

Doktori (PhD) értekezés tézisei

ŐSZI BÚZA HIBRIDEK ÉS FAJTÁK AGROTECHNIKAI REAKCIÓJÁNAK VIZSGÁLATA

Mányi-Fekete Ágnes

Témavezető: Prof. Dr. Pepó Péter

MTA doktora



DEBRECENI EGYETEM
KERPELY KÁLMÁN NÖVÉNYTERMESZTÉSI - ÉS KERTÉSZETI
TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

DEBRECEN, 2022

1. BEVEZETÉS

A búza a világ egyik legfontosabb, széleskörben termesztett kultúrnövénye. A kalászos gabonák közül a legkedveltebb, hozzávetőleg 220 millió hektáron folytatnak őszi búza termesztést a világon. Nagymértékű ökológiai adaptációs képessége miatt szinte bárhol, teljes gépesítettséggel, költséghatékonyan termeszthető. Nagyon fontos szerepet játszik az emberi táplálkozásban, mivel az őszi búza legfontosabb alkotó eleme, a fehérje. A jelenlegi KSH adatok szerint az előző években, az őszi búza vetésterülete 1 millió hektár körül alakult. Az elmúlt évek átlagában, az őszi búza hektáronkénti átlagtermése folyamatosan növekedett. Ha az elmúlt 10 év átlagát vizsgáljuk meg, kijelenthetjük, hogy a 4,9 tonna/hektáros terméssel az őszi búza tökéletesen hozza a rá jellemző termés potenciált, amit a szakirodalomban a szerzők 4,5-5,5 tonna/ha-ra becsülnek.

A fenntartható mezőgazdaság megteremtése alapvető nehézséget okoz világszerte, hiszen továbbra is megoldatlan probléma maradt a kiegyensúlyozott nitrogén műtrágya használata. Az őszi búza termesztésének sikerét alapvetően meghatározzák az ember által befolyásolható tényezők. Felértékelődik a megfelelő termőhely és adaptációs képességű genotípus megválasztása, valamint a harmonikus, a növény igényéhez igazodó tápanyagutánpótlás fontossága. Az elmúlt években a termesztési cél már nem csak a relatíve magas hozamok elérése, hanem a megfelelő minőségben előállított őszi búza is.

A nagymértékű klimatikus változatosság lényegében meghatározza a mezőgazdasági termelést. Az elmúlt évtizedekben a hőmérséklet és a csapadék mennyiségének ingadozása meghatározó faktorrá vált. A klímaváltozás okán Magyarország éghajlata is folyamatos változásokon megy keresztül és egyre inkább az extrém időjárási viszonyok jellemzik. Egyre gyakoribbak az olyan napok, amikor az átlagosnál bőségesebb mennyiségű csapadék hull, vagy a hosszabb ideig tartó aszály, amelyek stresszes időszakokat jelentenek. A konvencionális fajták sok esetben ezekben a szélsőséges helyzetekben nem képesek elérni a fajtára jellemző genetikai potenciájukat. A különböző, köztermesztésben lévő búza genotípusok termőképességi, termésminőségi és termésbiztonsági mutatói között nagymértékű eltérés tapasztalható. Hazánkban közel 150 államilag elismert búza fajta (hibrid) létezik, de a gyakorlati szakemberek számára minden évben nehézséget jelent az adott genotípus kiválasztása.

2. CÉLKITŰZÉSEK

Kutatásaink során elért eredményeinkkel választ kívántunk kapni, hogy az eltérő genotípusú őszi búzák milyen mértékben képesek adaptálódni az adott évjárat jellemzőihez és ez hogyan mutatkozik meg a mennyiségi és minőségi értékekben. Kutatómunkámat Prof. Dr. Pepó Péter egyetemi tanár témavezetésével és szakmai irányításával végeztem el 2017 és 2021 között a Debreceni Egyetem Agrártudományi Központ Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telepén. Ezen kísérletekkel és eredményeivel az a célunk, hogy olyan új technológiai megoldásokat bizonyítsunk tudományos megközelítésben, amelyek alkalmasak lehetnek a különböző genotípusú búzák elővetemény és tápanyag reakciójának meghatározására, szemelőtt tartva a fenntartható növénytermesztés elemeit. További célkitűzéseink, olyan növénytermesztési modellek és javaslatok kidolgozása, amelyek eredményesebbé teszik a gazdálkodók számára a megfelelő termésmennyiségű és beltartalmi értékű őszi búza termesztését a változó évjáratok ellenére is.

Kutatómunkám célkitűzései a következők voltak:

- eltérő genotípusú búzák tápanyagutánpótlásra adott reakciójának vizsgálata,
- az évjárat, a tápanyagellátás, elővetemény interaktív hatásainak meghatározása az őszi búza termésmennyiségére és minőségére,
- az évjárat és tápanyagutánpótlás hatása a vizsgált genotípusok növénykórtani tulajdonságaira,
- a tápanyagellátás, vetésváltás és évjárat hatása egyes növényfiziológiai paraméterekre (LAI, SPAD),
- a növényfiziológiai paraméterek, valamint az őszi búza genotípusok termésmennyiségi és minőségi értékei közötti összefüggések vizsgálata.

3. ANYAG ÉS MÓDSZERTAN

Kutatásainkat a Debreceni Egyetem, AKIT Látóképi Kísérleti Telepén, hajdúsági löszháton végeztük. A Látóképi Kísérleti Telep Debrecentől kb. 15 km-re helyezkedik el a 33. számú közlekedési útvonal mentén. A kísérleti terület talaja sík, kiegyenlített, talajgenetikailag a mészlepedékes csernozjom típusba tartozik. A terület talajfizikailag a vályog kategóriába sorolható, Arany-féle kötöttségi száma 43, kémhatása közel semleges (pH: 6,3-6,5 (KCl) között alakul). A talaj humuszos réteg vastagsága, 80- 90 cm között, az egyenletesen humuszos réteg 40-50 cm között változik, aminek a humusztartalma átlagosan 2%.

A kísérlet helyéül szolgáló talaj nitrogén ellátottsága közepes. A felső 50 cm-ig terjedő talajrétegben az összes nitrogén koncentrációja eléri a 0,12-0,15 %-ot. Foszforellátottsága közepesnek, káliumellátottsága közepes-jónak tekinthető. A talaj vízgazdálkodási tulajdonságait megvizsgálva megállapítható, hogy a kísérlet talaja a Várallyay által közölt adatok alapján a IV. vízgazdálkodási csoportba sorolható, ami közepes vízbefogadó képességet jelent.

