

Szent István Egyetem

Öt őszi búzafajta (*Triticum aestivum* L.) minőségének és
fehérje összetételének vizsgálata nitrogén- fejtrágyázási
kísérletben

Doktori (PhD) értekezés tézisei

Horváth Csaba

Gödöllő

2016.

A doktori iskola

Megnevezése: Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok Doktori Iskola

Tudományága: Növénytermesztési és kertészeti tudományok

Vezetője: Dr. Helyes Lajos,
egyetemi tanár, az MTA doktora
SZIE, Mezőgazdasági és Környezettudományi Kar
Kertészeti Technológiai Intézet

Témavezető: Dr. Jolánkai Márton
egyetemi tanár, professor emeritus, az MTA doktora
SZIE, Mezőgazdasági és Környezettudományi Kar
Növénytermesztési Intézet

.....
Dr. Helyes Lajos
iskolavezető

.....
Dr. Jolánkai Márton
témavezető

1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI, KITŰZÖTT CÉLOK

A búza a világ egyik legfontosabb kenyérgabonája, az emberiség táplálkozásában világszerte döntő jelentőségű. A Föld 2013. évi búzatermése meghaladta a 700 millió tonnát. A búzából készült kenyér kedvező tulajdonságai miatt a Föld minden részén alapvető élelmiszer. Az egyre növekvő igények kielégítése érdekében alapvető fontosságú a minél nagyobb terméshozam és a kiváló minőségű liszt előállítása.

A mennyiségi és minőségi termőképesség genetikailag meghatározott tulajdonsága a növényeknek, így a különböző búzafajtáinknak is. A minden szempontból megfelelő termés elérésének elengedhetetlen feltétele az adott környezeti viszonyok mellett a legjobb fajta kiválasztása. Az örökletesen meghatározott jó tulajdonságok kifejeződését a környezeti tényezők nagyban befolyásolják. A terméshozamért 30-50%-ban a genetikai állomány javítása és 50-70%-ban a mezőgazdasági eljárások a felelősek. Az agronómiai módszerek körültekintő alkalmazásának célja a kedvező genetikai adottságok lehető legteljesebb érvényre juttatása.

A környezeti tényezők közül kitüntetett szerepe van a tápanyag-utánpótlásnak, így a trágyázás hatékony eszköz a beltartalmi tulajdonságok kifejeződésének elősegítésére. A kenyérgabona esetén a harmonikus tápanyagellátás kedvező tápanyag- és vízgazdálkodású talajtani feltételek mellett is döntő terméshozam növelő agrotechnikai elem. A trágyázás hatását és hatékonyságát agroökológiai, biológiai és agrotechnikai elemek természetesen befolyásolják. A tápanyag-utánpótlást biztosító termékek közül legnagyobb szerepe a nitrogén műtrágyának van.

A nitrogéntrágyázás növeli a terméshozamot, a farinográfus értéket, a fehérjetartalmat, a nedves siker arányát, az üvegességet az ezerszemtömeget, sőt még a keményítőtartalmat is. N műtrágyázás hatására jelentősen megnő az albumin és a globulin tartalom, a gliadin és a glutenin mennyisége. A N kezelés kedvező a liszt nedves siker tartalmára, a stabilitására és az eltarthatóságára. A

N műtrágya dózisének emelése a gliadin fehérjék arányának és a tészta nyújthatóságának a növekedését eredményezi. A nitrogén fejtrágyázás növekvő adagjai, valamint azok megosztása, kedvezőtlen ökológiai viszonyok mellett is minőségjavító eredményeket produkál.

A tudomány számára közel 300 éve ismert sikér fehérjékből, az érett búzaszem legfőbb raktározó anyagaiból áll. Alapvetően ezek mennyisége és összetétele szabja meg a búza sütőipari minőségét. A búzafehérjék méret szerint szétválaszthatóak: a búzaliszt általában 45% glutenint, 45% gliadint, 10% oldható fehérjét tartalmaz. A tészta sűrűségét és nyújthatóságát a monomer gliadinok, míg a tészta rugalmasságát, erősségét a polimer gluteninek határozzák meg. A sikérfehérjék, különösen a gliadinok az érett szem szubaleuron rétegében koncentrálódnak, de, mint pl. a nagy molekulatömegű glutenin alegységek, megtalálhatóak az endospermium mélyebb rétegeiben is. A szem belüli expressziós minták azonban nem állandóak, környezeti tényezők, mint pl. a nitrogén műtrágya alkalmazása, befolyásolják azokat. Hasonlóan a gabona egyéb tartalékfehérjéihez a búza prolaminjai polimorfikusak, multigén családok kódolják, amelyek három genomon homológ allélként szerepelnek.

A fejtrágyázás búzaminőség meghatározásában játszott kiemelkedő szerepére, valamint szakszerű elvégzésének aránylag magas költségére való tekintettel, mindenképpen célszerű megtalálni a tápanyagellátására vonatkozó leghatékonyabb megoldást, hogy az adott esetben hasznosítható legyen a gyakorlati mezőgazdaság számára is. Magyarországon számos kutatás született ebben a kérdéskörben, mégis célszerűnek látszott, hogy eddig ebből a szempontból kevésbé vizsgált fajták felhasználásával árnyaljuk a képet. A hagyományos minőségi mutatók mellett a sikérfehérjék egyes komponensei, a gliadinok és a gluteninek mennyiségének, illetve arányának alakulását is célszerű megfigyelni. Ez utóbbiak szerepe, mint említettem, kitüntetett a búza minőségi paramétereinek a meghatározásában, ugyanakkor vizsgálatukra az utóbbi időszakban talán kevesebb energia jutott.

