

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

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

Szabó Éva

Témavezető:

Dr. Pepó Péter

egyetemi tanár



**DEBRECENI EGYETEM
HANKÓCZY JENŐ NÖVÉNYTERMESZTÉSI,
KERTÉSZETI ÉS ÉLELMISZERTUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA**

DEBRECEN

2013

1. BEVEZETÉS

A búza a legnagyobb területen termesztett gabona. A gabonafélék vetésterületének majdnem egyharmadát a búzatermesztés teszi ki. A búzát, mint a legfontosabb kenyérgabonát napjainkban közel 217 millió hektáron termesztik. A legnagyobb búzatermesztő országok 2011-ben 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 Unió-s búza termeszto országok Franciaország, Németország, Lengyelország, Románia és az Egyesült Királyság. 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-ról 3 t ha⁻¹-ra), a termésmennyiség átlagosan 200 millió tonnáról közel 700 millió tonnára módosult, kielégítve ezáltal a világ növekvő népességének igényeit.

Napjainkban Magyarországon 3-5 t ha⁻¹ termésátlagok és 3-6 millió tonnás termésmennyiségek között váltakozik a búza termesztése. 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. 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 az őszi búza termesztése. A csapadék mennyisége és eloszlása, valamint a kedvező talajadottságok következtében a jó termésmennyiségekhez jellemzően kiváló minőség társul. 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 a 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.

2. A KUTATÁS CÉLKITŰZÉSEI

A kutatómunkánk során vizsgáltuk különböző műtrágyadózisok mellett az eltérő genotípusú őszi búza fajták tápanyagfelvételét és trágyareakcióját. A vizsgált tenyészekben arra kerestük 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 a célunk, amelynek segítségével a betakarítás előtti időszakban a várható termésmennyiség és minőség prediktálható. Az agrotechnikai tényezők közül kiemelt szerepet kapott a tápanyagellátás, valamint egyes növény fiziológiai paraméterek (SPAD, LAI, LAD) a termésmennyiségre és minőségi paraméterekre gyakorolt hatásainak a parametrizálása. A búza klasszikus minőségi paramétereit (fehérje tartalom, nedves sikértartalom, sikerterület, valorigráfos értékszám, Hagberg-féle esésszám) vizsgáltuk, illetve a minőségi paraméterek összefüggéseit az évjáráti hatásokkal, a vizsgált agrotechnikai tényezőkkel, illetve a fiziológiai paraméterekkel.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. 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 Debrecentől 15 km távolságra Debrecentől nyugatra, a 33-as főút mellett található, a Hajdúsági Löszháton 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 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.

3.2. A kísérlet beállítása, elrendezése, alkalmazott agrotechnikai műveletek

A tartamkísérlet 1983 őszén 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 alkalmazott műtrágya Kemira Optima műtrágya komplex (10:15:18) volt, melyet ősszel 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 módosultak, a korábban alkalmazott műtrágyadózisok megfelelődek, napjainkig a 1. táblázatban bemutatott műtrágyadózisokat juttatjuk ki.

1. táblázat. A kísérletben kijutatott 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

3.2.1. A kísérletben vizsgált fajták

A kísérletben öt eltérő genotípusú őszi búza fajtát vizsgáltunk: GK Öthalom, Lupus, Pannonikus, Mv Toldi, Genius.

3.2.2. A kísérletben alkalmazott agrotechnikai műveletek

A kísérletben törekedtünk az agrotechnikai műveletek optimális időpontokban való elvégzésére. 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 alpműveléssel kiváltsuk. Az őszi műtrágya kijuttatása az alpművelés 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.

3.3. A vizsgált tenyészevek időjárásának jellemzése

2009/2010. tenyészév októberének első felének száraz időjárása miatt a búza csak rendkívül lassan kelt ki, kelése heterogén maradt (2. táblázat). Október közepétől az átlagot meghaladó csapadék hullott, a hőmérsékleti értékek kedvezőek voltak a búza állományok fejlődése, megerősödése szempontjából. Ez a kedvező időjárás folytatódott novemberben és decemberben is. 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 és nyári hónapokban lehullott jelentős mennyiségű csapadék már negatív hatású volt az őszi búza generatív folyamataira, jelentős mértékű megdőlés és természsökkenés következett be. A sokévi átlagnál (400,9 mm) 229,6 mm-rel több csapadék hullott, a tenyészidő átlaghőmérséklete pedig 1,5 °C-kal volt magasabb a sokévi átlaghoz képest (6,9 °C).

2. táblázat. A lehullott csapadék mennyisége és a havi középhőmérsékleti értékek alakulása
(Debrecen, 2010-2012)

	Okt.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Márc.	Ápr.	Máj.	Jún.	Össz./ 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
Csapadék (mm) 2010/2011	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
Csapadék (mm) 2011/2012	18,1	0,0	71,1	28,0	17,8	1,4	20,7	71,9	91,7	320,7
30 éves átlag	30,8	45,2	43,5	37,0	30,2	33,5	42,4	58,8	79,5	400,9
Eltérés	-12,7	-45,2	+27,6	-9,0	-12,4	-32,1	-21,7	+13,1	+12,2	-80,2
Hőmérséklet (°C) 2009/2010	11,4	7,6	2,3	-1,1	0,5	7,6	11,6	16,6	19,7	8,47
30 éves átlag	10,3	4,5	-0,2	-2,6	0,2	5,0	10,7	15,8	18,8	6,94
Eltérés	+1,1	+3,1	+2,5	+1,5	+0,3	+2,6	+0,9	+0,8	+0,9	+1,5
Hőmérséklet (°C) 2010/2011	6,9	7,7	-1,7	-1,2	-2,5	5,0	12,2	16,4	20,5	7,03
30 éves átlag	10,3	4,5	-0,2	-2,6	0,2	5,0	10,7	15,8	18,8	6,94
Eltérés	-3,4	+3,2	-1,5	+1,4	-2,7	0,0	+1,5	+0,6	+1,7	+0,1
Hőmérséklet (°C) 2011/2012	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 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 kedvező meleg időjárás pozitívan hatott az állományra, 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 sokévi átlagnál (400,9 mm) 60 mm-rel kevesebb csapadék hullott, a tenyészidő átlaghőmérséklete 0,1 °C-kal volt magasabb a sokévi átlaghoz képest (6,9 °C).

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 lehullott csapadék és a kedvező hőmérséklet pozitívan befolyásolta a szemtelítődési folyamatokat. A sokévi átlagnál (400,9 mm) 80,2 mm-rel kevesebb csapadék hullott, a tenyészidő átlaghőmérséklete 0,3 °C-kal volt alacsonyabb a sokévi átlaghoz képest (6,9 °C).

3.4. Mérési, analitikai eljárások és az adatfeldolgozás statisztikai módszerei

3.4.1. A növényállományban végzett fiziológiai mérések

A 2011. és a 2012. tenyészévekben 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 502 Plus hordozható mérőműszerrel, a levélterület indexet (LAI) SunScan Canopy Analysis Systems (SS1) hordozható levélterület mérő műszer segítségével állapítottuk meg. A méréseket a kezeletlen kontroll, az N₆₀+PK és a N₁₂₀+PK tápanyagszinteken végeztük az állományokban. A tenyészidőszak folyamán különböző fenológiai fázisokban végeztük el a méréseket melyek időpontjait a 3. táblázat tartalmazza.

3. 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. A levélterület tartamot ($\sum LAD_{LAI}$) a LAI értékekből számoltuk, a kalászolástól a viaszérésig tartó időszak adataiból.

3.4.2. 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: a nedves siker tartalmát az MSz ISO 5531:1993, a sikerterületet az MSz ISO 6369-5:1987, a valorigráfus értékszámot az MSz ISO 5530-3:1995, a Hagberg-féle esésszám értékét az MSz ISO 3093:1995, a liszt fehérje tartalmát az ICC 159:1995 szabványnak megfelelően. Az őszi búza minőségi paramétereit a kontroll, $N_{60}+PK$ és $N_{120}+PK$ tápanyagszinteken vizsgáltuk.

3.4.3. 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, valorigráfus értékre, nedves siker és fehérje tartalomra gyakorolt hatását variancia komponensek felosztásával határoztuk meg.