Kutatásainkat tartamkísérletben végeztük 2017. októbere és 2020. júliusa között. A szántóföldi kísérletet 4 ismétlésben, osztott sávban végeztük, ahol a parcellák mérete 10 m² volt. A kísérletben alkalmazott műtrágyadózisokat a 1. táblázat mutatja be. A műtrágya kiszórása minden esetben kézi erővel történt. Az alkalmazott műtrágyaféleség a következő volt: NPK összetett műtrágya 10:15:18.

1. táblázat: A kísérletben alkalmazott műtrágya mennyiségek (Debrecen-Látókép, 2017-2020)

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

Kutatásaink során három különböző elővetemény hatását vizsgáltuk: csemegekukorica, kukorica és napraforgó. Vizsgálataink során a négy eltérő időszakban nemesített őszi búza genotípusokat alkalmaztunk: GK Öthalom, Mv Ispán, Ingenio búza fajták, valamint Hyland búza hibrid.

A 2018., 2019. és 2020. tenyészevekben fiziológiai méréseket végeztünk a növényállományban. A fiziológiai mérések során meghatároztuk a növény relatív klorofill tartalmát és levélterület indexét. A méréseket a kezeletlen kontroll, az N₉₀+PK és N₁₅₀+PK tápanyagszinteken végeztük el a tenyészidő során meghatározott fenológiai szakaszokban

A 2018., 2019. és 2020. tenyészevekben megvizsgáltuk a különböző genotípusú búzák eltérő elővetemények és tápanyag kezelések esetén mért növénymagassági és megdőlési értékeit. Továbbá felvételezésre került a betegségek közül a kalászfuzárium, a levélrozsdá, HTR, lisztharmat, valamint a sárgarozsdá. Az őszi búza kísérleteinket Sampo kisparcellás kombájn segítségével takarítottuk be mind a három vizsgált tenyészévben. Az őszi búza minőségi paramétereinek (nedvességtartalom, siker-és fehérjetartalom, szedimentációs érték) mérését Pfeuffer Granolyser NIR gabona gyorsselemző segítségével végeztük el. Az őszi búza minőségi paramétereit kontroll, N₃₀+PK, N₆₀+PK, N₉₀+PK, N₁₂₀+PK és N₁₅₀+PK tápanyagszinten vizsgáltuk.

A variancia analízist és a varianciakompenesek felosztását és az ismételt mérési modellt R 3.5.2. statisztikai környezetben RStudio grafikus felülettel, "gplots", "car" és "agricolae" csomagok felhasználásával végeztük. A korreláció analízist IBM SPSS Statistic 22 programmal végeztük el. Az eredmények ábrázolását Ms Office 2010 programcsomaggal készítettük.

4. EREDMÉNYEK

4.1. Az agrotechnikai tényezők és az évjárat hatása az őszi búza növénymagasságára és megdőlésére

A három vizsgált év eredményeit összevetve azt tapasztaltuk, hogy a 2020. tenyészévben volt a legmagasabb a növényállomány (80,1-89,0 cm). Azonban az őszi hónapokban bekövetkező intenzív növekedésnek kedvezőtlen hatása is érzékelhető volt. A bőséges csapadékú június hónap eredményeképpen a megdőlés mértéke megnövekedett. A megdőlés mértéke a genotípus, az elővetemények és a tápanyagszintek átlagában 19,3 % és 33,6 % között alakult. Csemegekukorica után tapasztaltuk a legnagyobb magasság eredményeket (84,1-91,8 cm), valamint a megdőlés (27,2-40,3 %) is ezen elővetemény esetében volt a legnagyobb mind a három vizsgált tenyészévben a genotípusok és tápanyagszintek átlagában. Különböző agrotechnikai tényezők (elővetemény, tápanyagellátás, genotípus) hatását vizsgáltuk az agronómiai tényezőkre és a termésmennyiségre a három év átlagában Pearson-féle korrelációanalízissel. Eredményeinket a 2. táblázat mutatja be. Az agrotechnikai elemek közül az előveteménynek gyenge negatív kapcsolata volt a növénymagassággal [$r=-0,275 (**)$] és a megdőlés mértékével [$r=-0,141 (**)$] is. A tápanyagkezelésnek közepes pozitív [$r=0,659 (**)$] hatása volt a növénymagasságra és a növény megdőlésére [$r=0,487 (**)$]. A tápanyagdózisok növelésével a növénymagasság, valamint ezzel egyidőben a megdőlés mértéke is jelentősen megnövekedett. Statisztikailag igazolható különbséget a Pearson-féle korrelációanalízissel nem találtunk a genotípus és az agronómiai tulajdonságok között. A három év átlagában megvizsgálva, a termésmennyiség és a növénymagasság között szoros pozitív [$r=0,721 (**)$], míg a megdőlés és termésmennyiség között pozitív közepes [$r=0,420 (**)$] kapcsolat volt.

2. táblázat: Őszi búza agronómiai tulajdonságaira ható agrotechnikai tényezők vizsgálata Pearson-féle korrelációval (Debrecen, 2018-2020. tenyészévek átlagában)

Tényezők	Növénymagasság	Megdőlés
Elővetemény	-0,275(**)	-0,141(**)
Tápanyagkezelés	0,659(**)	0,487(**)
Genotípus	0,045(Ns)	-0,040(Ns)
Termés	0,721(**)	0,420(**)

(**) Korreláció szignifikáns SzD1 %-os szinten, (*) Korreláció szignifikáns SzD5 %-os szinten (Ns) nem szignifikáns

4.2. Az agrotechnikai tényezők hatása az őszi búza növényegészségügyi állapotára

A különböző elővetemények hatása eltérő módon befolyásolta az őszi búza állományban megjelenő betegségeket. A legnagyobb lisztharmat és HTR fertőzöttség csemegekukorica után, a levélrozsa fertőzés mértéke csemegekukorica és napraforgó után, míg a legnagyobb mértékű fuzáriózis kukorica elővetemény esetében volt tapasztalható. Ezen eredmények alapján megállapítható, hogy a nagymértékű fertőződés, a betegségeknek kedvező mikroklímát teremtő csemegekukorica elővetemény, valamint a nehezen kezelhető szármaradványok (napraforgó, szemeskukorica) következménye.

