

Doktori (PhD) értekezés tézisei

**A KUKORICA PRECÍZIÓS TÁPANYAG ÉS VÍZELLÁTÁSÁNAK HATÁSA EGYES
ÉLETTANI FOLYAMATOKRA**

**Horváth Éva
doktorjelölt**

**Témavezető:
Dr. Kakuszi- Széles Adrienn
egyetemi docens**



DEBRECENI EGYETEM

KERPELY KÁLMÁN DOKTORI ISKOLA

**Debrecen
2022**

1. BEVEZETÉS

„Elnézni a kukorica növekedését, a rügyek kipattanását, megpihenni az ekevas vagy a kapa fölött; olvasni, gondolkodni, szeretni, reménykedni, imádkozni - ezek a dolgok teszik boldoggá az embereket.”

John Ruskin

Napjainkban a népesség növekedése és a klímaváltozás újabb feladatot állít a mezőgazdasági termelés elé. A világ népesség 7,8 milliárd (KSH, 2020), amely növekvő tendenciát mutat, és 2050-re várhatóan eléri a 9,2 milliárd főt. A hústermelés várhatóan 455 millió tonnára növekszik, amelyhez jóval több gabonatermelésre lesz szükség, miközben a szántóterület növelése már csak egyes régiókban lehetséges, és az ivóvízkészlet is csökkenő tendenciát mutat. A COVID-19 világjárvány miatt 2020-ban az éhezők száma jelentős mértékben megnövekedett, 8,4%-ról 10,4%-ra nőtt (FAO, 2021). Az élelemiszerigény megnövekedett kielégítése érdekében javítani kell a mezőgazdasági termelés hatékonyságát. A növénytermesztésnek ezen belül a kukoricatermesztésnek kiemelt jelentősége van.

A kukorica *világ* egyik legfontosabb és legnagyobb mennyiségben termelt növénye. 2018-as adatok szerint a növénytermesztésre használt földterület 13%-án termesztettek kukoricát. Ez az 1990-es évek átlagához viszonyítva 46,2%-os növekedést jelent (Nagy, 2020). Az USA a legnagyobb kukoricatermelő ország, 2019-ben 564,93 millió tonna termeléssel és 7,89 t/ha átlagterméssel, majd Kína (260,96 millió tonna; 6,31 t/ha) és Brazília (101,14 millió tonna; 5,77 t/ha) követi (FAO, 2019). Jelentős mennyiséget termel Argentína és Ukrajna is. Az *Európai Unió* össztermelése 70,09 millió tonna, az átlagtermés 7,86 t/ha volt. A legnagyobb kukoricatermő országok Románia (a világ TOP 10-es listáján a 9. helyet foglalja el, 17,432 millió tonna), Franciaország (12,85 millió tonna), Magyarország (8,23 millió tonna), Olaszország (6,28 millió tonna), Spanyolország (4,18 millió tonna) a sorrend (FAO, 2021) *Magyarországon*, a kukorica foglalja el a vetésterület legnagyobb hányadát. Termőterülete 1028 ezer hektár, termésátlaga 8,06 t/ha (KSH, 2019). Az utóbbi 30 évet vizsgálva az átlagos termőterület 1133 ezer hektár, a termésátlag 5,9 t/ha volt. A termőterület 955 (2018) és 1287 (2001) ezer hektár között változott. A termésátlagok nagy ingadozást mutatnak, a legalacsonyabb 1993-ban (3,5 t/ha) a legnagyobb 2016-ban (8,63 t/ha) volt.

A termésingadozást nagymértékben befolyásolja az időjárás, azonban a megfelelő termesztéstechnológiai eljárásokkal az időjárás szélsőséges, kedvezőtlen hatása mérsékelhető. Ebben meghatározó szerepe van a megfelelő hibridválasztásnak, amely jelentősen befolyásolja

a hozamot és a minőséget (Izsáki, 2006; Győri, 2010; Pepó, 2017). Kulcsfontosságú technológiai elem a tápanyag-utánpótlás, ezen belül is a műtrágyázás. Kiemelt jelentőségű a nitrogén (N) műtrágyázás, amely nagymértékben meghatározza a termőképességet és a minőséget (Győrffy et al., 1965; Láng, 1973; Nagy, 2007), azonban a kijuttatott mennyiség és annak alkalmazási időpontjának meghatározása nagy jelentőséggel bír (Berzsenyi és Lap, 2003; Nagy, 2017; Széles et al., 2021), ezzel elkerülve a túlzott N kijuttatását és a környezetszennyezést.

A kukorica sokoldalúan felhasználható takarmány, energiaforrás és ipari nyersanyagként egyaránt hasznosítható. Kukoricából közel négyezer termék állítható elő (Nagy, 2020). Fontos tömegtakarmány és vetőmag, továbbá keményítő, cukor előállításban és az alkoholgyártásban is kiemelkedő szerepet tölt be (Győri, 2002). Egész növényként is sokoldalúan felhasználható, biogáz alapanyagként, zöldtrágyaként, valamint állati alomként hasznosítható (Zavatto et al., 2012). A lakosság ételmezésében alapvető szerepet tölt be (Bocchi és Castrignanò, 2007; Confalonieri et al., 2011; Torriani et al., 2007). Globális felhasználását tekintve 2020-ban élelmiszerként 13%-a hasznosult (OECD-FAO, 2018). Hazánkat tekintve 4,3-4,5 millió tonna került felhasználásra, ebből 2 millió tonna a takarmány és az ipari felhasználás részaránya. A vetőmagigény 30-40 ezer tonnára tehető (KSH, 2020).

A kutatómunka célkitűzései

A nitrogén (N), az egyik legfontosabb termést és minőséget meghatározó tényező, így a növény igényéhez igazított mennyiség pontos meghatározása, megosztása és kijuttatásának ideje igen fontos feladat az évenkénti termésingadozás kiküszöbölése és a környezetszennyezés elkerülése érdekében. Ennek érdekében olyan precíziós eszközök helyspecifikus alkalmazása indokolt, amelyek naprakész információt adnak a növények állapotáról.

Kutatásom célja

- A műtrágyázás (alap- és fejtágyázás) és az öntözés hatásának feltárása, számszerűsítése az eltérő genotípusú kukorica hibridek klorofilltartamára, termésére és beltartalmi értékeire (keményítő-, fehérje- és olajtartalom).
- A vízhiány stressz kialakulásának előre jelzése a sztómakonduktancia vizsgálatok felhasználásával.
- Az évjárat és az agrotechnikai tényezők (műtrágyázás, öntözés, genotípus) együttes hatásának elemzésével kimutatni, hogy hogyan mérsékelhető az időjárási tényező negatív hatása.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1 Termőhely bemutatása

2.1.1. Termőhely elhelyezkedése, a kísérlet beállítása és elrendezése

Vizsgálatokat a Debreceni Egyetem Látóképi Kísérleti Telepén, (47° 33' É, 21° 26' K, 111 m) mély humuszos rétegű, középköttött alföldi mészlepedékes csernozjom talajon végeztük, 2018 és 2020 között öntözött és nem öntözött körülmények között. A kísérlet kétszeresen osztott parcellás (split-split-plot) elrendezésű, kétismétléses (1,5 ha) szántóföldi tartamkísérlet.