Fentiek alapján azt a célt tűztük ki, hogy minél több búzafajtán, lehetőleg több éven át, több tápanyagszinten, egydózisú és osztott kezelések mellett is vizsgáljuk a minőségi paraméterek változását, ezen belül pedig a tartalékfehérjék arányát és összetételét is. Mivel egyre nagyobb jelentősége van a közeli infravörös (NIR) elemző készülékek gyakorlati használatának, ezért tervbe vettük, hogy az ilyen típusú berendezések méréseiből kapott eredményeket összevetjük a minták analitikai módszerrel történt vizsgálatával kapott értékekkel.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1 A szántóföldi kísérletek beállításának körülményei

A Szent István Egyetem Növénytermesztési Intézet szántóföldi kísérletének részeként jó malom és sütőipari minőséggel rendelkező búzafajtákat azonos agronómiai körülmények között, különböző N ellátottság mellett vizsgáltuk.

A kísérleti terület mintegy 5 hektár méretű, a Nagyalföld északi peremén található. Talajtípusa mészlepedékes csernozjom.

A kísérletet 10 m²-es (1x10 m) parcellákon, három ismétlésben, randomizált split-plot elrendezés szerint állítottuk be. A parcellák alapművelése, a magágy előkészítése minden parcella esetén azonos volt.

2.2 A vizsgálatba bevont búzafajták

Összesen öt, jó sütőipari minőségű őszi búza fajtát vizsgáltunk. A négy martonvásári intenzív fajta (Mv Magdaléna, Mv Suba, Mv Toborzó, Mv Toldi) mellett bevontuk a kísérleteinkbe a félintenzívnek mondható Alföld-90 búzafajtát is.

2.3 A vizsgált évjáratok klimatikus jellemzői

1. táblázat Az első vizsgált évjárat klimatikus viszonyai

Év	2012						2013					
Évszak	Ősz			Tél			Tavas			Nyár		
Hónap	9.	10.	11.	12.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Közép-hőmérséklet	18-19	11-12	7-8	-1,5 - (-2)	-0,5 - (-1)	+2 - (+3)	3-4	12-13	16-17	20-21	22-23	22-23
Csapadék-összeg	50-55	60-70	15-20	50-55	55-70	70-80	90-100	25-30	90-100	100-120	5-10	80-90

JELMAGYARÁZAT
Az érték megfelel a sokévi átlagnak
Legalább 20%-kal több csapadék, vagy 1°C-kal alacsonyabb hőmérséklet
Legalább 20%-kal kevesebb csapadék, vagy 1°C-kal magasabb hőmérséklet

A kísérleti területen az első évjárat során (1. táblázat) a vetéskor és a csírázás során megfelelő mennyiségű csapadék állt rendelkezésre, ami enyhe hőmérséklettel párosult, ez kedvezett az egyedfejlődés korai szakaszának.

Az áprilisi és a júliusi rendkívül kevés csapadéktól eltekintve elegendő eső hullott a területen, a hőmérséklet pedig átlagos vagy meleg volt. Az aratás idején igen meleg és száraz időjárás uralkodott a helyszínen.

2. táblázat A második vizsgált évjárat klimatikus viszonyai

Év	2013						2014					
Évszak	Ősz			Tél			Tavaszi			Nyár		
Hónap	9.	10.	11.	12.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Közép-hőmérséklet	14-15	12-13	7-8	+1-(+2)	+2-(+3)	+4-(+5)	9-10	12-13	15-16	19-20	22-23	19-20
Csapadék-összeg	25-30	35-40	60-70	5-10	40-45	60-65	5-10	30-35	90-95	30-35	85-90	80-90

A második évjárat sokkal szárazabbnak mutatkozott (2. táblázat). Különösen kevés volt a csapadék szeptemberben és decemberben, illetve tavasszal márciusban és áprilisban, e mellett még a hőmérséklet is jóval a sokéves átlag felett alakult. Júniusban a szokásos csapadékmennyiség csak mintegy fele hullott a területre.

2.4 Kezelések: nitrogén fejtrágyázási kísérlet

A fejtrágyázási kísérlet célja a növekvő, valamint a növekvő és megosztott adagú fejtrágyázás mennyiségre és minőségre gyakorolt hatásának értékelése volt. A kezeléseket 2013-ban és 2014-ben, a tavasz folyamán egy vagy két alkalommal végeztük a bokrosodás és a kalászhányás fázisában. Kísérleteinket három ismétlésben végeztük, de 2013-ban az egyébként teljesen megegyező feltételekkel végzett más célú kísérletek elmaradt kezelése miatt kilenc ismétléssel dolgoztunk. Az alkalmazott műtrágya a szemcsés formátumú 34 %-os hatóanyag tartalmú ammónium-nitrát volt.