Pearson-féle korreláció elemzésével értékeltük az agrotechnikai tényezők hatását az őszi búza növénykórtani paramétereire a három év átlagában (3. táblázat). A vizsgált növénykórtani paraméterek és a tápanyagkezelések között pozitív közepes [$r=0,446-0,579$ (**)] kapcsolatot tapasztaltunk. A tápanyagdózisok emelésével az őszi búza betegségekre való fogékonysága is megnövekedett. A genotípus és a HTR, a levélrozsa és a fuzárium fertőzés esetében negatív, gyenge kapcsolatot, míg a genotípus és a lisztharmat betegség között negatív közepes [$r=-0,575$ (**)] kapcsolatot tudunk igazolni. Az analízis eredménye szerint a termés és a növénykórtani paraméterek között pozitív, gyenge [$r=0,105-0,385$ (**)] kapcsolat állt fent.

3. táblázat: Őszi búza kórtani tulajdonságaira ható agrotechnikai tényezők vizsgálata Pearson-féle korrelációval (Debrecen, 2018-2020. tenyészévek átlagában)

Tényezők	Lisztharmat	HTR	Vörös levélrozsa	Kalászfuzárium
Elővetemény	-0,053(Ns)	-0,062(Ns)	0,047(Ns)	0,080(Ns)
Tápanyagellátás	0,446(**)	0,579(**)	0,462(**)	0,475(**)
Genotípus	-0,575(**)	0,172(**)	-0,377(**)	-0,103(**)
Termés	0,225(**)	0,385(**)	0,189(**)	0,105(**)

(**) Korreláció szignifikáns SzD1 %-os szinten, (*) Korreláció szignifikáns SzD5 %-os szinten (Ns) nem szignifikáns

4.3. Őszi búza növényfiziológiai paramétereinek vizsgálata a 2018-2020. tenyészévekben

Az őszi búza levélterület-index értékei, valamint a relatív klorofill tartalma előveteményenként, genotípusonként és tápanyagkezelésenként eltérőek voltak. A vizsgált tenyészévekben az eltérő genotípusok levélterület-index mértékének maximumait különböző fenofázisokban tapasztaltuk. A növény fejlődésének előre haladásával a LAI értékek növekedtek, majd a viaszérés kezdetétől egy erőteljes, vagy mérsékelt csökkenés következett be. A legnagyobb LAI értékeket a genotípusok és

tápanyagkezelések átlagában 2018. és 2020. tenyészévekben csemegekukorica elővetemény után (3,3-4,7 m²m⁻²), míg 2019. tenyészévben napraforgó elővetemény (1,6-2,5 m²m⁻²) után mértük. A relatív klorofill tartalom esetén mind a három vizsgált évben a csemegekukorica után tapasztaltuk a legnagyobb értékeket (6,8-57,1). A SPAD értékek a növény öregedésével mérsékelten növekedtek, de előveteményektől és genotípustól függően érték el maximum értékeit. A tenyészidő végéhez közeledve az őszi búza relatív klorofill tartalma a viaszérés kezdete után mérsékelten, vagy erőteljesen csökkeni kezdett. A tápanyagdózisok emelésével mindkét növényfiziológiai mutató értékei javultak. A vizsgált agrotechnikai elemek közül, a tápanyagutánpótlásnak volt a legnagyobb hatása az őszi búza levélterület-index értékeinek alakulására, valamint a relatív klorofill tartalmára.

Mind a levélterület nagysága [$r= 0,475 (**), 0,577 (**), 0,597 (**), 0,647 (**), 0,621 (**)$] mind a növény relatív klorofill tartalma és a tápanyagkezelés között [$r= 0,575 (**), 0,585 (**), 0,633 (**)$] pozitív közepes kapcsolatot igazoltunk (4 táblázat). A korai, azaz a szárbainduláskori, valamint a viaszérés végén tapasztalt levélterület-index értékek és a termés között pozitív közepes [$r=0,568 (**); 0,697 (**)$] összefüggést találtunk. Ugyanakkor a klorofill tartalom esetében minden fenológiai fázisban mért klorofill tartalom és a termés között pozitív közepes kapcsolatot [$r= 0,651 (**), 0,643 (**), 0,571 (**), 0,623 (**), 0,315 (**)$] tapasztaltunk a három év átlagában.

4. táblázat: Őszi búza relatív klorofill tartalmára ható agrotechnikai tényezők vizsgálata Pearson-féle korrelációval (Debrecen, 2018-2020. tenyészévek)

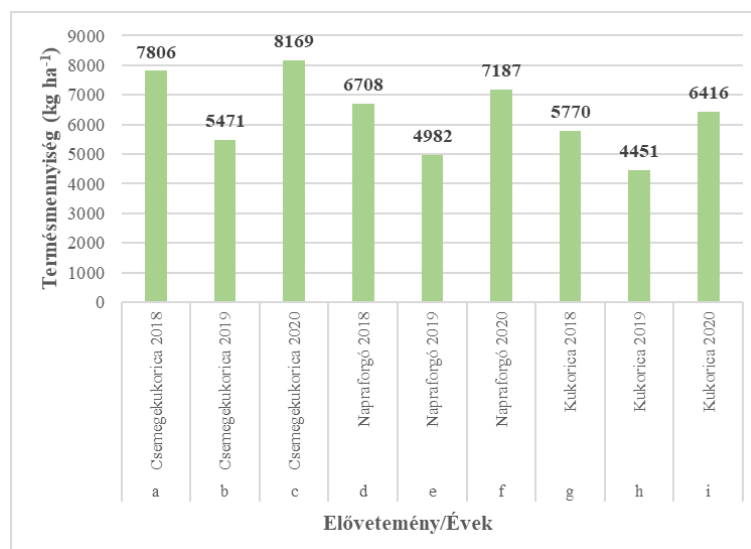
Tényezők	SPAD				
	BBCH 32-37	BBCH 45-59	BBCH 65-69	BBCH 85-87	BBCH 83-89
Elővetemény	-0,206(**)	-0,133(**)	-0,097(*)	-0,038(ns)	-0,021(Ns)
Genotípus	0,319(**)	0,246(**)	0,223(**)	0,438(**)	0,240(**)
Tápanyagkezelés	0,575(**)	0,585(**)	0,633(**)	0,540(**)	0,322(**)
Termés	0,651(**)	0,643(**)	0,571(**)	0,623(**)	0,315(**)

(**) Korreláció szignifikáns SzD1%-os szinten, (*) Korreláció szignifikáns SzD5%-os szinten (Ns) nem szignifikáns

4.4. Az agrotechnikai elemek hatása az őszi búza termésmennyiségére

A termés mennyiségek évjáratonként, előveteményenként, tápanyagszintenként és genotípusonként eltérőek voltak. Abban az esetben, ha előveteményenként és évenként vizsgáltuk meg a termésmennyiségeket, akkor azt tapasztaltuk, hogy mind három elővetemény esetében a 2020. tenyészév bizonyult a legkedvezőbbnek (6416-8169 kg ha⁻¹).