2.1.2. A termőhely talajadottsága

Talajvizsgálati eredmények alapján a kísérlet talajára az alábbi tulajdonságok jellemzőek: pH_{KCl} értéke 6,6, gyengén savanyú kémhatású, ez a növények tápanyagfelvétele szempontjából optimálisnak mondható. A talaj felső (20 cm) rétegében az Arany-féle kötöttségi szám 39. A talajfelső 20 cm-es rétegében 2,3%-os szervesanyag-tartalom állapítható meg, a 120 cm-es mélységében nem haladja meg az 1,0%-ot. A talaj kálium ellátottsága jó, P-ellátottsága közepesnek mondható.

2.1.3. A termőhely időjárása

A 2018. évben összességében a tenyészidőszakban 319 mm csapadék hullott, amely 27 mm-rel maradt alatta a sokévi átlagnak (346 mm), a hőmérséklet azonban 2,1 °C volt, melegebb mint az átlag (17,5 °C). 2019. tenyészidőszakában mindössze 290 mm csapadék hullott, amely a sokévi átlagtól 56 mm-rel volt kevesebb, a hőmérséklet pedig 0,9 °C-al volt melegebb. 2020. év tenyészidőszakában jelentős volt a csapadék, 449 mm, amely 103 mm-rel haladta meg a sokévi átlagot, a hőmérséklet mindössze 0,2 °C-kal volt melegebb.

2.1.4. A kísérlet kezelése

A kísérletben műtrágyázás nélküli (kontroll) kezelés mellett a N-műtrágyaadagok alap- és fejtrágyaként megosztva kerültek kijuttatásra (1. táblázat). A tavaszi alaptrágyaként kijuttatott 60 és 120 kg N/ha dózist kétszeri fejtrágyázás követte V6 és V12 fenofázisban, mennyisége +30 és +30 kg N/ha volt. Az alkalmazott agrotechnikai beavatkozásokat a 2. táblázat tartalmazza. Az elővetemény minden évben kukorica volt. A kísérletben öt eltérő genotípusú

hibrid szerepelt, öntözött és nem öntözött körülmények között. Jelen dolgozatban a Sushi (FAO 340), a Fornad (FAO 420) és Armagnac (FAO 490) hibrid került elemzésre, öntözött és nem öntözött változatban.

2.2. Mérő eszközök és vizsgálati módszerek

A talajnedvesség meghatározására a hordozható kézi Field Scout TDR 300-as szondát használtuk. A relatív klorofilltartalom meghatározását a MINOLTA SPAD-502 klorofill mérővel végeztük. A levelek sztomatikus vezetőképességét az Sc-1 Leaf Porometer segítségével határoztuk meg. Betakarítást követően a belartalmi érték (keményítő, fehérje és olaj) a Foss- Infratec 1241 Grain analyzer-rel került meghatározásra, a betakarítás során 0,5 kg-os kukoricaszem mintákból. A statisztikai kiértékelést az SPSS. 14.0 for Windows statisztikai programcsomaggal végeztük.

3. EREDMÉNYEK

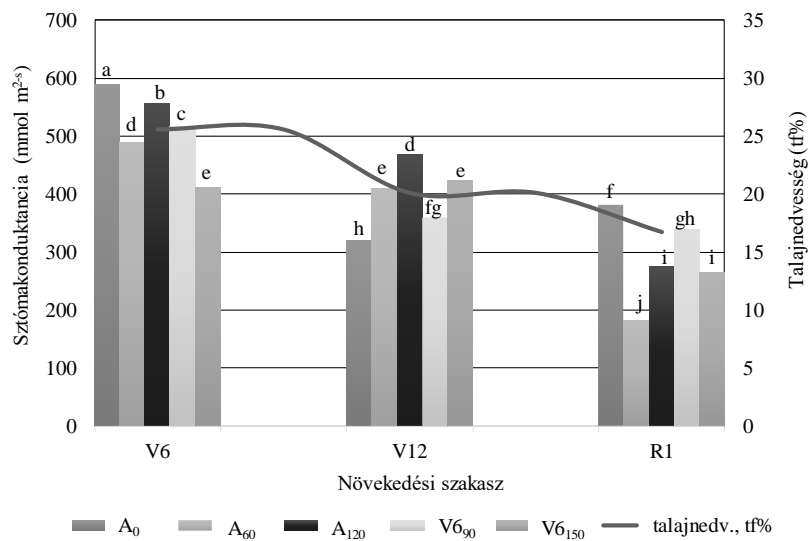
3.1. Különböző időben és mennyiségben kijuttatott N-műtrágya, a növekedési fázisok, a genotípus, öntözés és az évjárat hatása a kukorica relatív klorofilltartalmára

Három év átlagában *nem öntözött és öntözött változatban* a varianciaanalízis eredménye kimutatta, hogy a fő tényezők (műtrágyázás, fenofázis hibrid és az évjárat) szoros ($p < 0,001$) összefüggést mutatnak a SPAD érték alakulásával. A vizsgált három év átlagában *nem öntözött változatban* a kukorica igazolható legnagyobb SPAD értékét a 120 kg N/ha alap+30 kg N/ha fejtrágyakezelés (V6₁₅₀) eredményezte (51,2), amely az A₀ kezelésben mért legalacsonyabb SPAD értéktől (43,3) 18,2%-os növekedést jelent. *Öntözött változatban* a V12₁₈₀ kezelés (50,8) biztosította statisztikailag igazolt legnagyobb SPAD értéket, amely a 16,2%-kal magasabb, mint a nem műtrágyázott SPAD-érték (43,7). A *nem öntözött változatban* az eredményes műtrágyakezelés évenként eltérően alakult. 2018-ban a V6₉₀ kezelés (51,2), míg 2020-ban a V6₁₅₀ kezelés (50,2) volt hatásos. *Öntözött változatban* 2018-ban a V6₉₀ kezelés (48,7), 2020-ban a legnagyobb fejtrágyakezelés (V12₁₈₀) hatására alakult ki a legnagyobb (51,2) szignifikáns érték. 2019-ben egyik öntözési változatban sem alakult ki a kezelések SPAD értékei között szignifikáns differencia. A kukorica hibridek között *nem öntözött változatban* szignifikáns eltérést 2020-ban lehetett kimutatni, ahol a legnagyobb SPAD értéket a Fornad hibrid érte el (49,3), 5,6%-kal megelőzve az Armagnac és 4,0%-kal a Sushi hibridet. *Öntözött változatban* a hibridek között szignifikáns eltérést egyik évben sem lehetett kimutatni. Az évjárat eltérően módosította a kukorica hibridek SPAD értékét. *Nem öntözött változatban* a 2018. évhez viszonyítva a 2019. évjáratban mindhárom hibridnél növekedés volt. *Öntözött változatban* az évjárat hatása a kezelések átlagában, legkisebb mértékben a Sushi, legnagyobb mértékben a hosszabb tenyészidejű Armagnac hibridet befolyásolta. A kukoricanövények növekedésével növekedett a SPAD érték. Legalacsonyabb érték *nem öntözött változatban* a V6 szakaszban (41,3) volt, amely az R1 szakaszra (53,2) 28,8%-kal nőtt. A legnagyobb évjárat hatást V6 fenofázisban lehetett kimutatni 2020 és 2018 év között (11,3%). *Öntözött változatban* is a V6 szakaszban volt a legalacsonyabb SPAD érték (40,8) és a legnagyobb az R1 (52,7) fenofázisban, a növekedés mértéke 29,2%. A legnagyobb évjárat hatást V12 állapotban lehetett kimutatni, 2019. (49,9) és 2020. (43,3) év között.

