

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**AZ AGROTECHNIKAI TÉNYEZŐK HATÁSA A KUKORICA HIBRIDEK
TERMÉSÉRE ÉS KEMÉNYÍTŐHOZAMÁRA**

Készítette:

Balla Zoltán

Témavezető:

Prof. Dr. Nagy János
MTA doktora



DEBRECENI EGYETEM

**Kerpely Kálmán Növénytermesztési, Kertészeti
Tudományok Doktori Iskola**

Debrecen

2017

BEVEZETÉS

A modern, fejlett országok termelésük során napjainkban is jelentős mezőgazdasági nehézségekkel szembesülnek, melynek okai: az instabil felvásárlási árak, a termelés mennyiségének ingadozása (pl. túltermelés), a szélsőséges időjárási viszonyok gyakorivá válása, valamint a termőföldek nagymértékű állapotbeli (minőségi) romlása, ami leginkább az egyoldalú termőföldhasználat eredménye. A teljes növénytermesztési vertikumra általánosságban igaz, hogy problémát jelent a termesztési tényezőkön belül (agrotechnikai, biológiai és ökológiai) a klímaváltozás előidézte időjárási szélsőségek kialakulása és egyre gyakoribbá válása; a talajállapot romlása; továbbá a szervesstrágyázás háttérbe szorulása. Ezek eredményeképpen csökken a talajélet aktivitása és kedvezőtlennek válik a talajok termékenysége (hő-víz-levegő gazdálkodása).

A 2014-es adatok alapján a világ össztermése kukoricából 939 millió tonna volt, melyet hozzávetőlegesen 178 millió hektáron állítottak elő, a termésátlag 5,27 t/ha volt. Az ötéves előrejelzések szerint ez a mennyiség további 63 millió tonnával növekszik, amely jelentősen befolyásolhatja az árakat is. Ez azt jelenti, hogy világszinten 12,6 millió tonnával kell többet termelni évente (Szanyi, 2016).

Hazánkban – a kalászos gabonák mellett – a kukorica a legfontosabb szántóföldi növényünk. Vetésterülete évről-évre eléri az 1 millió hektárt. Ennek ellenére a kukorica vetésterülete jelentősen csökkent a növény iránt mutatkozó alacsonyabb kereslet miatt. A 135 ezer hektáros változás következtében a 2016. évi vetésterület – 1,03 millió hektár – a 2015. évinek csak a 88%-át éri el (Statisztikai Tükör, 2016). A jelenkor legfontosabb célkitűzése a fenntartható gazdálkodás követelményeinek való megfelelés.

A fenntartható fejlődés az agrárium vonatkozásában is megköveteli az ökológiai és ökonómia feltételekhez való alkalmazkodást, vagyis egy olyan szemlélet gyakorlatban való alkalmazását, amely megvalósítja a termelési igények és környezetvédelmi célok összehangolását, figyelembe veszi a termőhelyi adottságokat, és minimális környezeti terhelést okoz a gazdaságos termelés megvalósítása mellett.

A kukorica jelentősége

A világ mezőgazdaságában kiemelt helyen szerepel a kukoricatermesztés, hiszen a kukorica az emberiség egyik legfontosabb növénye a rizs és a búza mellett (Nagy és Sárvári, 2005).

A kukorica magyarországi felhasználását tekintve legjelentősebb a takarmányozási célra történő felhasználás, az ipari felhasználás szempontjából a keményítő és a szeszgyártás alapanyagaként szolgál. Mellékterméke szintén nem elhanyagolható, mivel takarmányozásra, energetikai célokra, valamint a talajban tápanyag-visszapótlásra egyaránt felhasználható (Hidvégi, 2007).

A hazai növénytermesztés szempontjából a legnagyobb probléma a klímaváltozás, a csapadék mennyiségének csökkenése és rendkívül kedvezőtlen eloszlása, továbbá a hőmérséklet emelkedése, ami növeli a talajfelszíni párolgást – az evaporációt –, ez pedig tovább fokozza a vízhiányt (Sárvári és Kovács, 2016).

A termesztéstechnológiai elemek szerepe a termésképződésben

A kukoricatermesztés agrotechnikájának egyik fontos kérdése a vízmegőrző talajművelés alkalmazása (Antal, 1987).

A műtrágyázás a tápanyagellátás módjai közül a legjelentősebb agrotechnikai eljárás. A műtrágyázás során alkalmazott dózis adott mennyiség felett már nem a növény igényeinek kielégítését, hanem a talaj feltöltődését szolgálja

Loch és Jászberényi (1987), Sarkadi (1991), Csathó et al., (2000) szerint, Ványiné (2008) alapján.

A kukoricatermesztés szempontjából optimális tőszám meghatározása több évtizedes múltra tekint vissza. A 20. század elejének metodikája azt mutatta, hogy a jó tápanyag-ellátottságú és vízgazdálkodású területekre kisebb tőszámot szükséges alkalmazni, mivel ez eredményezi a növényi vegetáció nagy mennyiségét.

Azt az összefüggést, mely szerint a tőszám nagymértékben befolyásolja a termés mennyiségét, *Sárvári et al. (1994)* publikációja is igazolta.

A növényi termések minőségi tulajdonságait elsősorban a genetikai adottság határozza meg, amit a termesztéstechnológia és a termőhelyi adottságok módosíthatnak (*Jellium-Marion, 1966; Debreczeni, 1979; Aildson et al., 2005; Izsáki, 1999, 2006*).

Sárvári és Győri (1982) szerint egyaránt fontos és meghatározó a fajtatulajdonság, termőhely, műtrágyázás az öntözés és növényvédelem a minőségi paraméterek alakulása kapcsán.

Célkitűzések

A kukoricatermesztés agrotechnikájának egyik fontos kérdése a vízmegőrző talajművelés alkalmazása (Antal, 1987).

A műtrágyázás a tápanyagellátás módjai közül a legjelentősebb agrotechnikai eljárás. A műtrágyázás során alkalmazott dózis adott mennyiség felett már nem a növény igényeinek kielégítését, hanem a talaj feltöltődését szolgálja

Loch és Jászberényi (1987), Sarkadi (1991), Csathó et al., (2000) szerint, Ványiné (2008) alapján.

A kukoricatermesztés szempontjából optimális tőszám meghatározása több évtizedes múltra tekint vissza. A 20. század elejének metodikája azt mutatta, hogy a jó tápanyag-ellátottságú és vízgazdálkodású területekre kisebb tőszámot szükséges alkalmazni, mivel ez eredményezi a növényi vegetáció nagy mennyiségét. Ez a tenyésztőterület akkor 70×70 cm volt (*Pálovics és Sárvári, 2006*).

Azt az összefüggést, mely szerint a tőszám nagymértékben befolyásolja a termés mennyiségét, *Sárvári et al. (1994)* publikációja is igazolta.

A növényi termések minőségi tulajdonságait elsősorban a genetikai adottság határozza meg, amit a termesztéstechnológia és a termőhelyi adottságok módosíthatnak (*Jellium-Marion, 1966; Debreczeni, 1979; Aildson et al., 2005; Izsáki, 1999, 2006*).

Sárvári és Győri (1982) szerint egyaránt fontos és meghatározó a fajtulajdonság, termőhely, műtrágyázás az öntözés és növényvédelem a minőségi paraméterek alakulása kapcsán.

A kukoricatermesztéssel kapcsolatban ismert – a folyamatban lévő és az újonnan megjelenő kutatások alapján is –, hogy növénytermesztési szempontból egy széles körben elterjedt növényről van szó, amely magas terméspotenciállal rendelkezik, mindezek mellett pedig felhasználása is igen sokrétű – élelmiszer, takarmány, ipari nyersanyag, energetikai célú (Mengel, 1993).

A biztonságos növénytermesztés alapvető fontosságú elemei olyan agrotechnikai javaslatok, megoldások kidolgozása, melyek elősegítik az ágazat fenntarthatóságát, növelik gazdaságosságát és hatékonyságát.

A doktori dolgozat keretében olyan kukorica hibridek termesztésbeli vizsgálatát tűztem ki célul, melyek alapanyagként szolgálhatnak bioetanol gyártásához. A kiválasztott hibridek beltartalmi értékeit kívántam összehasonlítani közeli infravörös spektroszkópia segítségével – kiemelt figyelemmel kísérve az etanol-kihozatal szempontjából jelentős keményítőtartalmat.

Kutatásom további célja – az évjárat hatások vizsgálata mellett – az agrotechnikai tényezők közül a talajművelés, a műtrágyázás és az eltérő tőszám hatásainak vizsgálata a kísérletbe bevont kukorica hibridek termésmennyiségére és keményítőtartalmára a 2012, 2013, 2014. években.

A vizsgálatok legfontosabb célkitűzései:

- a vizsgált évek, évjárat hatásainak elemzése, termésmennyiségre gyakorolt hatásai;
- a vizsgált évek, évjárat hatásainak elemzése, keményítőhozamra gyakorolt hatásai;
- a vizsgált évek során alkalmazott talajművelési eljárások termésmennyiségre gyakorolt hatásai;
- a vizsgált évek során alkalmazott talajművelési eljárások keményítőhozamra gyakorolt hatásai;
- a vizsgált évek során alkalmazott műtrágya dózisok termésmennyiségre gyakorolt hatásai;
- a vizsgált évek során alkalmazott műtrágya dózisok keményítőhozamra gyakorolt hatásai;
- a vizsgált évek során alkalmazott különböző tőszámbeállítások termésmennyiségre gyakorolt hatásai;
- a vizsgált évek során alkalmazott különböző tőszámbeállítások keményítőhozamra gyakorolt hatásai;
- a tényezők komplex vizsgálata és kölcsönhatásaiknak számszerűsítése.

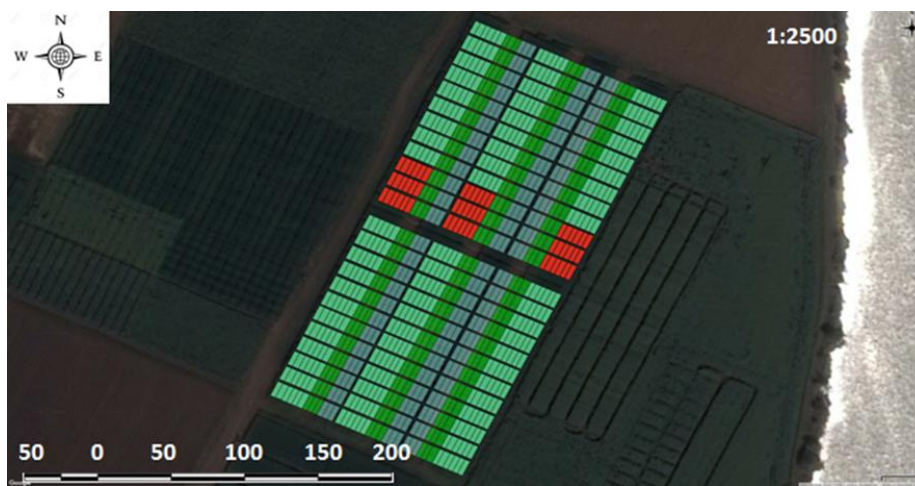
ANYAG ÉS MÓDSZER

A termőhely bemutatása, Debrecen – Látókép Kísérleti Telep kisparcellás kísérlet jellemzése

A vizsgálatokat a Debreceni Egyetem, Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság (AKIT) Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézet Látóképi Kísérleti Telepén (É.sz. 47°33' K.h. 21°27') középkött, mészlepedékes csernozjom talajon végeztük, 2012, 2013, 2014. években.

A tartamkísérlet kétszeresen osztott parcellás (split-strip-plot) elrendezésű, a főparcellákon a talajművelési és az öntözési változatok szerepelnek ismétlés nélkül. Az elsőrendű alparcellán a kukorica hibridek 70 ezres és 50 ezres tőszámmal, a másodrendű alparcellákon a műtrágyakezelés négy ismétlésben randomizáltan foglal helyet. Egy talajművelési blokk 8064 m²-es területet foglal el, amely egy öntözött és egy öntözetlen blokkra van felosztva. A kísérleteink során csak az öntözetlen kísérlet adatait elemeztük.

Mindhárom vizsgált évben a kísérletben azonos kukorica hibridek szerepelnek, eltérő érésidővel (**3. táblázat**). Egy-egy hibriddel beállított főparcella mérete: 2688 m², a műtrágyakezelések parcellája 336 m². Egy parcella nettó alapterülete 30 m². A doktori értekezés készítése során felhasznált kísérleti területet az **1. ábrán** piros színnel ábrázolva láthatjuk.



1. ábra: A kísérlet földrajzi elhelyezkedése

Forrás: Google Earth, KML réteg alapján saját szerkesztés

1. táblázat: A kísérletben résztvevő hibridek 2012-2014.

