

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**ELTÉRŐ GENOTÍPUSÚ KUKORICA HIBRIDEK TÁPANYAG
REAKCIÓJÁNAK ÉS MINŐSÉGÉNEK VIZSGÁLATA CSERNOZJOM
TALAJON**

Készítette:

Karancsi Lajos Gábor
doktorjelölt

Témavezetők:

Dr. Pepó Péter
egyetemi tanár

Dr. Bársony Péter
adjunktus



DEBRECENI EGYETEM

Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszertudományok Doktori Iskola

Debrecen, 2015

1. BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉSEK

A gabonafélék a legnagyobb területen termesztett szántóföldi növények a világon és hazánkban is. Termesztésük alapvető jelentőséggel bír, ugyanis felhasználásuk nagyon sokrétű (táplálkozás, takarmányozás, ipari feldolgozás stb). A világon több, mint 720 millió hektárt foglal el a vetésterületük. Magyarországon a vetésszerkezet túlzottan gabonacentrikus, ami azt jelenti, hogy a 4,3 millió hektár szántóterület 2/3-án gabonaféléket termelünk. A legnagyobb arányban a kukorica (1,1-1,2 millió hektár) és búza (1,0-1,1 millió hektár) foglalja el a vetésterületet.

A klímaváltozás következtében az egyre gyakoribb éghajlati anomáliák eredményeként jóval több extrém időjárási- és éghajlati eseménnyel találkozhatunk, mint az azt megelőző időszakban. A klímaváltozás a fő gazdasági ágazatok közül leginkább a mezőgazdaságot érinti, ugyanakkor az egyre növekvő népesség biztonságos élelmiszer-ellátása létfontosságú kérdés. A kukorica az egyik legfontosabb termesztett szántóföldi növényünk, amely termesztéstechnológiájában számos agrotechnikai tényező meghatározó jelentőséggel bír a termés mennyiség és termésbiztonság vonatkozásában. Ennek következtében a kukoricatermesztésben is felértékelődött a hibridmegválasztás és az agrotechnika szerepe. Hiszen a termésbiztonság a biológiai alapok és az agrotechnikai tényezők optimalizálásával növelhető, amelynek egyik kulcsfontosságú eleme a tápanyagellátás. Az elmúlt két évtizedben a kukorica termesztés biológiai alapjai jelentős mértékben kibővültek. A köztermesztésben szereplő kukorica hibridek jelentős mértékben különböznek egymástól a különböző agrotechnikai tényezőkre adott reakciójukban. Különösen igaz ez a hibridek tápanyagellátásra adott reakciójára. Az elmúlt évek során nagyon fontos gazdasági és környezetvédelmi kérdéssé vált a műtrágya felhasználás. Ezért elméleti és gyakorlati szempontból egyaránt fontos az eltérő genotípusú kukorica hibridek természetes tápanyag hasznosító képességének és műtrágya reakciójának egzakt meghatározása. Fontos ez azért, hogy javítsuk az igen költséges műtrágyák agronómiai használatának hatékonyságát, másrészt azért, hogy csökkentsük a környezetünk terhelését.

Kísérleteink során vizsgáltuk az évjárat hatását a különböző genotípusú kukorica hibridek agronómiai, fiziológiai és minőségi tulajdonságaira. Célul tűztük ki azt, hogy meghatározzuk a kísérletben alkalmazott kukorica hibridek tápanyag-reakcióját és tápanyagoptimumát.

Kutatómunkám az alábbi vizsgálatokra terjedt ki:

- a tápanyagellátás hatása a kísérletben alkalmazott kukorica hibridek termésmennyiségére és minőségére
- eltérő genotípusú kukorica hibridek tápanyag-reakciójának vizsgálata
- a tápanyagellátás és az évjárat hatása egyes növényfiziológiai paraméterekre (relatív klorofill tartalom, levélterület index, levélterület tartósság)
- a tápanyagellátás, a termés és a fiziológiai tulajdonságok közötti összefüggések vizsgálata
- a növénytermesztési tér tápanyagmérlegének meghatározása kukorica termesztés esetén

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A kísérleti terület elhelyezkedése, talajtani adottságai

Kísérleteinket a Debreceni Egyetem Agrártudományi Központ, Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézet Látóképi Kísérleti Telepén végeztük. A kísérleti telep Debrecentől 15 km-re nyugatra a 33-as főút mellett helyezkedik el, a Hajdúsági löszhát területén.

A kísérleti terület talaja löszön képződött, mély termőréteggel és jó kultúrállappal jellemezhető, középkötött, alföldi mészlepedékes csernozjom. A talaj fizikai félesége szerint a vályog kategóriába sorolható, kémhatása közel semleges. Foszforellátottsága közepesnek, káliummellátottsága közepes-jónak mondható. Humusztartalma közepes, a humuszos réteg vastagsága 80 cm körüli. A talajvíz mélysége 3-5 m.

2.2. A kísérlet beállítása, elrendezése

A szántóföldi kísérletet 2012 márciusától 2014 októberéig végeztük. A kísérlet parcellái négy ismétlésben lettek beállítva, split-plot elrendezésben. A parcellaméret 1,5 m x 5 m (7,5 m²) volt. A kísérletben két tényezőt vizsgáltunk (genotípus és tápanyagellátás).

A nitrogén műtrágya 50 %-át, a foszfor és kálium műtrágya 100 %-át összesen juttattuk ki Kemira Optima (10:15:18) komplex műtrágya formájában, az őszi szántást megelőzően. A nitrogén műtrágya fennmaradó 50%-át tavasszal, a magágykészítést megelőzően ammónium-nitrát (N 34%) formájában adtuk ki. A kísérletben a trágyázatlan kezeléssel kívül alkalmaztunk egy alapidózist (N:30 kg ha⁻¹, P₂O₅: 22,5 kg ha⁻¹, K₂O: 26,5 kg ha⁻¹), melynek kettő, három, négy és ötszöröse lett kijuttatva a kísérleti parcellákra.

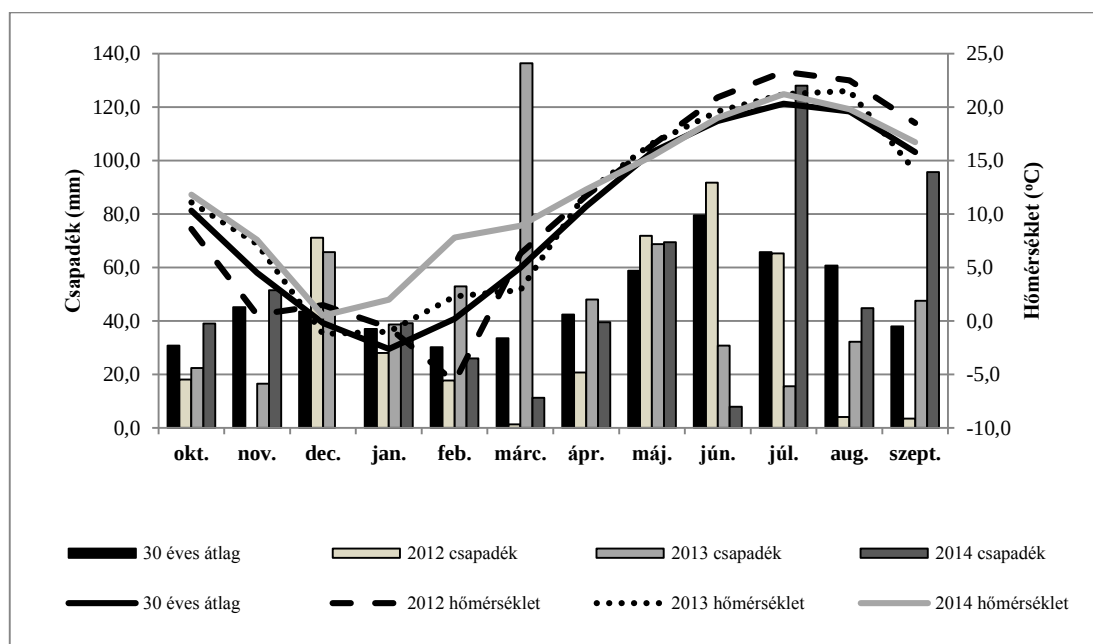
A kísérlet első évében (2012) négy kukorica hibridet, a PR37M81 (FAO 360), a PR37N01 (FAO 380), a P9494 (FAO 390), az SY Afinity (FAO 470) hibrideket, a második (2013) és harmadik (2014) évében tíz-tíz kukorica hibridet vizsgáltunk, amelyek az alábbiak voltak: P9578 (FAO 320), DKC 4014 (FAO 320), NK Lucius (FAO 330), P9175 (FAO 330), DKC 4025 (FAO 340), PR37M81 (FAO 360), DKC 4490 (FAO 370), PR37N01 (FAO 380), P9494 (FAO 390), SY Afinity (FAO 470).

2.3. A vizsgált tényezők időjárásának jellemzése

A 2012. évi kis mennyiségű tavaszi csapadék a talaj vízkészletét csak kismértékben növelte, azonban a tavaszi munkák megfelelő minőségben való elvégzését könnyítette. A vetést követően májusban 71,9 mm, júniusban 91,7 mm csapadék hullott, amelyhez a sokévi átlagnál (május:15,8 °C, június: 18,7 °C) magasabb hőmérséklet is párosult (május:16,4 °C,

június: 20,9 °C), így az optimális időjárási feltételek elősegítették a gyors, egyöntetű kelést és kezdeti fejlődést. Az augusztusi aszályos időjárás (4,1 mm csapadék, 22,5 °C hőmérséklet) szeptemberben is folytatódott (csapadék: 3,5 mm, hőmérséklet: 18,5 °C). A száraz, aszályos időjárás az asszimilációs felület gyors leszáradást eredményezte, a levélfelület gyors elvesztése pedig szentelítődési folyamatokra hatott károsan.

