

A nitrogénmegosztás hatása a csemegekukorica (*Zea mays* L. convar. *saccharata* Koern) hibridek növényfiziológiai tulajdonságaira és termésére

¹CSAJBÓK JÓZSEF - ¹KUTASY ERIKA - ¹ÁBRAHÁM ÉVA BABETT -
¹SERES EMESE - ¹SZABÓ ANDRÁS - ¹DÓKA LAJOS - ¹VIRÁG ISTVÁN CSABA -
²VAD ATTILA - ¹PEPÓ PÉTER
Debreceni Egyetem
¹MÉK Növénytudományi Intézet, Debrecen
²AKIT Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézet, Debrecen

Összefoglalás

Kisparcellás szántóföldi csemegekukorica kísérletben vizsgáltuk a megosztott N-trágyázás és öntözés hibridspecifikus hatását mészlepedékes csernozjom talajon a Hajdúsági löszháton. Az adott termőhelyen, előző kísérleteink során megállapított optimális 75 kg/ha N-adag különböző megosztásának hatását teszteltük. Öntözés hatására mindkét hibridnél valamennyi kezelésben nőtt a magasság, átlagosan 13,0 cm-rel. A hibridek között öntözött és öntözetlen körülmények között sem volt statisztikailag igazolható különbség a levélterület alakulásában. A hibridek eltérő tápanyagreakcióját mutatja, hogy a Tyson hibrid számára mindegyik nitrogénmegosztási kezelés terméstöbbletet (7,5-17,5%) eredményezett, míg a Dessert R78 esetében két kezelésnél a kontrollhoz képest 1-7,9%-kal kisebb termést mértünk. A két genotípus öntözési reakciója eltérő volt, a Dessert R78 termése 2868 kg-mal, a Tyson termése 2066 kg-mal volt nagyobb az öntözetlen kezeléshez képest, a trágyázási kezelések átlagában.

Kulcsszavak: csemegekukorica, LAI, NDVI, N-megosztás, öntözési reakció

The effect of nitrogen splitting in sweet maize (*Zea mays* L. convar. *saccharata* Koern) hybrids on plant physiological traits and yield

¹J. CSAJBÓK - ¹E. KUTASY - ¹É. B. ÁBRAHÁM - ¹E. SERES - ¹A. SZABÓ -
¹L. DÓKA - ¹I. CS. VIRÁG - ²A. VAD - ¹P. PEPÓ

University of Debrecen

¹University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Foods Sciences and
Environmental Management, Institute of Plant Sciences, Debrecen

²Institutes for Agricultural Research and Educational Farm, Farm and Regional
Research Institute of Debrecen

Summary

A small plot field experiment was established to examine the hybrid-specific effects of split N fertilisation and irrigation on chernozem soil with calcareous deposits on the Hajdúság loess ridge. We tested the effect of different rates of the optimum 75 kg N/ha N rate established in our previous experiments at the given site. Irrigation increased the height of both hybrids in all treatments by an average of 13.0 cm. There was no statistically confirmed difference in leaf area between irrigated and non-irrigated hybrids. The different nutrient responses of the hybrids are shown by the fact that all nitrogen split treatments resulted in yield increases (7.5–17.5%) for the Tyson hybrid, whereas Dessert R78 yielded 1–7.9% less than the control in two treatments. The irrigation response of the two genotypes was different, with Dessert R78 yielding 2868 kg and Tyson 2066 kg more than the non-irrigated treatment, averaged over the fertilisation treatments.

Keywords: sweet maize, LAI, NDVI, N-share, irrigation response

Bevezetés

A csemegekukoricát világszerte, így hazánkban is egyre inkább elismerik mint egészséges élelmiszert, az egészséges táplálkozásban betöltött szerepe egyre fontosabbá válik. A fenntarthatósággal, a környezetvédelemmel és az éghajlatváltozással kapcsolatos új kérdések számos kutatási tevékenységet