¹⁾ (1. ábra). Ez az átlagnál jobb termés részben a kedvező novemberi-decemberi időjárás következménye. Továbbá, a virágzásbiológiai-termékenyülési folyamatokra, valamint a szemtelítődés szempontjából pozitív hatással volt a május, de különösen a június bőséges csapadéka és hűvös időjárása egyaránt. Megállapítottuk, hogy a három vizsgált év átlagában mindhárom tenyészév és mindhárom különböző elővetemény terméseredményei között volt szignifikáns különbség, valamint mindhárom vizsgált évben a csemegekukorica után vetett őszi búza terméseredményei voltak a legjobbak (5471-8169 kg ha⁻¹).



A különböző betűvel jelölt csoportok szignifikánsan ($P < 0,001$) különböznek egymástól

1. ábra: Őszi búza termésmennyisége különböző elővetemények után eltérő évjáratokban (Tápanyagkezelések és genotípusok átlagában) (Debrecen, 2018-2020)

A három tenyészévet együttesen értékelve megállapítottuk, hogy a genotípusok természetes tápanyaghasznosító képessége csemegekukorica elővetemény után (4852-6410 kg ha⁻¹) volt a legjobb, míg a legkisebb termésátlagokat a kontroll kezelésben kukorica után (2581-2678 kg ha⁻¹) kaptuk. A legnagyobb termésmaximumokat a kedvező előveteménynek számító csemegekukorica után tapasztaltuk (7423-8777 kg ha⁻¹), míg a legkisebb hozamot kukorica után vetett búzában mértük (7140-7986 kg ha⁻¹). Az optimális műtrágya adagok előveteményenként eltérőek voltak. A legnagyobb termésmennyiségeket a legkisebb műtrágya adagokkal (N₈₀₋₁₁₀+PK) csemegekukorica után értük el. A napraforgó (7852 kg ha⁻¹) és kukorica (7575 kg ha⁻¹) utáni maximális termésmennyiséget az őszi búza csak nagyobb műtrágya adagokkal (N₁₃₀₋₁₅₀+PK) tudta realizálni.

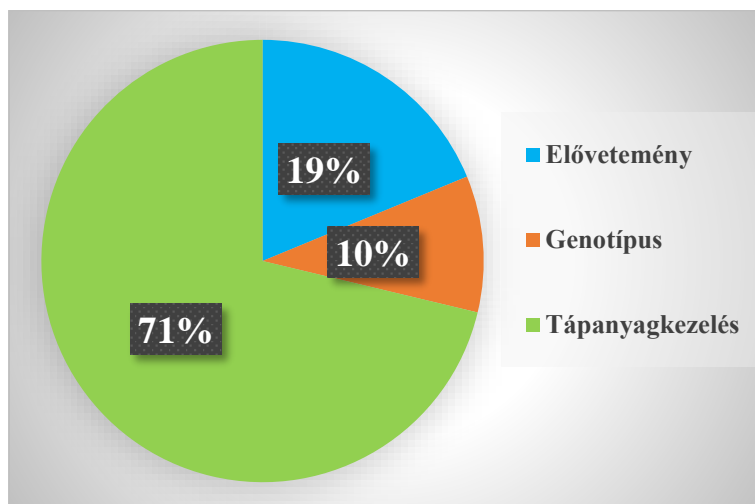
Pearson-féle korrelációelemzéssel igazoltuk (5. táblázat) a trágyázás közepes [$r=0,577$ (**)] pozitív hatását a termésre a 2018.-2020. tenyészévek átlagában. Az elővetemény, a genotípus és a termés mennyisége között nem tapasztaltunk szignifikáns kapcsolatot a vizsgált évek átlagában.

5. táblázat: Agrotechnikai tényezők vizsgálata az őszi búza termésmennyiségére Pearson-féle korrelációval (Debrecen, 2018-2020)

Tényezők	2018-2020 Termés
Elővetemény	-0,168(**)
Tápanyagkezelés	0,577(**)
Genotípus	0,090(**)

(**) Korreláció szignifikáns SzD1%-os szinten, (*) Korreláció szignifikáns SzD5%-os szinten (Ns) nem szignifikáns

Variációkomponensek felosztásával értékeltük az agrotechnikai elemek termésmennyiségére gyakorolt hatását a három vizsgált év átlagában (2. ábra). Megvizsgáltuk, hogy az elővetemény, a genotípus és a tápanyagutánpótlás hány százalékban vesz részt az őszi búza maximális termésmennyiségének kialakításában. Az eredmények alapján megállapítottuk, hogy a 2018-2020. tenyészévek átlagában a műtrágyázás (71%) befolyásolta a legnagyobb mértékben a termésmennyiséget, míg az elővetemény 19%-ban, a genotípus választás 10%-ban határozta meg a hozamot



2. ábra: Az elővetemény, a genotípus, a tápanyagkezelés szerepe az őszi búza termésmennyiségének alakulásában, variáció komponensek felosztásával (2018-2020. tenyészévek átlaga) (Debrecen, 2018-2020)

4.5. Az agrotechnikai tényezők (elővetemény, tápanyagellátás, genotípus) hatása az őszi búza minőségére

A három vizsgált tenyészcsoveg eltérő elővetemények utáni eredményei alapján megállapítottuk, hogy az őszi búza vizsgált minőségi paramétereit (fehérje, nedves sükér, szedimentációs érték) csemegekukorica után voltak a legkedvezőbbek a tápanyagkezelések és genotípusok átlagában. Összehasonlítva a kontroll és az optimális tápanyagellátottsági szinteken mért nedves sükér-tartalom és termésmennyiségi eredményeket, azt tapasztaltuk, hogy kedvező elővetemény esetében (csemegekukorica) a maximális termésmennyiségeket már jóval alacsonyabb tápanyagdózis (N₈₀₋₁₁₀+PK) kijuttatása során el lehet érni (6. táblázat). Ezzel szemben, az őszi búza nagyobb sükér-tartalmat csak az N₁₅₀+PK tápanyagdózis mellett tudott realizálni. A kukorica és napraforgó elővetemény esetében, szinte minden esetben a maximális sükér tartalmat már alacsonyabb nitrogén dózis mellett (N₁₂₀₋₁₅₀+PK) produkálta az őszi búza. Míg a maximum termések eléréshez a három vizsgált év átlagában, N₁₃₀₋₁₅₀+PK műtrágyadózisra volt szükség.