A 2013. év márciusában lehullott extrém nagymennyiségű csapadék (136,3 mm), ami több, mint négyszerese volt a sokévi átlagnak (33,5 mm), egyrészt jelentősen feltöltötte a csernozjom talaj vízkészletét, másrészt akadályozta a tavaszi munkák időben való elvégzését. Ehhez a nagy mennyiségű csapadékhoz, a sokévi átlaghoz képest (5,0 °C), alacsonyabb átlaghőmérséklet társult (2,9 °C). A júniusi felmelegedés és a talajban tárolt diszponibilis vízkészlet miatt a kukorica állományok vegetatív növekedése felgyorsult, ennek következtében megfelelő fejlettségű állományok alakultak ki a generatív szakaszok bekövetkeztének idejére. Az augusztusi szárazság hatására a kukorica állományok elvesztették a levélfelületük nagy részét, ennek következtében a szentelítődési folyamatok zavart szenvedtek.



1. ábra. A hőmérséklet és a csapadék alakulása, összehasonlítása a 30 éves átlaggal (Debrecen, 2012-2014)

A 2014. év első negyedében lehullott csapadék ugyan elmaradt a sokévi átlagtól, de mivel szakaszosan hullott biztosítani tudta a kukorica állományok kelését és kezdeti gyors fejlődését. Júniusban igen kedvezőtlené vált az időjárás, ugyanis minimális, 7,9 mm csapadék hullott, ami 71,6 mm-rel volt kevesebb, mint a sokévi átlag. Ez a kevés vízmennyiség károsan érintette az épp virágzás előtt álló kukorica állományokat. Kedvező

hatású volt a júliusi extrém nagy mennyiségű csapadék (128,0 mm), amely majdnem kétszerese volt a sokévi átlagnak (65,7 mm). Ez a csapadék és a 30 éves átlagnál magasabb középhőmérséklet (21,1 °C), valamint a nagyobb páratartalom kedvezően hatott a kukorica állományok generatív szakaszaira, a virágzásra, termékenyülésre és szemtelítődésre. Szeptemberben a sokévi átlag 2,5-szerese hullott, ami már egyrészt a kukorica állományok vízledését, másrészt a betakarítást is nehezítette (*1. ábra*).

2.4. A kísérlet során végzett vizsgálati módszerek

A kutatás során mértük a kukorica hibridek relatív klorofill koncentrációját és levélterület index értékeit. A kukorica hibridek relatív klorofill tartalmát a SPAD-502 Plus műszerrel, míg a növényállomány 1 m²-re eső levélterületét (Leaf area index-LAI) a SunScan Canopy Analysis System (SS1) hordozható levélterület mérőműszer segítségével állapítottuk meg. A méréseket a kukorica különböző fenofázisaiban végeztük (6-8 leveles állapot, 12 leveles állapot, hímvirágzás, nővirágzás, szemtelítődés). A mért LAI értékekből meghatároztuk a levélterület tartósságot, az alábbi képlet segítségével:

$$LAD = \frac{LAI_1 + LAI_2}{2} * (t_2 - t_1)$$

A kukorica hibridek végső (maximális) növénymagasságát mérőléc segítségével határoztuk meg, parcellánként öt átlagos fejlettségű növény esetében.

A kukoricaszem fehérje-, olaj- és keményítőtartalma a betakarításkor vett szemmintákból laboratóriumi körülmények között került meghatározásra. A nyersfehérje tartalom meghatározása az ISO 5983-1:2005 szabvány szerint Kjeldahl módszerrel, az olaj tartalom (nyers zsír) meghatározása az MSZ 6830/19-79 szabvány szerint extrahálással, míg a keményítőtartalom meghatározása MSZ 6830/18-1988 szabvány szerint polarimetriával történt.

A 2013. és 2014. tenyészevekben sor került a különböző genotípusú kukorica hibridek elemtartalmának a vizsgálatára is. Az elemtartalom meghatározásához a betakarítás előtt növény- és csőmintákat vettünk. A feldarabolt vegetatív és generatív (címer) részeket, illetve a csőmintákat szárítószekrényben 80 °C-on tömegállandóságig szárítottuk. A foszfor tartalom meghatározása az MSZ ISO 6491:2001 szabvány szerint fotometriával, a magnézium, kalcium, nátrium, kálium, réz, cink, vas, mangán tartalom meghatározása az MSZ EN ISO 6869:2001 szabvány szerint atomadszorpcióval történt. A kukoricaszár elemtartalmának meghatározása az alábbi módszerek és szabványok szerint került elvégzésre:

- A nitrogén tartalom a Kjeldahl módszerrel az MSZ-08-1783-6:1983 szabvány szerint
- A kálium tartalom lángfotometriával, az MSZ-08-1783-5:1983 szabvány szerint
- A kalcium tartalom az MSZ-08-1783-26:1985 szabvány, a magnézium tartalom az MSZ-08-1783-27:1985 szabvány, a foszfor tartalom az MSZ-08-1783-23:1985 szabvány, a vas tartalom az MSZ-08-1783-31:1985 szabvány, a mangán tartalom az MSZ-08-1783-32:1985 szabvány, a cink tartalom az MSZ-08-1783-33:1985 szabvány, a réz tartalom az MSZ-08-1783-34:1985 szabvány, míg a kén tartalom az MSZ-08-1783-38:1985 szabvány szerint lett megállapítva.

A betakarítás során minden hibridnél 2-2 átlagos méretű csövet választottunk ki, a trágyázatlan (kontroll), az N₉₀+PK és az N₁₅₀+PK tápanyagkezelésekből. A kiválasztott csöveknél vizsgáltuk a csőhosszt, csőátmérőt, ezerszemtömeget, morzsolási százalékot.

2.5. Az eredmények értékelésének módszere

Az adatok statisztikai értékelését *Microsoft Excel 2013*, illetve *SPSS for Windows 13.0* programok segítségével végeztük. Az eredmények értékeléséhez kéttényezős varianciaanalízist használtunk. Pearson-féle korrelációanalízissel és Kang-féle stabilitásanalízissel végeztük a vizsgált tényezők közötti kapcsolatok megállapítását, ezen kívül regresszióanalízis számítást is alkalmaztunk. A műtrágyázás és a genotípus termésre gyakorolt hatásának számszerűsítése a variancia komponensek felosztásával történt.

3. EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

3.1. Az ökológiai tényezők és a tápanyagellátás hatása a kukorica hibridek fiziológiai tulajdonságaira

Relatív klorofill tartalom

Vizsgálatunk során a kukorica hibrideknél eltérő nagyságú SPAD értékeket tapasztaltunk a különböző évjáratokban, tápanyagkezelésekben és mérési időpontokban. A három vizsgált évben a maximális SPAD értékek között nem találtunk jelentős különbséget. A tápanyagkezelések átlagában 2012-ben 56,2-60,9, 2013-ban 51,3-53,7 és 2014-ben 58,8-61,8 között alakult a legnagyobb relatív klorofill tartalom. A vizsgált tenyészévekben a kukorica hibridek relatív klorofill tartalma a 12 leveles állapot-nővirágzás periódusa közötti időszakban nőtt, majd azt követően a szentelítődés szakaszában csökkent. A tápanyagellátás mindhárom évjáratban minden kukorica hibrid esetén növelte a relatív klorofill tartalmat, azonban ezt nem minden esetben tudtuk statisztikailag igazolni. A legnagyobb SPAD értékeket évjáratától és hibridtől függően az N₆₀₋₁₂₀₋₁₅₀+PK tápanyagkezelésekben mértük.

Levéletterület

A levéletterületi index értéke, a relatív klorofill tartalom értékekhez hasonlóan, a vizsgált kukorica hibrideknél a különböző tápanyagkezelésekben eltérően alakult. A három vizsgált évben a levéletterületi index értékek között nem tapasztaltunk jelentős különbségeket. A legnagyobb LAI értékeket a vizsgált hibridek mindhárom évben az N₁₂₀₋₁₅₀+PK tápanyagkezelésben érték el. A tápanyagkezelések átlagában hibridtől függően a legnagyobb levéletterületi index értékeket a 2012. tenyészévben kaptuk (3,3-3,6 m²m⁻²). Hasonló LAI értékeket mértünk 2014-ben is (3,0-3,4 m²m⁻²). Ezekről az értékekről a 2013. tenyészévben mért levéletterületi index értékek (2,7-3,3 m²m⁻²) elmaradtak. A fenológiai fázisok előre haladtával és a tápanyagdózisok emelkedésével a LAI értéke fokozatosan nőtt egészen a virágzásig minden tenyészévben az összes vizsgált kukorica hibridnél.

Levéletterület tartósság

A levéletterület tartósságot jelentősen befolyásolta az évjárat és a műtrágyázás hatása, ugyanis a kezelések átlagában a LAD értékek 2012-ben 226-256 nap, 2013-ban 178-222 nap és a 2014. tenyészévben 210-232 nap között változtak (1. táblázat). A vizsgálati periódus során az aktív fotoszintetizáló felületét a PR37N01 (2012: 256 nap és 2013: 222 nap) és az SY Afinity hibrid (2014: 232 nap) őrizte meg a leghosszabb ideig. A hibridek átlagában a

legkisebb LAD értékeket minden vizsgált évben a trágyázatlan kezelésben kaptuk (2012: 228 nap, 2013: 166 nap, 2014: 208 nap). Ehhez képest az N₁₅₀+PK tápanyagszinten jelentősen nagyobb LAD értékeket tapasztaltunk (2012: 252 nap, 2013: 231 nap, 2014: 232 nap). A műtrágyázás és a LAD értékek közötti kapcsolat 2012-ben és 2014-ben gyenge pozitív (2012: $r=0,395^{**}$, 2014: $r=0,313^{**}$), míg 2013-ban közepes pozitív ($r=0,660^{**}$) volt. Vizsgálatunk során a nagyobb LAD értékek kedvezőbb termés elérését tették lehetővé. A termés és a levélterület tartósság között a 2012. és 2014. tenyészevekben gyenge pozitív (2012: $r=0,310^{*}$, 2014: $r=0,313^{**}$), míg a 2013. tenyészévben közepes pozitív kapcsolatot ($r=0,585^{**}$) tudtunk megállapítani (1. táblázat).