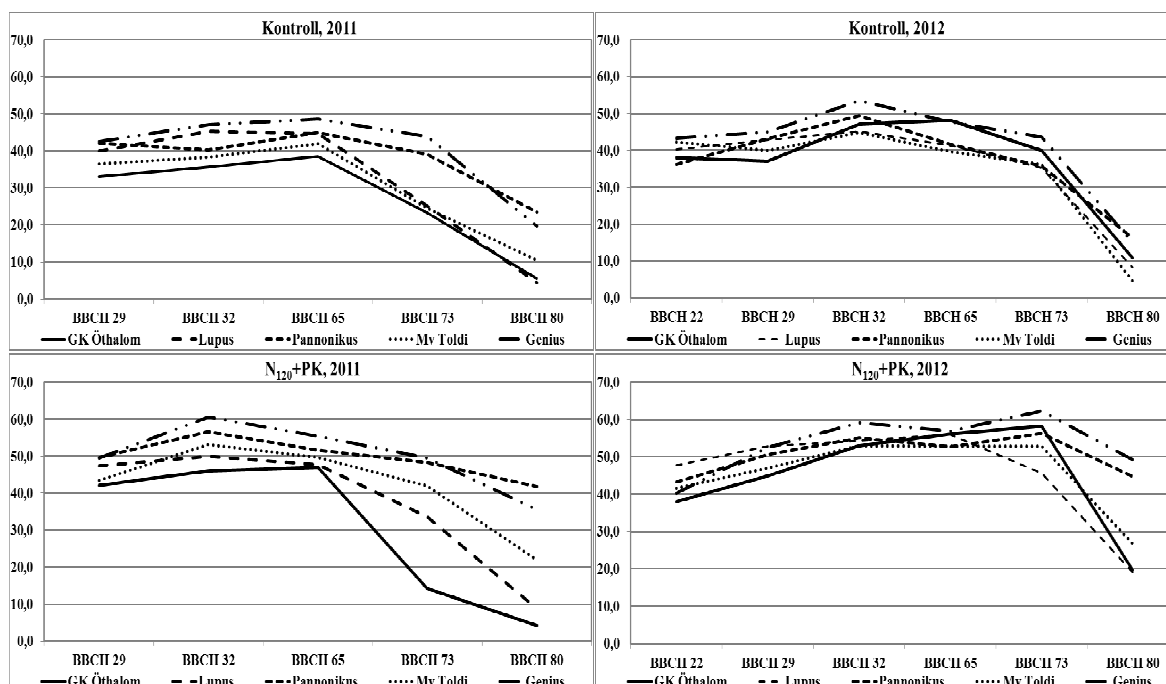
4. EREDMÉNYEK, ÉS AZ ÉRTEKEZÉS FŐBB MEGÁLLAPÍTÁSAI

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

Vizsgáltuk az őszi búza állományok 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 évjáratokkal.

A 2010. évben szárbaindulástól (BBCH 29) a virágzásig (BBCH 65) növekedés volt tapasztalható a relatív klorofill tartalom értékekben, minden fajtánál (1. ábra). 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. 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. A virágzás után a szemtelítődés fenofázisaiban csökkenés következett be a SPAD értékekben.



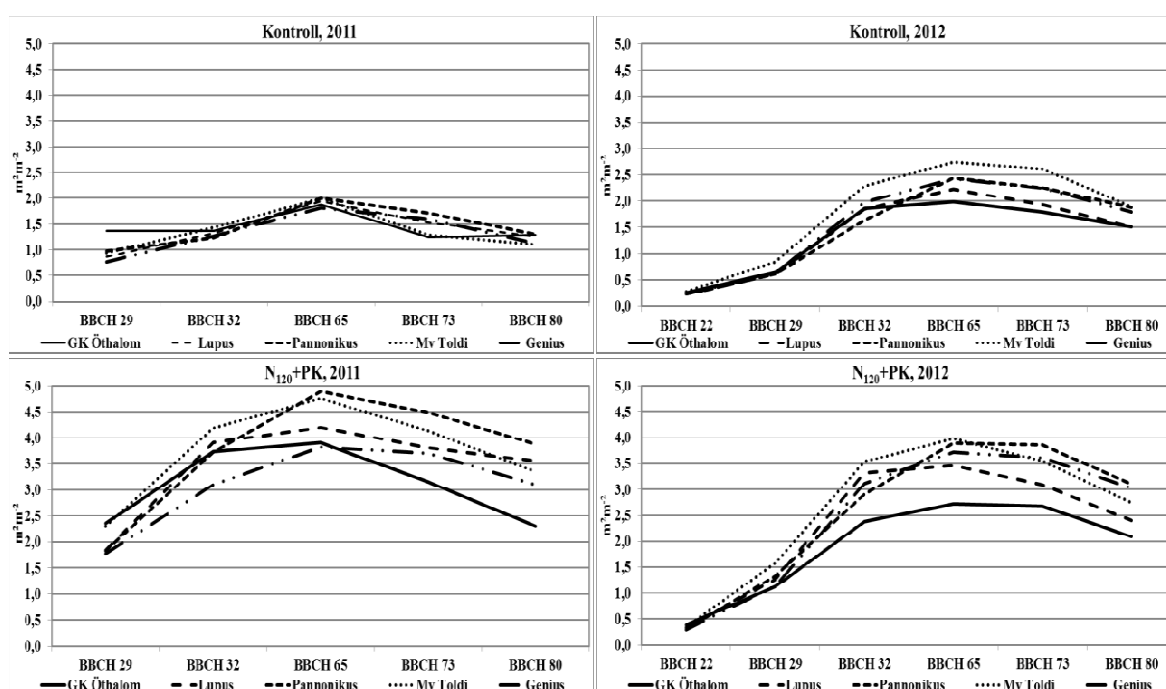
1. ábra. A genotípus és a tápanyagellátás hatása az őszi búza fajták SPAD értékeinek alakulására

(Debrecen, 2011-2012)

A kontroll kezelésben az Mv Toldi viaszérés kezdetén (BBCH 80) (10,4) 75%-os csökkenést mutatott a klorofill tartalomban, az N₁₂₀+PK tápanyagszinten viaszéréskor (BBCH 80) (21,9) 59%-os volt a csökkenés nagysága. A viaszérés (BBCH 80) kezdetén 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 N₁₂₀+PK tápanyagszinten a viaszérés kezdetén (BBCH 80) a csökkenés mértéke a GK Öthalomnál (4,2) 91%-os, a Lupusnál (8,9) 81%-os volt. 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 N₁₂₀+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 N₆₀+PK tápanyagszinten 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 N₁₂₀+PK tápanyagszinten a GK Öthalom (58,2), a Pannonikus (56,3) és a Genius (62,2) a

tejes érés kezdetén 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, mint a tápanyagkezelésekben. 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%) fajtáknál 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, mind az öt fajtánál (2. ábra).



2. ábra. A genotípus és a tápanyagellátás hatása az őszi búza fajták

levélterület index (m^2m^{-2}) értékeinek alakulására

(Debrecen, 2011-2012)

A fajták eltérő nagyságú levélterületet alakítottak ki, míg a GK Öthalom ($1,9-3,9 m^2m^{-2}$) és a Genius ($1,8-3,8 m^2m^{-2}$) kisebb levélterület maximumokat ért el. A Lupus közepes értéket ($1,9-4,2 m^2m^{-2}$), a Pannonikus ($2,0-4,9 m^2m^{-2}$) és az Mv Toldi ($2,0-4,8 m^2m^{-2}$) fajták nagyobb levélterület maximumot mutattak. 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, 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 $N_{120}+PK$ tápanyagszinten, kivéve a GK Öthalom fajtát, ahol a kontroll kezelésnél 32%-os, míg az $N_{120}+PK$ szinten 41%-os csökkenés volt tapasztalható. 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 kontrollban mért 45%-os csökkenés a 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 (4. táblázat).

4. táblázat. A genotípus és a tápanyagellátás hatása az őszi
búza fajták levélterület tartam ($m^2 m^{-2} nap$) értékeinek alakulására
(Debrecen, 2011-2012)

	2011			2012		
	$\bar{\sigma}$	$N_{60}+PK$	$N_{120}+PK$	$\bar{\sigma}$	$N_{60}+PK$	$N_{120}+PK$
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		

2011-ben az őszi búza fajtáknál jelentősen nagyobb volt a levélterület tartóssága, míg a 2012. szárazabb évjáratban alacsonyabb 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 (5. táblázat). 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).

5. 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	
Tápanyagkezelés	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

A levélterület index értékek a tápanyagellátással szárbaindulástól 2-3 nóduszos állapotig (BBCH 29-32) szoros szignifikáns kapcsolatban álltak (0,654-0,646), a virágzáskor (BBCH 65) és teljes éréskor mért LAI értékekkel igen szoros kapcsolatban (0,734-0,740) voltak. A viaszéréskori LAI értékekkel szoros szignifikáns kapcsolatban (0,688) volt a tápanyagkezelés. A levélterület tartam igen szoros kapcsolatot mutatott a tápanyag ellátottsággal (0,778).