Mindkét *öntözési változatban* a fejtrágyakezelések befolyásolták jelentős mértékben a hibridek SPAD értékét. A legnagyobb SPAD érték V6 (44,6; 2020) és V12 fenofázisban (55,3; 2018) a Sushi hibridnél, míg az R1 szakaszban a Fornad hibridnél (61,0; 2019) volt kimutatható. Az *öntözéshatást* – a kezelések átlagában –, értékelve megállapítható hogy az öntözött kezelésben statisztikailag nem igazoltan magasabb volt a SPAD érték, mint természetes csapadékellátottság mellett. Öntözés hatására SPAD érték csökkenést tapasztaltunk mindhárom évben, a csökkenést a 2020-as évben, alaptrágyaként kijuttatott 60 kg N/ha (A₆₀) és a V12₁₂₀ kezelésben tudtuk igazolni ($p < 0,05$). Fenofázisonként vizsgálva, 2020-ban a V6 és a V12 növekedési szakaszban volt igazolható az öntözés SPAD érték csökkentő hatása ($p < 0,05$).

3.2. Különböző időben és mennyiségben kijuttatott N-műtrágya hatása a kukoricahibridek sztómakonduktanciájára, nem öntözött kezelésben

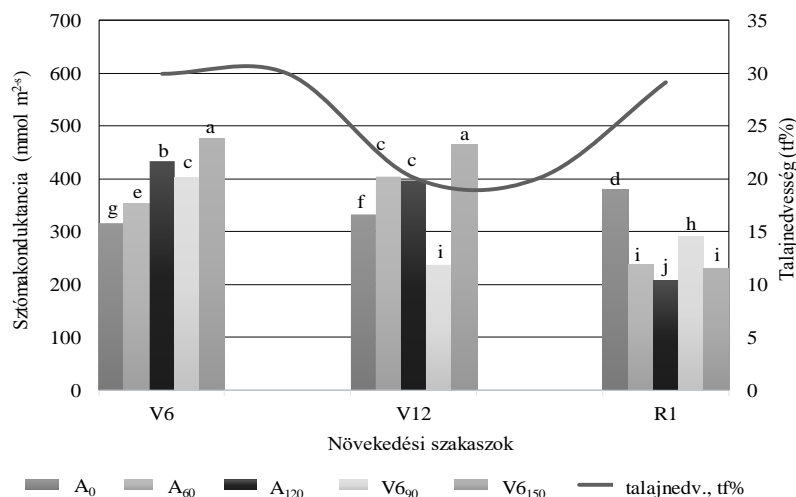
A sztómakonduktancia a fenológiai fázisok előrehaladtával mindkét évben csökkenő tendenciát mutatott, az R1 szakaszra 43,9% és 32,1% ($p < 0,001$; $p < 0,01$) volt a csökkenés mértéke. A nagyobb N-műtrágya alkalmazása növelte a sztómakonduktanciát, kivétel az R1 fenológiai szakasz, ahol az A₀ kezeléshez képest csökkenés mutatkozott. A csökkenést 2019-ben a talajnedvesség csökkenése okozta. 2020-ban ugyan volt a talajban elegendő víz, de a nagy levélfelületnek, a növény gyors transzspirációjának köszönhetően időszakosan kialakult vízhiány a sztómák záródását okozták. A növények sztómakonduktancia értékei a V6 és az R1 fenofázis között tág határok között mozgott. Az intervallum alsó értéke 208 és a felső értéke 589 mmol m⁻² s⁻¹ volt. A legmegfelelőbb környezeti feltételt a növények számára 2019. évben a nem műtrágyázott (589 mmol m⁻² s⁻¹), míg 2020. évben a V6₁₅₀ (476 mmol m⁻² s⁻¹) kezelés biztosította (1. és 2. ábra).



1. ábra: A sztómakonduktancia és talajnedvesség alakulása növekedési szakaszonként (Debrecen, 2019)

Megjegyzés: A különböző kisbetűk jelzik a Duncan-teszt alapján ($p < 0,05$) a műtrágyakezelések közötti eltérést.

Eredményeink megerősítik Han et al. (2006) megállapítását, miszerint, a N-műtrágya kijuttatásának fokozása módosíthatja a levelek sztómavezetőképességét, ezáltal erősítve az alkalmazkodóképességet.



2. ábra: A sztómakonduktancia és talajnedvesség alakulása növekedési szakasznként, (Debrecen, 2020)

Megjegyzés: A különböző kisbetűk jelzik a Duncan-teszt alapján ($p < 0,05$) a műtrágyakezelések közötti eltérést.

Az eredményeink – a kezelések átlagában – megegyeznek Kron et al. (2008) megállapításával, miszerint, a fenológiai fázisok előrehaladtával a növények sztómái egyre inkább záródnak, csökken a sztómakonduktancia értéke. A legalacsonyabb értéket mindkét évben az R1 fenofázis idején értük el.

3.3. Különböző időben és mennyiségben kijuttatott N-műtrágya, a genotípus, öntözés és az évjárat hatása a kukorica termésére

A kukorica hibridek termése. Három év átlagában *nem öntözött változatban* a fő tényezők közül a műtrágyázás gyakorolta a legnagyobb szignifikáns hatást. A hibridtulajdonságok jelentősen meghatározzák a termés nagyságát, az évjárat hatása nem volt szignifikáns. Az évenkénti összevont varianciaanalízis kimutatta, hogy a műtrágyázás mindhárom évben, a hibridtulajdonságok 2019 és 2020 években befolyásolta a termés alakulását ($p < 0,001$). A vizsgált három év átlagában *nem öntözött változatban* a legalacsonyabb hozam (7,28 t/ha) a nem műtrágyázott kezelésben (A_0) volt. Az A_{120} kezelésnek (13,18 t/ha; $p < 0,05$) volt a legnagyobb termésmenvelő hatása. *Öntözött változatban* A_0 kezeléshez (7,44 t/ha) kezeléshez viszonyítva a 120 kg N/ha alapkezelés (A_{120}) 2,60 t/ha-os (82%; $p < 0,05$) termésmenvekedést eredményezett. *Öntözés hatására* a műtrágyakezelések mindegyikében az öntözött változat magasabb termést biztosított. Az öntözés termésmenvelő hatása a kezelések közül a V_{690} kezelésben volt igazolható ($p < 0,05$), amely 1,61 t/ha volt.