1. táblázat. A levélterület tartósság (LAD) alakulása a különböző genotípusú kukorica hibrideknél, eltérő tápanyagkezelésekben (nap) (Debrecen, 2012-2014)

Tenyészév	Tápanyagszint	P9578	DKC4025	PR37M81	PR37N01	P9494	SY Afinity	Átlag
2012	Kontroll	—	—	229	247	232	204	228
	N ₆₀ +PK			237	257	236	230	240
	N ₁₂₀ +PK			240	251	242	234	242
	N ₁₅₀ +PK			245	268	256	237	252
	Átlag			238	256	242	226	240
SzD _{5%} Műtrágyázás		25						
SzD _{5%} Hibrid		13						
SzD _{5%} Kölcsönhatás		26						
2013	Kontroll	164	152	150	194	172	164	166
	N ₃₀ +PK	172	165	176	197	193	191	182
	N ₆₀ +PK	180	173	172	218	209	191	190
	N ₉₀ +PK	191	170	181	221	215	193	195
	N ₁₂₀ +PK	213	201	214	238	220	211	216
	N ₁₅₀ +PK	214	210	232	263	238	233	231
	Átlag	189	178	188	222	208	197	197
SzD _{5%} Műtrágyázás		31						
SzD _{5%} Hibrid		11						
SzD _{5%} Kölcsönhatás		26						
2014	Kontroll	193	214	213	205	216	209	208
	N ₃₀ +PK	222	215	211	230	219	217	219
	N ₆₀ +PK	210	194	225	231	215	246	220
	N ₉₀ +PK	208	211	221	213	236	231	220
	N ₁₂₀ +PK	222	197	217	214	236	246	222
	N ₁₅₀ +PK	224	228	234	234	226	244	232
	Átlag	213	210	220	221	225	232	220
SzD _{5%} Műtrágyázás		13						
SzD _{5%} Hibrid		13						
SzD _{5%} Kölcsönhatás		33						

Növénymagasság

A vizsgált kukorica hibridek növénymagassága a kísérleti periódus során különbözőképpen alakult. A három év növénymagasság értékei között jelentős különbséget tapasztaltunk. A kukorica hibridek végső magassága a 2014. évben volt a legkisebb, ugyanis a mérési eredmények szerint a kezelések átlagában a legalacsonyabb kukorica hibrid a DKC4025 (232,8 cm), míg a legmagasabb hibrid az SY Afinity (268,1 cm) volt. A 2013. évben nagyobb növénymagasságot mértünk, mint a 2012. tenyésztésében. 2013-ban a legalacsonyabb hibridnek szintén a DKC4025 (250,6 cm) hibrid, míg legmagasabbnak az SY Afinity (287,2 cm) hibrid bizonyult. A legmagasabb kukorica állományok a 2012. évben fejlődtek (műtrágyakezelések átlaga: PR37M81: 290,0 cm, PR37N01: 296,9 cm, P9494: 292,5 cm, SY Afinity: 308,8 cm). A műtrágyázás hatására nőtt a kukorica hibridek magassága (a hibridek átlagában: 2012: kontroll: 293,2 cm, N₁₅₀+PK: 300,8 cm, 2013: kontroll: 247,2 cm, N₁₅₀+PK: 272,2 cm, 2014: kontroll: 244,1 cm, N₁₅₀+PK: 244,8 cm). A növénymagasság és a termés között 2012-ben ($r=0,337^{**}$) és 2014-ben ($r=0,222^{**}$) gyenge pozitív, míg a 2013. tenyésztésében erős pozitív irányú kapcsolatot ($r=0,700^{**}$) tapasztaltunk.

3.2. Termésképző elemek

A 2012. tenyésztésében a csőhossz 18,7-21,5 cm között alakult. Ezzel szemben a 2013. (16,6-20,7 cm) és 2014. (17,5-21,2 cm) években kisebb csőhosszat mértünk. A műtrágyázás növelte a csőhosszúságot, amit a 2012. és 2014. években elért eredmények alapján statisztikailag is tudtunk bizonyítani. A kezelések átlagában hibridtől függően a legnagyobb csőátmérőt a 2013. évben tapasztaltuk (4,7-5,2 cm), ezzel szemben 2012-ben és 2014-ben is kisebb csőátmérőt mértünk a vizsgált kukorica hibrideknél (2012: 4,7-5,0 cm, 2014: 4,2-4,9 cm). A műtrágyázásnak a 2012. tenyésztésében volt a legnagyobb hatása a csőátmérő alakulására, ugyanis a két tényező között erős pozitív kapcsolatot ($r=0,711^{**}$) állapítottunk meg. A 2012. tenyésztésében mértük a legnagyobb ezerszemtömeget. Ebben az évben a tápanyagkezelések átlagában hibridtől függően 348,5-362,6 g között alakult az ezerszemtömeg. A három vizsgált év között a morzsolási % esetében mérsékelt eltérést tapasztaltunk. A morzsolási % a kezelések átlagában, hibridtől függően a 2014. évben közel azonosan alakult, mint a 2013. évben (86,5-90,1 %, 2013: 86,6-89,3 %). Ennél kisebb értékeket állapítottunk meg a 2012. tenyésztésében (2012: 84,9-86,5 %). Pearson-féle korrelációanalízissel csak a 2012. évben tudtunk megállapítani kapcsolatot a műtrágyázás és a morzsolási % ($r=0,474^{**}$), illetve a termés és a morzsolási % között ($r=0,521^{**}$).

3.3. Az ökológiai tényezők és a tápanyagellátás hatása a kukorica hibridek termésére

A kísérleti periódusban a tápanyagkezelések átlagában, hibridtől függően a 2013. évben volt a legnagyobb a termés ($12047\text{--}16806\text{ kg ha}^{-1}$). Ennél kisebb terméseredményeket tapasztaltunk 2012-ben és 2014-ben (2012: $12116\text{--}13281\text{ kg ha}^{-1}$, 2014: $11078\text{--}13922\text{ kg ha}^{-1}$). A 2013-ban elért nagy termésmennyiségben meghatározó szerepe volt a tenyésztődőszak előtt lehullott nagy mennyiségű csapadéknak, ami a talaj vízkészletét jelentős mértékben feltöltötte, így az biztosítani tudta a kukorica állományok vegetatív fejlődéséhez szükséges vízmennyiséget és részben ellensúlyozta a nyári időszak kedvezőtlen időjárási hatását.

A vizsgált kukorica hibridek közül 2012-ben és 2013-ban az SY Afinity hibrid adta a legnagyobb termést (2012: $N_{90}+PK$: 14972 kg ha^{-1} , 2013: $N_{120}+PK$: 18619 kg ha^{-1}), míg 2014-ben a P9175 hibridnél mértük a legnagyobb termést (2014: $N_{90}+PK$: 15189 kg ha^{-1}).

Optimális tápanyagszintnek 2012-ben a hibridek átlagában az $N_{90}+PK$ (14199 kg ha^{-1}), míg 2013-ban és 2014-ben az $N_{120}+PK$ tápanyagszint bizonyult. Ezekben a tápanyagkezelésekben tapasztaltuk a hibridek átlagában a legnagyobb termést (2013: 16011 kg ha^{-1} , 2014: 13630 kg ha^{-1}). Az $N_{150}+PK$ tápanyagszinten a kukorica hibridek többségénél termésdepresszió következett be (kivéve: 2013: P9175, PR37M01).

3.3.1. A kukorica hibridek műtrágya hasznosítása

Vizsgáltuk az 1 kg NPK műtrágya hatóanyagra jutó terméstöbblet nagyságát. 2012-ben azt állapítottuk meg, hogy a tápanyagkezelésektől függően a termésnövekmény a trágyázatlan kezeléshez képest $6,0\text{--}18,5\text{ kg kg}^{-1}$ között változott. A PR37M81 ($18,5\text{ kg kg}^{-1}$) hibrid az $N_{30}+PK$ trágyakezelésben, az SY Afinity hibrid pedig az összes többi műtrágyázási kezelésben érte el a legnagyobb termésnövekményt ($N_{60}+PK$: $17,8\text{ kg kg}^{-1}$, $N_{90}+PK$: $17,7\text{ kg ha}^{-1}$, $N_{120}+PK$: $10,5\text{ kg kg}^{-1}$, $N_{150}+PK$: $8,4\text{ kg kg}^{-1}$). A tápanyagszintek esetében az egységnyi műtrágyamennyiségre jutó legnagyobb terméstöbbletet a P9494 hibrid kivételével ($N_{60}+PK$: $16,4\text{ kg kg}^{-1}$) az $N_{30}+PK$ tápanyagkezelésben tapasztaltuk (PR37N01: $18,5\text{ kg kg}^{-1}$, PR37N01: $15,9\text{ kg kg}^{-1}$, SY Afinity: $18,0\text{ kg kg}^{-1}$).