Kontrollkezelés mellett hatféle dózisú N fejtrágyázási kezelést alkalmaztunk: 40, 80, 120, 160 kg N/ha egyszeri és 80+40 és 120+40 kg N/ha kétszeri adagolás formájában. Minden kezelést minden vizsgált fajtán elvégeztük, hogy tanulmányozni lehessen az egyes fajták teljesítményét különböző agronómiai hatások mellett.

2.5 Vizsgálatok

A búzaminőség jellemző paraméterei közül meghatározásra került a nyersfehérje tartalom, ezen belül a gliadin és a glutenin aránya és a nedvessikér tartalom. A tartalékfehérje értékeket az alkalmazott kezeléseknél feleltettük meg. Az elemzést Microsoft Office 2003 statisztikai programmal végeztük.

2.5.1 A terméshozam, a hektolitertömeg és az ezerszemtömeg

A terméseredmények közül megmértük a terméshozamot, a hektoliter- és ezerszemtömeget. Méréseket a magyar szabványnak (MSZ 6383:2012) megfelelően végeztük és azzal összhangban kerültek kiértékelésre.

2.5.2 Fehérjetartalom meghatározása

A fehérjetartalom meghatározására egyrészt a széles körben elterjedt Kjeldahl analitikai módszert választottuk, másrészt két, közeli infravörös (NIR) spektroszkópián alapuló mérés-technológiával dolgozó gyorstesztet is bevontunk az értékek meghatározásába. Ilyen módon a két módszer megbízhatóságának összehasonlítására is lehetőség adódott.

2.5.2.1 A fehérjehozam kiszámítása

A fehérjehozamot a Kjeldahl analitikai módszer és a NIR elemzőkészülékek által meghatározott nyersfehérje arány alapján a terméshozamból számoltuk ki.

2.5.2.2 PAGE – a gliadin és glutenin fehérjék meghatározása

A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal laboratóriumában a búza termésminták gliadin és glutenin meghatározása poliakrilamid alapú gélelektroforézissel (PAGE) történt.

2.5.3 A farinográfós érték meghatározása

Az érték meghatározására Valorigráf műszert használtuk. A készülék egyidejűleg alkalmas a lisztből gyúrt tészta kialakulási idejének, a siker minőségének és a siker ellágyulásának meghatározására.

2.6 Statisztikai elemzés

Az adatok statisztikai értékelését a MS Excel szoftver csomag segítségével végeztem. Az r dimenzió nélküli Pearson-féle korrelációs együtthatót számítottam ki (értéke $-1,0$ és $1,0$ közötti lehet a határokat is beleértve). Varianciaanalízissel állapítottuk meg, hogy van-e szignifikáns differencia, tehát hogy a megfigyelt értékek közti eltérés a kezelésnek tudható-e be.

3. EREDMÉNYEK

3.1 N kezelés és az egyes minőségi és mennyiségi paraméterek korrelációja

3. táblázat A N fejtrágya-kezelés és az egyes mennyiségi és minőségi paraméterek korrelációja az öt vizsgált búzafajta esetén, 2013-as évjáratban

N kezelés és az egyes minőségi paraméterek korrelációja a vizsgált búzafajták esetén - 2013 évjáratban																	
Vizsgált búzafajták	[t/ha]	Hektolit er tömeg [kg/hl]	Ezer-szem-tömeg [g]	Mininfra vizsgálati módszerrel meghatározva				Instalab vizsgálati módszerrel meghatározva			Farinográf os értékszám	Kjeldahl vizsgálati módszerrel meghatározva					
				Nyersfehér je [%]	Nyersfehér je mennyiség [kg/ha]	Sikér [%]	Zeleny szám [ml]	Nyersfehérj e [%]	Nyersfehérj e mennyiség [kg/ha]	Sikér [%]		Nyersfehér je [%]	Nyersfehérje mennyiség [kg/ha]	Gliadin	Glutenin	Egyéb fehér-jék	Gli/Gl u arány
r (Alföld-90)	0,9837	0,9979	0,5640	0,9962	0,9909	0,9931	0,9806	0,9924	0,9900	0,9793	0,8287						
r (Mv Magdaléna)	0,9883	0,9750	0,9563	0,4003	0,9901	0,2015	0,8071	0,3648	0,9887	0,5542	0,4105						
r (Mv Suba)	0,9936	0,9144	0,9432	0,1305	0,9990	0,1414	0,8023	0,3852	0,9973	0,3913	0,7215						
r (Mv Tóborzó)	0,9452	0,7715	0,4595	0,9509	0,9661	0,9220	0,9124	0,9542	0,9625	0,9530	0,5729	0,9056	0,9911	0,9164	0,6811	0,9740	0,8324
r (Mv Toldi)	0,9802	0,9556	0,7422	0,6782	0,9863	0,6306	0,7531	0,7922	0,9869	0,7486	0,8892						

Jelmagyarázat:

0,7506	szignifikáns korreláció
0,7506	fordított szignifikáns korreláció
0,1078	nincs szignifikáns korreláció

4. táblázat A N fejtrágya-kezelés és az egyes mennyiségi és minőségi paraméterek korrelációja az öt vizsgált búzafajta esetén, 2014-es évjáratban