6. táblázat: őszi búza nedves sükér-tartalma és termésmennyisége kontroll és optimális tápanyagellátottságú szinten (Debrecen, 2018-2020 tenyészcsovegok átlaga)

2018-2020. tenyészcsovegok átlaga		Nedves sükér- tartalom(%)	Termés mennyiség (kg ha ⁻¹)	Nedves sükér- tartalom(%)	Termés mennyiség (kg ha ⁻¹)	Nedves sükér- tartalom(%)	Termés mennyiség (kg ha ⁻¹)
Genotípus	Tápanyag kezelés	Csemegekukorica		Kukorica		Napraforgó	
GK Öthalom	Kontroll	19,8	4852	17,6	2652	19	3426
	NPK Optimum	29,7	7423	28,8	7140	28,2	7281
		N ₁₅₀ +PK	N ₁₁₀ +PK	N ₁₄₀ +PK	N ₁₅₀ +PK	N ₁₃₀ +PK	N ₁₅₀ +PK
Ingenio	Kontroll	23,4	5177	18	2585	20,3	3760
	NPK Optimum	32,3	7717	28,2	7986	28,7	8254
		N ₁₅₀ +PK	N ₁₀₀ +PK	N ₁₄₀ +PK	N ₁₅₀ +PK	N ₁₂₀ +PK	N ₁₅₀ +PK
Mv Ispán	Kontroll	20,5	6410	19,8	2581	20,7	3586
	NPK Optimum	28,1	8777	30,8	7340	30,3	7830
		N ₁₅₀ +PK	N ₉₀ +PK	N ₁₂₀ +PK	N ₁₄₀ +PK	N ₁₅₀ +PK	N ₁₃₀ +PK
Hyland	Kontroll	19,9	5864	18,7	2678	17,8	3437
	NPK Optimum	26,7	8548	26,7	7833	25,6	8043
		N ₁₅₀ +PK	N ₈₀ +PK	N ₁₄₀ +PK	N ₁₄₀ +PK	N ₁₂₀ +PK	N ₁₄₀ +PK

A Pearson-féle korreláció elemzéssel értékeltük a minőségi paraméterek, a termésmennyiség közötti kapcsolatot. A termésmennyiségek és a vizsgált minőségi mutatók között a korrelációanalízis eredményei alapján pozitív gyenge kapcsolatot tapasztaltunk [$r= 0,365$ $0,304 (**)$ $0,365 (**)$] (7. táblázat). Az elővetemények, valamint a minőségi tulajdonságok között, negatív gyenge összefüggés [$r= -0,236 (**)$ $-0,225 (**)$ $-0,162 (**)$] volt. A tápanyagellátás, valamint a fehérjetartalom [$r= 0,669 (**)$], a nedves sikértartalom [$r=0,651 (**)$] és a szedimentáció [$r= 0,688 (**)$] között szoros pozitív kapcsolatot tapasztaltunk a három év átlaga alapján.

7. táblázat: Őszi búza vizsgált minőségi paramétereinek és az agronómiai elemek Pearson-féle összefüggésvizsgálata (Debrecen. 2018.-2020. tenyészévek átlaga)

Tényezők	Fehérje-tartalom	Nedves sikér-tartalom	Szedimentáció
Termés	0,365(**)	0,304(**)	0,365(**)
Elővetemény	-0,236(**)	-0,225(**)	-0,162(**)
Tápanyagkezelés	0,669(**)	0,651(**)	0,688(**)
Genotípus	-0,049(Ns)	-0,039(Ns)	-0,090(Ns)

(**) Korreláció szignifikáns SzD1 %-os szinten, (*) Korreláció szignifikáns SzD5 %-os szinten (Ns) nem szignifikáns

A kórtani paraméterek és a minőségi paraméterek közötti összefüggés vizsgálat eredményeit a 8. táblázat mutatja. Az eredmények alapján megállapítottuk, hogy a növénymagasság, valamint a megdőlés paraméterek és az őszi búza minősége között gyenge pozitív kapcsolat volt. Az őszi búza minőségi tulajdonságai és a lisztharmat. levélrozsdá és kalászfuzárium között gyenge pozitív kapcsolatot tapasztaltunk, míg a heminthosporiumos fertőzéssel pozitív közepes [$r= 0,507 (**)$ $0,509 (**)$ $0,506 (**)$] összefüggés volt a három év adatai alapján.

8. táblázat: Őszi búza vizsgált minőségi paramétereinek és a kórtani tulajdonságok közötti Pearson-féle összefüggésvizsgálata

(Debrecen, 2018-2020. tenyészévek átlaga)

Tényezők	Fehérje-tartalom	Nedves sikér-tartalom	Szedimentáció
Növény magasság	0,426(**)	0,384(**)	0,422(**)
Megdőlés	0,305(**)	0,231(**)	0,337(**)
Lisztharmat	0,321(**)	0,289(**)	0,374(**)
HTR	0,507(**)	0,509(**)	0,506(**)
Levélrozsdá	0,462(**)	0,470(**)	0,451(**)
Kalászfuzárium	0,262(**)	0,242(**)	0,260(**)

(**) Korreláció szignifikáns SzD1 %-os szinten, (*) Korreláció szignifikáns SzD5 %-os szinten (Ns) nem szignifikáns

Az őszi búza minőségi paramétere, valamint a növényfiziológiai tulajdonságok közötti korrelációt a 9. táblázat mutatja. A Pearson-féle korreláció alapján a levélfelületi-index, valamint a fehérje tartalom és a szedimentációs értékek között pozitív közepes