A 2013. tenyészévben az 1 kg NPK műtrágya hatóanyagra jutó termésnövekedés tápanyagkezeléstől függően $7,3\text{--}54,2\text{ kg kg}^{-1}$ között alakult. A P9578 hibridnél tapasztaltuk a legnagyobb termésnövekedést ($54,2\text{ kg kg}^{-1}$). Az egységnyi műtrágya hatóanyagra jutó legkisebb termést a PR37N01 hibrid esetében mértük a tápanyagkezelések többségében (kivéve: $N_{90}+PK$: $9,6\text{ kg kg}^{-1}$). A kukorica hibridek a DKC4490 hibrid ($N_{60}+PK$: $21,8\text{ kg kg}^{-1}$) kivételével az $N_{30}+PK$ tápanyagkezelésben adták az egységnyi műtrágya hatóanyagra jutó legnagyobb termésnövekedést

2014-ben a kontroll kezeléshez viszonyított egységnyi műtrágya hatóanyagra jutó termésnövekedés 2,6-33,7 kg kg⁻¹ között változott a tápanyagkezelésektől függően. A legnagyobb termésnövekmény a P9578 (33,7 kg kg⁻¹) hibridet jellemezte, míg a legkisebb termésnövekményt az NK Lucius (2,6 kg kg⁻¹) hibridnél tapasztaltuk. A vizsgált kukorica állományok az 1 kg NPK műtrágya hatóanyagra jutó legnagyobb terméstöbbletet a DKC4014 (N₆₀+PK: 13,7 kg kg⁻¹) hibrid kivételével az N₃₀+PK tápanyagszinten adták (P9578: 33,7 kg kg⁻¹, NK Lucius: 14,8 kg kg⁻¹, P9175: 30,0 kg kg⁻¹, DKC4025: 13,6 kg kg⁻¹, PR37M81: 13,6 kg kg⁻¹, DKC4490: 11,3 kg kg⁻¹, PR37N01: 18,0 kg kg⁻¹, P9494: 31,5 kg kg⁻¹, SY Afinity: 27,0 kg kg⁻¹).

3.3.2. A kukorica hibridek vízhasznosítása

Az 1 mm tenyészidőbeli csapadékra jutó termés nagyságának vizsgálata során megállapítottuk, hogy 2012-ben ez az érték a kontroll és az optimális tápanyagkezeléstől függően 38,9-58,2 kg mm⁻¹ között alakult. Az 1 mm csapadékra jutó legrosszabb vízhasznosítást a PR37M81 hibridnél figyeltük meg (kontroll: 38,9 kg mm⁻¹, N_{opt}+PK: 52,1 kg mm⁻¹). Az egységnyi csapadékmennyiségre jutó termés tekintetében a PR37N01 (45,0 kg mm⁻¹) hibrid a trágyázatlan kezelésben, míg az SY Afinity (58,1 kg mm⁻¹) hibrid az optimális tápanyagszinten bizonyult a legjobbnak.

A 2013. tenyészévben az 1 mm csapadékra jutó termés a két kiválasztott tápanyagszint (kontroll és N_{opt}+PK) tekintetében 39,2-76,7 kg mm⁻¹ között alakult. A legjobb vízhasznosítást az SY Afinity (kontroll: 59,9 kg mm⁻¹, NPK optimum: 76,7 kg mm⁻¹) hibridnél, a legrosszabb vízhasznosítást pedig a DKC4025 (kontroll: 39,2 kg mm⁻¹, NPK optimum: 55,6 kg mm⁻¹) hibridnél állapítottuk meg. A vizsgált kukorica hibridek a 2013. tenyészévben az egységnyi csapadékra jutó termés tekintetében meghaladták a 2012. évben mért értékeket mind a kontroll, mind az optimális tápanyagkezelésben (PR37M81: kontroll: 43,8 kg mm⁻¹, NPK optimum: 69,1 kg mm⁻¹, PR37N01: kontroll: 58,7 kg mm⁻¹, NPK optimum: 71,9 kg mm⁻¹, P9494: kontroll: 46,5 kg mm⁻¹, NPK optimum: 70,5 kg mm⁻¹, SY Afinity: kontroll: 59,9 kg mm⁻¹, NPK optimum: 76,7 kg mm⁻¹).

2014-ben az egységnyi csapadékmennyiségre jutó termés 28,2-44,0 kg mm⁻¹ között alakult a két vizsgált tápanyagszinttől (kontroll, N_{opt}+PK) függően. A kontroll kezelésben az 1 mm csapadékra jutó termés 28,2-33,6 kg mm⁻¹ között alakult. Ezzel szemben az optimális tápanyagszinten kedvezőbb volt (35,1-44,0 kg mm⁻¹) a hibridek vízhasznosítása. A trágyázatlan kezelésben a DKC4490 hibrid (33,6 kg mm⁻¹), míg az optimális tápanyagszinten a P9175 hibrid (44,0 kg mm⁻¹) vízhasznosítása bizonyult a leghatékonyabbnak. A

legrosszabb vízhasznosítást az NK Lucius hibridnél tapasztaltuk mindkét tápanyagszinten (kontroll: 28,2 kg mm⁻¹, NPK optimum: 35,1 kg mm⁻¹). A kontroll kezeléshez viszonyítva az optimális tápanyagszinten elért 1 mm csapadékra vonatkoztatott termés a P9175 hibridnél (11,5 kg mm⁻¹) mutatta a legnagyobb eltérést.

3.3.3. A vizsgált kukorica hibridek műtrágya optimum értékének alakulása és tápanyag-reakciójának komplex értékelése

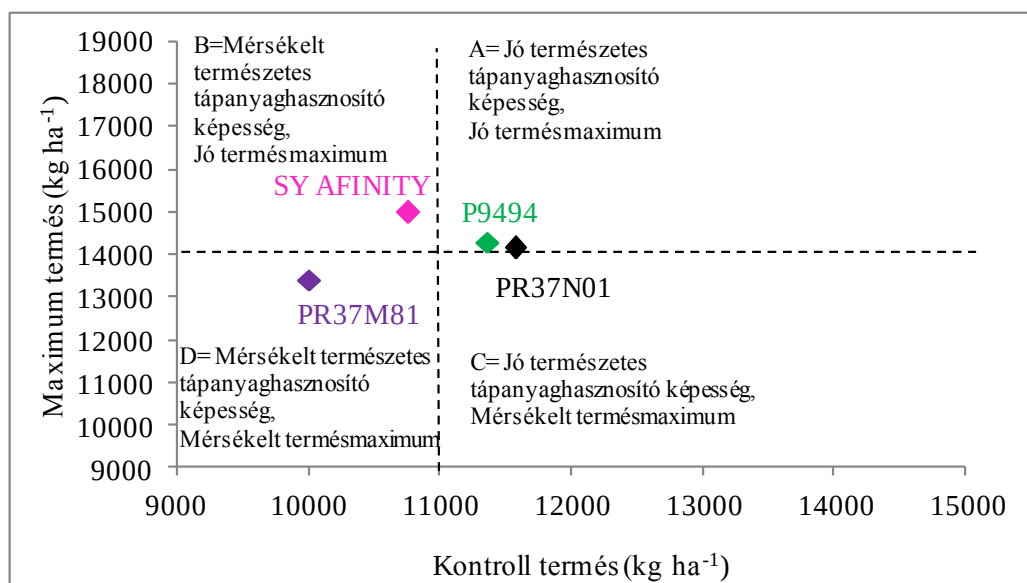
Meghatároztuk a vizsgált kukorica hibridek műtrágya optimum intervallumát. Felső határértékét a trendfüggvény termésmaximumához tartozó műtrágyaadag jelentette, míg az alsó határértékét a pontosabb műtrágyadózis meghatározása érdekében úgy állapítottuk meg, hogy a termésmaximum értékét az SZD_{5%}-os érték egy negyedével csökkentettük. A 2012. tenyészévben a négy vizsgált kukorica hibrid közül a legjobb tápanyagreakciót az SY Afinity hibrid mutatta a trendfüggvény lefutása alapján. Az SY Afinity hibridnél a tápanyagoptimum az adott évben N: 87,0-111,0 kg, P₂O₅: 65,0-83,0 kg, K₂O: 77,0-98,0 kg között mozgott, amelyhez nagy termésmaximum társult. Jó tápanyagreakcióval volt jellemezhető a PR37N01 hibrid, valamint a P9494 hibrid is, amelyeknek tápanyag optimum értéke hasonlóan alakult (PR37N01: N: 81,0-111,0 kg, P₂O₅: 61,0-83,0 kg, K₂O: 72,0-98,0 kg, P9494: N: 75,0-102,0 kg, P₂O₅: 56,0-77,0 kg, K₂O: 66,0-90,0 kg). A trendfüggvény illeszkedése alapján a kísérletben vizsgált mind a négy hibridnél (PR37M81: R²= 0,9726, PR37N01: R²= 0,9088, P9494: R²= 0,9704, SY Afinity: R²= 0,9463) szoros összefüggést tudtunk megállapítani a termés és a kijuttatott műtrágyaadagok között.

2013-ban a trendfüggvény lefutása alapján jó tápanyagreakcióval és nagyobb tápanyagoptimummal volt jellemezhető a P9578 (tápanyagoptimum: N: 84,0-108,0 kg, P₂O₅: 63,0-81,0 kg, K₂O: 74,0-95,0 kg) a P9175 (tápanyagoptimum: N: 120,0-150,0 kg, P₂O₅: 90,0-112,5 kg, K₂O: 106,0-132,5 kg) és a PR37N01 (tápanyagoptimum: N: 111,0-150,0 kg, P₂O₅: 83,0-112,5 kg, K₂O: 98,0-132,5 kg) hibrid is. Ezek a hibridek már a trágyázatlan kezelésben is jelentős terméskülönbséget mutattak a gyengébb tápanyagreakcióval, hasonló tápanyagoptimummal rendelkező hibridekhez képest (DKC4014, DKC4025, DKC4490). A trendfüggvény illeszkedése szerint szoros összefüggést állapítottunk meg minden vizsgált kukorica hibridnél, a termés nagysága és a kijuttatott műtrágyadózisok között (R²=0,8187-0,9973).