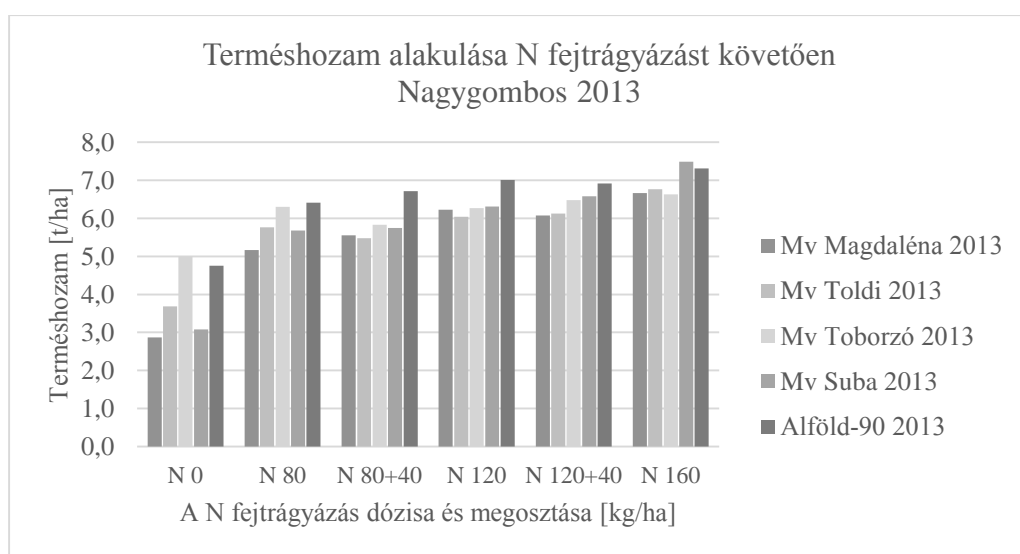
N kezelés és az egyes minőségi paraméterek korrelációja a vizsgált búzafajták esetén - 2014 évjáratban																	
Vizsgált búzafajták	[t/ha]	Hektoliter tömeg [kg/hl]	Ezer-szem-tömeg [g]	Mininfra vizsgálati módszerrel meghatározva				Instalab vizsgálati módszerrel meghatározva			Farinográf os értékszám	Kjeldahl vizsgálati módszerrel meghatározva					
				Nyersfehérje [%]	Nyersfehérje mennyiség [kg/ha]	Sikér [%]	Zelenyszám [ml]	Nyersfehérje [%]	Nyersfehérje mennyiség [kg/ha]	Sikér [%]		Nyersfehérje [%]	Nyersfehérje mennyiség [kg/ha]	Gliadin	Glutén	Egyéb fehérjék	Gli/Glu arány
r (Alföld-90)	0,4578	0,7055	0,3952	0,9877	0,8826	0,9924	0,9974	0,8621	0,7928	0,7858	0,1078	0,9017	0,9419	0,9661	0,9066	0,8300	0,9652
r (Mv Magdaléna)	0,9463	0,9174	0,0151	0,9954	0,9828	0,9917	0,9753	0,9911	0,9814	0,9894	0,6823	0,9353	0,9701	0,9483	0,8386	0,9779	0,9049
r (Mv Suba)	0,5977	0,8952	0,7827	0,9463	0,8592	0,9405	0,9513	0,9941	0,8377	0,9914	0,7415	0,9957	0,8428	0,9267	0,9642	0,2698	0,9417
r (Mv Toborzó)	0,5716	0,6887	0,8961	0,9536	0,8645	0,9453	0,9662	0,9456	0,8972	0,9314	0,6863	0,9575	0,9088	0,8994	0,4932	0,9585	0,8161
r (Mv Toldi)	0,7506	0,7831	0,8343	0,9729	0,9308	0,9757	0,9838	0,9832	0,9540	0,9836	0,9927	0,9850	0,9581	0,9441	0,8791	0,4583	0,9424

Jelmagyarázat:

0,7506	szignifikáns korreláció
0,7506	fordított szignifikáns korreláció
0,1078	nincs szignifikáns korreláció

3.2 A nitrogén-fejtrágyázás hatása a búza termés hozamának alakulására

A várakozásoknak megfelelően a vizsgált fajták mindegyikénél, mindkét évben a nitrogéndózis növekedése termés hozam növekedést okozott (1. ábra). Ezen belül azonban az évjárathatás és a fajták hatása is kimutatható. A szemtermés tekintetében megállapítottuk, hogy az extenzívebb típusú búzafajták inkább kisebb termést adnak, ugyanakkor szerényebb tápanyagellátás esetén, mint azt a kontroll kezelések igazolták, az extenzív típus terméshozama meghaladta az intenzívekéét.



1. ábra Az öt vizsgált búzafajta termésátlagai a műtrágyadózis függvényében 2013-ban

3.3 A hektoliter- és az ezerszemtömeg változása

A hektolitertömeg a 2013-as évjárat esetén minden vizsgált fajtánál határozott fordított korrelációt mutatott a N ellátottsággal, míg a 2014-es évben ez az összefüggés már gyengébb volt. Az ezerszemtömeg és a N dózis közötti összefüggés az egyes fajták és évjáratok között is eltérő képet adott. Míg például az Mv Magdaléna ebből a szempontból 2013-ban egyértelmű negatív korrelációt mutatott, addig 2014-ben alig volt a kettő között összefüggés. Másfelől míg az

Mv Suba ezerszemtömege és a N dózis között 2013-ban egyértelmű fordított összefüggés látszott, addig 2014-ben ezzel ellentétes eredmény adódott.