Az évenként elvégzett elemzés kimutatta, hogy *nem öntözött változatban mindhárom évben a műtrágyázás nélküli (A_0) kezelésben volt a legalacsonyabb, és a magasabb alaptrágya (A_{120}) mennyiség mellett alakult ki a maximális ($p < 0,05$) termés. Az öntözés hatása 2019-ben, a V_{690} kezelésben volt igazolható ($p < 0,05$), amely 1,51 t/ha volt. A kukorica hozama a vizsgált évek közül mindkét öntözési változatban 2019-ben volt a legmagasabb. A kukorica hibrideket vizsgálva, a kezelések átlagában megállapítható, hogy *nem öntözött változatban* a Fornad hibrid érte el a legmagasabb (10,81 t/ha) hozamot. *Öntözött változatban* legmagasabb termés (11,16 t/ha) az Armagnac hibrid estében mutatható ki. Az öntözés az Armagnac és a Sishi hibrideknél 0,1%-os, a Fornad hibridnél 5%-os szinten befolyásolta a termés alakulását. Vizsgáltuk a kukorica hibridek műtrágyareakcióját három év átlagában. *Nem öntözött változatban az Armagnac (13,76 t/ha) és a Fornad hibridnél (13,50 t/ha) az A_{120} kezelés, a Sushi hibridnél a V_{6150} kezelés (12,28 t/ha) volt megbízható hatással a termésmenvekedésre. Öntözött változatban mindhárom hibridnél az A_{120} kezelés biztosította a szignifikáns termésmaximumot. A fejtrágyakezeléseknek mindhárom hibridnél 2018-ban, illetve Sushi hibridnél 2020-ban volt**

szignifikáns termésmenővelő hatása. *Öntözött változatban* Fornad és Sushi hibrideknél két évben (2019, 2020) az A₁₂₀ kezelésnek volt szignifikánsan termésmenővelő hatása. A megbízható *öntözéshatás* 2018-ban a V₆₉₀ kezelésben, az Armagnac (3,5 t/ha), a Fornad (2,36 t/ha) és a Sushi hibridnél (1,92 t/ha), illetve 2019-ben a V₁₂₁₈₀ kezelésben a Sushi hibridnél (2,12 t/ha) ($p < 0,005$) volt.

3.3 Különbözö idöben és mennyiségben kijuttatott N-műtrágya, a genotípus, öntözés és az évjárat hatása a kukorica minőségére

3.3.1 Különbözö idöben és mennyiségben kijuttatott N-műtrágya, a genotípus és az évjárat hatása a kukorica fehérjetartalmára, nem öntözött és öntözött kezelésben

Négytényezös varianciaanalízis (év, műtrágya, hibrid és öntözés) kimutatta három év átlagában, hogy a fő tényezők, az öntözés kivételével 0,1%-ban befolyásolták a fehérjetartalom alakulását. A kukorica nem öntözött (8,05 g/100g sza.) és öntözött (7,96 g/100g sza.) változat három évi átlagában mért fehérjetartalma között minimális eltérés volt. A kukorica fehérjetartalmára nem öntözött változatban a V₆₉₀ (8,61 g/100g sza.), öntözött változatban A₁₂₀ kezelés (8,46 g/100g sza.) volt jelentös szignifikáns hatással. Az A₀ kezeléshez viszonyítva nem öntözött változatban az 20,3%-kal, öntözött változatban 18,8%-kal nött a kukorica fehérjetartalma. Az öntözés módosító hatását a fehérjetartalomra egyik műtrágyakezelésben sem tudtuk megbízhatóan igazolni. A vizsgált kukorica hibridek közül *nem öntözött változatban*, a műtrágyázás megbízható fehérjetartalom növelő hatása a Sushi hibridnél volt kimutatható, a V₆₁₅₀ kezelésben (9,10 g/100g sza.; $p < 0,05$). Ez a kezelés 28,3%-kal növelte a fehérjetartalmat az A₀ kezeléshez (7,09 g/100g sza.) képest. *Öntözött változatban* az Armagnac (V₆₁₅₀; 9,04 g/100g sza.) és a Fornad hibridnél (V₁₂₁₈₀; 8,48 g/100g sza.) magasabb, a Sushi hibridnél alacsonyabb (A₁₂₀; 8,72 g/100g sza.) tápanyagmennyiséggel értük el a legnagyobb fehérjetartalmat. *Öntözés hatására* bekövetkezett fehérjetartalom változása egyik hibridnél sem volt statisztikailag igazolt. A hibridek fehérjetartalmának alakulására – a Fornad hibrid 2020 év kivételével – a fejtrágyázás kedvező hatással volt. Öntözött változatban az Armagnac hibrid fehérjetartalmára két évben (2018 és 2020) eredményesen hatott a 120 kg N/ha alaptrágyamennyiségre a 6 leveles állapotban kijuttatott fejtrágyakezelés (V₆₁₅₀). Az öntözés hatásának tekintetében megállapítható, hogy mindhárom évben, mindhárom hibrid esetében a fejtrágyakezelésekben jelentösebb volt az öntözés fehérjetartalom csökkentő hatása.

3.3.2 Különböző időben és mennyiségben kijuttatott N-műtrágya, a genotípus és az évjárat hatása a kukorica keményítőtartalmára nem öntözött és öntözött kezelésben

A kukorica hibridek keményítőtartalma. A fő tényezők (év, műtrágya, hibrid) 0,1%-ban, az öntözés 1%-ban befolyásolták a keményítőtartalom alakulását. A nem öntözött (75,18 g/100g sza.) és öntözött (75,42 g/100g sza.) változat keményítőtartalma között nincs megbízható különbség. Az évenként elért keményítőtartalom azt mutatta, hogy mind a nem öntözött (78,29 g/100g sza.), mind az öntözött változatban (78,66 g/100g sza.) 2020-ban volt a legnagyobb a kukorica keményítőtartalma.

Mindkét változatban, a nem műtrágyázott (A_0) kezelésben volt kimutatható a legmagasabb keményítőtartalom, a nem öntözött változatban 75,54 g/100g sza., az öntözött változatban 75,86 g/100g sza. volt. A N dózisek növelésének hatására csökkent a keményítőtartalom. A legnagyobb csökkenést mind a nem öntözött (0,93 g/100g sza.) mind az öntözött változatban (0,97 g/100g sza.) a V_{6150} kezelésben mutattuk ki az A_0 kezeléshez viszonyítva. A vizsgált hibridek közül Sushi hibrid érte el a legalacsonyabb keményítőtartalmat mind a nem öntözött (73,96 g/100g sza.), mind az öntözött változatban (74,47 g/100g sza.). A műtrágyakezelések hatására a hibridek keményítőtartalma mind *nem öntözött, mind az öntözött változatban* a műtrágya kezelése hatására az A_0 kezeléshez viszonyítva, nem szignifikáns csökkenést mutattak. A kukorica hibridek keményítőtartalmának alakulására hatott az évjárat. Legnagyobb mértékben a Sushi hibrid keményítőtartalma növekedett 4,9%-kal a nem öntözött, és 5,2%-kal az öntözött változatban. *Az öntözés hatására* mindhárom hibridnél bekövetkezett keményítőtartalom különbségek statisztikailag nem igazolhatók egyik évben sem.