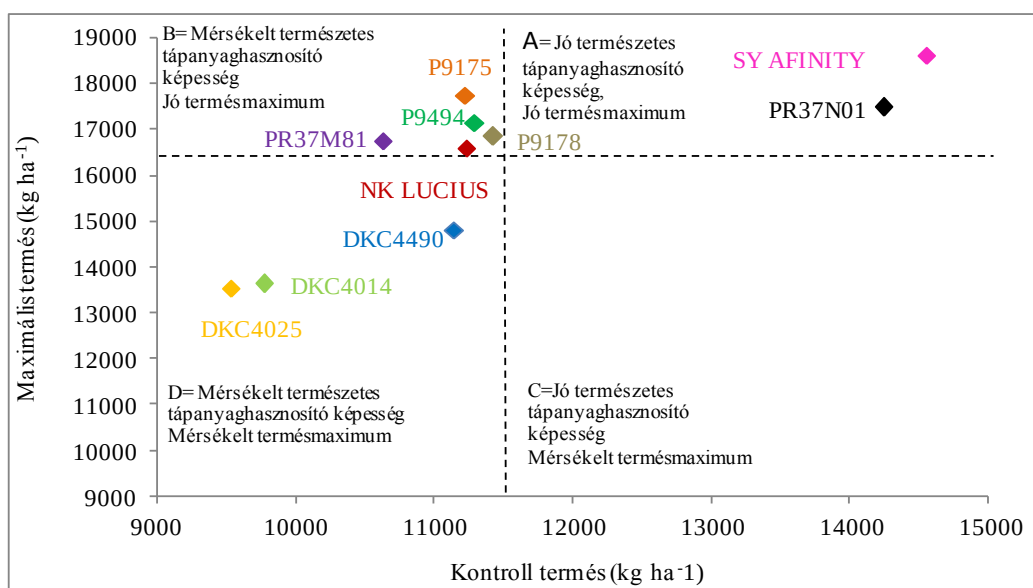
2014. tenyészévben megállapítottuk, hogy a legjobb tápanyag-reakcióval bíró hibrid a P9175 volt, amelynek a tápanyagoptimuma N: 123,0-150,0 kg ha⁻¹ P₂O₅: 92,0-112,5 kg ha⁻¹, K₂O: 108,0-132,5 kg ha⁻¹ között változott. Jó tápanyag reakcióval és kisebb

tápanyagoptimummal rendelkezett a P9578 (N: 84,0-105,0 kg ha⁻¹, P₂O₅: 63,0-79,0 kg ha⁻¹, K₂O: 74,0-93,0 kg ha⁻¹) és az SY Afinity (N:96,0-123,0 kg ha⁻¹, P₂O₅: 72,0-92,0 kg ha⁻¹, K₂O: 85,0-109,0 kg ha⁻¹) hibrid. Ezekhez a hibridekhez képest gyengébb tápanyagreakció jellemezte az NK Lucius, a DKC4025 és a PR37M81 hibrideket. A 2012. és 2013. évekhez hasonlóan szoros kapcsolatot találtunk a kijuttatott műtrágya mennyisége és a termés mennyiségek között ($R^2=0,8555-0,9938$).

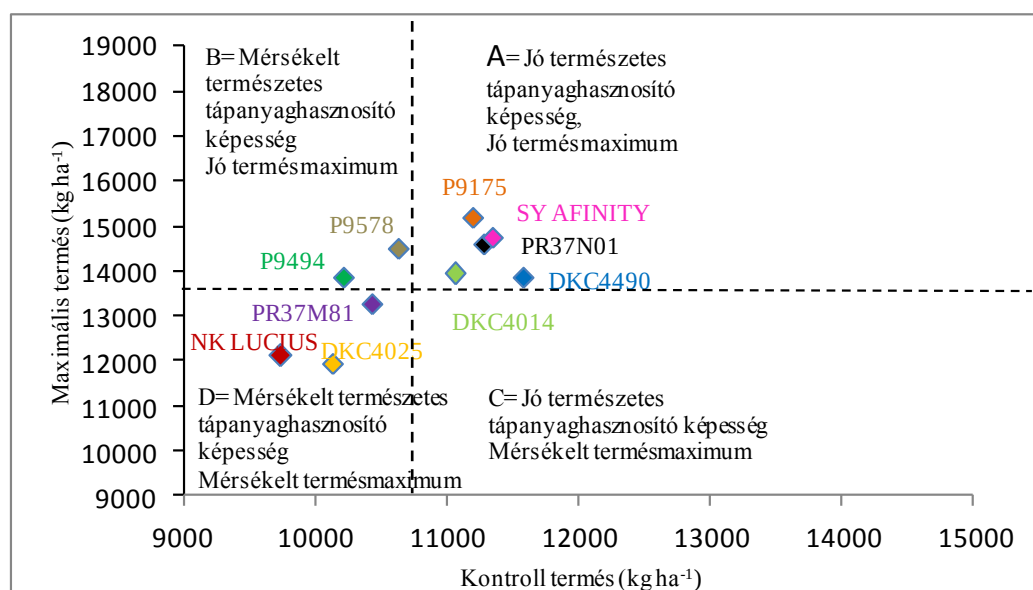
A kukorica hibridek közül a terméseredmények tekintetében jó természetes tápanyaghasznosító képességgel és jó trágyareakcióval rendelkezett a P9494 hibrid („A” csoport). Az SY Afinity hibrid ugyan az optimális trágyakezelésben a legnagyobb termést adta, azonban a trágyázatlan kezelésben viszonylag kisebb termést tapasztaltunk, így ez a kukorica hibrid mérsékelt tápanyaghasznosító képességgel és jó termésmaximummal bírt („B” csoport). A PR37N01 hibridet a jó természetes tápanyaghasznosító képesség és a mérsékelt termésmaximum jellemezte a 2012. tenyészévben („C” csoport). A legkisebb termést mind a kontroll kezelésben, mind az optimális tápanyagszinten a PR37M81 hibridnél tapasztaltuk, így ezt a hibridet mérsékelt természetes tápanyaghasznosító képességgel és mérsékelt termésmaximummal tudtuk leírni („D” csoport) (2. ábra).



2. ábra. A kukorica hibridek tápanyag-reakciójának komplex értékelése
(Debrecen, 2012)



3. ábra. A kukorica hibridek tápanyag-reakciójának komplex értékelése
(Debrecen, 2013)



4. ábra. A kukorica hibridek tápanyag-reakciójának komplex értékelése
(Debrecen, 2014)

A 2013. évben jó természetes tápanyaghasznosító képességgel és jó termésmaximummal rendelkezett a PR37N01 és az SY Afinity hibrid („A” csoport). A vizsgált kukorica hibridek többsége a „B” csoportba tartozott, azaz mérsékelt természetes tápanyaghasznosító képességgel és jó termésmaximummal bírt (NK Lucius, PR37M81, P9578, P9494, P9175). A „C” csoportba a terméseredmények függvényében egyik kukorica hibridet sem tudtuk besorolni. A DKC4025, a DKC4014 és a DKC4490 hibrideknél mérsékelt

természetes tápanyaghasznosító képességgel és mérsékelt termésmaximummal voltak jellemezhetőek („D” csoport) (3. ábra).

A hibridek többsége a 2014. év terméseredményei alapján az „A” csoportba tartozott, azaz jó természetes tápanyaghasznosító képességgel és jó termésmaximummal volt leírható (DKC4014, DKC4490, PR30N01, SY Afinity, P9175). A „B” csoportba a P9494 és a P9578 hibridek tartoztak. Ezeknek a hibrideknek mérsékelt volt a természetes tápanyaghasznosító képessége, azonban az optimális tápanyagszinten jó termésmaximumot értek el. Mérsékelt természetes tápanyaghasznosító képesség és mérsékelt termésmaximum jellemezte a „D” csoport hibridjeit. Ide tartoztak a DKC4025, az NK Lucius és a PR37M81 hibridek (4. ábra).

3.4. Tápanyagfelvétel

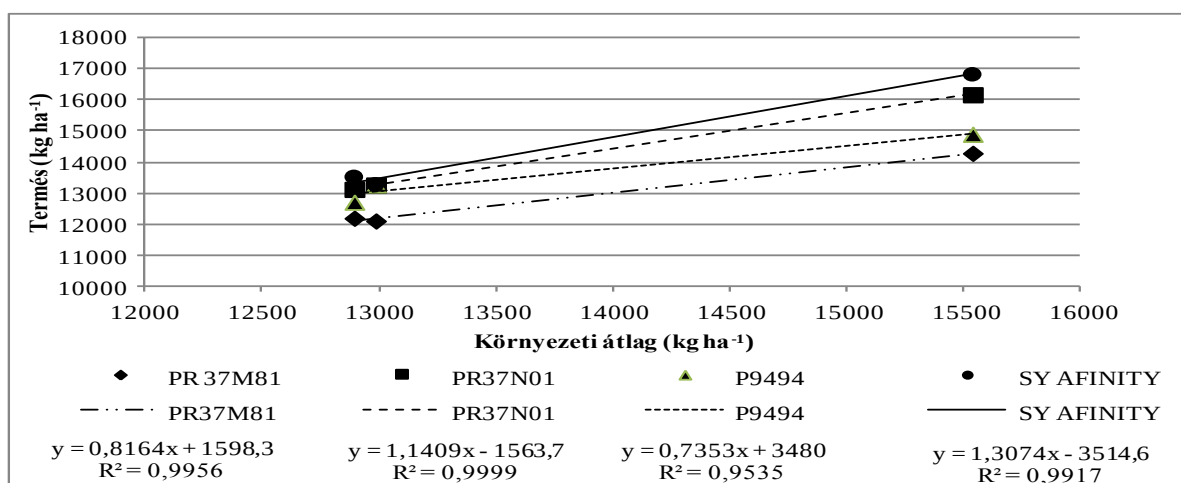
A tápanyagmérleg alapján az SY Afinity hibrid a vizsgálati periódusban nitrogénből (többség: 2013: 33,0 kg ha⁻¹, 2014: 28,4 kg ha⁻¹), foszforból (többség: 2013: 11,0 kg ha⁻¹, 2014: 8,4 kg ha⁻¹) és káliumból (többség: 2013: 20,6 kg ha⁻¹, 2014: 11,1 kg ha⁻¹) is többség hasznosított műtrágyázatlan körülmények között, mint a P9494 hibrid. Ezek az eredmények azt bizonyították, hogy az SY Afinity hibrid a talaj tápanyagkészletét jobban hasznosította, mint a P9494 hibrid. Az NPK tápelemek az N₉₀+PK tápanyagkezelésben jobban hasznosultak mindkét vizsgált évben (2013, 2014), mint az N₁₅₀+PK tápanyagszinten, tehát a műtrágyadózis növelésével csökkent a műtrágyák hasznosulási értéke, illetve ennek következményeként csökkent a műtrágyázás hatékonysága is (2. táblázat).