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

Kutatásaink 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. tenyészévben, kontroll kezelésben a legkisebb termésmennyiséget a GK Öthalom (2896 kg ha⁻¹), illetve a Lupus (3110 kg ha⁻¹) fajtáknál tapasztaltuk, míg a Pannonikus (3850 kg ha⁻¹) és az Mv Toldi (3812 kg ha⁻¹) fajtánál nagyobb termésmennyiséget mértünk. Legnagyobb terméssel a kontroll kezelésben a Genius (4275 kg ha⁻¹) fajta rendelkezett. A termésmaximumok alacsonyabb tápanyagszinten 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) fajtáknak az N₃₀+PK tápanyagdózis volt az optimális a 2010. tenyészévben.

A 2010/2011. tenyészévben a kontroll parcellákon a Pannonikus fajta (4719 kg ha⁻¹) mellett szintén jó eredményt adott a Genius fajta (4019 kg ha⁻¹). A Lupus (3102 kg ha⁻¹), a GK Öthalom (3019 kg ha⁻¹), illetve Mv Toldi (3316 kg ha⁻¹) fajták alacsony termésátlagokat realizáltak. A legkisebb termésmaximumot (6150 kg ha⁻¹) a Lupus fajtánál kaptuk az N₉₀+PK

tápanyagszinten. A GK Öthalom szintén alacsony termés maximumot realizált (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 $N_{120}+PK$ tápanyagszinten, illetve a Genius (8462 kg ha^{-1}) fajtáknál tapasztaltuk az optimális tápanyagszinten ($N_{150}+PK$).

A 2011/2012. tenyészévben 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. 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 az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten.

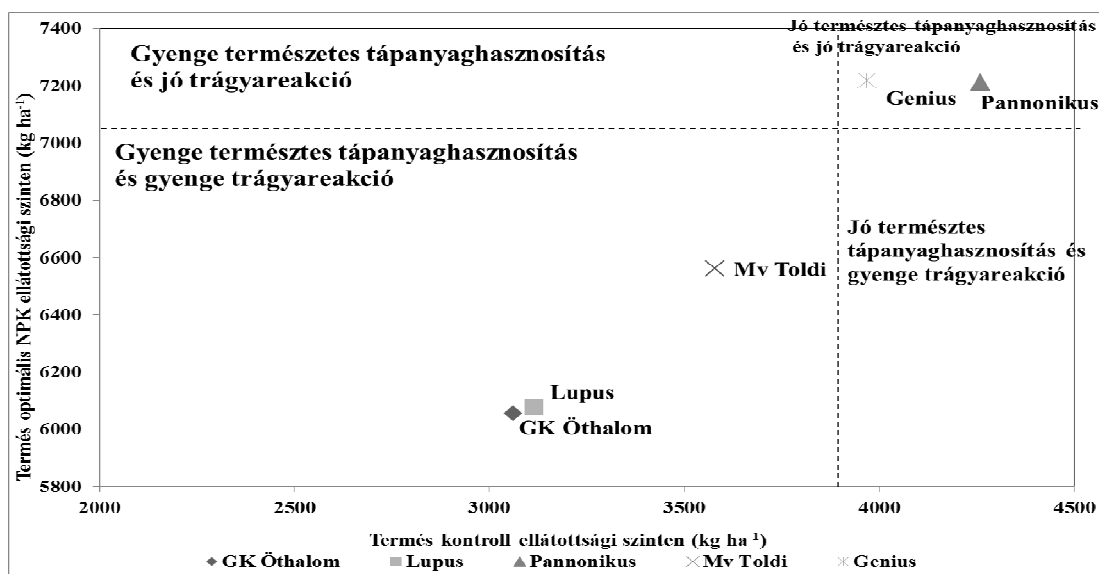
A három tenyészévet együttesen értékelve (6. táblázat) a fajták átlagában megállapítható, hogy a fajták természetes tápanyag hasznosító képessége 2011-ben volt a legjobb (3635 kg ha^{-1}), míg a relatíve legkisebb termésátlagokat (3547 kg ha^{-1}) a kontroll kezelésnél 2012-ben kaptuk. A legkisebb termésmaximumot (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.

6. táblázat. A műtrágyázás hatása az eltérő genotípusú őszi búza fajták termésére és tápanyag hasznosítására a fajták átlagában
(Debrecen, 2010-2012)

Év	Kontroll 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

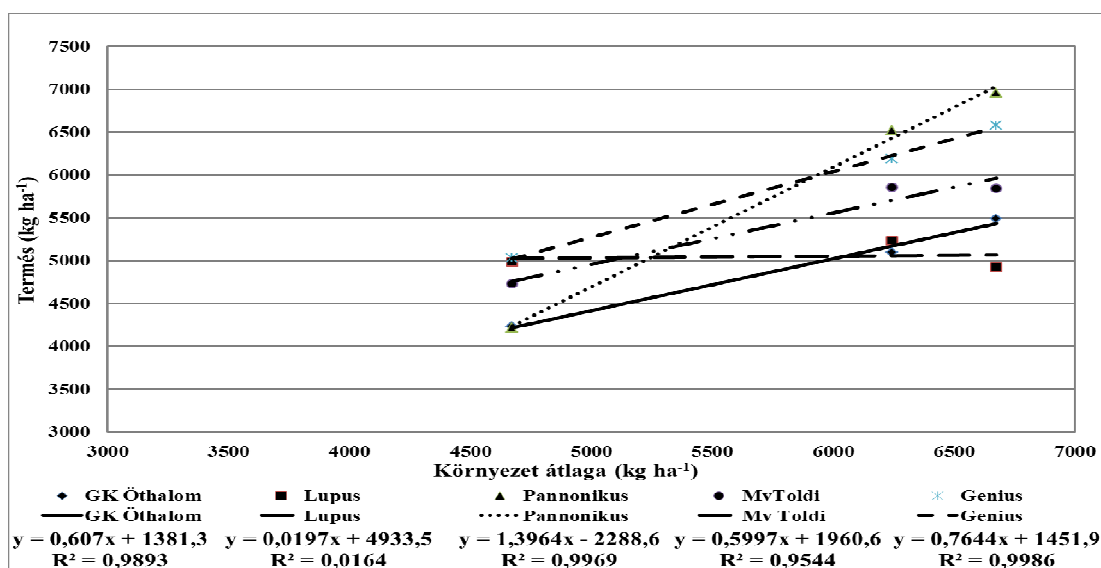
A fajták terméstöbblete 2010-ben volt a legkisebb (1854 kg ha^{-1}), 2012-ben közepes (3413 kg ha^{-1}), míg 2011-ben volt a legnagyobb (3820 kg ha^{-1}). Az optimális tápanyagdózisok 2010-ben az extrém csapadékos évben kicsik voltak ($N_{30-60}+PK$), 2011-ben $N_{90-150}+PK$ szintek között változott, 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. Az 1 kg NPK hatóanyagra jutó fajlagos terméstöbblet a 2010. évben volt a legnagyobb ($15,70 \text{ kg}$), 2011-ben közepes szintű ($11,14 \text{ kg}$) volt, és a 2012. évben kaptuk a legkisebb ($8,64 \text{ kg}$) értékeket.

A fajták tápanyag reakcióját három év átlagában vizsgálva (3. ábra) megállapítható, hogy a vizsgált genotípusok két csoportba sorolhatóak. 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 változékony évjáratok hatásai ellenére is.



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

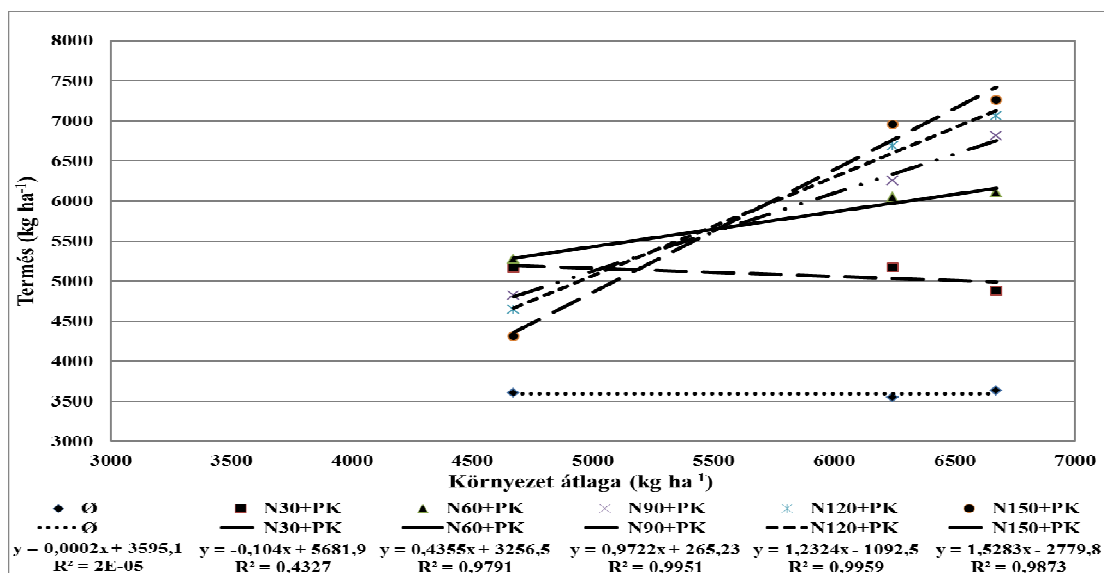
A fajták termésstabilitását vizsgáltuk Kang-féle stabilitásanalízissel (4. ábra).