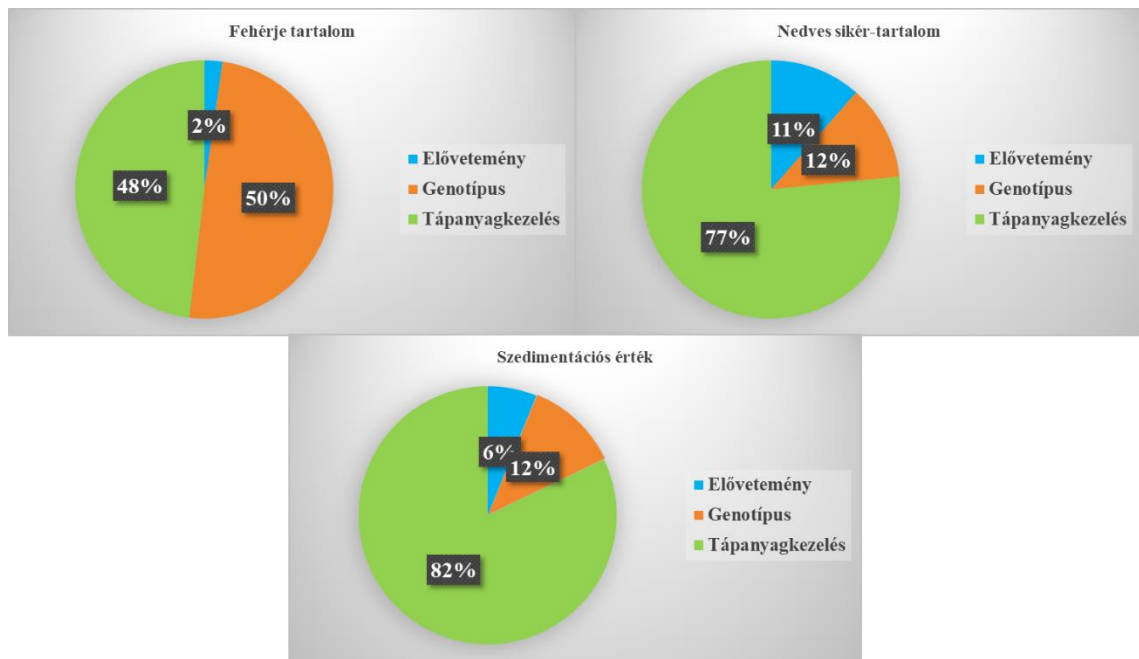
korrelációt, a nedves sikértartalom és a LAI eredmények között pozitív gyenge összefüggést tapasztaltunk. A szárbainduláskori (BBCH 32-37), a kalászoláskori (BBCH 45-59), valamint a virágzáskori (BBCH 65-69) klorofill tartalom és a vizsgált minőségi paraméterek között pozitív közepes kapcsolat volt a három év adatai alapján. Gyenge kapcsolatot igazoltunk a viaszérés kezdeti (BBCH 85-87) és kései (BBCH 83-89) stádiumában mért SPAD értékek és a minőségi paraméterek között.

9. táblázat: Őszi búza vizsgált minőségi paramétereinek és a növényfiziológiai tulajdonságok közötti Pearson-féle összefüggésvizsgálata
(Debrecen, 2018.-2020. tenyészevek átlaga)

Tényezők	LAI			SPAD		
	Fehérje-tartalom	Nedves sikér-tartalom	Szedimentáció	Fehérje-tartalom	Nedves sikér-tartalom	Szedimentáció
BBCH 32-37	0,437(**)	0,392(**)	0,428(**)	0,486(**)	0,472(**)	0,452(**)
BBCH 45-59	0,445(**)	0,363(**)	0,445(**)	0,479(**)	0,485(**)	0,471(**)
BBCH 65-69	0,479(**)	0,414(**)	0,472(**)	0,591(**)	0,586(**)	0,528(**)
BBCH 85-87	0,472(**)	0,389(**)	0,446(**)	0,378(**)	0,345(**)	0,337(**)
BBCH 83-89	0,442(**)	0,398(**)	0,402(**)	0,218(**)	0,229(**)	0,203(**)

(**) Korreláció szignifikáns SzD1 %-os szinten, (*) Korreláció szignifikáns SzD5 %-os szinten (Ns) nem szignifikáns

Az eredmények alapján megállapítottuk, hogy a 2018-2020. tenyészevek átlagában a legnagyobb mértékben a fehérje tartalom kialakulását a genotípus (50 %), a nedves sikértartalmat (77 %) és a szedimentációs értéket (84 %) a tápanyagutánpótlás befolyásolta (3. ábra).



3. ábra: Az elővetemény, a genotípus, a tápanyagkezelés szerepe az őszi búza termésminőségének alakulásában, variancia komponensek felosztásával
(2018-2020. tenyészévek átlaga)
(Debrecen, 2018-2020)

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A legnagyobb mértékű fertőzést az évek során a helminthospóriumos levélfoltosság okozta (15,0-20,9 %), minden más betegség (lisztharmat, levélrozsa, fuzárium) csak kis mértékben fordult elő a vizsgált tenyészévekben. A legszorosabb korrelációt a betegségek (helminthospóriumos levélfoltosság [$r=0,579$ (**)], kalászfuzárium [$r=0,475$ (**)], levélrozsa [$r=0,462$ (**)], a lisztharmat [$r=0,446$ (**)]) a tápanyagellátással mutatták.
2. A levélterület-index és a termés között szorosabb összefüggést [$r=0,568$ (**)
0,711 (**)
0,749 (**)
0,760 (**)
0,697 (**)] találtunk, mint a relatív klorofill tartalom és a termés között [$r=0,651$ (**)
0,643 (**)
0,571 (**)
0,623 (**)
0,315 (**)]. Elsődlegesen a levélterületi-index (LAI) viszonylag korai fázisokban mért eredményeit - úgy mint a kalászolás [$r=0,711$ (**)] és a virágzás [$r=0,749$ (**)] fázisaiban - eredményesebben lehet alkalmazni a termés előrejelzésében, mint a SPAD értékeket.
3. Az évjárat jellege meghatározta a búza termésmaximumát. A 2018. tenyészév ellentmondásos időjárás hatásai (enyhe és csapadékos őszi-téli hónapok, februári-márciusi téli hideg, meleg száraz április-május-június) ellenére ebben a tenyészévben a vizsgált búza genotípusok az átlagosnál kedvezőbb terméseredményt adtak [Mv Ispán: (7291 kg ha^{-1})]. A 2019. tenyészév rendkívül száraz aszályos őszi és tavaszi periódusa, valamint a hűvös csapadékos május hatására a genotípusok terméseredményei átlagos, vagy annál gyengébb szinten alakultak [Mv Ispán fajta (5898 kg ha^{-1})]. A 2020. tenyészév csapadékos őszi és tél eleji időszaka, valamint a májusban lehulló bőséges csapadék kedvezett az őszi búza fejlődésének. Így ebben az évben az átlagosnál jobb terméseredményeket kaptunk [Hyland őszi búza hibrid (7753 kg ha^{-1})].
4. A genotípusok eltérően alkalmazkodtak a jó és a rossz előveteményekhez. Az elővetemények kedvezőségi sorrendje szerint az őszi búza számára a legkedvezőbb elővetemény a csemegekukorica volt. Jó elővetemény esetében 2018. és 2020. tenyészévekben a Hyland őszi búza hibrid ($9547\text{-}10012 \text{ kg ha}^{-1}$), míg 2019. tenyészévben az Mv Ispán őszi búza fajta (7408 kg ha^{-1}) mutatta a legjobb termésmaximumokat. A rossz előveteménynek számító