2. táblázat. A P9494 és az SY Afinity hibridek tápanyagfelvétele (Debrecen, 2013-2014)

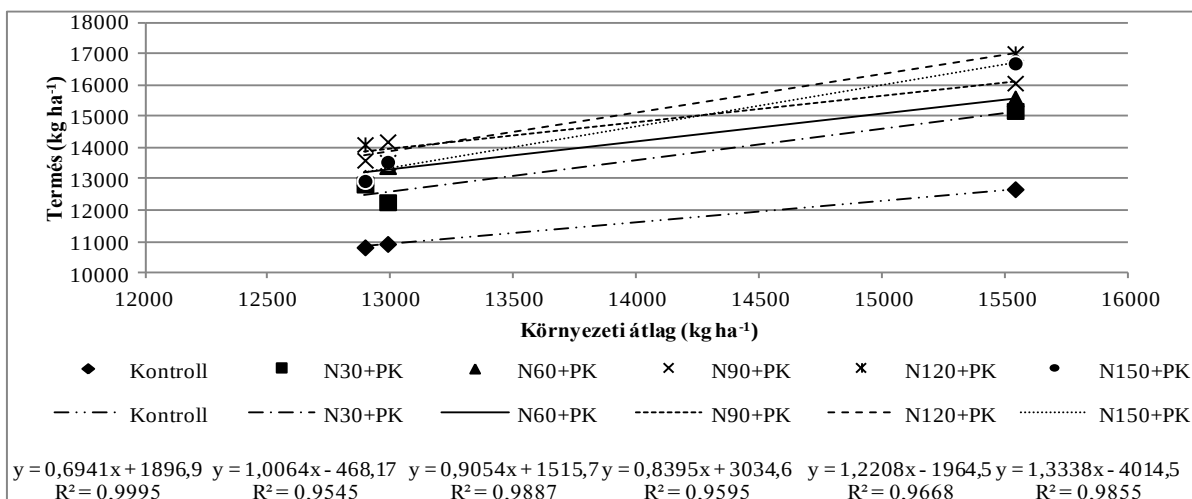
Év	Hibrid	Tápanyagszint	Kivont tápelem (kg ha ⁻¹)			Hatékonyság %		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2013	P9494	Kontroll	122,7	32,9	77,2	—	—	—
		N ₉₀ +PK	188,5	56,4	120,9	73,1	26,2	48,5
		N ₁₅₀ +PK	195,0	51,3	115,1	48,1	12,3	25,3
		Átlag	168,7	46,9	104,4	—	—	—
	SY Afinity	Kontroll	155,7	43,9	97,8	—	—	—
		N ₉₀ +PK	231,8	74,8	140,5	84,6	34,3	47,4
		N ₁₅₀ +PK	219,9	68,0	135,9	71,4	26,7	42,3
		Átlag	202,5	62,2	124,7	—	—	—
2014	P9494	Kontroll	107,4	28,2	40,7	—	—	—
		N ₉₀ +PK	179,5	40,9	70,4	80,1	14,1	33,0
		N ₁₅₀ +PK	200,7	47,6	76,9	62,2	12,9	24,1
		Átlag	162,5	38,9	62,7	—	—	—
	SY Afinity	Kontroll	135,8	36,6	51,8	—	—	—
		N ₉₀ +PK	203,6	48,0	71,1	75,2	12,6	21,4
		N ₁₅₀ +PK	214,1	47,6	79,9	52,1	7,4	18,7
		Átlag	184,5	44,1	67,6	—	—	—

3.5. A vizsgált kukorica hibridek termés-stabilitásának alakulása

A Kang-féle termésstabilitás analízist azoknál a hibrideknél végeztük el, amelyek mindhárom évben szerepeltek a kísérletben (PR37M81, PR37N01, P9494, SY Afinity). Megállapítottuk, hogy a négy vizsgált hibrid közül a kísérlet három éve alatt a legkedvezőbb termésstabilitással a P9494 ($b=0,7353$) kukorica hibrid rendelkezett, ugyanis ennél a hibridnél volt a legkisebb termésingadozás. A nagyobb termést adó PR37N01 ($b=1,1409$) és SY Afinity ($b=1,3074$) hibridek termésstabilitása kedvezőtlenebb volt, mivel az ökológiai feltételek alakulása jobban befolyásolta a terméseredményüket (5. ábra).



5. ábra. A kukorica hibridek termésének stabilitása a vizsgált tenyészévekben
(Debrecen, 2012-2014)



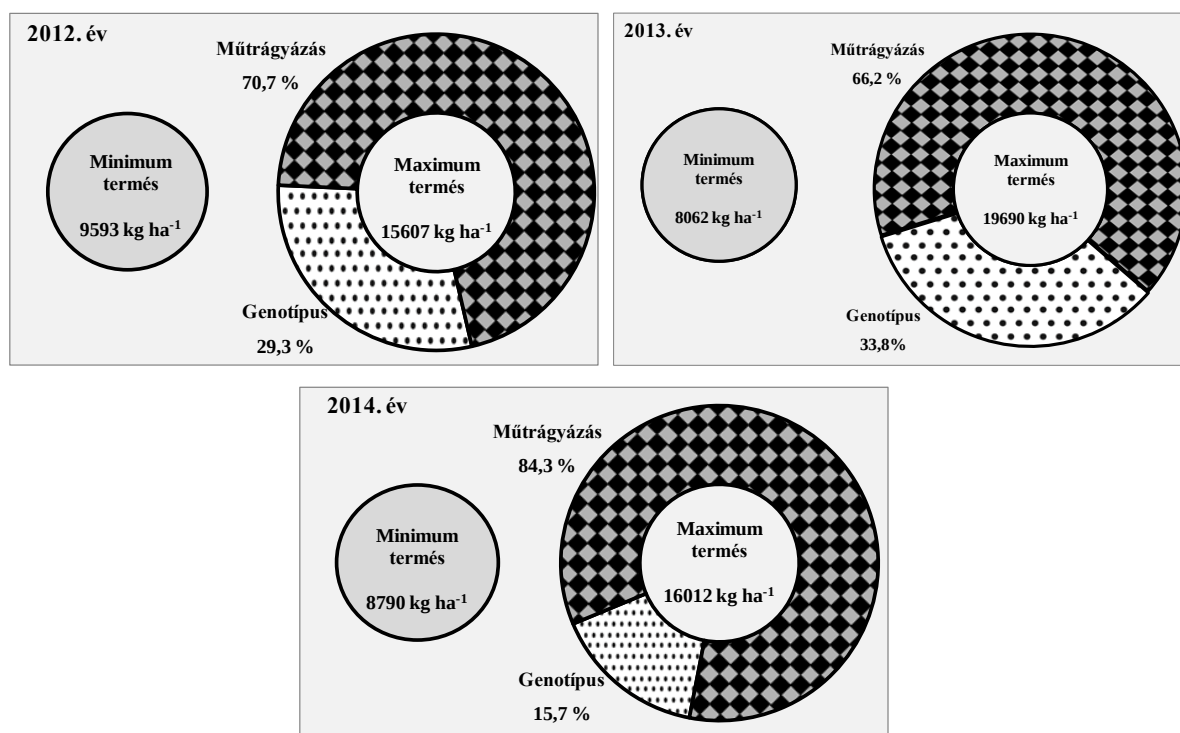
6. ábra. A kukorica hibridek termés-stabilitásának alakulása a tápanyagkezelések esetében
(Debrecen, 2012-2014)

A tápanyagkezelések esetében a legkedvezőbb stabilitást a trágyázatlan kezelés mutatta ($b= 0,6941$). A kontroll kezelésnél nagyobb tápanyagdózisok esetében a legkedvezőbb stabilitással az $N_{90}+PK$ tápanyagszint rendelkezett ($b=0,8395$). A tápanyagdózisok

növelésével csökkent a tápanyagszintek stabilitása. $N_{120}+PK$ és $N_{150}+PK$ tápanyagdózisok esetén nagy terméseredményeket mértünk, azonban a környezeti feltételek nagyban befolyásolták a termés ingadozását ($N_{120}+PK$: $b=1,2208$, $N_{150}+PK$: $b=1,3338$) (6. ábra).

3.6. A műtrágyázás, a genotípus és az évjárat a kukorica termésére gyakorolt hatásának komplex elemzése

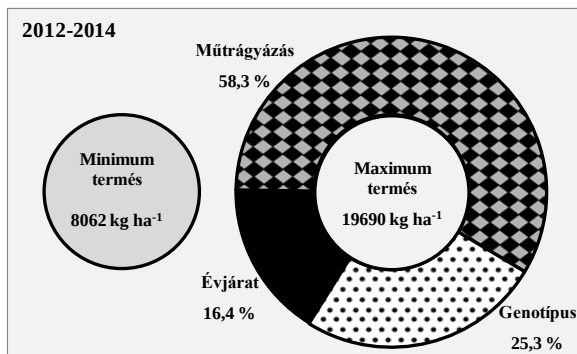
A varianciakomponensek felosztásával meghatároztuk, hogy a kontroll terméshez viszonyított terméstöbbletet a műtrágyázás és a genotípus milyen mértékben befolyásolta. Megállapítottuk, hogy a legnagyobb hatása a műtrágyázásnak a 2014. évben volt (84,3 %). Ezzel szemben 2012-ben és 2013-ban mérsékeltebb termésnövelő hatással rendelkezett (2012: 70,7 %, 2013: 66,2 %). A genotípus a terméstöbblet kialakításában a 2013. évben gyakorolta a legnagyobb hatást (33,8 %). Ehhez képest 2012-ben és 2014-ben is kisebb mértékben járult hozzá (2012: 29,3 %, 2014: 15,7 %) a maximális termés eléréséhez (7. ábra).