	2012		2013		2014	
	Hibrid	FAO szám	Hibrid	FAO szám	Hibrid	FAO szám
1	RENFOR	300	RENFOR	300	RENFOR	300
2	NEFFEL	350	NEFFEL	350	NEFFEL	350
3	ARMAGNAC	490	ARMAGNAC	490	ARMAGNAC	490

A polifaktoriális talajművelési tartamkísérlet kezelései:

Talajművelési változat: T₁= őszi szántás (30 cm)
 T₂= tavaszi szántás (25 cm)
 T₃= tavaszi sekélyművelés (12-15 cm)

Öntözési változat: nem öntözött

Műtrágyakezelés: 1. N 0 kg/ha P₂O₅ 0 kg/ha K₂O 0 kg/ha
 2. N 120 kg/ha P₂O₅ 90 kg/ha K₂O 106 kg/ha
 3. N 240 kg/ha P₂O₅ 180 kg/ha K₂O 212 kg/ha

A talajművelési változatok kialakításában az volt a cél, hogy ne csak a művelési mélységben, hanem a talaj-előkészítés minőségében is eltérések legyenek.

A kijuttatott műtrágya minden évjáratban 27%-os MAS (Genezis Pétisó) volt, azaz kémiaiailag $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Pontos összetétele: 27% nitrogén (N) ammónia (NH_4) és nitrát (NO_3) formában 1:1 arányban 5% kalcium (Ca), ami kalciumoxidban kifejezve 7% CaO, 3% magnézium (Mg), ami magnéziumoxidban kifejezve 5% MgO.

A komplex talajművelési tartamkísérlet összefoglaló agrotechnikai adatait vázlatosan a **2. táblázat** tartalmazza.

2. táblázat: A kísérlet összefoglaló agrotechnikai műveletei

ŐSZI SZÁNTÁS	TAVASZI SZÁNTÁS	TAVASZI SEKÉLYMŰVELÉS
Szárzúzás	Szárzúzás	Szárzúzás
Műtrágyázás	Műtrágyázás	Műtrágyázás
Tárcsázás	Tárcsázás	Tárcsázás
Őszi szántás		
Őszi szántás elmunkálás	Tavaszi szántás	Gyomirtás
Gyomirtás	Szántás elmunkálás, magágykészítés	Tárcsázás
Magágykészítés	Vetés	Vetés
Vetés	Hengerezés	
Gyomirtás	Gyomirtás	Gyomirtás
Sorköz kultivátorozás	Sorköz kultivátorozás	Sorköz kultivátorozás
Betakarítás	Betakarítás	Betakarítás

A minták beltartalmi értékeinek értékelése

A vizsgálatban szereplő – három év során összegyűjtött, különböző nedvességtartalommal rendelkező – kukorica hibridek összehasonlíthatósága miatt a különböző minták szárazanyagra vonatkoztatott keményítőtartalmát határoztam meg. Ezt az adat a relatív keményítőtartalom, ami lehetővé teszi az eltérő nedvességtartalmú hibridek mintáinak összehasonlíthatóságát.

A relatív keményítőtartalmat a következő képlettel lehet számítani:

$$100/(100-A) \times B$$

ahol: A – a mérés során kapott pillanatnyi nedvességtartalom, B – az adott nedvességtartalmú minta spektroszkópiai mérés szerinti keményítőtartalma.

Az alkalmazott statisztikai módszerek bemutatása

A statisztikai vizsgálatot R 3.4.1. statisztikai környezetben (R Core Team, 2016) RStudio (RStudio Team, 2016) grafikus felülettel, "car" (Fox és Weisberg, 2011) és "agricolae" (de Mendiburu, 2016) csomagok felhasználásával végeztük. A grafikonokat Microsoft Excel 2013 programmal készítettük. Az elsőfajú hibát 5%-nak választottuk ($\alpha=0,05$).

A varianciaanalízisek példája R statisztikai környezetben:

```
model<- aov(vizsgált_változó ~ (főparcella*osztó_parcella*osztó-osztó_parcella) +  
Error(ismétlés/főparcella/(osztó_parcella*osztó-osztó_parcella), data=forrás_adatbázis))  
summary(modell)
```

ahol a vizsgált változó a mért termés értékek, a ~ jel után pedig az osztott sávok (split-strip plot) kísérleti elrendezést figyelembe véve kísérleti főparcellaként a talajművelést, osztóparcellaként műtrágya és osztó-osztó parcellaként a hibridet vizsgáltuk, amellyel a műtrágyázás hatását lehet nagyobb pontossággal becsülni. A +Error itt is a modell hibáját definiálja, amelyben a kísérleti ismétlést követi a főparcella, valamint az elrendezésnek megfelelő fő-, osztó-, és osztó-osztó parcella.

Az évjáratok termésre gyakorolt hatásának elemzésére szintén ismételt mérési modellt használtunk a dolgozatban, ahol az időtényező az egyes vizsgálati évek:

```
modell<aov(ismételt_mérési_változó~kezelés*év+Error(egyedi_azonosító/mérési_időpontok),  
data=forrás_adatbázis))summary(modell)
```

A termések és keményítő hozamok középérték összehasonlítását Duncan-teszt segítségével végeztük (Huzsvai és Balogh, 2015).

R statisztikai környezetben az ismételt mérési modell, valamint a split-strip varianciaanalízis minden egyes post hoc tesztjéhez a szabadsági fokokat (df) és a négyzetösszeg hibákat (MSE) egyedileg lehet definiálni, melyet a következő kóddal végeztünk minden modellre külön-külön (Huzsvai és Balogh, 2015):

```
df=df.residual(modell$"hiba:hiba") mse=deviance(modell$"hiba:hiba")/df DUNCAN<-  
with(adatbázis,duncan.test(függő_változó,modellből_a_szignifikáns_hatás, df, mse, console = T))
```

EREDMÉNYEK

A kisparcellás szántóföldi tartamkísérletek eredményei alapján kerestük a választ, hogy, milyen hatása van az általunk választott három kukorica hibrid hektáronkénti termésére, és hektáronkénti keményítőhozamára:

- a talajművelés,
- a műtrágyázás,
- és az állománysűrűség (tőszám) változtatása.

A műtrágyakezelések eredményeinek megbízható értékelését növeli, hogy a Látóképi szántóföldi tartamkísérletben a kezelések tartamhatása meghaladja a 25 évet.

A kísérleti eredmények a 2012–2014. évekre vonatkoznak, a vizsgálat tárgyát képező három év időjárására elmondható, hogy az elmúlt 100 év adatai alapján mind a csapadék, mind a hőmérséklet szempontjából a szélsőséges évek közé sorolhatóak.

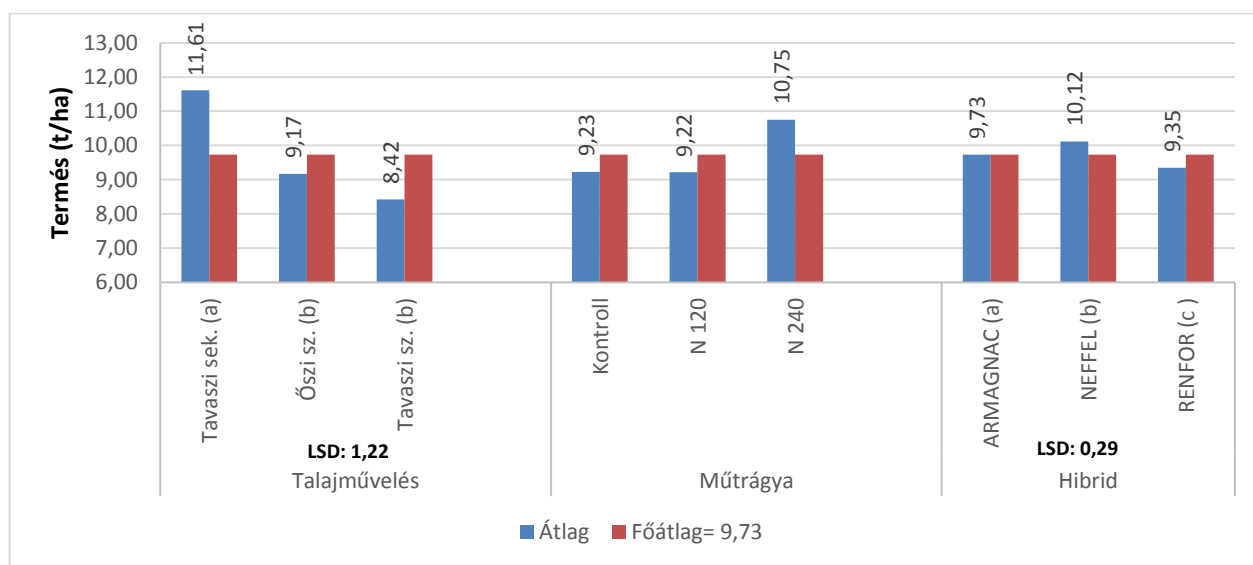
Az eredmények értékelése alapján megállapítottuk, hogy 2012. év és a 2013. év során nem volt statisztikailag igazolható hatása a termesztéstechnológiai tényezők egyikének sem, a terméseredményre, a keményítőhozamra, Post hoc teszt alapján.

Így megállapítottuk, hogy a termésre, keményítőhozamra gyakorolt időjárás hatása, az általunk vizsgált aszályos években, öntözetlen körülmények között meghaladja minden egyéb agrotechnológiai tényező hatását. Az igazolt eredmények pontosabb elemzésére a Duncan-tesztet választottuk.

A 2014. év során tudtuk igazolni statisztikai számításokkal a következőket:

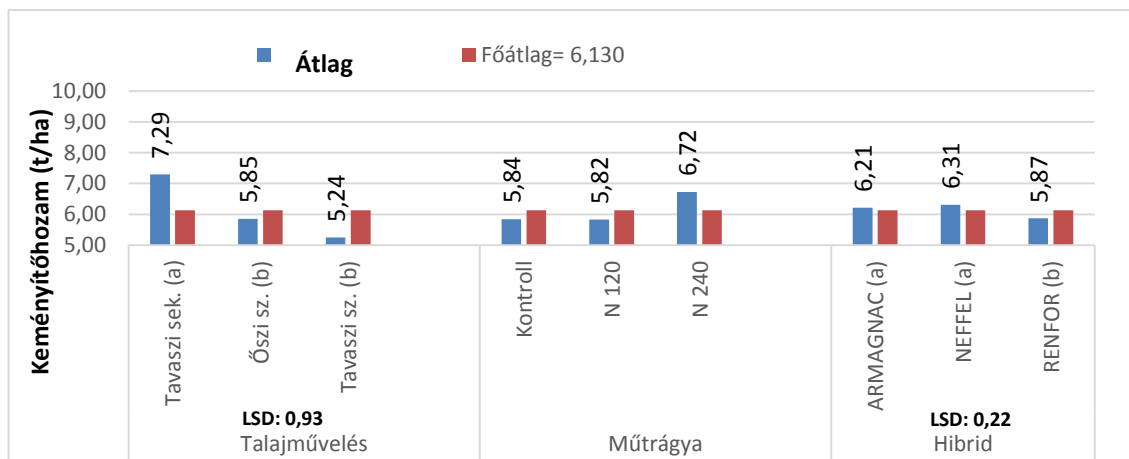
A 2014-es évjáratban, 50 ezer tő/ha esetén a kukorica termésmennyisége szignifikánsan különbözik az eltérő talajművelési módok mellett elért terméseredményedtől, hibridenként, műtrágyázás hatása nem volt igazolható statisztikailag. A tavaszi sekélyművelés mellett elért termés (11,61 t/ha) szignifikánsan magasabb az őszi szántás (9,17 t/ha), valamint a tavaszi szántás (8,42 t/ha) alkalmazása után mért eredménytől. Az ARMAGNAC, RENFOR és NEFFEL hibridek termésátlagai szignifikánsan különböznek egymástól. A csoport főátlaga, 9,73 t/ha volt.

(2. ábra).