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

Megfigyelhető, hogy a stabilnak mondható fajták, a GK Öthalom ($b=0,607$), a Lupus ($b=0,0197$) valamint az Mv Toldi ($b=0,5997$), melyek bár kisebb terméseredményeket mutattak, olykor szélsőségesnek is mondható 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 körülmények között kisebb terméseket adott, de kedvezőbb ökológiai feltételek esetén a legtöbbet termő fajták közé tartozott.

A tápanyagkezelések esetében végzett stabilitásanalízis eredményei alapján megállapítható (5. ábra), hogy a kontroll, valamint az $N_{30-60}+PK$ tápanyagkezelések stabilitása bizonyult a legkedvezőbbnek, de ezeken a tápanyagszinteken viszonylag alacsony terméseredményeket kaptunk.



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

Az $N_{90}+PK$ tápanyagdózis kisebb stabilitású volt ($b=0,9722$), de jelentősen nagyobb termésátlagok elérésére voltak képesek a fajták ennél a tápanyagdózisnál. Az $N_{120-150}+PK$ tápanyagdózisok jelentősen gyengébb stabilitást mutattak, az évjáratok függvényében változtak a termésnagyságok ezeken a tápanyagszinteken, de a legnagyobb termésmaximumok mégis itt realizálódtak.

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 jelentősen befolyásolta. A három évjárat közül a 2011. évi átlagos évjárat hatása volt a legkedvezőbb, a 2012. évi aszályos és meleg év kisebb mértékben, de

negatív hatást fejtett ki az őszi búzák terméseredményére, míg a legnagyobb és legkedvezőtlenebb hatást a 2010-ben lehullott nagy mennyiségű csapadék fejtette ki az állományokra. 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 csökkenteni tudjuk. Az hogy milyen mértékben tudjuk a csökkenteni a negatív ökológiai hatásokat függ a fajták tápanyag-reakciójától, illetve az ökológiai tényezők hatásának mértékétől.

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

Vizsgálataink során arra kerestük a választ, hogy a környezeti tényezők milyen mértékű befolyásoló hatással vannak a minőségi tulajdonságokra, illetve a negatív hatások csökkenthetők-e, illetve megszüntethetők-e az évjárhoz igazodó tápanyagellátással.

A vizsgált minőségi paramétereket együttesen értékelve megállapítható, hogy az őszi búza fajták közötti különbségek alapját a genotípus adta. A genotípus alapvetően meghatározta adott fajta maximális minőségi korlátját, valamint az agrotechnikához, illetve a környezeti hatásokhoz való adaptációs képességével alakította ki a ténylegesen realizált minőségét a fajtának.

A 2010. tenyészévben nagy 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 szignifikánsan 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 fajták minősége B_1 - B_2 malmi minőség között változott. A legnagyobb valorigráfus értékeket az Mv Toldi (66,2) és a Lupus (67,1) fajtáknál kaptuk az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten. A 2012. tenyészévben a kontroll kezelésben a valorigráfus értékek 44,5 (Pannonikus) és 55,0 (Mv Toldi) között változtak. A fajták B_2 malmi minőséget, vagy azt megközelítő értékeket mutattak, kivéve az Mv Toldi fajtát, amely már a kontroll kezelésen is B_1 malmi minőséget adott. 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 értek 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 2010. évben kedvezően alakultak a liszt fehérje tartalmak, a fajták átlagában 11,1-15,9% közötti értékeket kaptuk. 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 legjobb eredményeket az Mv Toldi (17,0%), a Pannonikus (16,5%), és a Genius (16,8%) fajták érték el az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten. 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 kezelésben az Mv Toldi (12,9%), a Lupus (12,8%), és a Pannonikus (12,4%) fajták rendelkeztek a legnagyobb fehérje tartalommal. Az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten az Mv Toldi (15,4%), a Genius (14,1%), a Pannonikus és a Lupus (13,9%) fajták nagy fehérje tartalmat mutattak. A 2012. évben az értékek 11,6-15,0% között mozogtak a fajták átlagában. A kontroll kezelésben nem volt jelentős különbség a fajták fehérje tartalma között, 12,3% (Mv Toldi) és 11,1% (Pannonikus) közötti értékeket mértünk. Az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten az Mv Toldi (16,2%), a Lupus (15,1%), a Genius (14,8%), a Pannonikus (14,7%), és a GK Öthalom (14,4%) fajták magas fehérje tartalommal rendelkeztek.

A 2010. tenyészévben kedvező nedves sikér tartalommal rendelkeztek az őszi búza fajták, a kontroll parcellákon a sikér tartalom a 16,2% (GK Öthalom) és 28,0% (Mv Toldi) között változott. Az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten az értékek 31,9% (GK Öthalom) és 40,0% (Mv Toldi) között mozogtak. 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. évben a kontroll kezeletlen parcellákon viszonylag nagyobb sikér tartalmakat mértünk, mint az előző évjáratban, az értékek 22,6% (GK Öthalom) és 30,0% (Mv Toldi) között változtak. Az Mv Toldi fajta az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten is a legnagyobb sikér tartalommal (36,0%) rendelkezett. A Lupus (32,8%), Genius (32,5%) és Pannonikus (32,2%) viszonylag nagy sikér tartalmakat realizáltak. A fajták átlagában a műtrágyakezelések hatására a nedves sikér tartalom 27,2-32,0% között változott. A 2012. évben a kontroll parcellákon a legkisebb sikér tartalmakat mértük, az értékek 18,5% (GK Öthalom) és 25,0% (Mv Toldi) között változtak. Az $N_{120}+PK$ tápanyagszinten az értékek 32,6% (GK Öthalom) és 39,8% (Mv Toldi) között változtak. A vizsgált fajták nedves sikér tartalma átlagosan 20,6-35,6% közötti volt.

A 2010. évben a fajták sikérterülete tag intervallumban mozogott. A kontroll kezelésben a Pannonikus fajta (6,0 mm) rendelkezett a legnagyobb sikérterülettel. 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 sikér terület nagysága. A fajták átlagosan 2,8-5,5 mm közötti sikér területet mutattak, mely javító, illetve jó malmi minőséget jelzett. A 2011. tenyészévben a sikérterület szűkebb intervallumban mozogott,

átlagosan 2,5-3,7 mm között változott a sikerterület nagysága a fajták átlagában. A kontroll parcellákon mért sikerterületek 1,9-2,9 mm között változtak. 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, de ezek az értékek is az optimális intervallumban mozogtak. A 2012. évben az előző két évjáráthoz képest jelentősen kisebb sikerterületet mértünk, a fajták átlagában a sikerterület 1,6-3,1 mm között változott. A kontroll parcellákon az Mv Toldi 2,5 mm sikerterületet mutatott, a másik négy vizsgált fajta sikerterülete 1,1-1,6 mm közötti volt. Az $N_{120}+PK$ tápanyagdózisnál a fajták között nem volt szignifikáns különbség, a sikerterület 2,5-3,3 mm között változott.

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 2011. átlagos tenyészévben a fajták átlagában az esésszám 314,3-399,6 sec között változott. Az előző tenyészévhez hasonló értékeket mértünk. 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 esésszám értékeket mértünk. A fajták átlagában 346,0-383,2 sec között változott az esésszám.

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 nagyobb tápanyagszinteken kedvező 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, a minőségi tulajdonságok elmaradtak a 2010. évben mért értékektől.

A 2012. év bár száraz évjárat volt, mégis a májusban és júniusban hullott csapadék elősegítette a szemtelítődési folyamatokat. A 2010. évi minőségnél gyengébb, de a 2011. évinél jobb minőséget realizáltak a fajták.

A tápanyagkezelés és a vizsgált minőségi mutatók közötti összefüggést Pearson-féle korrelációanalízissel vizsgáltuk (7. táblázat). 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 jelentősen befolyásolta, igen szoros pozitív szignifikáns kapcsolatot (0,735) lehetett megállapítani. A

tápanyagellátás és a sikerterülés között közepesen szoros szignifikáns (0,465) kapcsolat volt kimutatható.