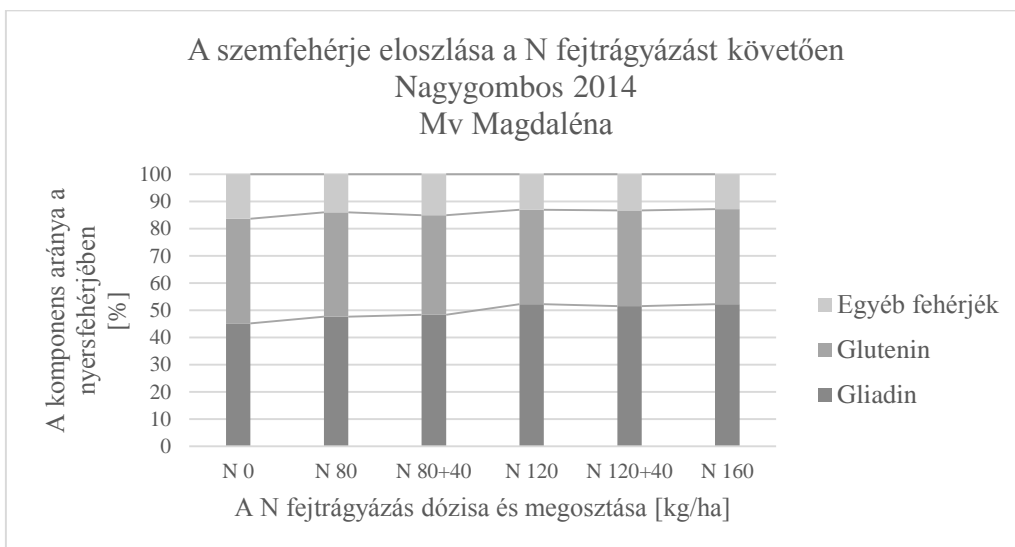
3.4 Nyersfehérje tartalom

A fehérjetartalom vizsgálatánál a háromféle vizsgálati módszer szerint határoztuk meg az értékeket. Ebből kettő NIR gyorsesztt volt, egy pedig a Kjeldahl analitikai módszer. Ez utóbbit csak a 2014-es mintákon volt módunk használni a 2013-as minták közül csak egy fajta esetén végeztük el. Vizsgálatainkban a 2013-ban gyűjtött mintákon 3 fajtánál erős pozitív korrelációt lehetett megfigyelni, két fajtánál ez nem volt megállapítható. 2014-ben egyértelmű pozitív korrelációt mutatott a fehérjetartalom növekedése a N ellátottság javulásával.

3.5 A nyersfehérje hozam változása a fejtrágyázás hatására

A nyersfehérje hozam határozottan pozitívan korrelált a N ellátottsággal. Az egytényezős varianciaanalízis elvégzésével bizonyítottuk, hogy a vizsgált mértékben növekvő N dózis hatása szignifikáns a fehérjehozam tekintetében.

3.6 Az egyes fehérjekomponensek aránya a nyersfehérjében

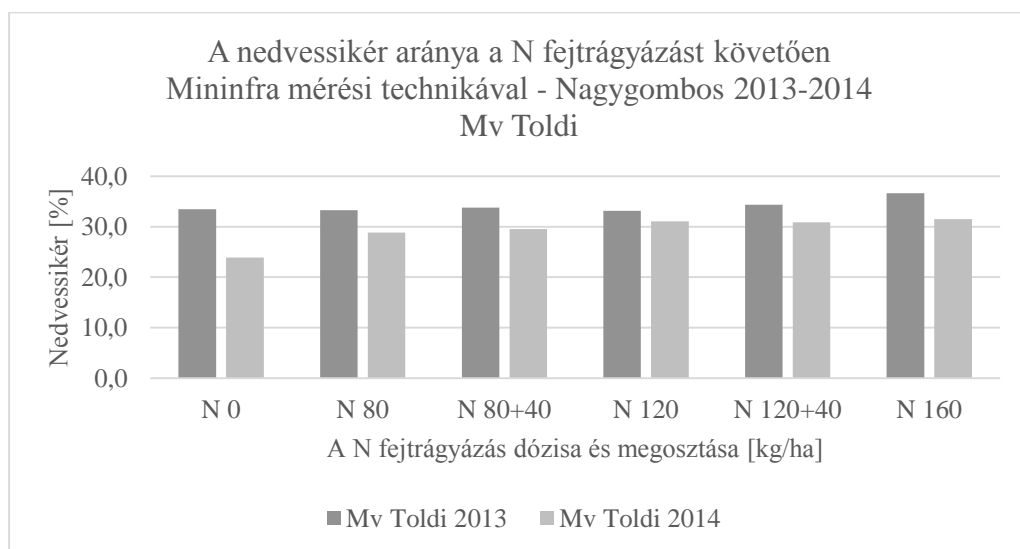


2. ábra A különböző típusú szemfehérjék aránya az adagolt N dózis függvényében – Mv Magdaléna, 2014.