7. ábra. A műtrágyázás és a genotípus szerepe a kukorica termésének alakulásában (Debrecen, 2012-2014)

A három év együttes összehasonlításával meghatároztuk, hogy a termés mennyisége szempontjából a legnagyobb hatással a műtrágyázás bírt, amely 58,3 %-ban befolyásolta a kontroll terméshez viszonyított terméstöbbletet. A genotípusnak és az évjáratnak mérsékeltebb hatása volt a terméstöbblet kialakításában (genotípus: 25,3%, évjárat: 16,4 %). A három év együttes összehasonlításával meghatároztuk, hogy a termés mennyisége

szempontjából a legnagyobb hatással a műtrágyázás bírt, amely 58,3 %-ban befolyásolta a kontroll terméshez viszonyított terméstöbbletet. A genotípusnak és az évjáratnak mérsékeltebb hatása volt a terméstöbblet kialakításában (genotípus: 25,3%, évjárat: 16,4 %) (8. ábra).



8. ábra. A műtrágyázás és a genotípus és az évjárat szerepe a kukorica termésének alakulásában (Debrecen, 2012-2014)

3.7. Az évjárat, a genotípus és a tápanyagellátás hatása a kukorica termésminőségére

Kísérleteink során a műtrágyázás növelte a fehérje- és az olajtartalmat, valamint csökkentette a keményítőtartalmat. A vizsgált tényezők közötti szorosságot statisztikailag is alá tudtuk támasztani. A Pearson-féle korrelációanalízis bizonyította, hogy a műtrágyázás és a fehérjetartalom között minden vizsgált évben erős pozitív kapcsolat volt (2012: $r=0,842^{**}$, 2013: $r=0,834^{**}$, 2014: $r=0,913^{**}$) (3. táblázat).

3. táblázat. A fehérje-, keményítő- és olajtartalom, valamint a termés és műtrágyázás közötti összefüggésvizsgálat Pearson-féle korrelációval (Debrecen, 2012-2014)

Tenyészév	Vizsgált tényezők	Fehérje %	Keményítő %	Olaj %
2012	Műtrágyázás	0,842(**)	-0,877(**)	0,481(**)
	Termés	0,624(**)	-0,706(**)	0,446(*)
	Fehérje %	—	-0,905(**)	0,406(*)
	Keményítő %	—	—	-0,522(**)
2013	Műtrágyázás	0,834(**)	-0,757(**)	0,929(**)
	Termés	0,570(**)	-0,599(**)	0,715(**)
	Fehérje %	—	-0,859(**)	0,839(**)
	Keményítő %	—	—	-0,784(**)
2014	Műtrágyázás	0,913(**)	-0,776(**)	0,745(**)
	Termés	0,377(*)	-0,238 ^{NS}	0,378(*)
	Fehérje %	—	-0,844(**)	0,812(**)
	Keményítő %	—	—	-0,824(**)

Hasonló megállapítás tettünk a műtrágyázás és az olajtartalom közötti összefüggés esetében is (2013: $r=0,929^{**}$, 2014: $r=0,745^{**}$) a 2012. év kivételével. Ebben az évben a két vizsgált tényező között gyenge, pozitív kapcsolatot állapítottunk meg (2012: $r=0,481^{**}$). A keményítőtartalom és a műtrágyázás között szintén erős, de negatív előjelű kapcsolatot tudtunk megállapítani (2012: $r=-0,877^{**}$, 2013: $r=-0,757^{**}$, 2014: $r=-0,776^{**}$) (3. táblázat).

3.8. A makro-, mezo- és mikroelem tartalom alakulása

Az évjáratnak, a genotípusnak és a műtrágyázásnak nagy szerepe volt a makro-, mezo- és mikroelemek mennyiségének alakulására. 2013. tenyészévben a vizsgált elemek a két kiválasztott kukorica hibrid szemtermésében és vegetatív részeiben a legnagyobb mennyiségben az $N_{90}+PK$ tápanyagszinten mért termésben fordultak elő (kivéve: P9494: N: $N_{150}+PK$: 1,14 m/m%). Ezzel szemben a 2014. tenyészévben az optimális tápanyagszint a makro-, mezo- és mikroelemek tekintetében az $N_{150}+PK$ trágyakezelés volt, ugyanis a vizsgált tápelemek ebben a tápanyagkezelésben érték el a maximumukat (kivéve: SY Afinity: Mn tartalom: $N_{90}+PK$: 110,00 mg kg⁻¹).

4. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Meghatároztuk parabolikus regresszió analízissel eltérő évjáratokban különböző, új genotípusú kukorica hibridek tápanyag optimum intervallumát (N_{90} - N_{150} +PK). A műtrágya optimumot a genotípus mellett az évjárat is befolyásolta. Szárazabb évben a kisebb (N_{90} +PK), míg kedvezőbb vízellátottságú évben a nagyobb ($N_{120(150)}$ +PK) műtrágya adag volt az agroökológiai trágyaoptimum.
2. Az alkalmazott kukorica hibridek kisparcellás kísérletben realizált termőképessége 11-17 t ha^{-1} között változott csernozjom talajon optimalizált agrotechnikai feltételek mellett.
3. Tartamkísérleteink eredményei azt bizonyították, hogy a makroelem műtrágyák hasznosulása eltérő mértékű volt, azaz évjáratról, műtrágya adagtól és genotípustól függött. A kukorica hibridek az optimum feletti műtrágyát kisebb hatékonysággal hasznosították (az N_{90} +PK kezelésben $N=73-85\%$, P_2O_5 : $13-34\%$, K_2O : $21-49\%$, az N_{150} +PK kezelésben $N=48-71\%$, P_2O_5 : $7-27\%$, K_2O : $19-42\%$ hasznosulás). Az SY Afinity hibrid tápanyaghasznosító képessége kedvezőbb volt, mint a P9494 hibridé.
4. Kang-féle stabilitás analízissel bizonyítottuk, hogy mind a kukorica hibridek, mind a műtrágya kezelések termésstabilitása jelentősen eltért egymástól. Kedvező termésstabilitás jellemezte a P9494 ($b=0,7353$) és a PR37M81 ($b=0,8164$) kukorica hibrideket, míg a PR37N01 ($b=1,1409$) és az SY Afinity ($b=1,3074$) hibridek nagyobb termésszűkülést mutattak. A műtrágyakezelések közül – alacsony termésszinten – a kontroll (trágyázatlan) kezelés volt a legstabilabb ($b=0,6941$). A legstabilabb, legkiegyenlítettőbb termést az N_{90} +PK kezelésben ($b=0,8395$) kaptuk.
5. Az átlagos évjáratok és a kiváló csernozjom talaj miatt a termés és a növényfiziológiai paraméterek (SPAD, LAI, LAD) között közepes vagy gyengébb összefüggést tudtunk megállapítani a Pearson-féle korreláció analízissel. A termés és a SPAD (virágzás-szemtelítődéskori) értékek közötti összefüggést az évjárat befolyásolta (2012. évben: $r=0,651^{**}$ - $0,736^{**}$, 2013. évben: $r=0,355^{**}$ - $0,435^{**}$, 2014. évben: $r=0,294^{**}$ - $0,526^{**}$). A termés és a LAI értékek között csak a 2013. évben volt közepes pozitív korreláció ($r=0,351^{**}$ - $0,633^{**}$).
6. A varianciakomponensek felosztásával meghatároztuk, hogy a kukorica hibridek termésnövekedéséhez a trágyázás 58,3 %-ban, a genotípus 25,3 %-ban, az évjárat 16,4 %-ban járult hozzá a vizsgálati évek átlagában.

7. A műtrágyázás és a fehérjetartalom között szoros pozitív ($r=0,834^{**}-0,913^{**}$), a műtrágyázás és a keményítőtartalom között szoros negatív kapcsolat volt ($r=-0,757^{**} - -0,877^{**}$). A műtrágyázás és az olajtartalom kapcsolatának erősségét az évjárat befolyásolta ($r=0,481^{**}-0,929^{**}$).
8. A fontosabb makro-, mezo- és mikroelemek mennyiségének alakulásában nagy jelentősége volt az évjáratnak. A szárazabb 2013. évben az $N_{90}+PK$ tápanyagszint volt az optimális (kivéve: P9494 szem: N: $N_{150}+PK$: 1,14 m/m%), míg a 2014. évben optimális tápanyagkezelésnek bizonyult az $N_{150}+PK$. A két vizsgált kukorica hibrid közül 2013-ban és 2014-ben a kezelések átlagában mind a szemben és mind a vegetatív részekben az SY Afinity hibrid nagyobb elemtartalommal volt jellemezhető, mint a P9494 hibrid (kivéve: 2013: P9494: szár: Fe: 69,33 mg kg⁻¹, Cu: 3,01 mg kg⁻¹, Mn: 67,68 mg kg⁻¹, és 2014: P9494: szem: K: 3313,50 mg kg⁻¹, Fe: 19,73 mg kg⁻¹, szár: N: 0,95 m/m%, Fe: 176,17 mg kg⁻¹, Cu: 7,11 mg kg⁻¹, Mn: 114,62 mg kg⁻¹).