7. táblázat. A tápanyagellátás és a minőségi tulajdonságok közötti összefüggés vizsgálata

Pearson-féle korrelációanalízissel

(Debrecen, 2010-2012)

	Valorigráfós érték	Nedves siker tartalom (%)	Sikerterülés (mm)	Hagberg-féle esésszám (s)	Liszt fehérje tartalom (%)
Tápanyagkezelés	0,639**	0,735**	0,465**	0,129	0,684**

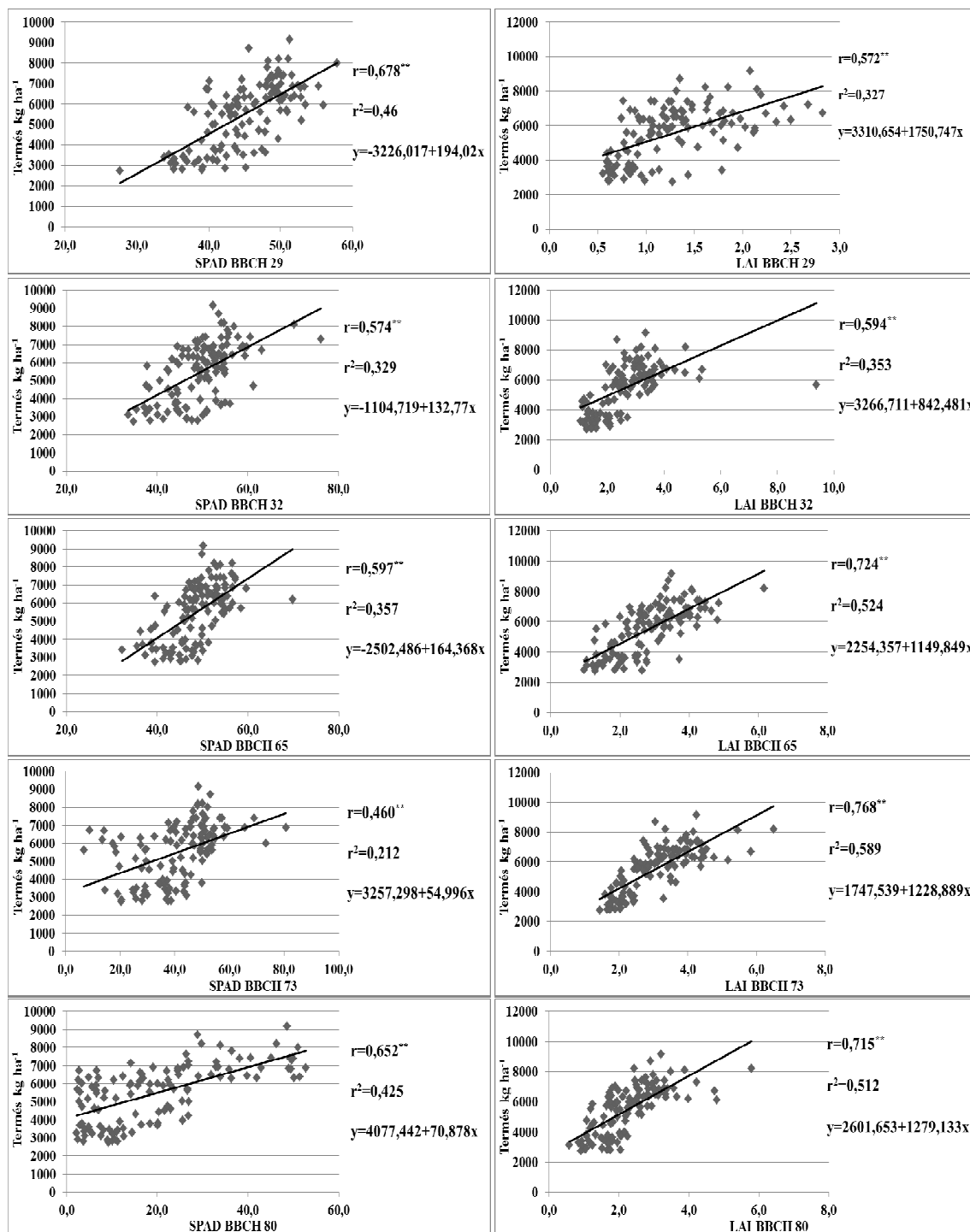
** szignifikáns $P=0,01$ szinten, * szignifikáns $P=0,05$ szinten

A tápanyagkezelés jelentős módosító hatást fejtett ki a fehérje tartalom nagyságára, szoros pozitív kapcsolat volt (0,684) kimutatható.

4.4. A fiziológiai tulajdonságok és a termésmennyiség közötti összefüggések értékelése

Kutatásunk során célunk volt a fiziológiai tulajdonságok a termésmennyiségek és minőségi mutatók közötti összefüggések feltárása is.

A fiziológiai paraméterek és a termés nagyság közötti összefüggéseket vizsgálva a két évjárat illetve a fajták átlagában megállapítható (6. 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 tartam között igen szoros szignifikáns kapcsolatot találtunk. Különösen erős volt ez a kapcsolat virágzáskor (0,768-0,715) és a szemtelítődéskor (BBCH65-80). A kapcsolat erőssége szerint a nagyobb termés kialakításához fontos, hogy nagyobb levélterület alakuljon ki, illetve maradjon az érési fenofázisokban. A regresszióanalízis alapján megállapítható, hogy a becslőfüggvények determinációs koefficiensei közepes összefüggéseket tártak fel. 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 kapcsolat, virágzástól a szemtelítődési fázisokig (BBCH 65-80) szoros volt az összefüggés ($r^2=0,524-0,589$).



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

A levélterület tartam és a termés mennyisége között igen szoros szignifikáns kapcsolat találtunk mind az öt vizsgált fajtánál mindkét évjáratban (8. táblázat). 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 a generatív

fejlődésben a szemtelítődéshez szükséges termésalkotó szerves anyagok megfelelő mennyiségben képződjenek.

8. táblázat. A termés és levélterület tartam értékei közötti összefüggés

korrelációs együtthatói és becslő függvényei

(Debrecen, 2011-2012)

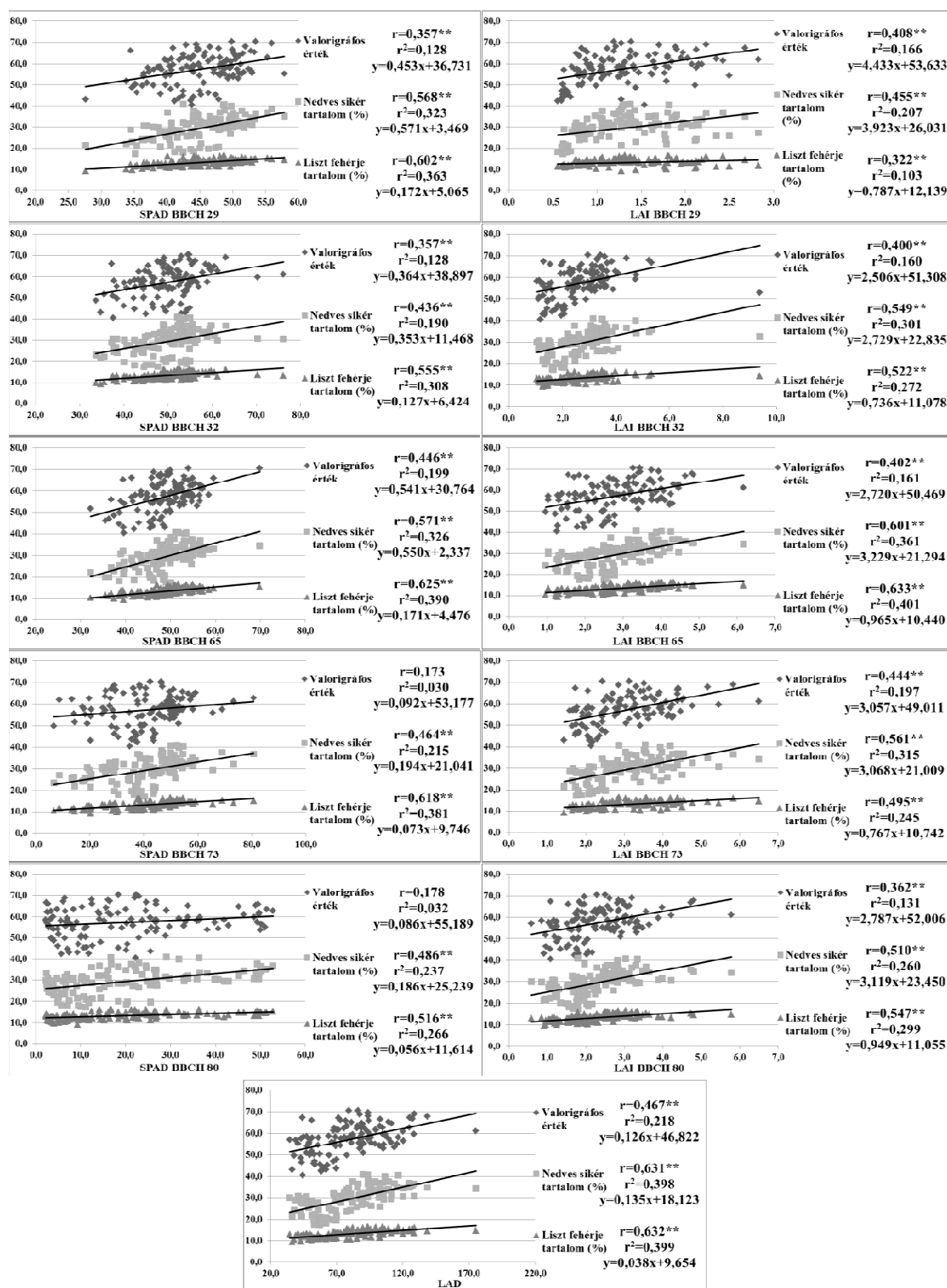
Év	Fajta	r	r ²	becslő függvény
2011	GK Öthalom	0,876**	0,767	y=57,270x+1232,568
	Lupus	0,920**	0,847	y=38,133x+1644,637
	Pannonikus	0,838**	0,703	y=34,841x+3556,651
	Mv Toldi	0,909**	0,826	y=43,280x+1887,260
	Genius	0,877**	0,769	y=56,676x+2002,432
2012	GK Öthalom	0,848**	0,719	y=-86,152x+925,532
	Lupus	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 bírt a vizsgált fiziológiai tulajdonságok nagyságára, ugyanakkor az évvjárat jelentős módosító hatást fejtett ki a vizsgált paraméterekre. A vizsgálati eredményeink azt bizonyították, hogy a klorofill tartalom nagysága és a levélterület értéke a termést közvetlenül befolyásolni, módosítani képesek, azok a fajták, melyek nagyobb levélterületet képesek kialakítani, illetve nagyobb a levélzet klorofill tartalma, nagyobb termés realizálására képesek még eltérő évvjáratban is. 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 termésmennyiséget realizáltak mind a kontroll, mind pedig a nagyobb tápanyagszinteken. A kapott eredményekből megállapítható, hogy a klorofill tartalom, illetve levélterület értékeket a fontosabb fenológiai fázisokban (különösen a virágzástól a szemtelítődés korai szakaszáig) együttesen vizsgálva, az értékek tendenciájából a várható termés nagyságára is képesek lehetünk következtetni.