A nyersfehérjék egyes komponenseinek vizsgálata során kapott eredmények statisztikai próbái alapján megállapítható, hogy a gliadin fehérjék aránya egyértelműen pozitívan, a glutenin fehérjék aránya ezzel ellentétesen, az egyéb fehérjék pedig alapvetően negatívan korrelálnak a N műtrágya dózisának emelésével (4. táblázat). Ezt lehet megfigyelni például az Mv Magdaléna fehérjeösszetétel-változása esetén is (2. ábra)

3.7 A nedvessikér arányának változása

A nedves siker arányának meghatározását két típusú NIR (infravörös) elemzőkészülékkel végeztük. A 2013-as terméseredményeket vizsgálva három fajta esetén látható, hogy a műtrágyadózis emelése a nedvessikér arányával egyértelműen pozitív korrelációt mutat. A 2014-es év a vizsgált szempontból még egyöntetűbb volt, hiszen ekkor minden vizsgált fajta sikéaránya egyértelműen erős pozitív korrelációt mutat a N dózis növelésével, mindkét vizsgálati módszer eredményeit figyelembe véve (3. ábra, 3. táblázat, 4. táblázat). Ugyanakkor a vizsgált búzafajták sikermennyiség-növekedése eltérő mértékűnek adódott.



3. ábra A nedvessikér aránya az adagolt N dózis függvényében – Mininfra mérési technikával, Mv Toldi, 2013. és 2014.

3.8 A farinográfós érték változása

A farinográfós értékszám változásának iránya nem volt egyértelmű. 2013-ban többnyire pozitívan hatott a felvehető N növekedése, azonban ebből a szempontból egyértelmű minőségjavulás az ötből kettő fajta esetén volt csak megfigyelhető. A 2014-es terméseket megvizsgálva még kevésbé lett egyértelmű az eredmény, mert itt előfordult negatív, egyértelmű és közepesen pozitív valamint nem szignifikáns viszony is.

3.9 A NIR gyorsesztek és az analitikai módszer összehasonlítása

A NIR gyorsesztek az Analitikai módszerrel összevetve statisztikailag megbízhatónak bizonyultak ugyan, de a különböző vizsgált módszerek eredményei mutattak némi eltérést egymáshoz képest. A két NIR gyorseszttel és a Kjeldahl analitikai módszerrel meghatározott eredmények egymáshoz viszonyított pontosságát az 5. táblázat szemlélteti.

5. táblázat A fehérjék meghatározására szolgáló módszerek összevetése 80 kg/ha alkalmazott N műtrágya kezelés mellett

N kezelés 80 [kg/ha] 2013	NIR gyorsesztek				Analitikai módszer
	Mininfra		Instalab		Kjeldahl
	Fehérje [%]	Sikér [%]	Fehérje [%]	Sikér [%]	Nyersfehérje [%]
Alföld-90	100,0%	100,0%	101,4%	93,6%	
Mv Magdaléna	100,0%	100,0%	99,2%	89,3%	
Mv Suba	100,0%	100,0%	103,8%	95,1%	
Mv Toborzó	100,0%	100,0%	101,7%	95,5%	86,6%
Mv Toldi	100,0%	100,0%	101,4%	93,5%	

N kezelés 80 [kg/ha] 2014	NIR gyorsesztek				Analitikai módszer
	Mininfra		Instalab		Kjeldahl
	Fehérje [%]	Sikér [%]	Fehérje [%]	Sikér [%]	Nyersfehérje [%]
Alföld-90	112,6%	100,0%	134,1%	101,6%	100,0%
Mv Magdaléna	98,6%	100,0%	112,9%	90,6%	100,0%
Mv Suba	100,0%	100,0%	106,2%	84,3%	100,0%
Mv Toborzó	96,2%	100,0%	103,4%	89,5%	100,0%
Mv Toldi	92,3%	100,0%	103,6%	95,7%	100,0%

3.10 Az osztatlan és osztott műtrágyadózisok hatása

Két N műtrágyadózisnál azt is vizsgáltuk, hogy van-e hatása a termésmennyiségre és minőségre, ha az adott tápanyagmennyiséget a fejtrágyázás során egyszerre, vagy osztva juttatjuk ki a kísérleti területre. Adataink alapján a vizsgált paraméterek egyike sem függött attól, hogy a műtrágyadózist egy- vagy két adagban vittük-e ki a területre.

3.11 Új tudományos eredmények

Vizsgálataink alapján meghatároztuk öt különböző búzafajta (Alföld 90, Mv Magdaléna, Mv Suba, Mv Toborzó és Mv Toldi) termésének a növekvő adagú és megosztottságú N ellátás hatására bekövetkező mennyiségi és minőségi reakcióját.

A szemtermés tekintetében megállapítottuk, hogy 2014-ben az extenzívebb típust képviselő fajta, az Alföld-90 termése volt általában a legkisebb, ugyanakkor 2013-ban a kontrollban és a kezelések során is kevés kivételtől eltekintve nagyobb termést adott, mint az intenzívebb búzafajták.