3.3.3 Különböző időben és mennyiségben kijuttatott N-műtrágya, a genotípus és az évjárat hatása az olajtartalomra nem öntözött és öntözött kezelésben

A fő tényezők közül, az évjárat 0,1%-ban és a hibridtulajdonságok 5%-ban befolyásolta az olajtartalom alakulását. A legnagyobb olajtartalom 60 kg N/ha alaptrágya hatására alakult ki, mind a nem öntözött (4,66 g/100g sza.), mind az öntözött (4,53 g/100g sza.) változatban, amely a Duncan teszt alapján nem különbözött a többi alkalmazott kezeléstől. Mindhárom évben a nem öntözött változat olajtartalma volt magasabb, a legnagyobb eltérés 2019-ben (1,8%) volt, ahol igazolható ($p < 0,01$) az öntözés hatása az olajtartalom alakulására. *Nem öntözött változatban* Armagnac hibridnél az A_{120} kezelésben (4,39 g/100g sza.), a Fornad (4,83 g/100g sza.) és a Sushi hibridnél (4,80 g/100g sza.) alacsonyabb tápanyagszinten, az A_{60} kezelésben

mértük a legnagyobb olajtartalmat. Az öntözött változatban Armagnac hibridnél az A₁₂₀ (4,39 g/100g sza.), a Fornad hibridnél az A₀ (4,62 g/100g sza.) és a Sushi hibridnél az A₆₀ (4,80g/100g sza.) kezelésben. A mért különbségek egyik változatban sem bizonyultak szignifikánsnak. Az öntözés hatására, szignifikáns olajtartalom növekedést 2019-ben igazoltunk ($p < 0,01$), ahol a nem öntözött változatban 4,99 g/100g sza., az öntözött változatban 4,90 g/100g sza. volt az olajtartalom.

3.4 Összefüggésvizsgálat eredményei

A műtrágyázás és a SPAD érték összefüggése kimutatta, hogy a fenológiai szakaszok előrehaladásával a két tényező összefüggése is szorosabb volt mind a nem öntözött, mind az öntözött változatban. A SPAD érték és a termés közötti összefüggét vizsgálva a legszorosabb kapcsolat nem öntözött változatban a V12 ($r=0,828^{***}$) és R1 ($r=0,868^{***}$) fenofázisban a Fornad hibridnél volt 2020-ban, öntözött változatban a V12 ($r=0,856^{***}$) a Fornad, és az R1 szakaszban ($r=0,865^{***}$) a Sushi hibridnél volt.

A sztómakonduktancia és a talajnedvesség közötti összefüggés korreláció-analízissel elvégzett eredményének determinációs koefficiens értékéből kiindulva, a talajnedvesség 69%-kal ($r^2=0,689$) határozta meg a sztómakonduktanciát. 2020-ban az R1 növekedési szakaszban a két tényező között nem volt igazolható a szignifikáns kapcsolat. A sztómakonduktancia és a termés kapcsolatrendszerben a tápláltságtól függő lineáris összefüggések voltak meghatározók. 2019. évben közepes korreláció ($r = -0,69^*$, $r = 0,72^*$, $r = -0,59$) volt a V6, V12 és az R1 növekedési szakaszban. A két tényező kapcsolata 2020. évben a V6 és R1 növekedési szakaszban szoros ($r = 0,87^*$, $-0,78^*$) volt. A V12 fenofázisban megbízható korrelációt nem lehetett kimutatni.

A műtrágyázás és a kukorica hibridek termése közötti összefüggés a három év átlagában az öntözött változatban szorosabb ($r=0,846^{***}$) volt, mint a nem öntözött változatban ($r=0,778^{***}$). A regresszióanalízis determinációs koefficiens értéket alapul véve, a műtrágyázás nem öntözött változatban 2020-ban (74%, $p < 0,001$) és öntözött változatban 2018-ban (81%, $p < 0,001$) befolyásolta legnagyobb mértékben a kukorica termését. Ugyanakkor a legkisebb hatást mindkét változatban 2019-ben (34% és 60%) váltotta ki ($p < 0,001$).

A műtrágyázás és a fehérjetartalom közötti összefüggés a három év átlagában nem öntözött ($r=0,505^{***}$) és öntözött változatban ($r=0,496^{***}$) egyaránt gyenge volt. Legszorosabb összefüggés nem öntözött változatban 2018-ban és öntözött változatban 2019-ben volt. A fehérjetartalom és a kukorica hibridek termése közötti összefüggés a három év átlagában az öntözött változatban szorosabb volt, mint a nem öntözött változatban.

A műtrágyázás és a keményítőtartalom közötti összefüggés három év átlagában szignifikánsan nem igazolt egyik változatban sem. A legerősebb összefüggés nem öntözött és öntözött változatban is 2019-ben volt kimutatható ($r=0,664^{***}$; $r=0,666^{***}$).

A műtrágyázás és az olajtartalom közötti összefüggés három év átlagában a nem öntözött, és az öntözött változatban sem igazolódott szignifikánsan. Mindössze öntözött változatban az *Armagnac hibrid* esetében 2019-ben volt szignifikáns kapcsolat, amely közepes összefüggést mutatott ($r=0,725^{***}$), a determinációs koefficiens érték 53% volt.

4. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Az eredményes kukoricatermesztéshez szükség van a talaj adottságait és a növény igényeit figyelembe véve, megfelelő mennyiségű tápanyag kijuttatására. Következtetéseink 3 év kutatási eredményein alapulnak. A tartamkísérletben több évtizede nem műtrágyázott (kontroll) parcellák biztosítják az eredmények megbízhatóságát.

A kukorica **SPAD értékét** vizsgálva megállapítható, hogy három év átlagában nem öntözött változatban a V6₁₅₀, míg az öntözött változatban a V12₁₈₀ kezelés biztosította statisztikailag igazolt legnagyobb értéket.

Évenként vizsgálva, a 2018 átlagos csapadékellátottságú évjáratban mindkét változatban a fejtrágyázás (V6₉₀) kezelés volt eredményes. 2019-es száraz évjáratban nem tudunk statisztikailag igazolható szignifikáns különbséget kimutatni. A csapadékos 2020-as évjáratban nem öntözött változatban elegendő volt a V6₁₅₀ kezelés, míg öntözött változatban, szükség volt magasabb N-dózis kijuttatására (V12₁₈₀) a megbízható SPAD érték kimutatásához.

Eredményeinkkel alátámasztottuk Berenguer et al. (2008) és Ványiné Széles (2009, 2010) eredményeit, miszerint az évjárat és a műtrágyázás nagymértékben befolyásolta a SPAD értékek alakulását.

Kutatási eredményeink alátámasztják, több kutató (Nagy, 2005; Pekurár, 2000; Csajbók és Kutassy, 2002; Ványiné, 2008.) eredményeit, miszerint az öntözés hatására nagyobb levélterület miatt felhígul a nitrogénkoncentráció ezáltal csökken a klorofillkoncentráció.