szemeskukorica után 2018. és 2020. tenyészévben a Hyland búza hibrid (8760-9332 kg ha⁻¹), 2019. tenyészévben az Mv Ispán fajta (6448 kg ha⁻¹) realizálta a legnagyobb hozamot. A három vizsgált év átlagai alapján, a csemegekukorica elővetemény után a búza termése a napraforgó előveteményét 0,8 t/ha termésmennyiséggel, míg a kukoricáét 1,6 t/ha termésmennyiséggel haladta meg.

5. A három tenyészévet együttesen értékelve megállapítottuk, az eltérő búza genotípusok jelenős mértékben különböznek egymástól természetes tápanyag hasznosító képességükben. A genotípusok természetes tápanyaghasznosító képessége csemegekukorica elővetemény után (4852-6410 kg ha⁻¹) volt a legjobb, míg a legkisebb termésátlagokat a kontroll kezelésben kukorica után (2581-2678 kg ha⁻¹) kaptuk. A genotípusok optimális N+PK tápanyag adagja különbözött és előveteményeként is eltérő volt. Az előveteményektől függően a GK Öthalom (N₁₁₀₋₁₅₀+PK), valamint az Ingenio (N₁₀₀₋₁₅₀+PK) fajták nagyobb műtrágya dózis mellett, míg az Mv Ispán (N₉₀₋₁₄₀+PK) és a Hyland őszi búza hibrid (N₈₀₋₁₄₀+PK) már kisebb tápanyagszinten elérték a legnagyobb hozamukat. Ennek következtében még jobban felértékelődik a fajta specifikus műtrágyázás fontossága az őszi búza termesztésben.
6. A genotípusok N_{opt}+PK adagjai évjáratonként is eltérőek voltak. A 2018 (N₆₀₋₁₅₀+PK) és 2019. (N₉₀₋₁₅₀+PK) tenyészévekben a műtrágyák hasznosulása kisebb volt a tavaszi-nyárelejei száraz időjárás miatt. Azonban a 2020. tenyészév májusi-júniusi csapadékos időjárása miatt a trágyaoptimumok csemegekukorica után már relatíve alacsony szinten (N₆₀+PK), kedvezőtlen elővetemény esetében az N₁₅₀+PK tápanyagszinten alakultak ki. A vizsgált őszi búza genotípusoknak a különböző elővetemények után eltérőek voltak a mennyiségi és minőségi optimum szintjei. Csemegekukorica után a maximális termésmennyiségeket már jóval alacsonyabb tápanyagdózis (N₈₀₋₁₁₀+PK) kijuttatása során el lehetett érni, míg a minőségi maximumok eléréséhez több műtrágya kijuttatása szükséges (N₁₅₀+PK). Ezzel szemben a rossz elővetemények esetében a minőségi maximum adag az N₁₂₀₋₁₅₀+PK tápanyagszint, a mennyiségi optimális adag az N₁₃₀₋₁₅₀+PK tápanyagdózis volt.
7. A variancia komponensek felosztása alapján megállapítottuk, hogy az agrotechnikai tényezők eltérő módon hatottak a termésmennyiség és

termésminőség kialakulására. A termésmennyiség (71 %), a nedves sikértartalom (77 %) és a szedimentációs érték (82 %) kialakulását, a tápanyagutánpótlás, míg a fehérje tartalom kialakulását a genotípus (50 %) befolyásolta a legnagyobb mértékben. A termésmennyiséget, az elővetemény 19 %-ban, a genotípus választás mindösszesen 10 %-ban határozta meg. A tápanyagellátás, valamint a fehérjetartalom [$r= 0,669 (**)$], a nedves sikértartalom [$r=0,651 (**)$] és a szedimentáció [$r= 0,688 (**)$] között szoros pozitív kapcsolatot tapasztaltunk a három év átlagában. Ezen eredmények is azt bizonyítják, hogy a harmonikus, a növény igényeihez igazodó tápanyagutánpótlásnak kiemelkedő szerepe van a sikeres őszi búza termesztésben.

6. GYAKORLATBAN HASZNOSÍTHATÓ EREDMÉNYEK

1. Az elővetemény helyes megválasztása évjárártól és genotípustól függetlenül kifejezetten fontos a sikeres őszi búza termesztésben. A tápanyagszintek és genotípusok átlagában csemegekukorica után $5471-8169 \text{ kg ha}^{-1}$, napraforgó elővetemény után $4982-7187 \text{ kg ha}^{-1}$, kukorica esetében $4451-6416 \text{ kg ha}^{-1}$ közötti intervallumban változtak a terméseredmények a vizsgált tenyészevekben.
2. A kedvezőtlen elővetemény hatása műtrágyázással csökkenthető, de teljesen nem tudjuk megszüntetni. A három év átlagában megvizsgálva a termésmaximumok csemegekukorica után $6852-8610 \text{ kg ha}^{-1}$ ($N_{90}+PK$), napraforgó után $7281-8216 \text{ kg ha}^{-1}$ ($N_{143}+PK$), kukorica elővetemény esetében $7140-7883 \text{ kg ha}^{-1}$ ($N_{150}+PK$) között változtak.
3. Az őszi búza genotípusoknál genetikai előre haladást lehet tapasztalni. Érdemes a genotípusok közül az újabbakat választani a gyakorlatban. Ezen új genotípusok nagyobb termés potenciállal, jobb szárszilárdsággal, jobb betegség ellenállósággal és adaptációs képességgel rendelkeznek a kedvező és kedvezőtlen évjáratokban is. A három év és az elővetemények átlagában a régi fajta (GK Öthalom) termés eredményét (7091 kg ha^{-1}) meghaladják az újabb nemesítésű fajták termés eredményei, úgy mint az Mv Ispán (8232 kg ha^{-1}), az Ingenio (7513 kg ha^{-1}) és a Hyland búza hibrid (8039 kg ha^{-1}).
4. A hibrid búza jobb betegséggel szembeni ellenállósággal bír a fajtákhoz képest. A három év átlagában megvizsgálva a Hyland hibrid volt a legtoleránsabb a lisztharmat ($1,3-1,9 \%$), a HTR ($5,1-15,0 \%$), valamint a levélrozda fertőzéssel ($0,4-1,6 \%$) szemben.
5. Az őszi búza termesztésben fajta/hibrid specifikus műtrágyázás szükséges. A műtrágya adag minden esetben a genotípustól függ. Az előveteményektől függően a három év átlagában az Mv Ispán ($N_{90-140}+PK$) és a Hyland őszi búza hibrid ($N_{80-140}+PK$) már kisebb tápanyagszinten elérték a legnagyobb hozamukat, míg a GK Öthalom ($N_{110-150}+PK$), valamint az Ingenio ($N_{100-150}+PK$) fajták csak nagyobb műtrágya dózis mellett tudták realizálni a maximális termés mennyiségüket.
6. A fajta megválasztása fontos a mennyiség szempontjából, de még fontosabb minőség szempontjából. A hibridek minőségi tulajdonságai nem javultak a