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

A két év és a fajták átlagában (7. 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) virágzásig (BBCH 65) mutattak közepesen szoros szignifikáns kapcsolatot (0,357-0,446).



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

A levélterület index értékek és a valorigráfus értékek között minden mérési időpontban közepesen szoros szignifikáns volt a kapcsolat (0,362-0,444). A levélterület

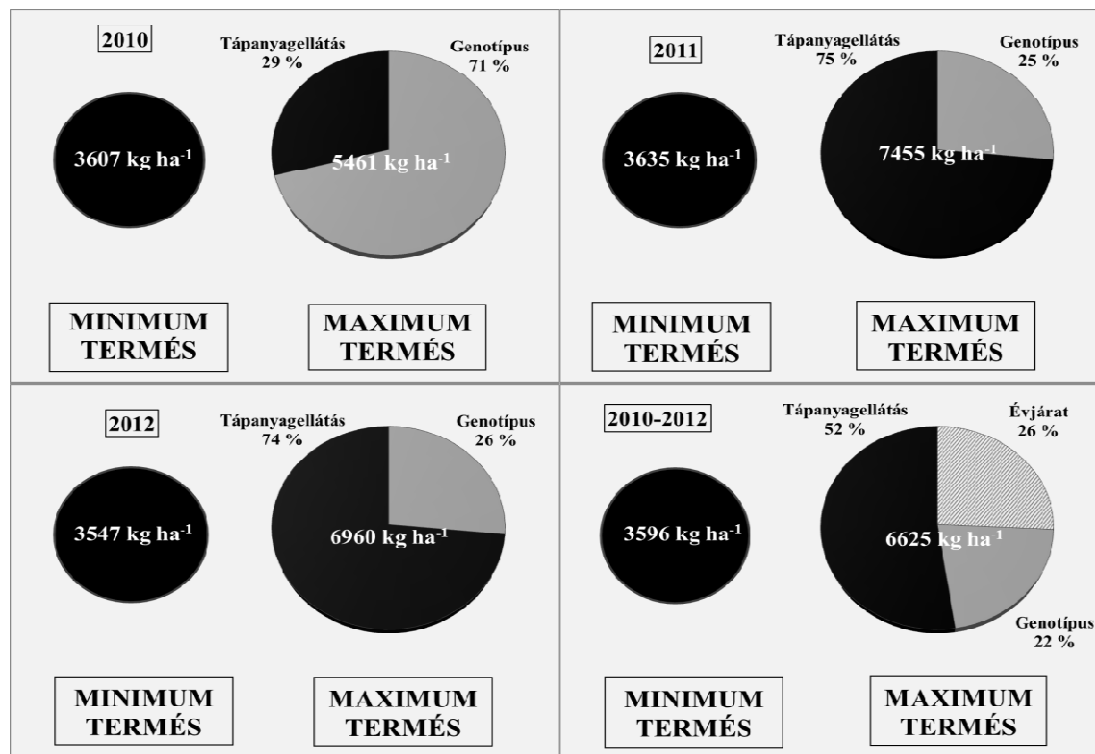
tartammal közepesen szoros összefüggést mutatott a valorigráfus érték (0,467). A determinációs együtthatók értéke kicsi volt, a trend vonalak illeszkedése gyenge. A nedves siker tartalom a SPAD értékekkel, a levélterület index értékekkel és a levélterület tartammal szoros, illetve közepesen szoros összefüggéseket mutatott. A trend vonalak illeszkedése gyenge, illetve közepes volt. A fehérje tartalmak 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 fehérje tartalom és a levélterület tartam között szintén szoros szignifikáns kapcsolatot állapítottunk meg. A genotípusnak köszönhető különbségeket találtunk a vizsgált paraméterekben. A minőségi tulajdonságok és a fiziológiai paraméterek között még is számos közepes, illetve szoros kapcsolatot tártunk fel. A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a klorofill tartalom és a levélterület nagysága, illetve a generatív fázisban történő csökkenés mértéke befolyásoló hatással bír a minőségi mutatók értékeire. A minőségi értékek közül a valorigráfus érték (amely egy komplex mutató) kisebb mértékben mutatott összefüggést a fiziológiai tulajdonságokkal. Ezáltal a valorigráfus 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 fenofázisok végén, illetve szemtelítődéskor mért fiziológiai mutatók nagysága szintén szoros szignifikáns kapcsolatot mutatott a liszt fehérje, illetve nedves siker tartalom értékek között. Ez azt mutatja, hogy a különböző fenofázisokban mért adatokat együtt vizsgálva képet kaphatunk az asszimilációs kapacitás nagyságáról, mely jelentős mértékben meghatározza az érés során kialakuló szem beltartalmi értékeit. 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 fiziológiai tulajdonságok a liszt fehérje tartalom között 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. A SPAD és a levélterület értékek vizsgálatával a liszt fehérje tartalmát tudjuk a legnagyobb biztonsággal előre jelezni, még eltérő évjáráti hatások ellenére is.

4.6. 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 termésátlag 3607 kg ha⁻¹, a termésmaximumok átlaga 5461 kg ha⁻¹ volt, amely 1856 kg ha⁻¹ nagyságú terméstöbbletet jelentett (8. 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 alacsonyak voltak, és az N₃₀₋₆₀+PK tápanyagszinteken érték el a legnagyobb termést a fajták. A genotípus nagyobb százalékos szerepe bizonyította azt, hogy a nagyobb termésmaximumok eléréséhez szükséges volt a fajták jó adaptációs (a betegségekkel és a megdőléssel szembeni jobb állóképesség) képessége 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 magyarázható azzal, 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 felelt 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. A három tenyészévet 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 termésnagyságot, az évjárat 26%-ban (780 kg ha^{-1}) játszott szerepet.