A vegetáció előre haladtával, növekedett a SPAD érték. Kutatásunk során megállapítottuk, hogy mindkét öntözési változatban a SPAD értékre jelentős hatással volt a fejtrágyázás. Ezen eredményeink alapján megállapítottuk, hogy Ragán (2017) eredményeivel megegyezően, a V6 fenofázisban volt a legkisebb, és az R1 fenofázisban a legnagyobb az alap- és fejtrágyakezelések %-os növekedése az A₀ kezeléshez képest. Alátámasztottuk Csajbók és Kutasy (2002) és Ványiné Széles és Nagy (2012) megállapításait, miszerint a különböző genotípusú kukoricahibridek eltérő SPAD értékkel reagálnak a műtrágya és az évjárat hatására. Vizsgálataink során kimutattuk, hogy a termésképződés közeledtével a SPAD érték és a termés nagysága közötti kapcsolat egyre szorosabbá vált.

A **sztómakonduktancia** vizsgálatunk során kimutattuk, hogy a fenológiai fázisok előre haladtával a növények sztómakonduktancia értéke csökkent. Továbbá megállapítottuk, hogy a N-műtrágya alkalmazásával növelhető a sztómakonduktancia értéke és a talajnedvesség hatással van a növények sztómáinak nyitottsági állapotára. Ezen eredményeink megerősítik

Han et al. (2006) megállapítását, miszerint, a N-műtrágya kijuttatásának fokozása módosíthatja a levelek sztómavezetőképességét, ezáltal erősítve az alkalmazkodóképességet.

A kukorica **termését** vizsgálva megállapítottuk, hogy a műtrágyázás és a hibridtulajdonságok szignifikánsan befolyásolták a termés nagyságát. Három év átlagában vizsgálva, nem öntözött és öntözött változatban, legnagyobb termésnövelő hatása az A₁₂₀ alapkezelésnek volt, így ez tekinthető a legeredményesebb kezelésnek, amely alátámasztotta Berényi et al. (2007) eredményeit. Az alap 120 kg N/ha feletti kezelés azonban már nem növelte a hozamot, ami megegyezik Vad és Dóka, 2009; Dóka és Pepó, 2007; Ragán, 2017 eredményeivel.

A kukorica hozama a vizsgált évek közül mindkét öntözési változatban a száraz 2019-es évben volt a legmagasabb. Nem öntözött változatban 11,26 t/ha volt a termés nagysága, azonban statisztikailag nem különült el a másik két év terméseredményeitől. Míg öntözött változatban (11,86 t/ha) statisztikailag is igazoltan meghaladta az átlagos évjáratú 2018. és a csapadékban gazdag 2020. évek terméseredményeit. Így kutatási eredményeink alapján megállapítható, hogy száraz évjáratban az öntözés hatása jobban érvényesül, mint a kukorica számára optimális vízellátottságú évben. A hibridek műtrágyareakcióját vizsgálva, eredményeink részben támasztották alá (Muthukumar et al., 2007; Sithaphanit et al., 2010; Ványiné & Nagy 2012; Széles et al., 2019) eredményeit, miszerint a fejtrágyázásnak termésnövelő hatása van. Az általunk kapott eredmények alapján a fejtrágyának nem minden esetben volt termésnövelő hatása, így ennek eredményessége nagymértékben függ a főbb termesztési tényezők hatásaitól.

Vizsgálataink során **a műtrágyázás és a termés között** az öntözött változatban szorosabb ($r=0,846^{***}$) összefüggést igazoltunk, mint a nem öntözött változatban ($r=0,778^{***}$). Továbbá Nem öntözött változatban 2020 csapadékos évjáratban (74%, $p<0,001$), öntözött változatban 2018-ban átlagos évjáratban (81%, $p<0,001$) igazoltuk a legnagyobb műtrágyahatást. Ezen eredményeink alapján, megállapítható, hogy a megfelelő vízellátottság elősegíti a N- műtrágya felvételét és hasznosulását a növények számára.

Beltartalmi vizsgálataink során kimutattuk, hogy az öntözés kivételével, a fő tényezők hatással voltak a kukorica **fehérjetartalmára**. Kutatásunk során a nem öntözött és öntözött változatban igazolni tudtuk a műtrágyázás fehérjetartalom növelő hatását. Ez megegyezik több kutató (Pekáry, 1974; Györi, 2002; Loch és Nosticzius, 2004; Széles et al., 2018) eredményével, miszerint a N dózisok növelése a kukoricaszem fehérjetartalmának növekedését eredményezi. Az évjárat tekintetében, eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a 2019-es száraz évjáratban jelentősen nőtt, míg a 2020-as csapadékos évben csökkent a kukoricaszem fehérjetartalma. A 2018-as átlagos évjáratnak nem igazolódtott hatása. Ezzel alátámasztottuk

Széles et al. (2019) eredményeit, miszerint szárazabb körülmények között magasabb fehérjetartalom érhető el. Az öntözés fehérjetartalom csökkentő hatása jelentős mértékben a fejtrágyakezelésekben tapasztalható.

A kukorica hibridek **keményítőtartalmát** a fő tényezők (év, műtrágya, hibrid) 0,1%-ban, az öntözés 1%-ban befolyásolták. A nem öntözött (75,18 g/100g sza.) és öntözött (75,42 g/100g sza.) változat keményítőtartalma között nem volt megbízható különbség. A csapadékos 2020. évjáratnak köszönhetően magas keményítőtartalmakat mértünk. Eredményeink alapján, megállapítottuk, hogy mindkét változatban, a nem műtrágyázott (A₀) kezelésben volt kimutatható a legmagasabb keményítőtartalom és a N-dózisok növelésének hatására csökkent a kukoricaszem keményítőtartalma, ami számos kutató (Miao et al., 2006; Holou és Kindomhihou, 2011; Izsáki, 2014; Horváth et al., 2020) megállapításával megegyező.

Legnagyobb keményítőtartalom csökkenést a V₆₁₅₀ kezelésben tapasztaltuk. Ezen eredményeink alapján megállapítható, hogy csapadékos évjárat kedvező, míg a magasabb N-dózis kedvezőtlen hatással van a keményítőtartalom alakulására.