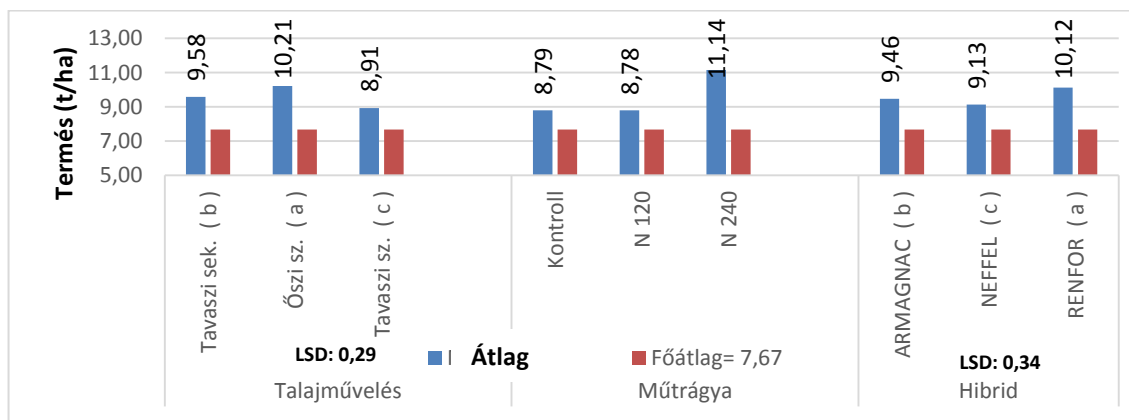
2. ábra: A talajművelés, műtrágyázás és hibridválasztás mellett elért kukorica terméseredmények a főátlaghoz viszonyítva (Debrecen, 2014)

Az 50 ezer tő/ha esetén a keményítőhozam szignifikánsan különbözik az eltérő talajművelési módok mellett elért terméseredményedtől, hibridenként, műtrágyázás hatása nem volt igazolható statisztikailag. A 2014. év során a keményítőhozam főátlaga 6,13 t/ha volt. A talajművelést vizsgálva a főátlagtól a tavaszi sekélyművelés tér el, +1,16 t/ha értékkel, valamint a hibridválasztás vonatkozásában a főátlagtól szignifikánsan alacsonyabb eredményt ért el a RENFOR (5,87 t/ha), az ARMAGNAC-hoz (+0,34 t/ha) és a NEFFEL-hez (+0,44 t/ha) képest. A RENFOR 5,87 t/ha keményítőhozama 0,26 tonnával marad el a 2014. évi keményítőhozam főátlagától. A hibridválasztás elemzését követően megállapítottuk, hogy a hibridek között a RENFOR átlagos keményítőhozama (5,87 t/ha) szignifikánsan alacsonyabb ARMAGNAC (6,21 t/ha) és NEFFEL (6,31 t/ha) keményítőhozamától (**3. ábra**).



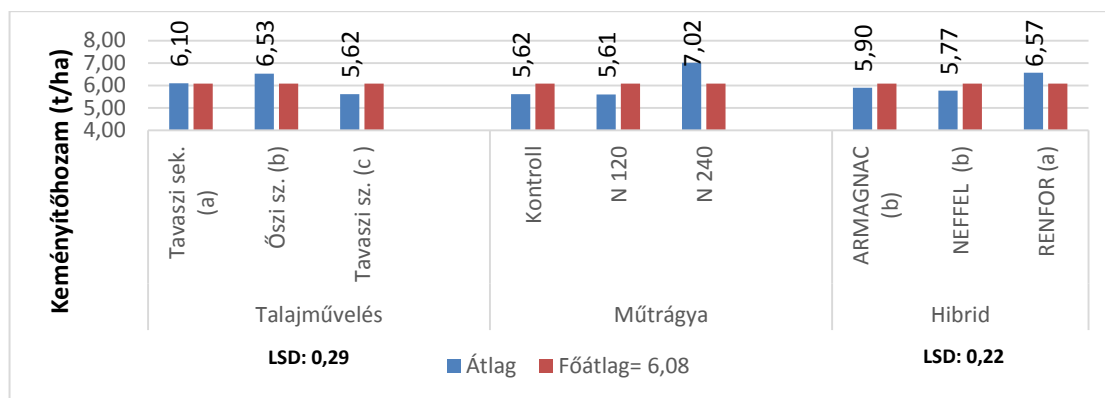
3. ábra: A talajművelés, a műtrágyázás és a hibridválasztás mellett elért kukorica keményítőhozamok a főátlaghoz viszonyítva (Debrecen, 2014)

A 70 ezer tő/ha esetén a termésmennyiség szignifikánsan különbözik az eltérő talajművelési módok mellett elért terméseredményedtől, hibridenként, műtrágyázás hatása nem volt statisztikailag igazolható. Duncan teszt eredményei alapján az őszi szántásos talajművelés termésátlaga (10,21 t/ha) szignifikánsan magasabb a tavaszi sekélyművelés átlagtól (9,58 t/ha), ami szignifikánsan magasabb a tavaszi szántás terméseredményétől (8,91 t/ha). A hibridválasztás mellett elért eredmények elemzést követően elmondható, hogy a RENFOR termése (9,46 t/ha) szignifikánsan magasabb az ARMAGNAC termésétől (9,13 t/ha), és szignifikánsan alacsonyabb a NEFFEL termésétől (10,12 t/ha) (**4. ábra**).



4. ábra: A talajművelés, műtrágyázás és hibridválasztás mellett elért kukorica terméseredmények a főátlaghoz viszonyítva (Debrecen, 2014)

A 2014-ben, 70 ezer tő/ha állománysűrűséggel vetett kukorica keményítőhozamára a talajművelés, mint agrotechnikai tényező szignifikáns hatással bírt. Ebben a kísérleti évben a legnagyobb keményítőhozamot az őszi szántásos alpműveléssel érték el. Az őszi szántás alkalmazása mellett elért maximális keményítőhozam és a szakirodalomban szereplő megállapítás, miszerint a legtöbb keményítőhozam a legnagyobb termésszint mellett érhető el, összecseng *Makra* (2012) közlésével. Az őszi szántásos alpművelés esetén, 70 ezer tő/ha állományban a termés 2014-ben 10,21 t/ha, a keményítőhozam pedig 6,53 t/ha értéket mutatott. A RENFOR hektáronkénti keményítőhozama 6,57 t/ha volt, ami 0,67 tonnával több hektáronként, mint az ARMAGNAC keményítőhozama (5,90 t/ha). A NEFFEL (5,77 t/ha) pedig 0,8 t/ha mennyiséggel ért el kisebb termést ugyanazon területegységre vetítve. A csoport főátlag, 6,08 t/ha volt (5. ábra).



5. ábra: A talajművelés, műtrágyázás és hibridválasztás mellett elért kukorica keményítőhozamai a főátlaghoz viszonyítva, 70 ezer tő/ha állomány (Debrecen, 2014)

Ismételt méréses variancia-analízis 50 ezer tő/ha és 70 ezer tő/ha tőszám esetén, a kukorica termésmennyiségére és keményítőhozamára (2012-2014)

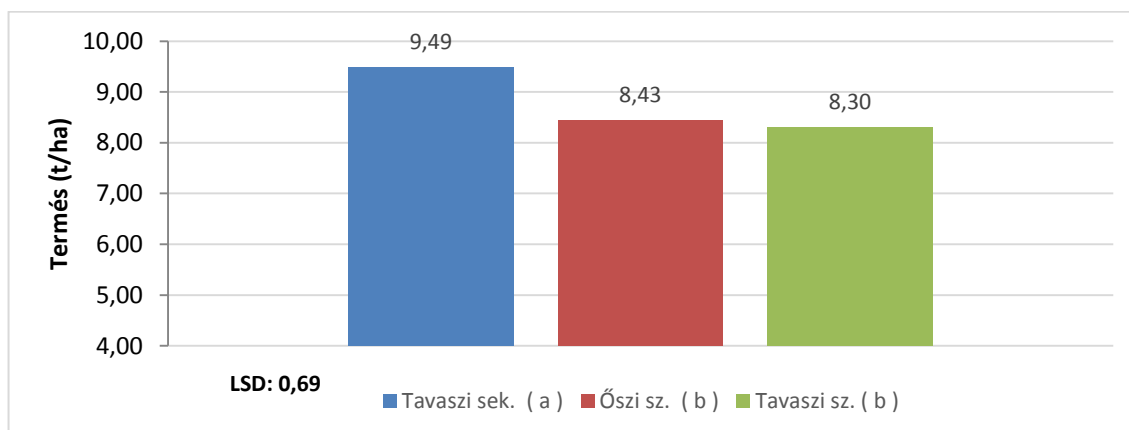
A tényezők korábbi vizsgálatával szemben a három év kísérleti eredményeit további vizsgálatoknak vetettük alá. Célunk volt, hogy az előzőekben alkalmazott módszer mellett olyan statisztikai próbát is végezzünk, ahol az évjáratot, mint hatást önálló tényezőként vonja be a módszer az elemzésbe. Ennek érdekében ismételt méréses varianciaanalízist végeztünk az 50 ezer tő/ha és 70 ezer tő/ha tőszám esetén a termés és keményítőhozam vonatkozásában.

A talajművelés, az évjárat hatása a kukorica termésére (50 ezer tő/ha)

A talajművelés hatását vizsgáltuk a kukorica termésátlagára a 3 év átlagában (6. ábra).

A kutatási eredmények alapján megállapítottuk, hogy három év átlagában a tavaszi sekélyművelés alkalmazása mellett volt az elérhető legnagyobb a terméshozam (9,49 t/ha) az 50 ezer tő/ha növényzámban. Az őszi szántás alkalmazása (8,43 t/ha) hektáronként 1,06 tonna, míg a tavaszi szántás (8,30 t/ha) hektáronként 1,19 tonna terméskiesést eredményezett. A tavaszi sekélyművelés alkalmazásával elért terméstöbblet a három év átlagában kedvezőtlen csapadékeloszlás esetén olyan talajművelési eljárás

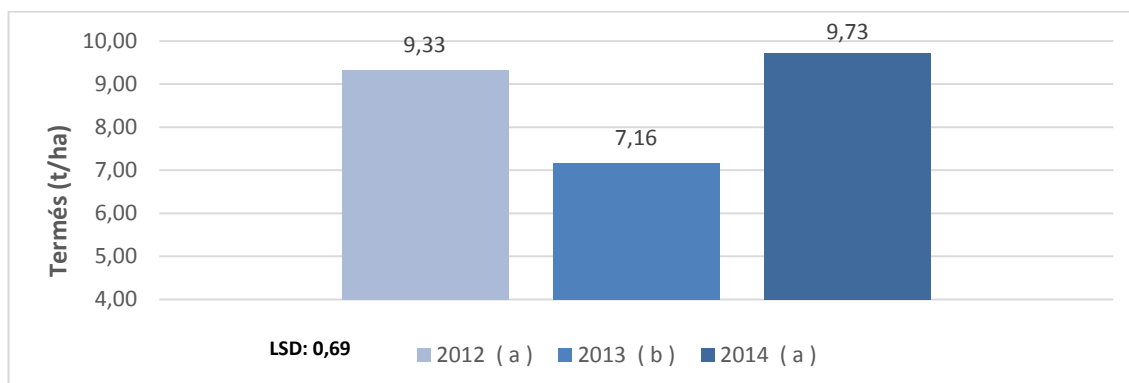
mellett volt elérhető, mely víztakarékos, a talaj vízháztartásának alakulását kedvezően befolyásolja, a talajvíz párolgását minimálisra csökkenti. Aszályos évjárat esetén ajánlott a tavaszi sekélyművelés alkalmazása a terméseredmény maximalizáláshoz öntözetlen körülmények között.



6. ábra: Talajművelés hatása a kukoricatermésre 50 ezer tő/ha állományban (Debrecen, 2012–2014)

Az öntözetlen termesztéstechnológiákban az évjáráthatás első helyen szerepel a terméseredmények meghatározásában. Ezt igazolják azon vizsgálatok, melyeknél az évjárat nem tényezőként volt a vizsgálatba vonva, hanem mint 0. faktor. Az időjárás a műtrágyázást, a talajművelést, a hibridválasztást egyaránt képes volt elnyomni aszályosabb években, így a legnagyobb befolyásoló hatása volt a terméseredmény alakulására.

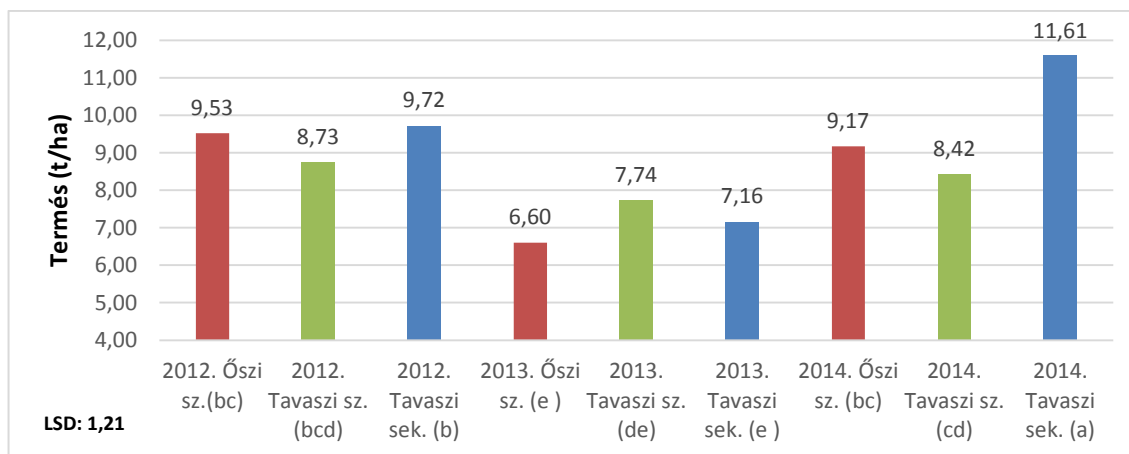
Az ismételt méréses varianciaanalízis eredményeivel az évjárat hatásának vizsgálatát követően megállapítottuk, hogy a 2012. (9,33 t/ha) és 2014. évben (9,73 t/ha) elért terméseredmény szignifikánsan magasabb volt a 2013. év során betakarított kukorica hektáronkénti termésmennyiségétől (7,16 t/ha) (7. ábra), melynek oka az adott évben hullott csapadék kedvezőtlen eloszlása.