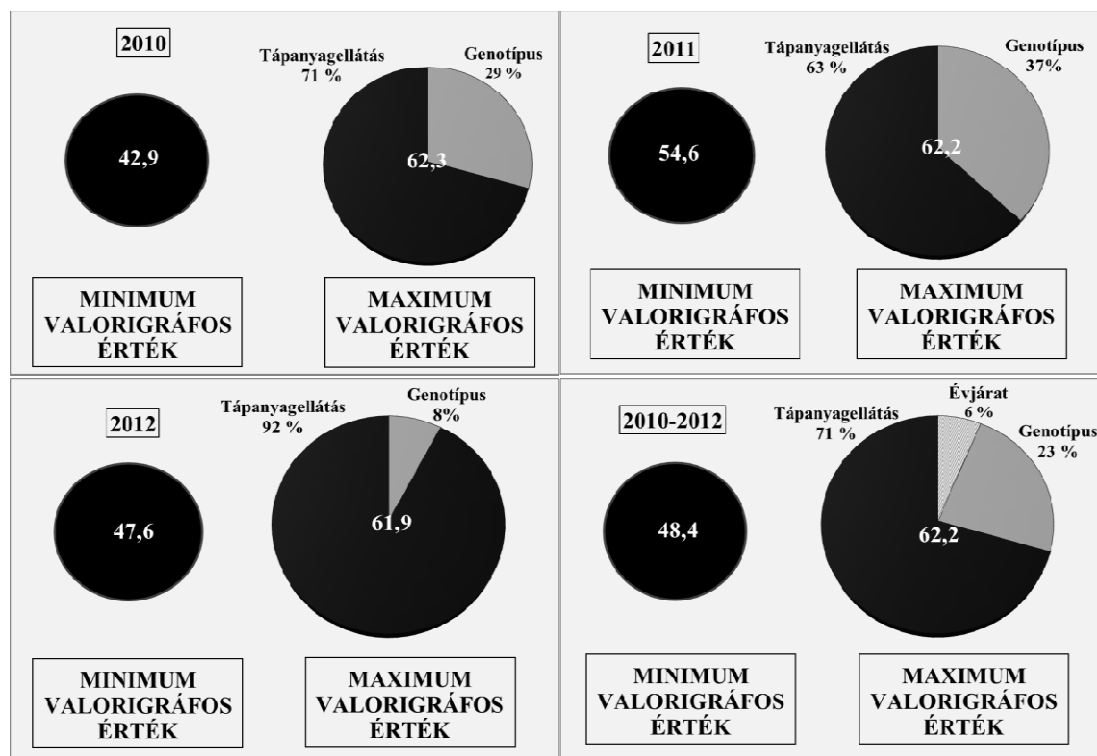


8. ábra. A vizsgált tényezők szerepe az őszi búza termésének alakulásában
(Debrecen, 2010-2012)

Az, hogy a három eltérő és extrémításokban 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 26%-os szerepe mutatta, hogy a magas termésmennyiségek kialakításához elengedhetetlenül fontos a jó biológiai alap és a jó tápanyag-reakció.

A valorigráfus értékeket vizsgálva (9. ábra), 2010. évben 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 valorigráfus értékekre. A 2011. évben a valorigráfus érték a kontroll kezelésben 54,6 volt a fajták átlagában, amely 7,5-el növekedett a tápanyagkezelések hatására (62,2). A bekövetkezett növekedést 37%-ban a genotípus, 63%-ban az évjárat idézte elő.

A kedvezőbb évjárat hatására a genotípusok közötti különbségek jobban kifejeződtek, de tápanyagellátás ebben az évjáratban is jelentős szerepet játszott. A növekedés jelentősen kisebb volt a másik két évjáratához képest.

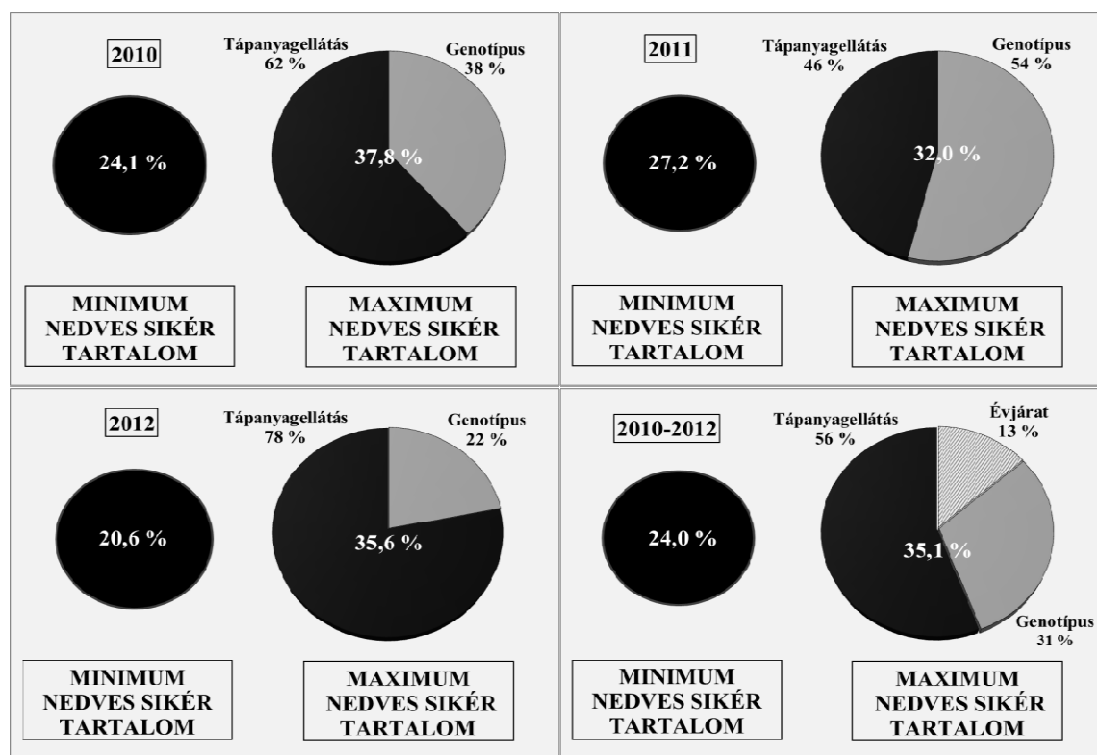


9. ábra. A vizsgált tényezők szerepe az őszi búza valorigráfus értékének alakulásában
(Debrecen, 2010-2012)

A 2012. évben a kontrollhoz képest (47,6) 14,3-es növekedés következett be a tápanyagellátás hatására (61,9) a valorigráfus értékekben. A 2012. évben a genotípus csupán 8%-ban járult hozzá a valorigráfus érték növekedéséhez, ezzel szemben a tápanyagellátás 92%-ban felelt a növekedésért. A szélsőséges évjárat ellenére a megfelelő tápanyag szolgáltatás nagymértékben növelte a valorigráfus értékeket. Három év átlagában a fajták 48,4 valorigráfus 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 ellátottságának. Mindhárom évben a tápanyag ellátottság játszotta a legnagyobb szerepet, a maximális valorigráfus értékek kialakításában a fajtának 8-37%-os szerepe volt. A legnagyobb arányban az átlagos évjáratban volt szerepe a genotípusnak. A szélsőséges 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, ami 13,7%-kal haladta meg kontroll kezelés

átlagát (10. 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.

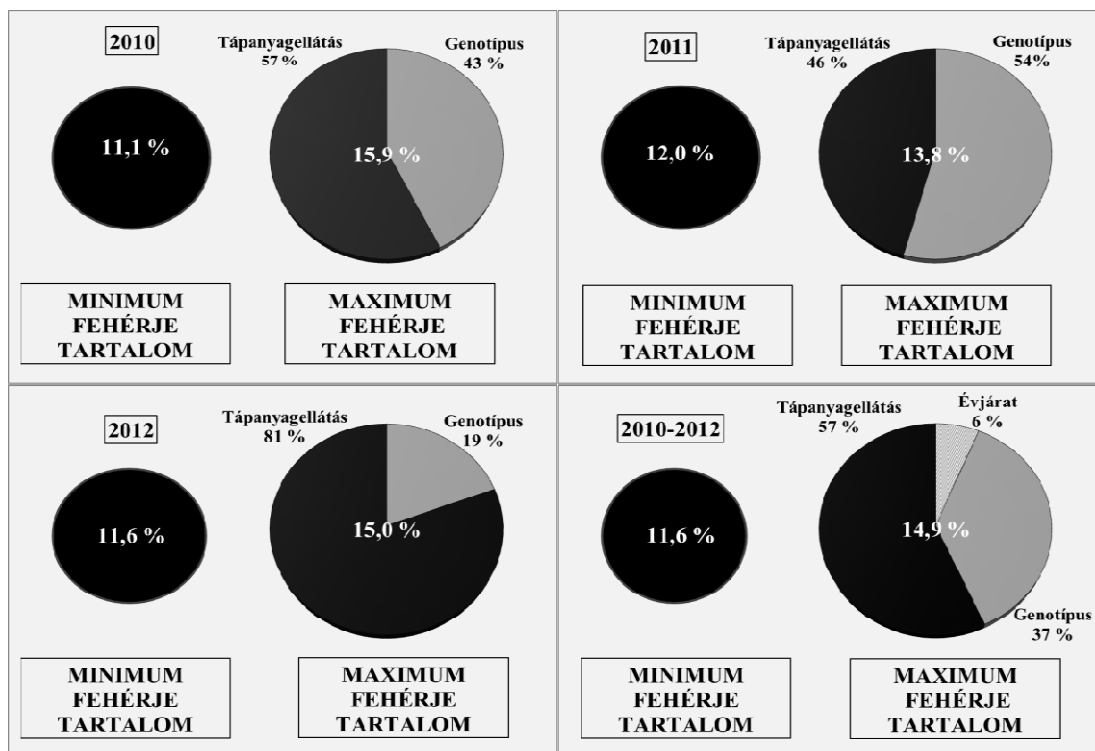


10. ábra. A vizsgált tényezők szerepe az őszi búza nedves siker tartalmának alakulásában
(Debrecen, 2010-2012)