A kukorica **olajtartalmára** a fő tényezők közül, az évjárat 0,1%-ban és a hibridtulajdonságok 5%-ban voltak hatással. A legnagyobb olajtartalom 60 kg N/ha alaptrágya hatására alakult ki, mind a nem öntözött (4,66 g/100g sza.), mind az öntözött (4,53 g/100g sza.) változatban. Mindhárom évben a nem öntözött változat eredményezte a magasabb olajtartalmat. 2019-es száraz évjáratban igazoltuk az öntözés hatását az olajtartalom alakulására. A 2020-as, csapadékos gazdag évjárat olajtartalom csökkenést eredményezett, amely hatása statisztikailag igazolható volt. (Holou és Kindomhihou, 2011; Izsáki, 2014) eredményeivel megegyezően, kutatásunk során megállapítottuk, hogy az öntözés és a fejtrágyakezelések hatására csökken a kukoricaszem olajtartalma.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Igazoltuk, hogy a növények fenológiai fázisnak előrehaladtával (V6-R1), csökkent a sztomatikus vezetőképességük, azonban a N-műtrágya alkalmazásával növelhető a sztómakonduktancia értéke. A legnagyobb termés akkor érhető el, ha az átlagos sztómakonduktancia $250 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ körül mozog a tenyészidőszak alatt.
2. Vizsgálatunk során a vízhiány a nap során időszakosan is kialakult, amikor a nagyobb LAI érték miatt gyorsabb a növény transzspirációja, mint a vízfelvétel. Ez az 5-6 mm/nap evapotranszpirációt meghaladó napokon fordulhat elő, főként a déli és kora délutáni órákban. Ilyen esetekben a növény gyökérszőrei körül kiszárad a talaj, és megszűnik a vízfelvétel, a sztómák bezáródnak. Ekkor a talajban még van elegendő víz (2020. év, R1 fenofázis), csak az áramláshoz időre van szükség. Ezen eredményeinkkel bizonyítottuk, hogy a sztomatikus vezetőképesség nyomon követésével, a növényi tünetek megjelenése előtt kimutatható az aszály által okozott növényi stressz, így megelőzhető a stressz kialakulása és elkerülhető a termés kiesés.
3. A vizsgált évek (2018, 2019, 2020) mindegyikében, mindhárom hibrid, a Sushi (FAO 340), a Fornad (FAO 420) és az Armagnac (FAO 490) esetében a fejtrágyakezelésekben jelentősebb volt az öntözés fehérjetartalom csökkentő hatása. A legnagyobb csökkenést –a hibridek átlagában- (0,45 g/100g sza.) a V6₉₀ kezelésben mutattuk ki az A₀ kezeléshez viszonyítva.
4. Kutatásunk során kimutattuk, hogy a legmagasabb (4,74 g/100g sza.) olajtartalmat a korai érésű Sushi (FAO 340) hibrid érte el. A tavaszi alaptrágya kijuttatása igazoltan növelte az olajtartalmat ($p < 0,05$). Csapadékos évjáratban szükség lehet a magasabb N-dózis (12 leveles állapotban kijuttatott fejtrágya) alkalmazására a kukoricaszem olajtartalmának növelése érdekében.

6. AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTHATÓSÁGA

1. A helyspecifikus SPAD értékek alapján becsülhető a kukoricahibridek N ellátottsága, amely alapját képezi az optimális N, mennyiségi és időbeli kijuttatásának megtervezésére. V10 és R1 fenológiai stádium között mért SPAD értékek alapján, megbízhatóan becsülhető a várható terméshozam.
2. A sztómakonduktancia mérésével nyomon követhető a kukorica fizikai állapotváltozása és a növények számára elérhető vízkészletcsökkenés, így mérésével már a tünetek megjelenése előtt kimutatható a vízstressz. Hozzájárul az öntözővíz megfelelő idejének meghatározásához, így elkerülhető az szárazságstressz okozta termés kiesés.
3. A kutatási eredményeink segítséget nyújtanak a gazdálkodóknak, meghatározni a N műtrágya mennyiségi és időbeli kijuttatását eltérő érésidőjű hibridek esetében, a magasabb hozam elérése érdekében.
4. Az eltérő genotípusú kukoricahibridek beltartalmi paramétereiről kapott információk segítenek a kukoricát termelő gazdálkodóknak a célnak megfelelő genotípusú kukorica hibridek megválasztásában és a számukra megfelelő minőségi paraméter növelése érdekében az ajánlott N adag kijuttatásának megtervezésében.

Irodalom

1. A Széles. – É Horváth – D Rácz. – L Dúzs. – Cs Bojtor. – L Huzsvai.: 2021. Development of stomatal conductance of maize under moderately hot, dry production conditions. *Agronomy Research* 19 (4), 2013-2025.
2. Berzsényi Z. - Lap Q.D.: 2003.Effect of sowing date and N fertilisation on yield and yield stability of maize (*Zea mays* L.) hybrids [In: Nagy J. (ed.) Improving the adaptability and yield stability of maize hybrids]. Debrecen, 39-61.
3. Bocchi S. - Castrignanò A.: 2007: Identification of different potential production areas for corn in Italy through multitemporal yield map analysis, *Field Crops Research*, 102. 3: 185-197.
4. Confalonieri R. - Bregaglio S. - Rosenmund A. S. - Acutis M. - Savin I.: 2011: A model for simulating the height of rice plants, *European Journal Agronomy*, 34. 1: 20-25.ref.33
5. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nation): 2021. <https://www.fao.org/news/archive/news-by-date/2021/en/>
6. FAOSTAT: 2018.: <http://www.fao.org/faostat/en#data/QC>
7. Győri Z.: 2002. Quality and processing of maize. Quality and quality of maize.
8. Győri, Z.: 2010. corn: characteristics and quality requirements, [In: Wrigley, C.W.-Batey, I.L. (eds.) Cereal grains: assessing and managing quality Oxford, Cambridge: CRC Press - Woodhead Publishing Limited, 183-211.
9. Holouand R.A.Y. – Kindomihou V.: 2011. Impact of Nitrogen Fertilization on the Oil, Protein, Starch, and Ethanol Yield of Corn (*Zea mays* L.) Grown for Biofuel Production. *Journal of Life Sciences*, 5. 1013-1021.
10. Izsáki, Z.: 2006. Effect of nitrogen supplies on protein content and amino acid composition in maize (*Zea mays* L.) kernels. *Cereal Research Communications*, 34. 1: 497-500.
11. J. Nagy: 2007. Maize production. Akadémiai Publishers. Academy of Sciences, Budapest.
12. Nagy, J.: 2017. Climate change and the effect of fertilisation on maize yield in a field experiment in Debrecen. *Crop Production*, 66. 3: 11-32.
13. OECD-FAO Agricultural Outlook.: 2018.https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=HIGH_AGLINK_2018
14. Széles A. - Horváth É. - Rácz D. - Dúzs L. - Bojtor Cs. - Huzsvai L. : 2021. Development of stomatal conductance of maize under moderately hot, dry production conditions. *Agronomy Research*, 19. 4: 2013-2025.
15. Széles A. – Horváth É.– Vad, A. – Harsányi E.: 2018b. The impact of enviromental factors on the protein content and yield of maize grain at different nutrient supply levels. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 30 .9: 764-777.

16. Torriani D. - Calanca P. - Lips M. - Amman H. - Beniston M. - Fuhrer J. : 2007: Regional assessment of climate change impacts on maize productivity and associated production risk in Switzerland. *Regional Environmental Change*, 7. 4: 209-221.7, 209-221.
17. Ványiné Széles A. – Megyes A. – Nagy J.: 2012. Irrigation and nitrogen effects on the leaf chlorophyll content and grain yield of maize in different crop years. *Agricultural Water Management*, 107. 133-144.

PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN



**DEBRECENI
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**

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

Nyilvántartási szám: DEENK/232/2022.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Horváth Éva
Doktori Iskola: Kerpely Kálmán Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10069995

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

1. Széles, A., **Horváth, É.**: Környezeti tényezők és az alap- és fejtrágyázás hatása a kukorica néhány fiziológiai tulajdonságára és a termésre.
Növénytermelés. 69 (2), 57-79, 2020. ISSN: 0546-8191.
2. Széles, A., **Horváth, É.**, Ferencsik, S.: A tavaszi nitrogén alap- és fejtrágyázás hatása a kukorica termésére és marginális jövedelemelemzése.
Növénytermelés. 67 (3), 73-93, 2018. ISSN: 0546-8191.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (3)

3. **Horváth, É.**, Tamás, A., Fejér, P., Széles, A.: Effect of different N doses on maize yield and quality.
Agrártud. Közl. 1, 97-101, 2021. ISSN: 1587-1282.
DOI: <https://doi.org/10.34101/actaagrar/1/8493>
4. **Horváth, É.**, Fejér, P., Széles, A.: Examination of drought stress of two genotype maize hybrids with different fertilization.
Agrártud. Közl. 1, 53-57, 2020. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/1/3757>
5. **Horváth, É.**, Fejér, P., Széles, A.: The impact of climatic factors on the relative chlorophyll content and yield of a maize hybrid in a long-term experiment.
Agrártud. Közl. 1, 71-77, 2019. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/1/2374>

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (3)

6. Széles, A., **Horváth, É.**, Rácz, D., Dužs, L., Bojtór, C., Huzsvai, L.: Development of stomatal conductance of maize under moderately hot, dry production conditions.
Agron. Res. 19 (4), 2013-2025, 2021. ISSN: 1406-894X.
DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.21.151>





7. **Horváth, É.**, Gombos, B., Széles, A.: Evaluation phenology, yield and quality of maize genotypes in drought stress and non-stress environments.
Agron. Res. 19 (2), 408-422, 2021. ISSN: 1406-894X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.15159/AR.21.073>
8. Széles, A., **Horváth, É.**, Vad, A., Harsányi, E.: The impact of environmental factors on the protein content and yield of maize grain at different nutrient supply levels.
Emir J Food Agric. 30 (9), 764-777, 2018. ISSN: 2079-052X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.9755/ejfa.2018.v30.i9.1800>
IF: 0.921

Magyar nyelvű konferencia közlemények (2)

9. **Horváth, É.**, Ragán, P., Széles, A.: A növény stresszállapotának jellemzése a sztomatikus vezetőképesség értékelésével.
In: Prega Science 2020 Scientific Conference on Precision Agriculture & Agro-Informatics, [Agroinform Média Kft.], [Budapest], 1-4, 2021.
10. Széles, A., **Horváth, É.**, Rátonyi, T., Nagy, J., Harsányi, E.: Növényi szenzorok alkalmazásának gyakorlati tapasztalatai a precíziós kukoricatermesztésben.
In: Prega Science 2020 : Scientific Conference on Precision Agriculture and Agro-Informatics, [Agroinform Média Kft.], [Budapest], 1-4, 2021.

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (1)

11. **Horváth, É.**, Illés, Á., Duzs, L., Bojtor, C., Széles, A.: A N ellátottság hatása különböző genotípusú kukoricahibridek klorofilltartalmára eltérő évjáratban.
In: XXIII. Tavasz Szél Konferencia 2020: Nemzetközi Multidiszciplináris Konferencia. Absztrakt kötet I., Szerk.: Barna Boglárka Johanna, Kovács Petra, Molnár Dóra, Pató Viktória Lilla, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest, 39-40, 2020. ISBN: 9786155586705

További közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (3)

12. Tamás, A., Radócz, L., **Horváth, É.**, Zagyó, P., Ragán, P.: A termesztéstechnológiai tényezők hatása a kukorica (*Zea mays* L.) terméseredményeire polifaktorális tartamkísérletben.
Növénytermelés. 71 (1), 67-80, 2022. ISSN: 0546-8191.
13. Széles, A., **Horváth, É.**, Huzsvai, L.: A vetésidő, az időjárás és a kukoricaszem fehérje- és olajtartalma közötti kapcsolat eltérő genotípusú kukorica hibrideknél.
Növénytermelés. 69 (3), 115-137, 2020. ISSN: 0546-8191.





14. Zsigrai, G., Bojtor, C., **Horváth, É.**, Juhász, C.: Különböző ökológiai K- és Mn-lombtrágya készítmények hatásának összehasonlító vizsgálata a Tokaji Borvidéken: - klorofill fluoreszcencia és NDVI vizsgálatok eredményei.
Szőlő-levél 10 (4), 40-60, 2020.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

15. Huzsvai, L., Fejér, P., Illés, Á., Bojtor, C., Bojté, C., **Horváth, É.**, Demeter, C.: Analysis of sweet corn nutritional values using multivariate statistical methods.
Agrártud. Közl. 1, 103-108, 2021. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/ACTAAGRAR/1/8587>
16. Rácz, D., Duzs, L., **Horváth, É.**, Zagyai, P., Széles, A.: The impact of different soil temperatures on the nitrogen stabilizer efficiency in maize (*Zea mays* L.).
Növénytermelés. 70 (3), 113-115, 2021. ISSN: 0546-8191.

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (3)

17. Rácz, D., Szőke, L., Tóth, B., Kovács, B., **Horváth, É.**, Zagyai, P., Duzs, L., Széles, A.: Examination of the Productivity and Physiological Responses of Maize (*Zea mays* L.) to Nitrapyrin and Foliar Fertilizer Treatments.
Plants-Basel. 10 (11), 1-19, 2021. ISSN: 2223-7747.
DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10112426>
IF: 3.935 (2020)
18. Bojtor, C., Illés, Á., **Horváth, É.**, Nagy, J., Marton, L. C.: Hybridspecific nutrient interactions and their role in maize yield quality.
Agron. Res. 19 (4), 1698-1710, 2021. ISSN: 1406-894X.
DOI: <https://doi.org/10.1515/ar.21.148>
19. Rácz, D., Gila, B., **Horváth, É.**, Illés, Á., Széles, A.: The efficiency of nitrogen stabilizer at different soil temperatures on the physiological development and productivity of maize (*Zea mays* L.).
Agron. Res. 19 (4), 1888-1900, 2021. ISSN: 1406-894X.
DOI: <https://doi.org/10.1515/AR.21.146>

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (2)

20. Illés, Á., **Horváth, É.**, Duzs, L., Bojtor, C., Nagy, J.: Cianobaktréium lombtrágyakezelés hatása a kukorica szemtermésének mennyiségére, makro és mikroelem tartalmára.
In: XXIII. Tavasz Szél Konferencia 2020: Nemzetközi Multidiszciplináris Konferencia
Absztrakt kötet I.. Szerk.: Barna Boglárka Johanna, Kovács Petra, Molnár Dóra, Pató Viktória
Lilla, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest, 41, 2020. ISBN: 9786155586705





21. Bojtor, C., Illés, Á., **Horváth, É.**, Duzs, L., Nagy, J., Marton, L. C.: Eltérő nitrogénellátottság hatása a kukoricahibridek kezdeti fejlődésének mikroelemfelvételi dinamikájára. In: XXIII. Tavaszi Szél Konferencia 2020: Nemzetközi Multidiszciplináris Konferencia. Absztrakt kötet I.. Szerk.: Barna Boglárka Johanna, Kovács Petra, Molnár Dóra, Pató Viktória Lilla, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest, 28, 2020. ISBN: 9786155586705

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 4,856

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre):
0,921**

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

Debrecen, 2022.04.29.