termőképességgel együtt. A három év eredményei alapján a Hyland hibrid búza fehérjetartalma (11,0-12,1 %), nedves siker-tartalma (21,1-24,9 %) és szedimentációs értékei (28,9-32,7 ml) minden évjáratban gyengébbek voltak a többi fajta eredményeihez képest.

7. Az optimális műtrágya adagok mennyiségi és minőségi szempontjából nem esnek egybe. Kedvező elővetemény esetében a termésmaximumok eléréséhez kevesebb műtrágya szükséges, mint a megfelelő minőség realizálásához. Kedvezőtlennek számító elővetemény után, azonban a jobb beltartalom eléréséhez kisebb adagú műtrágyázás is célravezető.
8. Az őszi búza agrotechnikai elemei között a mennyiség és minőség szempontjából a legfontosabb a műtrágyázás. Optimalizált fajtaválasztással és agrotechnikával csernozjom talajon 8-9 t/ha termés realizálható eltérő évjáratokban csernozjom talajon. Bizonyos növényfiziológiai (LAI) tulajdonságokat felhasználhatunk a termésprognózisban (kalászás és virágzás idején mért adatok).

7. PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉK



**DEBRECENI
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**

H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1, Pf.: 400
Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

Nyilvántartási szám: DEENK/187/2021.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Fekete Ágnes
Doktori Iskola: Kerpely Kálmán Doktori Iskola

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

1. **Fekete, Á.**, Szabó, É., Pepó, P.: Összefüggés vizsgálatok az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) növényfiziológiai paraméterei és termésmennyisége között. *Növénytermelés*. 69 (3), 27-51, 2020. ISSN: 0546-8191.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

2. **Fekete, Á.**, Pepó, P.: Genetic progress in winter wheat quality and quantity parameters. *Agrártud. Közl.* 2 (2), 71-75, 2020. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/ACTAAGRAR/2/3835>
3. **Fekete, Á.**, Pepó, P.: Comparative study of a winter wheat variety and hybrid sown after different pre-crops on chernozem soil. *Agrártud. Közl.* 1, 63-69, 2019. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/1/2373>

Idegen nyelvű konferencia közlemények (4)

4. **Fekete, Á.**, Pepó, P.: The interactive effects of quality and quantity parameters on winter wheat variety and hibrid on chernozem soil. *Rev. Agric. Rural Dev.* 8 (1-2), 16-22, 2019. ISSN: 2677-0792.
DOI: <http://dx.doi.org/10.14232/rard.2019.1-2.16-22>
5. **Fekete, Á.**, Tarnawa, Á., Pósa, B.: Evaluating the correlation between yield characteristics and SPAD values of two different winter wheat variety (*Triticum aestivum* L.) treated different Nitrogen doses. *Növénytermelés*. 64 (Suppl.), 87-90, 2015. ISSN: 0546-8191.
DOI: <http://dx.doi.org/10.12666/Novterm.64.2015.Suppl>
6. **Fekete, Á.**, Pósa, B., Klupács, H., Pálinkás, L., Tarnawa, Á.: The effect of different N doses on the characteristics and SPAD values of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Növénytermelés*. 63 (Suppl.), 115-118, 2014. ISSN: 0546-8191.
DOI: <http://dx.doi.org/10.12666/Novenyterm.63.2014.Suppl>





7. **Fekete, Á.**, Pósa, B., Sallai, A., Tarnawa, Á., Klupács, H.: Evaluating the correlation between yield characteristics and SPAD values of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) treated different N doses.

Növénytermelés. 62 (Suppl.), 179-182, 2013. ISSN: 0546-8191.

DOI: <http://dx.doi.org/10.12666/Novenyterm.62.2013.suppl>

További közlemények

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

8. **Fekete, Á.**, Pepó, P.: The role of green manure crops in Hungarian plant production.

Agrártud. Közl. 74, 49-53, 2018. ISSN: 1587-1282.

DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/74/1663>

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (2)

9. Pepó, P., **Fekete, Á.**, Vad, A.: How to improve the agronomic efficiency in precision maize production.

Anal. Univ. Oradea Fac. Protect. Med. 30, 65-72, 2018. ISSN: 1224-6255.

10. **Fekete, Á.**, Pepó, P.: The role of green manure in Hungarian crop production.

Natural Resources and Sustainable Development. 7, 51-56, 2017. ISSN: 2066-6276.

Ismeretterjesztő, népszerűsítő cikkek (3)

11. Pepó, P., Vad, A., **Fekete, Á.**: A tápanyagellátás szerepe az őszi búza termesztésben.

Magyar Mezőgazd. 74 (8), 26-28, 2019. ISSN: 0025-018X.

12. **Fekete, Á.**, Szabó, É.: Őszi búza: Célkeresztben a minőség.

Agrárunió. 20 (8-9), 26-30, 2019. ISSN: 1589-6846.

13. **Fekete, Á.**, Szabó, É.: Tápanyagpótlás őszi búzában.

Agrárunió. 20 (5), 24-26, 2019. ISSN: 1589-6846.

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudománymetriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.



Debrecen, 2021.04.12.