Kísérleteink során értékeltük az alkalmazott módszerek és laboratóriumi eszközök megbízhatóságát. Megállapítottuk, hogy a NIR berendezésekkel mért fehérje értékek, többnyire konfidencia határon belüli különbséget mutattak az analitikai módszerekkel mért adatokhoz képest, azonban esetenként jelentős eltérés is mutatkozhat a két módszerrel mért eredmények között, így mindenképpen indokolt a NIR berendezések minden aratás előtti kalibrálása. Vizsgálataink igazolták, hogy a növekvő adagú N használat, évjáráttól függetlenül szoros pozitív összefüggést mutatott a búzafajták nedves siker tartalmával. Megállapítottuk, hogy a vizsgált búzafajták eltérően reagáltak, és meghatároztuk annak fajtánkénti mértékét.

A tápanyagellátás farinográfus értékre gyakorolt hatása nem volt egyértelmű, és évjáratonként is különbségeket mutatott. Megállapítottuk, hogy a farinográfus

érték az adott vizsgálati körülmények között leginkább az egyes fajták között volt kimutatható.

Megállapítottuk, hogy a növekvő adagú N ellátottság eltérő mértékben, de konzekvensen növelte a búzafajták fehérjetartalmát. A növekvő fehérjetartalmon belül minden vizsgált fajta esetében változott a gliadin és a glutenin komponensek mennyisége és egymáshoz viszonyított aránya is. Megállapítottuk, hogy a gliadin fehérjék aránya egyértelműen pozitívan, a glutenin fehérjék aránya ezzel ellentétesen változott.

Elemeztük az azonos mennyiségű, de egy adagban, illetve megosztott fejtrágya formájában kijuttatott N hatását. Megállapítottuk, hogy a kétféle kijuttatási mód a vizsgált búzafajták 2013-ban és 2014-ben betakarított terméseiben nem okozott értékelhető különbséget a terméseredmények, a termés nitrogéntartalma és a nedvessikér-tartalom esetében sem. Eredményeink alapján az adott fajták és kísérleti körülmények között a megosztott fejtrágyázás szakirodalomból ismert és széleskörűen elfogadott minőségjavító hatása nem nyert igazolást.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Kísérleteink során meghatároztuk öt eltérő genotípusba tartozó búzafajta termésének a növekvő adagú és megosztottságú N ellátás hatására bekövetkező mennyiségi és minőségi reakcióját. A szemtermés tekintetében megállapítottuk, hogy az extenzívebb típusú búzafajták inkább kisebb termést adnak, ugyanakkor szerényebb tápanyagellátás esetén, mint azt a kontroll kezelések igazolták, az extenzív típus terméshozama meghaladta az intenzívékéét. Javasolható tehát, hogy a fajtaválasztás során a termelők vegyék figyelembe az alkalmazható tápanyag-ellátási technológiai szintet is.

Kutatásaink során metodikai szempontból értékeltük az alkalmazott módszerek és laboratóriumi eszközök megbízhatóságát. Megállapítottuk, hogy a NIR berendezésekkel mért fehérje értékek gyakorlati szempontból azonos értékűnek tekinthetők az analitikai módszerekkel meghatározott értékekkel. Ugyanakkor a Kjeldahl módszerrel való összevetés alapján szükséges felhívni a figyelmet e berendezések rendszeres, lehetőleg minden aratás előtti kalibrálására annak érdekében, hogy a termelők a lehető legpontosabban meg tudják határozni az egyes paraméterek valós értékét. Ezzel minimalizálni lehet a termés minőségével kapcsolatos, komoly anyagi aspektussal bíró viták kialakulását.

Vizsgálataink igazolták, hogy a növekvő adagú nitrogén kijuttatás, évjárattól függetlenül pozitív hatással volt a búzafajták nedvessikér tartalmára. Ugyanakkor a vizsgált búzafajták sikermennyiség-növekedése eltérő mértékű volt. Javasolható, hogy a termesztés során a termelők vegyék figyelembe az egyes termesztett búzafajták nitrogénigényét, és annak megfelelő tápanyagellátást alkalmazzanak.

Eredményeink alapján a növekvő adagú nitrogénellátás évjáratonként eltérő hatással volt a vizsgált búzafajták farinográfus értékére. Megállapítható volt ugyanakkor, hogy a farinográfus érték fajtaspecifikusnak tekinthető.

Eredményeink igazolták, hogy a növekvő adagú N ellátottság konzekvensen növelte a búzafajták fehérjetartalmát. A növekvő fehérjetartalmon belül minden

vizsgált fajta esetében változott a gliadin és a glutenin komponensek mennyisége és egymáshoz viszonyított aránya is. A nitrogén mennyiségének növelésével nőtt a fehérjéken belül a gliadin mennyisége. Következésképpen a jobb sütőipari minőség érdekében javasolható a termelők részére a nagyobb nitrogénadagok használata.

Az osztott fejtrágyázás azonos nitrogén mennyiségek esetén nem okozott kimutatható minőségváltozást. Vizsgálataink alapján nem volt igazolható az osztott fejtrágyázás minőségjavító hatása. Mivel a szakirodalmi adatok ezzel többnyire ellentétes eredményt mutatnak, ezért javasolható további vizsgálatok folytatása ezen a téren.