5. A GYAKORLATBAN HASZNOSÍTHATÓ EREDMÉNYEK

1. Az új genotípusú kukorica hibridek gyakorlatban realizálható termőképessége 11-17 t ha⁻¹ között változik a Hajdúságban optimalizált agrotechnikai feltételek mellett.
2. A kukorica hibridek termőképességének realizálásához elengedhetetlenül fontos a hibridspecifikus trágyázási technológia gyakorlati alkalmazása. Az agroökológiai trágyaoptimumot a vegetációs periódus vízellátottsága módosítja. Szárazabb évjáratban az N₉₀₍₁₂₀₎+PK, kedvezőbb vízellátottságú évben az N₁₂₀₍₁₅₀₎+PK műtrágya adaggal érhetünk el termésmaximumokat.
3. A kukorica hibridek megválasztásánál figyelembe kell venni a termőképességük mellett a termésstabilitásukat is. Kiváló termőképességű volt az SY Afinity és a P9175 hibrid, míg kedvező termésstabilitással rendelkezett a P9494 és a PR37M81 hibrid.
4. A műtrágya adagok meghatározásánál a gyakorlatban fontos szempont lehet az, hogy az optimum (N₉₀₋₁₂₀+PK) feletti műtrágya adagok alkalmazásánál romlik a tápanyaghasznosulás, valamint a kukorica genotípusok tápanyaghasznosítása is eltér egymástól.
5. A műtrágyázás hatására nem csak nagyobb termést érhetünk el a kukorica hibridekkel, hanem az optimális tápanyagellátással jelentősen javíthatjuk a hibridek vízhasznosítását (hibridek átlagában: 2012-2014: WUE: 31,2-47,8 kg mm⁻¹ kontroll kezelés, 2012-2014: WUE: 40,0-67,1 kg mm⁻¹ optimális műtrágya kezelés), ezzel a klímaváltozáshoz történő adaptációjukat.
6. A kukorica termőképességének realizálásában – a vizsgált tényezők közül – a legfontosabbnak a trágyázás (58,3 %) és a genotípus (25,3 %) bizonyult.
7. A kiváló tápanyaggazdálkodású csernozjom talajon a növényfiziológiai paraméterek (SPAD, LAI, LAD) csak korlátozottan használhatóak a termés előrejelzéséhez.
8. A műtrágyázás befolyásolta a kukorica hibridek beltartalmi paramétereit. A növekvő műtrágya adagok hatására nőtt a fehérje-és olajtartalom, csökkent a keményítő tartalom.



Nyilvántartási szám: DEENK/207/2015.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Karancsi Lajos Gábor

Neptun kód: KRPBUC

Doktori Iskola: Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszertudományok Doktori Iskola

MTMT azonosító: 10040125

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű könyvrészlet(ek) (1)

1. **Karancsi L.G.:** Különböző kukorica hibridek termésének és tápanyag reakciójának vizsgálata eltérő műtrágyakezelések esetén.
In: A fenntartható növénytermesztés fejlesztési lehetőségei. Szerk.: Pepó Péter, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 248-254, 2014. ISBN: 9789634737414

Idegen nyelvű, hazai könyvrészlet(ek) (1)

2. **Karancsi, L.G.:** The effect of nutrient supply on the yield and chlorophyll content of corn hybrids.
In: The influence of some technological elements over the weath and corn grains quality stored in Bihar and Hajdu Bihar counties. Ed.: Csajbók József, Debreceni Egyetem ATC Mezőgazdaságtudományi Kar, Debrecen, 31-36, 2013. ISBN: 9789634736127

Magyar nyelvű tudományos közlemény(ek) hazai folyóiratban (4)

3. **Karancsi L.G.:** Eltérő kukorica genotípusok tápanyag- és vízhasznosításának vizsgálata a Hajdúságban.
Agrártud. Közl. 56, 55-59, 2014. ISSN: 1587-1282.
4. **Karancsi L.G.:** A kukorica tápanyag- és vízhasznosításának vizsgálata két eltérő időjárású évben.
Növénytermelés. 62 (4), 53-65, 2013. ISSN: 0546-8191.
5. **Karancsi L.G.:** Hibridspecifikus tápanyag-és vízhasznosítás kukoricánál csernozjom talajon.
Agrártud. Közl. 52, 51-54, 2013. ISSN: 1587-1282.



6. **Karancsi L.G.**, Dóka L.F., Pepó P.: Hibridspecifikus tápanyagellátás vizsgálata kukoricánál csernozjom talajon.
Agrártud. Közl. 48, 91-95, 2012. ISSN: 1587-1282.

Idegen nyelvű tudományos közlemény(ek) hazai folyóiratban (1)

7. Pepó, P., **Karancsi, L.G.**: New results of nutrient utilization and response of maize (*Zea mays* L.) hybrids.
Columella. 1 (2), 87-93, 2014. ISSN: 2064-7816.

Idegen nyelvű tudományos közlemény(ek) külföldi folyóiratban (2)

8. **Karancsi, L.G.**: Investigation of nutrient supply in different maize hybrids.
Anal. Univ. Oradea Fac. Protect. Med. 22, 7-12, 2014. ISSN: 1224-6255.
9. **Karancsi, L.G.**: Examination yield and growth of maize hybrids in the hajdúság.
Anal. Univ. Oradea Fac. Protect. Med. 21, 87-92, 2013. ISSN: 1224-6255.

Magyar nyelvű konferencia közlemény(ek) (6)

10. **Karancsi L.G.**: A tápanyagellátás hatása a kukorica termésére, valamint szén-, nitrogén-, és kén tartalmára.
In: "Fiatal kutatók az egészséges élelmiszerért" : tudományos ülés : Debrecen, 2013. február 19. Szerk.: Bacskainé Bódi Éva, Fekete István, Kovács Béla, Debreceni Egyetem, Debrecen, 191-195, 2013. ISBN: 9789634736011
11. **Karancsi L.G.**: A tápanyagellátás hatása a kukorica termésére és beltartalmi paramétereire.
In: "Debreceni fejlődés és környezet" konferencia írásos anyagának összefoglalói : Debrecen, 2013. június 25-26. : [elektronikus dokumentum]. Szerk.: Balla Zoltán, DE Kerpely K. Szakkollégium, Debrecen, 13, 2013. ISBN: 9786155183843
12. **Karancsi L.G.**: Kukorica hibridek néhány fotoszintetikus paraméterének vizsgálata csernozjom talajon.
In: Újabb kutatási eredmények a növénytudományokban. Szerk.: Sándor Zsolt, Szabó András, DE AGTC MÉK Hankóczy J. Doktori Isk., Debrecen, 97-103, 2013. ISBN: 9786155183409



13. **Karancsi L.G.:** Termésképző elemek alakulásának vizsgálata kukoricánál eltérő vízellátottságú évjáratokban.
In: XVIII. Ifjúsági Tudományos Fórum [elektronikus dokumentum]. Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Keszthely, [6], 2012. ISBN: 9789639639454
14. **Karancsi L.G.:** Eltérő műtrágyakezelések hatása a kukorica hibridek asszimilációs kapacitásának dinamikájára.
In: Talaj - Víz - Növény kapcsolatrendszer a növénytermesztési térben. Szerk.: Lehotsky Éva, MTA ATK TAKI, Budapest, 185-188, 2012. ISBN: 9789638904164
15. **Karancsi L.G.:** A műtrágyázás és a genotípus hatása a kukorica (*Zea mays* L.) szén-, nitrogén- és kén tartalmára.
In: Alap és alkalmazott kutatások eredményei a növénytudományokban. Szerk.: Szabó András, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 11-17, 2012. ISBN: 9786155183171

Idegén nyelvű konferencia közlemény(ek) (8)

16. **Karancsi, L.G.:** Examination of the water and nutrient utilization of maize hybrids on chernozem soil.
World Academy of Science, Engineering and Technology. 8 (4), 687-689, 2014. ISSN: 2010-376X.
17. **Karancsi, L.G.:** Fertilization effect on the nutrient and water utilization of different genotypes hybrids.
Növénytermelés. 63 (Suppl.), 291-294, 2014. ISSN: 0546-8191.
DOI: <http://dx.doi.org/10.12666/Novenyterm.63.2014.Suppl>
18. **Karancsi, L.G.:** Analysis of the effect of nutrient supply on yield production and chlorophyll content in different genotypes of corn hybrids.
In: XIIIth Congress of the European Society for Agronomy : book of abstracts. Ed.: Pépó Péter, Csajbók József, European Society for Agronomy, Debrecen, 293-294, 2014. ISBN: 9789634737230
19. **Karancsi, L.G.:** Examination of nutrient and water utilization of different maize genotypes on chernozem soil.
International Journal of Chemical, Environmental & Biological Sciences. 1 (2), 251-254, 2013. ISSN: 2320-4079.



20. **Karancsi, L.G.**, Máriás, K.: Effect of nutrient supply on yield and photosynthetic parameters of maize hybrids.
World Academy of Science, Engineering and Technology : International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering 7 (11), 126-129, 2013.
ISSN: 2010-376x.
21. **Karancsi, L.G.**: Effect of the agrotechnological factors on the physiological properties and the yield of the maize.
In: 48th Croatian and 8th International Symposium on Agriculture : Book of Abstracts : 17 th - 22nd February 2013, Dubrovnik, Croatia. Ed.: Sonja Marić, Zdenko Lončarić, Faculty of Agriculture University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek, Dubrovnik, 187, 2013. ISBN: 9789537871079
22. **Karancsi, L.G.**: Effectiveness of nutrient supply in corn on chernozem soil.
Növénytermelés. 62 (Suppl.), 253-256, 2013. ISSN: 0546-8191.
23. **Karancsi, L.G.**, Pepó, P.: Study of the effect of fertilization of maize (*Zea mays* L.) in crop years with different water-supply.
Növénytermelés. 61 (Suppl.), 89-92, 2012. ISSN: 0546-8191.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/Novenyterm.61.2012.Suppl.2>

További Közlemények

Magyar nyelvű közlemény(ek) hazai folyóiratban (1)

24. Pepó P., Dóka L.F., Szabó A., **Karancsi L.G.**, Vad A.: Néhány agrotechnikai tényező hatása a borsó (*Pisum sativum* L.) termésére.
Növénytermelés. 64 (1), 77-95, 2015. ISSN: 0546-8191.

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, 2015.10.01.

Cím: 4032 Debrecen, Egyetem tér 1. ☐ Postacím: 4010 Debrecen, Pf. 39. ☐ Tel.: (52) 410-443
E-mail: publikaciok@lib.unideb.hu ☐ Honlap: www.lib.unideb.hu