7. ábra: A kukorica terméseredményei évek szerint csoportosítva 50 ezer tő/ha állományban (Debrecen, 2012–2014)

Az évjáráthatást és a talajművelést együttesen vizsgálva (50 ezer tő/ha esetén) megállapítható, hogy a 2014. évben – amely év a három vizsgált évjárat közül a legkedvezőbben alakult az időjárás szempontjából – a tavaszi sekélyművelés hozta a legnagyobb hektáronkénti terméseredményt (11,61 t/ha). A 2012. és 2014. évek terméseredményei közötti szignifikáns eltérés (7. ábra) eredményeképp a 8. ábrán

megfigyelhető, hogy a két év tendenciája megegyezik, vagyis a talajművelések azonos sorban követik egymást a terméseredmények befolyásolásában. Mindkét évjárat esetén a legtöbb termést a tavaszi sekélyművelés esetén lehetett elérni, majd az őszi szántásos alpműveléssel következett, amit a tavaszi szántás követett.



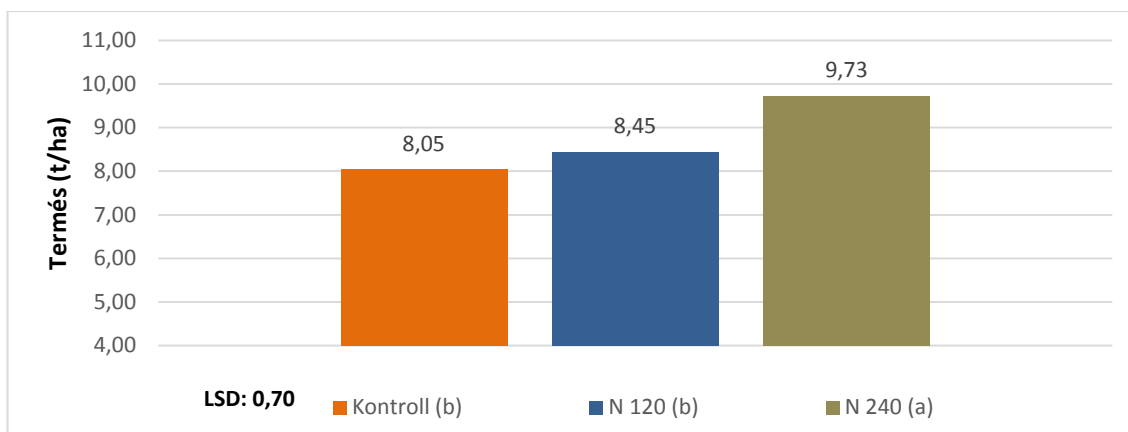
8. ábra: A kukorica termésének alakulása évenként, talajművelési módok szerint
50 ezer tő/ha állományban (Debrecen, 2012–2014)

A műtrágyázás szignifikáns hatást mutatott ($S_{\text{zig.}}=0,000^*<0,05$), a terméseredmény alakulására 2012–2014. évek átlagában az 50 ezer tő/ha növényszám esetén. Ezen évek átlagában – hasonlóan a talajművelés–évjárat kölcsönhatás vizsgálata esetén kapott eredményekhez – az évjárat szignifikánsan hatott a kukorica termésére ($S_{\text{zig.}}=0,000^*<0,05$). Azonban az évjárat–műtrágya kölcsönhatása nem szignifikáns ($S_{\text{zig.}}=0,940>0,05$) a terméseredmény alakulására.

A műtrágyahatás elemzésére szintén a Duncan-tesztet alkalmaztuk. A **9. ábrán** kerültek megjelenítésre a kapott eredmények, miszerint a különböző betűvel jelölt csoportok átlagai szignifikánsan ($S_{\text{zig.}}<0,05$) különböznek egymástól. A kontroll (b) és a 120 kg/ha nitrogén [N120 (b)] szignifikánsan alacsonyabbak a 240 kg/ha nitrogén [N 240 (a)] műtrágya hatására elért terméseredménytől.

A három műtrágya kezelés estén a legtöbb termést a legnagyobb mennyiségű nitrogén kijuttatásával értük el, ami egyezik azzal a megállapítással, hogy a kukorica terméshozamokban való többletek eléréséhez a legnagyobb szerepe a kijuttatott nitrogén mennyiségének van (*Győrffy és I'só*, 1966; *Balláné*, 1968; *Latkovicsné és Krámer*, 1968; *Bocz*, 1974; *Bocz*, 1976; *Anda*, 1987; *Nagy*, 1986; *Ahmad*, 2000; *Berzsenyi*, 2009b), főleg a monokultúrás termesztés esetében (*Dóka és Pepó*, 2007).

Több kutató megállapítását vizsgálva nem találtunk összefüggést az általunk kapott eredményre, miszerint a csökkentett tőszám esetén öntözetlen kultúrában a 240 kg/ha nitrogén kijuttatása eredményezte a legtöbb termést. *Nagy* (2007a) közlésében az áll, hogy száraz évjáratokban alacsonyabb, azaz maximum 60 kg/ha nitrogén kijuttatása indokolt, mivel ennél magasabb mennyiségnél megnő a termelési kockázat.

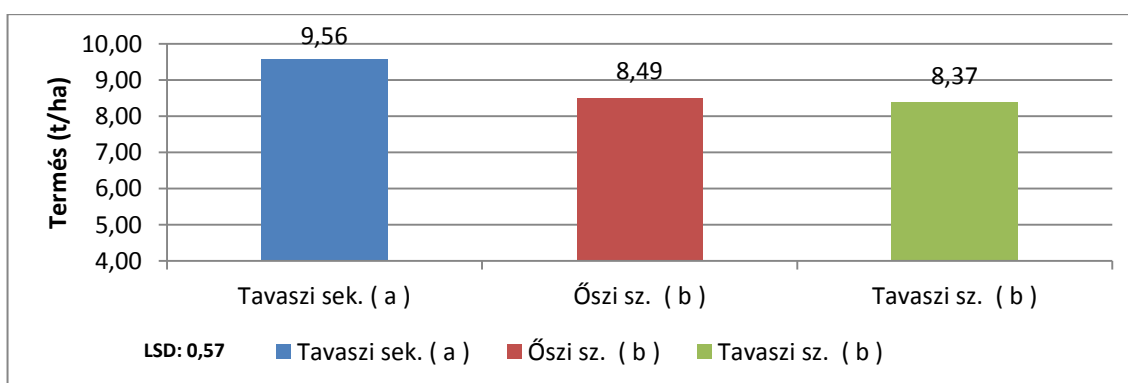


9. ábra: Műtrágyázás hatása a kukorica termésére, 50 ezer tő/ha állományban (Debrecen, 2012-2014)

A talajművelés, évjárat hatása a kukorica termésére (70 ezer tő/ha)

A kukoricatermesztés gyakorlatában leginkább alkalmazott 70 ezer tő/ha körüli tőszám mellett a következő eredményeket kaptuk.

A talajművelés mint agrotechnikai tényező statisztikailag igazolható hatással bírt a 2012–2014. évek átlagában a kukorica termésmennyiségére 70 ezer tő/ha állományban. A három vizsgált év átlagában a legnagyobb termésmennyiséget – ami szignifikánsan magasabb a többi alpművelés eredményétől – a tavaszi sekélyművelés esetén értük el (9,56 t/ha), az őszi szántás alkalmazásával elért 8,49 t/ha és a tavaszi szántás mellett elért 8,37 t/ha terméseredmények szignifikánsan alacsonyabbak (**10. ábra**).

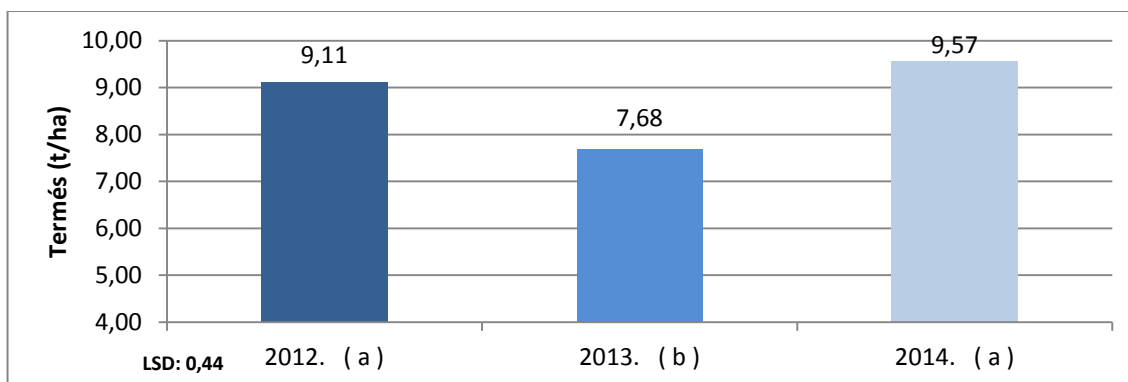


10. ábra: Talajművelés hatása a kukoricatermeszre, 70 ezer tő/ha állományban (Debrecen, 2012–2014)

Az évjárat hatás szignifikáns eredményeit a terméseredményére a 2012–2014. évek átlagában a 70 ezer tő/ha állomány esetén a **11. ábra** szemlélteti.

A kapott eredmények alapján megállapítottuk, hogy a 2013 (b) évben elért termésátlag szignifikánsan alacsonyabb volt a 2012. (a) és a 2014. (a) év során betakarított termésátlagtól. A három év átlagában a 2014. év során a termésátlag 9,57 t/ha értéket mutat, ami szignifikánsan magasabb a 2013. év 7,68 t/ha termésétől.

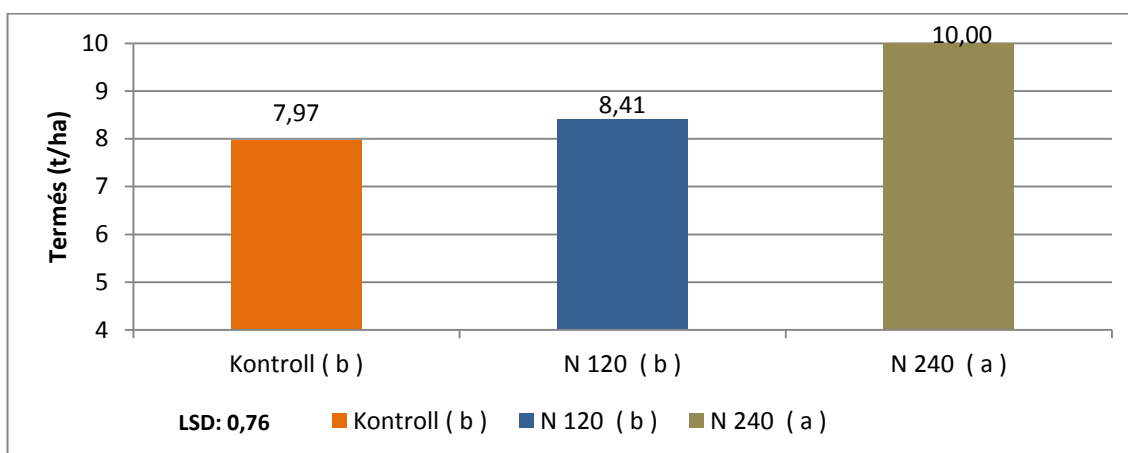
Összességében megállapítottuk, hogy az évjáráthatás alapvetően befolyásolja a termésmennyiség alakulását.



11. ábra: Az évjárat hatása a kukorica termésére, 70 ezer tő/ha állományban (Debrecen, 2012–2014)

A talajművelés mellett fontos agrotechnikai tényező a műtrágyázás, mely a termésmennyiséget befolyásolhatja – öntözetlen körülmények között is – 70 ezer tő/ha tőszám mellett. A 2012–2014. évek átlagában a műtrágyázás szignifikánsan hatott a kukorica termésére

A műtrágyázás hatásának elemzésében a különböző betűvel jelölt csoportok átlagai szignifikánsan (Szig.<0,05) különböznek egymástól. A 240 kg/ha nitrogén [N 240 (a)] mennyiség mellett elért termés szignifikánsan nagyobb volt a három év átlagában a többi műtrágya adaghoz – N 120 (b) és kontroll (b) – képest (**12. ábra**). A 240 kg/ha nitrogéndózis mellett elért 10 t/ha termésmennyiség, 1,59 t/ha-val haladja meg a 120 kg/ha nitrogén-műtrágya alkalmazása mellett elért termésátlagot. A kontroll kezelés esetén betakarított 7,97 t/ha termés 2,03 t/ha-val marad el a legtöbb terméstől (10 t/ha).