Összefoglalva megállapítható, hogy a megfelelő nitrogénellátottság alapvető fontosságú a búza minőségének kifejeződésében. Elégtelen nitrogénellátottság mellett a búzafajták genetikailag meghatározott minőségi tulajdonságai nem juttathatók érvényre. Vizsgálataink jelentős fajtakülönbségeket állapítottak meg az egyes minőségi paraméterek tekintetében. Ugyancsak megállapítható volt, hogy a sikerfehérjéken belül a gliadin és a glutenin aránya meghatározó lehet a sütőipari minőségre, és ez az érték minden búzafajta esetében befolyásolható volt az alkalmazott nitrogénkezelésekkel.

5. A SZERZŐ TUDOMÁNYOS PUBLIKÁCIÓI

1. Tudományos publikációk:

1. Koti K., - Karsai I., - Szűcs P. – Horváth Cs. – Mészáros K. – Kiss GB. – Bedő Z. – Hayes PM. (2006): Validation of the two-gene epistatic model for vernalization response in winter x spring barley cross. *Euphytica*, 152. 1. 17-24 pp. IF 1,385
2. Balla I. – Tarnawa Á. – Horváth Cs. – Kis J. – Jolánkai M. (2012): A precíziós technológiai alkalmazások lehetőségei és korlátai a búza és a kukorica termesztésében. *Acta Agraria Debreceniensis*. 49. 101-104 pp.
3. Balla I. – Tarnawa Á. – Horváth Cs. – Kis J. – Jolánkai M. (2013): Precíziós technológiai alkalmazások elemzése a búza és a kukorica termesztésében. *Georgikon for Agriculture*. 16. 1. 195-200 pp.
4. Horváth Cs. – Kis J. – Tarnawa Á. – Kassai K. – Nyárai H.F. – Jolánkai M. (2014): The effect of nitrogen fertilization and crop year precipitation on the protein and wet gluten content of wheat (*Triticum aestivum* L.) grain. *Agrokémia és Talajtan*. 63. 1. 159-164 pp.
5. Horváth Cs. (2014): A búza (*Triticum aestivum* L.) tartalékfehérjéi, az ezek minőségét és mennyiségét befolyásoló ökológiai hatások, különös tekintettel a nitrogén tápanyag-ellátásra. *Növénytermelés*. 63. 3. 95-125 pp
6. Horváth Cs. (2014): Storage proteins in wheat (*Triticum aestivum* L.) and the ecological impacts affecting their quality and quantity, with a focus on nitrogen supply. *Columella - Journal of Agricultural and Environmental Sciences* 1. 2. 57-75 pp.
7. Tarnawa, Á – Kis, J – Horváth, Cs – Pósa, B – Jolánkai, M (2015): The impact of aridity and vulnerability interactions on some field crop species. *Georgikon for Agriculture*. 20. 1. 14-20 pp.
8. Jolánkai M. – Tarnawa Á. – Horváth Cs. – Nyárai H.F. – Kassai K. (2016): Impact of climatic factors on yield quantity and quality of grain crops. *Időjárás*. 120. 1. (in press) IF 0,500
9. Horváth Cs. – Kassai M.K. – Nyárai H.F. – Szentpétery Zs. – Tarnawa Á. (2015): Impact of nitrogen topdressing on the performance of wheat yield and grain protein. *Columella* 2.2. 17-22 pp.

2. Konferencia közlemények (teljes terjedelmben):

10. Horváth Cs. – Kis J. – Tarnawa Á. – Sófalvy Zs. – Jolánkai M. (2014): The impact of N supply and crop year conditions on the performance of grain protein and gluten. *Növénytermelés* 63. Suppl. 59-62 pp.
11. Tarnawa Á. – Kis J. – Horváth Cs. – Pósa B. – Jolánkai M. (2014): Aridity and vulnerability interactions of some field crop species. In: *Transport of water, chemicals and energy in the soil-plant-atmosphere system*. Ed.: A. Celková. UH-SAV, Bratislava. 347-351 pp.
12. Horváth Cs. – Kis J. – Tarnawa Á. – Sófalvy Zs. – Jolánkai M. (2015): The impact of N supply on the performance of wheat grain protein and gluten properties. *Növénytermelés*, 64. Suppl. 147-151 pp.

3. Konferencia közlemények (abstractok):

13. Jolánkai M. – Tarnawa Á. – Horváth Cs. (2014): A klímaváltozás hatása a gabonanövények minőségére, élelmiszerbiztonságára. In: *Klímaváltozás és következményei: a globális folyamatoktól a lokális hatásokig*. 40. Meteorológiai Tudományos Napok. OMSZ. Budapest (abstract) 12 p.
14. Jolánkai M. – Tarnawa Á. – Kis J. – Horváth Cs. – Pósa B. – Kassai K. (2015): Climatic impacts on the performance of some field crop species in Hungary. *Agrores 4th International and 20th Scientific-Professional Conference of Agronomists of Republic of Srpska, Bijeljina. Book of Abstracts*. Ed: Gordana Duric. University of Banja Luka. (abstract) 151 p.