagellátás hatása az őszi búzafajták levélterület index alakulására (m^2m^{-2})(Debrecen, 2012)	53.
12. táblázat.	A genotípus és a tápanyagellátás hatása az őszi búzafajták levélterület tartam értékek alakulására ($m^2m^{-2}nap$) (Debrecen, 2011-2012)	53.
13. táblázat.	A tápanyagellátás és a fiziológiai tulajdonságok összefüggés vizsgálata Pearson-féle korrelációanalízissel (Debrecen, 2010-2012)	55.
14. táblázat.	A műtrágyázás hatása az őszi búzafajták termésére ($kg\ ha^{-1}$)(Debrecen, 2010)	57.
15. táblázat.	1 kg NPK hatóanyagra jutó termésnövekedés a kontrollterméshez képest (Debrecen, 2010)	60.
16. táblázat.	1 mm csapadékra jutó termés a kontroll és az optimális tápanyag ellátottsági szinteken őszi búza trágyázási kísérletben (Debrecen, 2010)	61.
17. táblázat.	A műtrágyázás hatása az őszi búzafajták termésére ($kg\ ha^{-1}$)(Debrecen, 2011)	62.
18. táblázat.	1 kg NPK hatóanyagra jutó termésnövekedés a kontrollterméshez képest (Debrecen, 2011)	65.
19. táblázat.	1 mm csapadékra jutó termés a kontroll és az optimális tápanyag ellátottsági szinteken őszi búza trágyázási kísérletben (Debrecen, 2011)	65.
20. táblázat.	A műtrágyázás hatása az őszi búzafajták termésére ($kg\ ha^{-1}$)(Debrecen, 2012)	67.
21. táblázat.	1 kg NPK hatóanyagra jutó termésnövekedés a kontrollterméshez képes (Debrecen,2012)	69.

22. táblázat. 1 mm csapadékra jutó termés a kontroll és az optimális tápanyag ellátottsági szinteken őszi búza trágyázási kísérletben (Debrecen, 2012)	70.
23. táblázat. A műtrágyázás hatása az őszi búza termésére és tápanyag hasznosítására az öt fajta átlagában (Debrecen, 2010-2012)	70.
24. táblázat. A tápanyagellátás, a környezeti tényezők és a termésmennyiség összefüggés vizsgálata Pearson-féle korrelációanalízissel (Debrecen, 2010-2012)	73.
25. táblázat. A genotípus és a tápanyagellátás hatása az őszi búzafajták valorigráfos értékére (Debrecen, 2010-2012)	75.
26. táblázat. A genotípus és a tápanyagellátás hatása az őszi búzafajták liszt fehérje tartalmára (%) (Debrecen, 2010-2012)	78.
27. táblázat. A genotípus és a tápanyagellátás hatása őszi búzafajták nedves siker tartalmára (%) (Debrecen, 2010-2012)	80.
28. táblázat. A genotípus és a tápanyagellátás hatása az őszi búzafajták sikerterületére (mm) (Debrecen, 2010-2012)	83.
29. táblázat. A genotípus és a tápanyagellátás hatása az őszi búzafajták Hagberg-féle esésszám értékeire (sec) (Debrecen, 2010-2012)	85.
30. táblázat. A tápanyagellátás, a környezeti tényezők és a minőségi tulajdonságok összefüggés vizsgálata Pearson-féle korrelációanalízissel (Debrecen, 2010-2012)	88.
31. táblázat. A termésmennyiségek és a minőségi tulajdonságok összefüggés vizsgálata Pearson-féle korrelációanalízissel (Debrecen, 2010-2012)	89.
32. táblázat. A termés, a klorofill tartalom és a levélterület index értékei közötti összefüggés korrelációs együtthatói (Debrecen, 2011)	90.
33. táblázat. A termés, a klorofill tartalom és a levélterület index értékei közötti összefüggés korrelációs együtthatói (Debrecen, 2012)	91.
34. táblázat. A termés és egyes fiziológiai paraméterek közötti összefüggés korrelációs együtthatói és becslő függvényei (Debrecen, 2011-2012)	92.
35. táblázat. A termés és levélterület tartam értékei közötti összefüggés korrelációs együtthatói és becslő függvényei (Debrecen, 2011-2012)	94.
36. táblázat. A minőségi tulajdonságok, a klorofill tartalom és a levélterület index értékei közötti összefüggés korrelációs együtthatói (Debrecen, 2011)	95.
37. táblázat. A minőségi tulajdonságok, a klorofill tartalom és a levélterület index értékei közötti összefüggés korrelációs együtthatói (Debrecen, 2012)	96.
38. táblázat. A valorigráfos érték és fiziológiai paraméterek értékei közötti összefüggés klorrelációs együtthatói és becslő függvényei (Debrecen, 2011-2012)	97.
39. táblázat. A nedves siker tartalom és fiziológiai paraméterek értékei közötti összefüggés korrelációs együtthatói és becslő függvényei (Debrecen, 2011-2012)	98.
40. táblázat. A liszt fehérje tartalom és fiziológiai paraméterek értékei közötti összefüggés korrelációs együtthatói és becslő függvényei (Debrecen, 2011-2012)	99.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnék a disszertációm elkészítésében nyújtott segítségért köszönetet mondani témavezetőmnek, Dr. Pepó Péter intézet igazgató egyetemi tanárnak, opponenseimnek Dr. Árendás Tamás tudományos osztályvezetőnek és Dr. Sárvári Mihály egyetemi tanárnak, a DE AGTC KIT Látóképi Telep dolgozóinak, illetve a tanszéki kollégáknak.

A disszertáció elkészítését a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0024 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

NYILATKOZATOK

NYILATKOZAT

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszertudományok Doktori Iskola keretében készítettem a Debreceni Egyetem AGTC MÉK doktori (PhD) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen, 2013.....

.....

a jelölt aláírása

NYILATKOZAT

Tanúsítom, hogy **Szabó Éva** doktorjelölt 2009-2012 között a fent megnevezett Doktori Iskola keretében irányításommal végezte kutatói munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult, az értekezés a jelölt önálló munkája. Az értekezés elfogadását javaslom.

Debrecen, 2013.....

.....

a témavezető aláírása