12. ábra: Műtrágyázás hatása a kukorica termésére 50 ezer tő/ha állományban (Debrecen, 2012–2014)

A gyakorlatban használatos tőszámokhoz leginkább közelítő érték a 70 ezer tő/ha érték, melyet a kutatásban használtunk. A kapott műtrágyahatás eredményei arra engednek következtetni, hogy az emelt nitrogéndózisok a termésmennyiséget öntözetlen körülmények között maximalizálják.

A talajművelés, évjárat hatása a kukorica keményítőhozamra (50 ezer tő/ha)

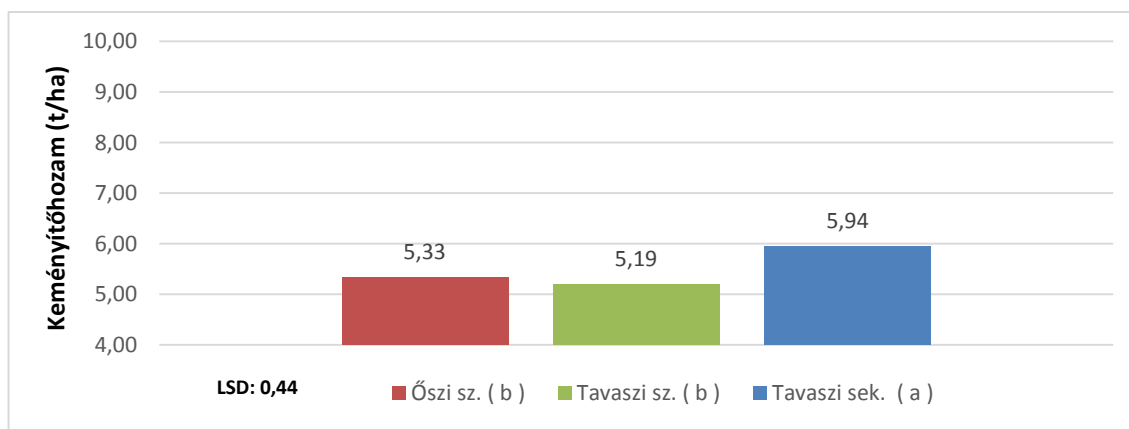
A kísérlet további részét képezte a terméseredmények és az arra gyakorolt hatások vizsgálatánál a hektáronkénti keményítőhozam vizsgálata a talajművelés, műtrágyázás, hibrid, tőszám és időjárás (évjárat) vonatkozásában.

Duncan-teszt eredményei alapján megállapítottuk, hogy a különböző betűvel jelölt csoportok átlagai szignifikánsan ($S_{\text{zig}} < 0,05$) különböznek egymástól.

A 2012–2014. évek átlagában a keményítőhozam maximális értékét a tavaszi sekélyművelés (a) talajművelési mód mellett lehetett elérni (5,94 t/ha). Ez az érték szignifikánsan magasabb az őszi szántás (b) (5,33 t/ha), valamint a tavaszi szántás (b) (5,19 t/ha) hatására elért keményítőhozamtól (**13. ábra**).

Öntözetlen körülmények között aszályos évjáratokban a tavaszi sekélyművelés, mint víztakarékos talajművelési eljárás eredményezte – ugyanezen agrotechnikai tényezők alkalmazása mellett – a legnagyobb terméseredményt (9,49 t/ha) (**6. ábra**). A legnagyobb keményítőhozam a legnagyobb termésmennyiség mellett érhető el, ismét igazolásra került, melyet *Makra* (2012) közlése tartalmaz.

A talajművelési eljárások közül – mint azt korábban elemeztük – a tavaszi sekélyművelés eredményezte a legnagyobb keményítőhozamot, valamint termésátlagot. A szélsőséges évjáratokban fontos a talajaink vízháztartásának megőrzése, mivel öntözetlen körülmények között az állomány csak a természetes csapadékmennyiséggel tud gazdálkodni. Ennek érdekében azon talajművelési mód mellett realizálható a termésmaximum és keményítőhozam maximuma, amely a talajok vízbázisát leginkább megőrzi csökkentett tőszám (50 ezer tő/ha) alkalmazása esetén.

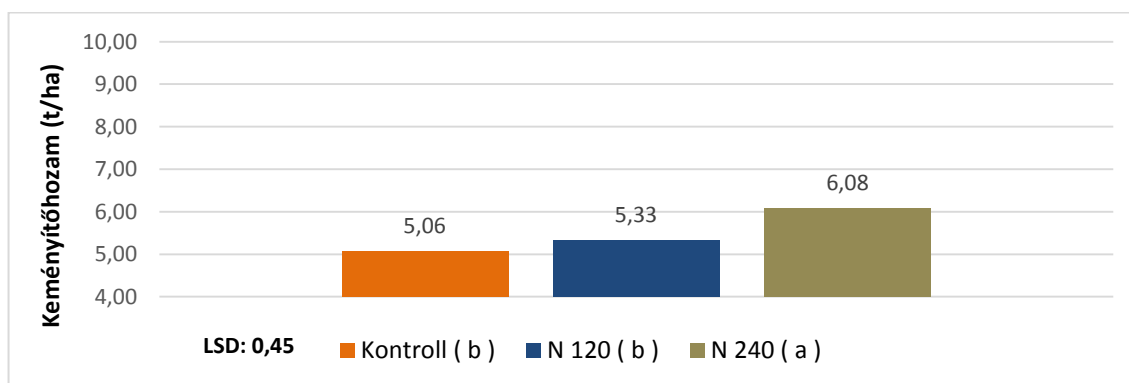


13. ábra: Talajművelés hatása a kukorica keményítőhozamára 50 ezer tő/ha állományban (Debrecen, 2012–2014)

A talajművelés mellett a termesztéstechnológiában szereplő műtrágyázás hatását is vizsgáltuk keményítőhozam szempontjából.

A Duncan-teszt eredményei alapján megállapítottuk, hogy a 240 kg/ha nitrogén műtrágyadózis [N 240 (a)] mellett elért 6,08 t/ha keményítőhozam szignifikánsan nagyobb a kontroll (b) 5,06 t/ha, valamint a 120 kg/ha nitrogén (N 120 (b)) kezeléssel elért 5,33 t/ha keményítőhozamoktól (**14. ábra**).

Megállapítottuk, hogy a csökkentett tőszám alkalmazása esetén (50 ezer tő/ha) a terméseredmény maximumát is 240 kg/ha nitrogén dózis mellett érték el (9,73 t/ha). A legtöbb keményítőhozamot is a 240 kg/ha műtrágya kijuttatása mellett érték el.



14. ábra: Műtrágyázás hatása a kukorica keményítőhozamára
50 ezer tő/ha állományban (Debrecen, 2012–2014)

A talajművelés, évjárat hatása a kukorica keményítőhozamára (70 ezer tő/ha)

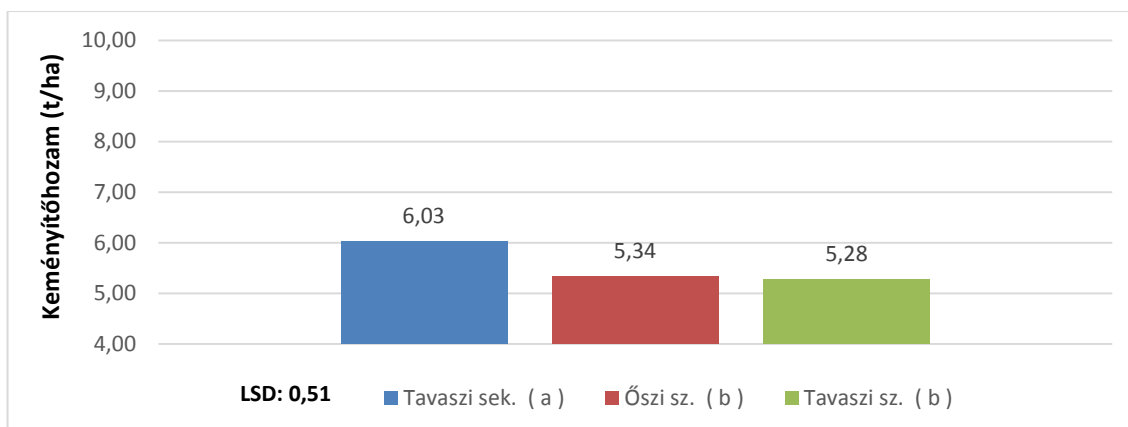
Az 70 ezer tő/ha állománysűrűség a gyakorlatban használt tőszám(ok)hoz leginkább közelítő érték. Emiatt a hektáronkénti keményítőhozam vizsgálatát az összes – általunk alkalmazott – agrotechnikai tényező mellett kívántuk elemezni.

A kapott eredmények alapján megállapítottuk, hogy a 2012–2014. évek átlagában 70 ezer tő/ha tőszám esetén a talajművelés (Szig.=0,000*<0,05) és az évjárat szignifikánsan hatott a keményítőhozamra. A talajművelés hatásának szorosabb kivizsgálását ebben az esetben is a Duncan-teszt módszerével végeztük. A különböző betűvel jelölt csoportok átlagai szignifikánsan (Szig.<0,05) különböznek egymástól.

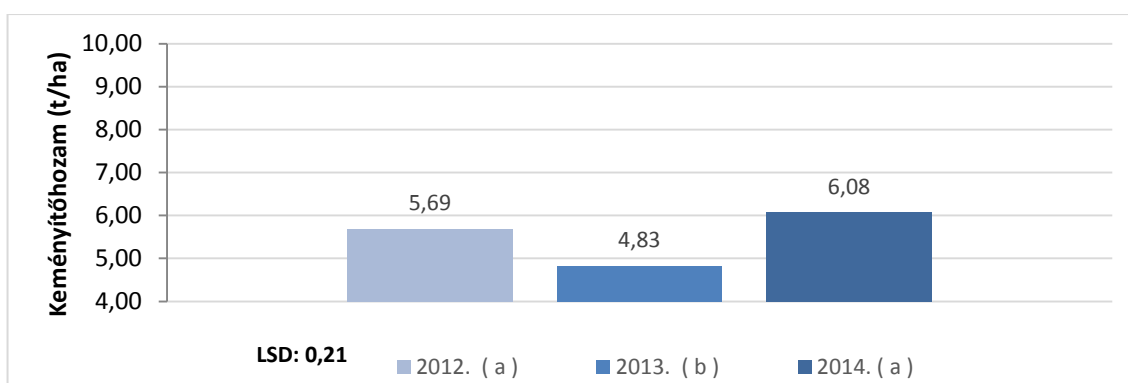
A kísérletben szereplő három talajművelési mód közül a tavaszi sekélyművelés szignifikánsan nagyobb keményítőhozamot (6,03 t/ha) produkált hektáronként az őszi szántás (5,34 t/ha) és a tavaszi szántás (5,28 t/ha) alkalmazása mellett kapott eredményeket nézve, a 70 ezer tő/ha állományban (**15. ábra**).

Az évjáráthatást vizsgálva elmondható, hogy a korábbi tapasztalatokhoz és statisztikai eredményekhez hasonlóan az évjárat mint tényező befolyásolja a termésmennyiség mellett a keményítőhozam alakulását is.

A 2012–2014. éveket együtt elemezve elmondható, hogy a 70 ezer tő/ha tőszám esetén a 2013. évi (b) hektáronkénti keményítőhozam (4,83 t/ha) szignifikánsan alacsonyabb a 2012. évi (5,69 t/ha) és a 2014. évi (6,08 t/ha) keményítőhozam átlagától. Az extrém aszályos évek átlagai (2012, 2013) tehát a kedvező év (2014) átlaga alatt maradt (**16. ábra**).



15. ábra: Talajművelés hatása keményítőhozamra, 70 ezer tő/ha állományban (Debrecen, 2012-2014)



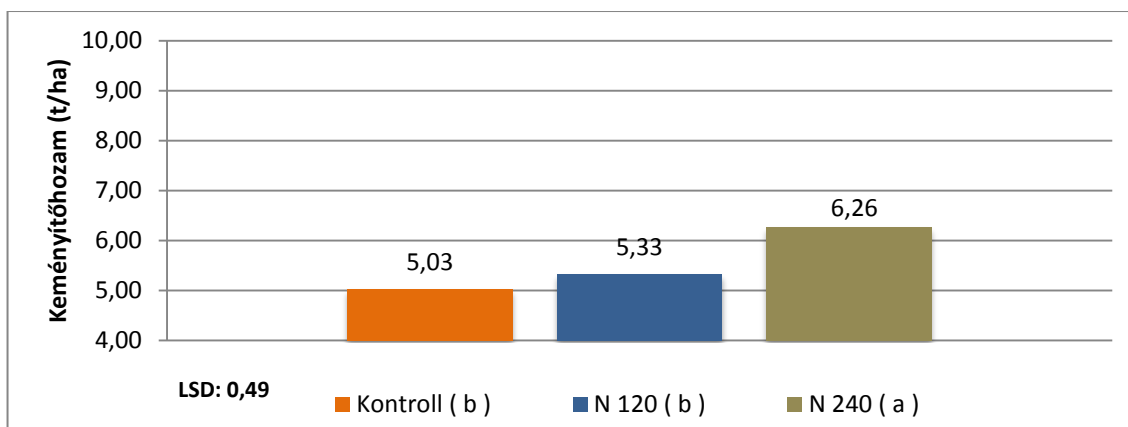
16. ábra: A kukorica keményítőhozama, a kísérleti évek átlagában, 70 ezer tő/ha állományban (Debrecen, 2012-2014)

A keményítőtartalom alakulásánál szintén vizsgáltuk a műtrágyázás hatását a 70 ezer tő/ha állomány esetén.