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 4,7%-os növekedést jelentett. A nedves sikértartalomban bekövetkezett növekedés 54%-ban genotípusnak és 46%-ban a tápanyagkezelésnek volt köszönhető. Az átlagos évjáratban, ahol a legtöbb környezeti tényező optimális volt az őszi búzáknak számára, a biológiai alap sokkal nagyobb súllyal vett részt a sikértartalom maximumok kialakításában. A 2012. évben az kontroll parcellák nedves siker tartalma átlagosan 20,6% volt, az N₁₂₀+PK tápanyagszinten mért maximális nedves siker tartalmak átlaga 35,6%, ami 14,9% siker tartalom növekedésnek felelt meg, mely a legnagyobb volt a vizsgált tenyészévek közül. Az elért siker tartalom többletéhez 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 siker tartalmakat tudjanak a fajták realizálni. A három év adatait együttesen vizsgálva megállapítható, hogy a fajták átlagosan a kontroll kezelésekben 24,0%-os nedves siker tartalmat realizáltak, a maximális siker tartalmaik átlaga 35,1% volt, ez 11,1%-os növekedést jelentett. A nedves siker 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 évjárat hatások kisebb mértékben módosították a maximálisan elérhető siker tartalom nagyságát. A fajták genetikai alapja is jelentősen meghatározta azt, hogy az adott fajta mekkora maximális nedves siker tartalmat képes kialakítani, de a tápanyag ellátottságnak volt a legnagyobb szerepe a magasabb értékek elérésében 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 (11. 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 fehérje tartalmak 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 következtében ismét a megfelelő tápanyag ellátottság játszotta a nagyobb szerepet. 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 tartalomra 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.



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

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 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 fajták a nagyobb termés kialakításában kisebb mértékben vettek részt (22%), mint a minőségi értékek maximumai 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 tényezőnél 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.

5. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A terméseredményekre a nagy mennyiségű csapadék hatása a legkedvezőtlenebb. Az átlagos évjáráthoz képest 1994 kg ha^{-1} terméseszkkenést tapasztaltunk az ilyen évjáráttípusban, az optimális tápanyagdózis az $N_{30-60}+PK$ tápanyagszintek között változott. Az aszály hatása csökkenthető volt megfelelő tápanyagkezeléssel, 495 kg ha^{-1} -os volt a terméseszkkenés. 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 eszkkenést 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 eszkkenés 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 viaszerés 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 tenyészév 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 termésmagyságot, 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 értékekre mindössze 6% volt, a genotípus 37%-ban befolyásolta a fehérje maximumok nagyságát, a legnagyobb súllyal a tápanyag ellátottság (57%) hatott.

6. 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} terméstöbbslet). Szárazabb évjáratban a maximális termést az $N_{120-150}+PK$ tápanyagdózisoknál érték el a fajták (3413 kg ha^{-1} terméstöbbslet), 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 szentelítődéskor 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 valorigráfus érték közepes, míg a nedves siker 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 valorigráfus értékek, a nedves siker 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%).

Tudományos közlemény magyar nyelvű lektorált folyóiratban

Szabó, É. - Pepó, P.: 2010. A tápanyagellátás hatása az őszi búza néhány sütőipari tulajdonságára. Agrártudományi Közlemények. 41. 105-110. ISSN 1587-1282

Szabó, É. - Pepó, P.: 2012. A tápanyagellátás és a genotípus összefüggései az őszi búza néhány fiziológiai tulajdonságával. Agrártudományi Közlemények. 48. 141-145. ISSN 1587-1282

Szabó, É.: 2012. Elterő genotípusú őszi búza fajták stabilitás-analízise tartamkísérletben. Agrártudományi Közlemények. 50.135-141. ISSN 1587-1282

Tudományos közlemény idegen nyelvű, hazai, lektorált folyóiratban

Szabó, É.: 2010. Baking quality parameters as the resilience indicators in wheat production. Növénytermelés. 59. 341-344. ISSN 0546-8191

Szabó, É. - Pepó, P.: 2012. Study of cropyear effect on the yield and pathological infections of different winter wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. Növénytermelés. 61. 113-116. ISSN 0546-8191

Szabó, É.: 2013. Effect of different soil fertility levels on the baking quality of winter wheat (*triticum aestivum* l.) genotypes. Növénytermelés. 62. 135-138. ISSN 0546-8191

Szabó, É.: 2013. Evaluation of the yield and baking quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties in different cropyears. Agrártudományi Közlemények. (in print). ISSN 1587-1282

Szabó, É.: 2013. Effect of some physiological properties on the quality parameters of different winter wheat varieties in a long-term experiment. Cereal Research Communications. (in print). ISSN 0133-3720

Idegen nyelvű lektorált konferencia kiadvány

Szabó, É.: 2010. Examination of the effects of the cropyear and the nutrient supply on the quality of winter wheat with the help of Győri's z-index. 8th International Scientific Symposium, „Natural Resources and Sustainable Development.” Journal of Agricultural Scienses. Acta Agronomica Debreceniensis. 121-125. ISSN 1587-1282

Szabó, É.: 2011. Comparison of the baking quality of winter wheat varieties of Szeged and Martonvásár breeding in the Hajdúság region. Analele Universităţii Din Oradea Fascicula: Protecţia Mediului. 17. 203-209. ISSN 1224-6255

Szabó, É. - Pepó, P.: 2012. The interactions among the nitrogen supply and the physiological parameters and yield of winter wheat genotypes. 17th International Nitrogen Workshop - Innovations for sustainable use of nitrogen resources. 246-247. ISBN 978-1-84170-588-0

Magyar nyelvű lektorált konferencia kiadvány

Pepó, P - **Szabó, É.:** 2009. Az évjárat és az agrotechnikai tényezők hatása az őszi búza minőségére. Növénytermesztés: Gazdálkodás – Klímaváltozás – Társadalom. V. Növénytermesztési Tudományos Nap. Keszthely. Akadémiai Kiadó. 181-184. ISBN 978-963-05-8804-1.

Szabó, É.: 2012. Elterő évjáratok hatása az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) termésére és minőségére. Alap és alkalmazott kutatások eredményei a növénytudományokban című tudományos konferencia. Debrecen. 47-54. ISBN 978-615-5183-17-1

Szabó, É.: 2012. Eltérő genotípusú őszi búza fajták termésének és fiziológiai tulajdonságainak összefüggései. I. Talajtani, Vízgadálkodási és Növénytermesztési Tudományos Nap. Talaj- víz- növény kapcsolatrendszere a növénytermesztési térben. Debrecen. 201-204. ISBN 978-963-89041-6-4

Idegen nyelvű absztrakt

Szabó, É.: 2012. Relationships between nutrient-supply, genotype and some physiologic properties of winter wheat. International Conference Plant Growth, Nutrition & Environment Interactions. Absztrakt. 96.

A kutatási témához közvetlenül nem kapcsolódó publikációk

Magyar nyelvű lektorált konferencia kiadvány

Vári, E. - **Szabó, É.:** 2012. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica növekedésére és termésére. XVIII. Ifjúsági Tudományos Fórum, Keszthely

Ismeretterjesztő publikáció

Szabó, A. - **Szabó, É.:** 2011. A jövedelmező növénytermesztés. AgrárUnió. XII. évf. 10-11. 34-35. ISSN 1589-6846

Szabó, É. - Szabó, A.: 2011. Napraforgó termesztés agrotechnikai elemeinek értékelése. Értékálló Aranykorona. XI. évf. 10. 4-7. ISSN 1586-9652

Szabó, A. - **Szabó, É.:** 2012. Herbicidtoleráns napraforgóhibridek alkalmazásának gyakorlati lehetőségei. AgrárUnió. XIII. évf. 2. 29-30. ISSN 1589-6846

Szabó, É.: 2012. Az őszi búza minősítése - laboratóriumi minőségvizsgálatok. Értékálló Aranykorona. XII. évf. 7.13-14. ISSN 1586-9652