A kapott eredmények alapján megállapítottuk, hogy a műtrágyázás és az évjárat szignifikánsan hatott a keményítőhozamra.

A **17. ábra** adatai alapján megállapítottuk, hogy a 70 ezer tő/ha állományban a legnagyobb keményítőhozam a 240 kg/ha műtrágyadózis esetén volt elérhető (6,26 t/ha). Ezen érték szignifikánsan nagyobb a kontroll (b) (5,03 t/ha) valamint a 120 kg/ha nitrogén [N 120 (b)] (5,33 t/ha) alkalmazása esetén kapott keményítőhozamtól. A legtöbb termés ezen évek átlagában szintén a 240 kg/ha nitrogéndózis mellett volt realizálható. Ezek alapján megállapítottuk, hogy a legnagyobb keményítőhozamot a legmagasabb műtrágya dózis mellett takarítottuk be.

Az aszályos évjáratok esetén 70 ezer tő/ha tőszám alkalmazása mellett a legtöbb keményítőhozam a legnagyobb műtrágyaadag mellett volt elérhető öntözetlen kezelésben.



17. ábra: Műtrágyázás hatása a kukoricahibridek keményítőhozamára 70 ezer tő/ha állományban (Debrecen, 2012–2014)

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A vizsgálatok és az adatok feldolgozása és értékelése után – a meghatározott célkitűzések alapján – az alábbi következtetések vonhatók le.

(1) A vizsgált évek, évjárat hatásainak elemzése, termésmennyiségre gyakorolt hatásai

Számszerűsítettük az évjárat termésmennyiségre gyakorolt hatását az ismételt méréses varianciaanalízis alkalmazásával. Az elemzéseket követően az évjárat hatásának vizsgálatára végzett kutatások eredményei alapján megállapítottuk, hogy a 2012. (9,33 t/ha) és 2014. évben (9,73 t/ha) elért terméseredmény szignifikánsan magasabb volt a 2013. év során betakarított kukorica hektáronkénti mennyiségétől (7,16 t/ha). Ezen eredménnyel több hazai szerző megállapítását is igazoltuk (Csathó *et al.*, 1991; Kádár, 1992; Nagy és Huzsvai, 1995; Nagy, 2007a).

Az öntözetlen termesztéstechnológiákban az évjáráthatás első helyen szerepel a terméseredmények meghatározásában, a műtrágyázást, a talajművelést és a hibridválasztást is egyaránt képes felülmúlni aszályosabb években, így ennek volt legnagyobb hatása a terméseredményekre.

(2) A vizsgált évek, évjárat hatásainak elemzése, keményítőhozamra gyakorolt hatásai

A beltartalmi tulajdonságok közül az ipari etanolgyártás szempontjából fontos tényező a kukorica keményítőtartalma, amelyből meg tudjuk határozni a terméseredmények ismeretében a hektáronkénti keményítőhozamot. A három vizsgált év eredményei alapján megállapítottuk, hogy a 2012–2014. évek átlagában hektáronként 70 ezer tő/ha esetén a 2013. évi hektáronkénti keményítőhozam (4,83 t/ha) szignifikánsan alacsonyabb a 2012. évi (5,69 t/ha) és a 2014. évi (6,08 t/ha) keményítőhozam átlagától. Tehát az extrém aszályos évek átlagai (2012, 2013) a kedvezőbb év (2014) keményítőhozam átlaga alatt maradtak. A hektáronként 50 ezer tőszám mellett, a 2012–2014. éveket vizsgálva megállapítottuk, hogy a legnagyobb keményítőhozamot a 2014. évben érték el (6,13 t/ha). A 2013. évben elért 4,50 t/ha

keményítőhozam szignifikánsan alacsonyabb mind a 2012. évi (5,84 t/ha), mind pedig a 2014. évi (6,13 t/ha) hozam, így az évjáráthatás döntő volt a keményítőhozam alakulásában is.

(3) A vizsgált évek során alkalmazott talajművelési eljárások termésmennyiségre gyakorolt hatásai

A kukorica terméseredményeit vizsgálva megállapítottuk, hogy jelentős különbségek voltak a vizsgált évek hozamai, azon belül is az egyes talajművelési rendszerekkel elért termés hozamok között.

Post hoc teszt:

- 2014-ben a tavaszi sekélyművelés szignifikánsan magasabb terméseredményt produkált, mint az őszi szántás és a tavaszi szántás alkalmazása mellett elért termésátlag 50 ezer tő/ha növényszám esetén.
- 70 ezer tő/ha esetén szintén a 2014. évben, az őszi szántás alkalmazásával volt elérhető a legnagyobb termés hozam, azaz az őszi szántás statisztikailag igazolható hatást gyakorolt a hektáronkénti termésátlagra.

Ismételt méréses varianciaanalízis:

- A 2012–2014. évek átlagában 50 ezer tő/ha, valamint a 70 ezer tő/ha tőszám esetén is egyaránt a tavaszi sekélyművelés eredményezte a legnagyobb termésátlagot.

(4) A vizsgált évek során alkalmazott talajművelési eljárások keményítőhozamra gyakorolt hatásai

A kedvező évjáratban – mint a 2014. év – a talajművelésnek statisztikailag igazolható hatása volt a keményítőhozamra.

Post-hoc teszt:

- 70 ezer tő/ha esetén az őszi szántás mellett volt elérhető a legnagyobb keményítőhozam.
- 50 ezer tő/ha állománysűrűség alkalmazásával a tavaszi sekélyművelés eredményezte a legnagyobb keményítőhozamot.
- A 2012–2014. évek átlagában szintén a hektáronkénti 70 ezer tő választása mellett a tavaszi sekélyművelés esetén realizálható a legnagyobb keményítőhozam.

Ismételt méréses varianciaanalízis:

- A 2012–2014. évek átlagában mind az 50 ezer tő/ha, mind a 70 ezer tő/ha állomány esetén a tavaszi sekélyművelés eredményezte a nagyobb keményítőhozamot.

Megállapítottuk, hogy a változó időjárási viszonyok mellett egy víztakarékos talajművelési eljárással érhető el a legnagyobb keményítőhozam.

Makra (2012) megállapítása – miszerint a legnagyobb keményítőhozam a legnagyobb terméseredményhez köthető – igazolást nyert kutatásaink során.

(5) A vizsgált évek során alkalmazott műtrágya dózisok termésmennyiségre gyakorolt hatásai

Post hoc teszt:

- A műtrágyázás hatását az évenkénti terméseredményre statisztikailag nem tudtuk igazolni a Post-hoc teszt alkalmazásával.

Ismételt méréses varianciaanalízis:

- A 2012–2014. évek átlagában az 50 és 70 ezer tő/ha állományban is szignifikánsan a legtöbb termést a N 240 kg/ha + P₂O₅ 180 kg/ha + K₂O 212 kg/ha dózis eredményezte.

Több szerző állítását – miszerint a kukorica terméshozamában a többletek eléréséhez a tápanyagok közül a legnagyobb szerepe a kijuttatott nitrogén mennyiségének van (Győrffy és I'só, 1966; Balláné, 1968; Latkovicsné és Krámer, 1968; Bocz, 1974; Bocz, 1976; Nagy, 1986; Anda, 1987; Ahmad, 2000; Berzsenyi, 2009a) – méréseinkkel igazoltuk.

A kijuttatott dózis tekintetében Széll és Kovácsné (1993) 200 kg/ha nitrogén, valamint Werner (1983) pedig 214 kg/ha nitrogén mennyiséget ad meg öntözetlen körülmények között monokultúrában, amely mellett a legnagyobb terméseredmény realizálható. Az általunk elért maximális terméseredményhez tartozó műtrágya dózis e két szakirodalmi adatot megközelíti.

(6) A vizsgált évek során alkalmazott műtrágya dózisok keményítőhozamra gyakorolt hatásai

Post hoc teszt:

- A keményítőhozamra gyakorolt műtrágyahatás Post-hoc teszttel nem volt igazolható.

Ismételt méréses varianciaanalízis:

- A 2012–2014. évek átlagában az 50 és 70 ezer tő/ha állományban is szignifikánsan a legtöbb keményítőhozam a N 240 kg/ha + P₂O₅ 180 kg/ha + K₂O 212 kg/ha dózis mellett volt mérhető.

Több kutató állítását igazoltuk, miszerint a tápanyagellátás – azon belül is a nitrogénellátás – mint agrotechnikai elem határozza meg legnagyobb mértékben a termés nagyságának alakulását, ezzel együtt a szem minőségét is (Genter et al., 1956; Veress, 1973; Jellium et al., 1973; Lásztity, 1975; Sarkadi, 1975; Getmanets és Klyavzo, 1981).

Bocz (1976) kutatásainak eredményével egyező adatokat kaptunk. Megállapította, hogy a nitrogén és foszfor, melyek elsősorban befolyásolják a szem beltartalmát.

Extrém aszályos évjárat esetén (2012 és 2013), amikor a tényezők hatását nagyban befolyásolja az időjárás, az emelt mennyiségű nitrogén eredményezi a legnagyobb mennyiségű keményítőhozamot mindkét tőszám (50 és 70 ezer tő/ha) esetén.

Az általunk elért legnagyobb mennyiségű keményítőhozam és a hozzá tartozó 240 kg/ha nitrogén mennyiség azonban nagyban eltér a Sárvári és Boros (2011) által javasolt, 80–90 kg/ha nitrogén hatóanyag kijuttatásától, ami szükséges a keményítőhozam maximumának eléréséhez.

(7) A vizsgált évek során alkalmazott különböző tőszámbeállítások termésmennyiségre gyakorolt hatásai

Post hoc teszt:

- Méréseink alapján igazoltuk és Post-hoc teszttel bizonyítottuk *Pepó et al.* (2002) állítását, miszerint száraz években az 50 ezer tő/hektár, átlagos években a 65–73 ezer tő/hektár állománysűrűséget tartják indokoltnak. Az általunk vizsgált években az 50 ezer tő/ha esetén elért 11,61 t/ha mennyiség tavaszi sekélyművelés esetén volt mérhető. Ehhez hasonló tőszámot javasolt *Árendás et al.*, (2013) is, FAO 300-as hibridek használata esetén is, a 70 ezer tő/ha termésmenővelő hatása őszi szántásos alpművelés mellett volt mérhető (10,21 t/ha).

Ismételt mérésés varianciaanalízis:

- Szintén igazolást nyert az a megállapítás, hogy a száraz évjáratok esetén 50 ezer tő/ha növényszám választása a kedvezőbb, ahol célszerű tavaszi sekélyművelést alkalmazni, így érhető el a legnagyobb terméshozam.

(8) A vizsgált évek során alkalmazott különböző tőszámbeállítások keményítőhozamra gyakorolt hatásai

Post hoc teszt:

- A keményítőhozam vonatkozásában az extrém aszályos évek (2012, 2013) esetén nem volt szignifikáns hatás, melyet igazolni tudtunk volna Post hoc teszt alkalmazásával.
- A kedvezőbb időjárási viszonyokkal bíró 2014. év során a legtöbb keményítőhozamot 50 ezer tő/ha növényszám mellett értük el tavaszi sekélyművelés alkalmazásával (7,29 t/ha).

Ismételt mérésés varianciaanalízis:

- Megállapítottuk, hogy 70 ezer tő/ha esetén a legnagyobb keményítőhozam hektáronként (6,03 t/ha) – a 2012–2014. évek átlagában – a tavaszi sekélyművelés használata mellett volt realizálható.

(9) A tényezők komplex vizsgálata és kölcsönhatásaiknak számszerűsítése

Post hoc teszt:

- Az alkalmazott tényezőket (talajművelés, műtrágyázás, hibrid, tőszám) komplexen vizsgálva elmondható, hogy a Post hoc teszt szerint csak a 2014. év során volt kimutatható kölcsönhatás, a talajművelés–hibrid vonatkozásában a termésmennyiségre gyakorolt hatásuk miatt 50 ezer tő/ha állományban. A másik két kísérleti évben nem volt statisztikailag igazolható az egyes agrotechnikai elemek közötti kölcsönhatás.

Ismételt mérésés varianciaanalízis:

- A hektáronkénti termésátlagra nézve – 50 ezer tő/ha növényállomány esetén – a 2012–2014. évek átlagában volt igazolható statisztikailag az évjárat–talajművelés kölcsönhatása.

- A hektáronkénti keményítőhozam vonatkozásában az évjárat–talajművelés kölcsönhatása szignifikáns kapcsolatot mutat a 2012–2014. évek átlagában 50 ezer tő/ha tőszám alkalmazása mellett.

ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1: A talajművelési eljárások eredményei alapján megállapítottuk, hogy középkötött mészeledékes csernozjom talajon öntözetlen körülmények között: 70 ezer tő/ha növényszám esetén az őszi szántás, 50 ezer tő/ha tőszám mellett a tavaszi sekélyművelés alkalmazásával érhető el a legnagyobb termésmennyiség, és keményítőhozam.

2: A tőszám/hibrid-kísérletek eredményei alapján megállapítottuk, hogy középkötött mészeledékes csernozjom talajon öntözetlen körülmények között: 70 ezer tő/ha állományban a RENFOR, míg az 50 ezer tő/ha növényszám esetén a NEFFEL hibrid érte el a legnagyobb termésmennyiséget, amely a legmagasabb keményítőhozamot is eredményezte.

3: A legnagyobb terméshozam az általunk vizsgált aszályos évben a legnagyobb termésbiztonsággal középkötött mészeledékes csernozjom talajon a víztakarékos, tavaszi sekélyművelés alkalmazása mellett volt realizálható.

4: Az időjárás, termésre és keményítőhozamra gyakorolt hatása az általunk vizsgált aszályos évben, öntözetlen körülmények között meghaladta minden egyéb agrotechnológiai tényező hatását.

AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTHATÓSÁGA

1. A klímaváltozáshoz igazodva, öntözetlen körülmények között, a termés maximumának eléréséhez javasoljuk a termelők számára 50 ezer tő/ha növényszám esetén a tavaszi sekélyművelés, 70 ezer tő/ha állományban pedig az őszi szántás alkalmazását alpművelésként.

2. Az időjárási tényezők szélsőségesse válása miatt, fontos a termelési kockázat csökkentése, amit eredményeink alapján, eltérő FAO számú hibridek alkalmazásával a gazdaságok elérhetnek.

3. Eredményeink alapján javasoljuk a középkötött mészeledékes csernozjom talajon gazdálkodó üzemek, gazdaságok részére a víztakarékos, tavaszi sekélyművelés alkalmazását a termésbiztonság fenntartása céljából.

4. Kutatási eredményeink hozzájárulnak a kukorica keményítőtartalmának maximalizálásához, ami segíti a termelőket a végtermék specifikus felhasználásával kapcsolatos döntések meghozatalában.

IRODALOM, HIVATKOZÁSOK

1. Ahmad, N. (2000): Fertilizer scenario in Pakistan policies and development. [In: Ahmad N. (szerk.)] Proceedings of the Conference Agriculture and Fertilizer Use. 15-21. Planning and Development Division. Government of Pakistan. Islamabad. Pakistan.
2. Aildson, P. D. – Stephen, C. M. – David, S. J. – Jorge, de C. K. (2005): Grain quality of brazilian maize genotypes as influenced by nitrogen level. Crop Science. 45: 1958–1964.
3. Anda A. (1987): A kukorica néhány sugárzás, hő- és vízháztartási komponenseinek alakulása a N-ellátottság függvényében. Növénytermelés. 36. 3: 161-170.
4. Ángyán J. (szerk.) (1987): Agroökológiai hatások a kukoricatermesztésben. Az agroökológiai körzetek és a területi fejlesztés. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 210.
5. Árendás T. – Berzsenyi Z. – Bónis P. – Micskei Gy. – Marton L. Cs. (2013): A kukoricatermesztés agrotechnikai elemei: lehetőségek a fejlődési stresszek csökkentésére és növelésére. Agrofórum. 24:Extra 52, 34-39.Árendás et al. (2013
6. Balla A.-né (1968): A tenyésztőterület, a növényápolás és a trágyázás hatása a kukorica termésére. Agrokémia és Talajtan 17. 1-2.101-107.
7. Berzsenyi Z. (2009a): A nitrogén műtrágyázás hatásának vizsgálata a kukorica (*Zea mays L.*)hibridek növekedésére Richards-függvénnyel. Növénytermelés. 58.2.5-21.
8. Berzsenyi Z. (2009b): Új kihívások és módszerek a növénytermesztési kutatásban. Növénytermelés 58. 1: 77-91.
9. Bocz E. (1974): A szántóföldi növények hazai trágyázásának irányelvei. Debrecen. 65-77.
10. Bocz E. (1976): Trágyázási útmutató. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 257.
11. Csathó P., Árendás T., Németh T. (2000): A talaj tápanyag-ellátottságának és a kukorica gazdaságos műtrágyaigényének kapcsolata. Agrofórum. 11. 4: 15-20.
12. Csathó P. – Lásztity B. – Sarkadi J. (1991): Az „évjárat” hatása a kukorica termésére és terméselemeire P-műtrágyázási tartamkísérletben. Növénytermelés 40. 4. 339-353.
13. de Mendiburu, F. (2016): Agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research. R package version 1.2-4. <http://CRAN.R-project.org/package=agricolae>
14. Debreczeni B. (1979): Kis agrokémiai útmutató. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 357.
15. Dóka L.F. – Pepó P. (2007): Role of watersupply in monoculture maize (*Zea mays L.*) production. Cereal Res. Commun. 35.2: 353-356.
16. Fox, J. – Weisberg, S. (2011): An {R} Companion to Applied Regression, Second Edition. Thousand Oaks CA: Sage.
17. Genter, C. G. – Eheart, J. F. – Linkous, W. N. (1956): Effect of location, hibrid, fertilizer and rate of planting on the oil and protein content of corn grain. Agronomy Journal. 48: 63-67.

18. Getmanets, A. Ya. – Klyavzo, S. P. (1981): Effect of fertilizers on quality of maize grain. *Agrokimiya. Ukrainian*, 2: 146–153.
19. Györfly B. – I'só I. (1966): A kukorica. In: Láng G. (szerk.): A növénytermesztés kézikönyve 1. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 190-279.
20. Hidvégi Sz. (szerk.) (2007): Növénytermesztés. DE AMTC AVK. Debrecen.
21. Huzsvai L. – Balogh P. (2015): Lineáris modellek az R-ben. Seneca Books, Debrecen. 109-124.
22. Izsáki Z. (1999): A nitrogén és foszfor ellátottság hatása néhány szántóföldi kultúra fehérjetartalmára és aminosav összetételére. [In: Ruzsányi L., Pepó P. (szerk.) Növénytermesztés és környezetvédelem.] MTA Agrártudományi Osztály, Budapest, 92-97.
23. Izsáki Z. (2006): A N- és P-ellátottság hatása a kukoricaszem (*Zea mays L.*) fehérjetartalmára és aminosav összetételére. *Növénytermelés*, 55. 3-4: 213-230.
24. Jellum, M. D. – Marion, J. E. (1966): Factors affecting oil content and oil composition of corn (*Zea mays L.*) grain. *Crop Science*. 6: 41-42.
25. Jellum, M. D. – Boswell, F.C. – Young, C. T. (1973): Nitrogen and boron effects on protein and oil of corn grain. *Agronomy Journal*. 65: 330-331.
26. Kádár I. (1992): A növénytáplálás alapelvei és módszerei. MTA TAKI. Budapest, 398.
27. Lásztity B. (1975): A kukoricaszem NPK-tartalmának változása és a műtrágyák érvényesülése meszes homokon. *Agrokémia és Talajtan*. 24. 3–4: 279-290.
28. Latkovics Gy.-né – Krámer M. (1968): Az őszi búza és a kukorica műtrágyázás hatásának vizsgálata tartamkísérletben (1960-67). I. Szemterméseredmények. *Agrokémia és Talajtan*. 17. 1-2. 189-200.
29. Loch J. – Jászberényi I. (1987): Effect of fertilization and irrigation on the change of nitrate-N content of soil profile. In: Protection of water Quality from Harmful Emissions. Proc. 5th. Int. Symposium of CIEC, 1–4 September, 1987, Balatonfüred, Hungary.
30. Makra M. (2012): A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek termésére, és annak minőségére, valamint a talaj legfontosabb tulajdonságaira, tartamkísérletben. Diplomamunka. Debrecen.
31. Mengel, K. (1993): Impact of intensive agriculture on resources and environment. In: Fragoso M.A.C. - van Beisichem M. L.: Optimization of Plant Nutrition. Kluwer Academic Publishers. Hollandia. 613-617.
32. Nagy J. – Huzsvai L. (1995): Az évjárat hatás értékelése a kukorica (*Zea mays L.*) termésére. *Növénytermelés*. 44. 4: 385-393.
33. Nagy J. – Sárvári M. (2005): Gabonafélék [In: Antal J. szerk. Növénytermesztéstan 1.] Mezőgazda Kiadó. 301-328.
34. Nagy J. (1986): Összefüggés a kukorica hibridek öntözése, tápanyagellátása és a terméseredménye között. *DATE Tudományos Közleményei*. Debrecen. 26. 187-201.
35. Nagy J. (2007b): Kukoricatermesztés. Akadémiai Kiadó. Budapest. 42–276.

36. Pepó P. – Szabó P. – Albrecht L. (2002): Az állománysűrűség szerepe a fajtaspecifikus kukoricatermesztésben. Gyakorlati Agrofórum 13. 3:34-36.
37. R Core Team. (2016): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>
38. RStudio Team. (2016): RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA. URL: <http://www.rstudio.com/>
39. Sarkadi J. (1975): A műtrágyaigény becslésének módszerei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
40. Sarkadi J. (1991): Szerves- és műtrágyák hatása a búza és kukorica termésére. Agrokémia és Talajtan. 40: 87-95.
41. Sárvári M. – Boros B. (2011): A kálium műtrágyázás hatása a kukorica hibridek bioetanol termelésére. Növénytermelés 60. 1. 7-25.
42. Sárvári M. – Győri Z. (1982): A monokultúrában és a vetésváltásban termesztett kukorica termésátlagának és minőségének változása különböző tápanyagellátás esetén. Növénytermelés. 31. 2: 177-184.
43. Sárvári M. – Kovács P. (2016): Szeménszedett időjárás – A 2015. évi kukoricatermesztés fontosabb jellemzői Magyarországon. Agrárunió. 2016.01.26.
44. Sárvári M. – Szabó P. – Zsoldos M. (1994): Tőszám az optimumon. Magyar Mezőgazdaság. 52.13:
45. Statisztikai Tükör (2016): Központi Statisztikai Hivatal, 2016. szeptember 27.
46. Szanyi I. (2016): Kukoricatermesztésünk a világ mérlegén 2016. február 01., Agroinform. Budapest.
47. Széll E. – Kovácsné Komlós M. (1993): Hozzászólások a „Tápanyagok nélkül?” című riporthoz. Agrofórum 4. 9: 23.
48. Ványiné Széles A. (2008): Spad-érték és a kukorica (*Zea mays* L.) termésmennyisége közötti összefüggés elemzése különböző tápanyag és víz ellátottsági szinten. Doktori (PhD) értekezés. Debrecen.
49. Ványiné Széles A. – Tóth B. – Nagy J. (2012): Effect of nitrogen doses on the chlorophyll concentration, yield and protein content of different genotype maize hybrids in Hungary. Afr. J. f Agric. Res. 7.16: 2546-2552.
50. Veress I. (1973): A kukoricaszem aminosavjainak változása nitrogén műtrágyázás hatására. Növénytermelés. 22. 2: 125-136.
51. Werner, W. (1983): The effect of N fertilization in connection with the use of nitrification inhibitor on maize. Problems of an optimum nutrient supply to tropical crop, Leipzig, TTL 78-87.



Nyilvántartási szám: DEENK/266/2017.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Balla Zoltán
Neptun kód: SSE6RL
Doktori Iskola: Kerpely Kálmán Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10037451

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (3)

1. **Balla, Z.:** Az Európai Unió célkitűzései a biomassza hasznosítás és felhasználás területén.
Agrártud. közl. 55, 9-12, 2014. ISSN: 1587-1282.
2. **Balla, Z.:** Lehetőség és kötelezettség a megújuló energiaforrások használata.
Agrártud. közl. 55, 13-17, 2014. ISSN: 1587-1282.
3. **Balla, Z.:** A biomassza alapú etanol előállítás fejlesztésének lehetőségei, a keményítő és cellulóz alapú bioetanol gyártás vonatkozásában.
Agrártud. közl. 51, 71-75, 2013. ISSN: 1587-1282.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

4. Tóth, B., Hankovszky, G., **Balla, Z.**, Neumann, G.: Use of industrial by-products and bio-effectors in crop production.
Növénytermelés. 65 (Suppl.), 143-146, 2016. ISSN: 0546-8191.
DOI: <http://dx.doi.org/10.12666/Novenyterm.65.2016.Suppl>
5. **Balla, Z.:** Use the crop models to forecast the effects of climate change.
Növénytermelés. 64 (Suppl.), 7-16, 2015. ISSN: 0546-8191.

Magyar nyelvű konferencia közlemények (5)

6. **Balla, Z.**, Tamás, A., Vántus, A., Hagymássy, Z.: Különböző műtrágyák fizikai tulajdonságainak vizsgálata.
In: Műszaki Tudomány az Észak-Kelet Magyarországi Régióban 2017 konferencia előadásai.
Szerk.: Bodzás Sándor, Debreceni Akadémiai Bizottság Műszaki Szakbizottsága, Debrecen, 12-17, 2017. ISBN: 9789637064357





7. **Balla, Z.:** Biomassza potenciál és hasznosítása Magyarországon.
In: Az ismeretszerzéstől az ismeretátadásig : a Kerpely Kálmán Szakollégium gyakorlatorientált kutatási projektjeinek bemutatása az agrártudományok területéről / [szerk. Balla Zoltán, Juhász Csaba, Zsembeli József], Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma Kerpely Kálmán Szakollégium, Debrecen, 100-111, 2012. ISBN: 9786155183201
8. **Balla, Z., Harsányi, E.:** Különböző kukorica hibridek beltartalmi értékeinek és fermentációs folyamatainak vizsgálati eredményei alapján történő összehasonlító étékelése.
In: Tavaszi Szél = Spring Wind : XVI. Tavaszi Szél Konferencia. Szerk.: Keresztes Gábor, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest, 348-354, 2013. ISBN: 9789638956026
9. **Balla, Z.:** A biomassza felhasználás jelene és jövője Magyarországon.
In: Határokon átvéelő tudományos és kulturális kapcsolatok - Konferenciák: A Tormay Béla Szakollégium kutatási eredményei. Szerk.: Vári Enikő, Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, Debrecen, 33-42, 2012. ISBN: 9789630842105
10. **Balla, Z., Csihon, Á., Kaszás, L., Puskás, A., Zsembeli, J.:** Néhány termesztett kultúrnövényünk érzékenységeinek vizsgálata és biológiai alapjainak fejlesztése a kedvezőtlen ökológiai körülményekhez való alkalmazkodás vonatkozásában.
In: Az ismeretszerzéstől az ismeretátadásig : a Kerpely Kálmán Szakollégium gyakorlatorientált kutatási projektjeinek bemutatása az agrártudományok területéről. Szerk.: Balla Zoltán, Juhász Csaba, Zsembeli József, Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma Kerpely Kálmán Szakollégium, Debrecen, 41-53, 2012. ISBN: 9786155183201

Idegen nyelvű konferencia közlemények (1)

11. **Balla, Z., Tamás, A., Vántus, A., Hagymássy, Z.:** Determining the main physical characteristics of fertilisers.
Columella. 4 (1), 305-308, 2017. ISSN: 2064-7816.
DOI: <http://dx.doi.org/10.18380/SZIE.COLUM.2017.4.1.suppl>

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (6)

12. **Balla, Z.:** A kukorica (*Zea mays* L.) mint etanol alapanyag jövője, kilátások, lehetőségek napjainkban.
In: VIII. Kárpát-medencei Biológiai Szimpózium - I. Fenntartható fejlődés a Kárpát-medencében nemzetközi konferencia = VIII. Carpathian Basin Biological Symposium - I. Sustainable development in the Carpathian Basin international conference : absztraktkötet = book of abstracts. Szerk.: Zimmermann Zita, Szabó Gábor, Szent István Egyetem, Gödöllő, 86, 2013.



13. **Balla, Z.:** Kukoricahibridek rendszerszintű összehasonlító elemzése etanol kihozatal szempontjából.
In: A "IV. Kerpely Kálmán Szakmai Napok a Gyakorlatorientált Oktatásért" konferencia írásos anyagainak összefoglalói : Debrecen, 2013. december 5, DE AGTC Kerpely Kálmán Szakkollégium, Debrecen, 15, 2013. ISBN: 9786155183980
14. **Balla, Z.:** Use of corn (*Zea mays* L.) to product bioethanol.
In: VIII. Kárpát-medencei Biológiai Szimpózium - I. Fenntartható fejlődés a Kárpát-medencében nemzetközi konferencia: absztraktkötet = VIII. Carpathian Basin Biological Symposium - I. Sustainable development in the Carpathian Basin" international conference: book of abstracts. Szerk.: Zimmermann Zita, Szabó Gábor, Szent István Egyetem, Gödöllő, 86, 2013. ISBN: 9789632693873
15. **Balla, Z.:** Új utak az innovációban - Kukoricából műanyag.
In: IV. SzaKKKör Konferencia : Szakkollégiumok Konferenciája a Környezet- és Természetvédelemért : ... előadásainak összefoglalói / fel. szerk. Takács Márton, SZIE Környezetvédelmi (Zöld) Szakkollégium, [Gödöllő], 27, 2013.
16. **Balla, Z.:** A biomassza helyzete Magyarországon, új lehetőségek a biomassza alapú energia termelésben.
In: II. SzaKKKör Konferencia [elektronikus dokumentum] : Szakkollégiumok Konferenciája a Környezet- és Természetvédelemért : ... előadásainak összefoglalói / fel. szerk. Takács Márton, SZIE Környezetvédelmi (Zöld) Szakkollégium, [Gödöllő], 14, 2012. ISBN: 9789632692883
17. **Balla, Z.:** Problémák és megoldások az etanol, mint alternatív üzemanyag felhasználása kapcsán.
In: "III. SzaKKör Konferencia". Szerk.: Kenéz Árpád, Takács Márton, SZIE Környezetvédelmi (Zöld) Szakkollégium, Gödöllő, 28, 2012.

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (3)

18. **Balla, Z.,** Kith, K., Tamás, A., Nagy, O.: Renewable energy from biomass: a sustainable option?: Hydrogen production from alcohols.
Geophys. Res. Abstr. 17, [1], 2015. ISSN: 1029-7006.
19. Tamás, A., Nagy, O., **Balla, Z.,** Kith, K.: Resource efficiency and its necessity.
Geophys. Res. Abstr. 17 (9096), [1], 2015. ISSN: 1607-7962.
20. **Balla, Z.,** Csatári, N., Kith, K., Nagy, O.: Use of corn (*Zea mays* L.) hybrids to product bioethanol.
In: 22nd European Biomass Conference and Exhibition / [ed. by ETA-Florence Renewable Energies], ETA-Florence Renewable Energies, Florence, 126, 2014.



További közlemények

Magyar nyelvű közlemények hazai folyóiratban (4)

21. Vántus, A., Hagymássy, Z., **Balla, Z.**, Csatári, N., Kith, K.: A műszaki színvonal hatása a termék-előállítás eredményességére.
Taylor. 7, 192-199, 2015. ISSN: 2064-4361.
22. Nagy, O., **Balla, Z.**, Kith, K., Tamás, A.: A hulladékgazdálkodás szabályozásának elemei.
Debreceni Műszaki Közl. 2, 89-93, 2014. ISSN: 1587-9801.
23. Oláh, J., **Balla, Z.**, Fári, M., Miskei, M.: A dohány kloroplaszt transzformációs technika adaptálása Magyarországon.
Agrártud. közl. 42, 73-77, 2010. ISSN: 1587-1282.
24. Oláh, J., **Balla, Z.**, Fári, M., Miskei, M.: *Penicillium chrysogenum* antifungális fehérje (PAF) termeltetése transzgénikus dohány (*Nicotiana tabacum*) növényben.
Agrártud. közl. 42, 77-82, 2010. ISSN: 1587-1282.

Idgen nyelvű közlemények hazai folyóiratban (2)

25. Tamás, A., Törő, Á., **Balla, Z.**, Rátonyi, T., Harsányi, E.: Effects of carbon dioxide concentration on chlorophyll fluorescence of peas "*Pisum sativum* L.". *Columella. 4* (1), 149-152, 2017. ISSN: 2064-7816.
DOI: <http://dx.doi.org/10.18380/SZIE.COLUM.2017.4.1.suppl>
26. **Balla, Z.**, Csatári, N., Hagymássy, Z., Vántus, A., Kith, K.: The potential utilisation of a "bio-fertiliser" - produced as a by-product in a biogas plant.
Növénytermelés. 63 (Suppl.), 87-90, 2014. ISSN: 0546-8191.
DOI: <http://dx.doi.org/10.12666/Novenyterm.63.2014.Suppl>

Magyar nyelvű konferencia közlemények (3)

27. Vántus, A., Csatári, N., **Balla, Z.**: A műszaki fejlesztések hatása az eredményességre.
In: Műszaki Tudomány az Észak-Kelet Magyarországi Régióban 2017 konferencia előadásai.
Szerk.: Bodzás Sándor, Debreceni Akadémiai Bizottság Műszaki Szakbizottsága, Debrecen, 594-600, 2017. ISBN: 9789637064357
28. Csatári, N., **Balla, Z.**, Hagymássy, Z., Nagy, O., Vántus, A., Kith, K.: Mezőgazdasági biogáz üzemek technológiai összehasonlítása.
In: Műszaki Tudomány az Észak-kelet Magyarországi Régióban : konferencia előadásai [elektronikus dokumentum]. Szerk.: Pokorádi László, Debreceni Akadémiai Bizottság Műszaki Szakbizottsága, Debrecen, 91-96, 2014, (Műszaki füzetek ; 14.) ISBN: 9789635087525



29. Hagymássy, Z., Vántus, A., Csatári, N., Kith, K., **Balla, Z.**, Battáné Gindert, K. Á.: Napelemes villamos energiatermelés tapasztalatai.
In: Műszaki Tudomány Az Észak-Kelet Magyarországi Régióban 2014 [elektronikus dokumentum]. Szerk.: Pokorádi László, MTA Debreceni Akadémiai Bizottság, Debrecen, 97-101, 2014, (Műszaki füzetek ; 14) ISBN: 9789635087525

Idegen nyelvű konferencia közlemények (3)

30. Hankovszky, G., **Balla, Z.**, Tóth, B.: Compensation effect of digestate of biogas factory in case of some macro elements deficiency.
Növénytermelés. 64 (Suppl.), 241-244, 2015. ISSN: 0546-8191.
DOI: <http://dx.doi.org/10.12666/Novenyterm.64.2015.Suppl>
31. Hankovszky, G., Bodnár, K. B., **Balla, Z.**, Nagy, L. G., Tóth, B.: One possible alternative way in plant nutrition - fluid by-product of biogas factory.
Növénytermelés. 63 (Suppl.), 259-262, 2014. ISSN: 0546-8191.
32. Kovács, G., **Balla, Z.**, Kith, K., Csatári, N., Heil, B.: Nutrient status examinations in short rotation coppice.
Növénytermelés. 62 (Suppl.), 83-86, 2013. ISSN: 0546-8191.
DOI: <http://dx.doi.org/10.12666/Novenyterm.62.2013.suppl>

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (3)

33. **Balla, Z.**: Hibrid autók - hibrid technológia.
In: A "Debreceni Fejlődés és Környezet" Konferencia Írásos Anyagainak Összefoglalói [elektronikus dokumentum] / fel. szerk. Balla Zoltán, DE AGTC Kerpely Kálmán Szakkollégium, Debrecen, 21-22, 2013. ISBN: 9786155183843
34. **Balla, Z.**, Oláh, J., Fári, M., Miskei, M.: A dohány kloroplaszt és nukleáris transzformációs technikák adaptálása a Debreceni Egyetemen.
In: I. Ag-Biotech Debrecen Konferencia / [ed. by Debreceni Egyetem AGTC MÉK Diószegi Sámuel Agrárinnovációs Intézet], Debreceni Egyetem AGTC MÉK Diószegi Sámuel Agrárinnovációs Intézet, Debrecen, 13, 2011.
35. **Balla, Z.**: Transzgénikus antifungális fehérje (PAF) génjének bejuttatása dohány (Nicotiana tabacum) növénybe, kloroplaszt transzformációs technika alkalmazásával.
In: XXX. Jubileumi Országos Tudományos Diákköri Konferencia : Agrártudományi Szekció : Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely, 2011. április 6-8. : konferencia-kötet : program és előadás összefoglalók. Szerk.: Pál László, Farkas Róbert, Kodrik László, PE Georgikon Kar, Keszthely, 222, 2011. ISBN: 9789639639416



Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (3)

36. Kíth, K., Nagy, O., **Balla, Z.**, Tamás, A.: Biogas - the calculable energy.
Geophys. Res. Abstr. 17, [1], 2015. ISSN: 1607-7962.
37. Oláh, J., **Balla, Z.**, Fári, M., Miskei, M.: Adopt tobacco plastid and nuclear transformation technics in the University of Debrecen.
In: IHC Lisboa 2010 Science and Horticulture for people : abstracts vol. 2, [s.n.], [s.l.], 284, 2010.
38. **Balla, Z.**: Transgenic antifungal protein's (PAF) gene getting into *Nicotiana tabacum* by chloroplast transformation.
In: International Students' Scientific Conference Abstracts, [s.n.], Moskva, 3-5, 2010.

Ismeretterjesztő, népszerűsítő cikkek (1)

39. **Balla, Z.**: Megtermelhető csemege: Négyszázszáz ért egy tonna földimogyoró.
Haszon Agrár. 11 (2), 46-49, 2017. ISSN: 1788-5922.

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, 2017.08.30.