indukáltak. A genotípusok és a különböző termesztéstechnológiai megoldások kutatása kiemelt jelentőségű feladat. Az évjárat jelentősen befolyásolja a csemegekukorica növények tulajdonságait, például a magasságot, a cső hosszát, a sorok számát a csövön, a sorokban levő szemek számát, az 1000 szem tömeget, a termés mennyiségét és minőségét (Mesarović et al. 2019, Revilla et al. 2021, Tas és Mutlu 2021, Demeter 2022). A környezeti tényezők közül a vízellátásnak kiemelt jelentősége van, és az öntözés, hazánk szárazságra hajló régióiban, egyre inkább a technológia elengedhetlen elemévé válik. Az öntözés jelentős hatással van a piacképes friss termésmennyiségre és a termésképző elemekre (Moteva et al. 2016, Jafarikouhini et al. 2022, Supriyanta et al. 2023). A trágyázás hatását a csemegekukorica fejlődésére befolyásolták a talaj jellemzői, a vízellátás, a genotípus és az agrotechnológiai tényezők (Sidahmed et al. 2024). Természetesen a tápanyagellátásnak is jelentős hatása lehet a termésre és annak minőségére, ezt számos kutatás igazolta, különböző termőhelyeken eltérő optimális adagokkal és ezek megosztási lehetőségeivel (Wu et al. 1993, Orosz et al. 2009, Bhatt 2012, Pangaribuan et al. 2019, Abhishek és Basavanneppa 2020, Vad et al. 2023). Kutatásunk során arra kerestük a választ, hogy milyen módon befolyásolja az öntözés és a nitrogénadag megosztása a csemegekukorica termésképző elemeit, a termés mennyiségét és minőségének alakulását. További cél volt a megosztott N-trágyázás hibridspecifikus hatásának a vizsgálata. A vizsgálat célja, hogy hozzájáruljon a csemegekukorica termesztés hatékonyságának és fenntarthatóságának javításához, valamint újabb ismereteket nyújtson a növénytáplálás és öntözés területén.

Anyag és módszer

A Debreceni Egyetem AKIT Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telepén volt beállítva a kísérlet. A kísérleti telep Debrecentől kb. 15 km-re, a 33. sz. főútvonal mellett helyezkedik el, koordinátái a következők: 47°33'42" É; 21° 27'02" K. A terület sík, kiegyensúlyozott, homogén talajjal rendelkezik és biztosított a vízkivétel, ami szükséges az öntözési kutatások indításához.

A kísérleti terület talaja a Hajdúsági löszháton kialakult mészlepedékes csernozjom típusba tartozik. A felső réteg humusztartalma átlagos (Hu%= 2,7-2,8), a humuszréteg vastagsága 70–80 cm. Az Arany-féle kötöttség (K_A) 43 és 47,6 közötti (1. táblázat).

1. táblázat. A kísérlet területének talajvizsgálati eredményei
(Debrecen, 2015)

	Mélység 0-25 cm (1)	Mélység 25-50 cm (2)	Mélység 50-75 cm (3)	Mélység 75-100 cm (4)	Mélység 100-130 cm (5)
pH (KCl)	6,46	6,36	6,58	7,27	7,36
K _A	43	44,6	47,6	46,6	45,4
CaCO ₃ (%)	0	0	0	10,25	12,75
Humusz (%) (6)	2,76	2,16	1,52	0,9	0,59
Szerves C (%) (7)	1,60	1,25	0,88	0,52	0,34
Össz N (%) (8)	0,15	0,12	0,086	0,083	0,078
NO ₃ +NO ₂ (mg/kg)	6,2	1,74	0,6	1,92	1,78
P ₂ O ₅ (AL) (mg/kg)	133,4	48	40,4	39,8	31,6
K ₂ O (AL) (mg/kg)	239,8	173,6	123	93,6	78
Mg (mg/kg)	332,4	405,4	366,6	249	286,6
Na (mg/kg)	38	66,2	55,4	67,8	62,6
Zn (mg/kg)	2,8	0,8	0,58	0,48	0,84
Cu (mg/kg)	5,86	4,54	3,64	2,24	1,64
Mn (mg/kg)	438	406	339	74	4
SO ₄ (mg/kg)	9,25	9,13	10,8	7,95	22,98

Megjegyzés: K_A: Arany-féle kötöttség, AL: ammónium laktát-oldható, Össz N%: Kjeldahl módszerrel meghatározva.

Table 1. Soil test results for the experiment site (Debrecen, 2015). (1) Depth (0-25 cm), (2) Depth (25-50 cm), (3) Depth (50-75 cm), (4) Depth (75-100 cm), (5) Depth (100-130 cm), (6) Humus (%), (7) Organic C (%), (8) Total N (%), Note: K_A: Arany's Plasticity index, AL: ammonium lactate-soluble, Total N%: determined using Kjeldahl's method.

A felső talajrétegek kémhatása enyhén savanyú-közel semleges (pH_{KCl}=6,46-6,6). A talaj foszforellátottsága közepes (AL-oldható P₂O₅ 133 mg/kg), míg káliumellátottsága átlagos-jó (AL-oldható K₂O 240 mg/kg). A térfogatsűrűsége a művelt rétegekben 1,40-1,46 g/cm³, míg az alsóbb rétegekben 1,23-1,28 g/cm³, a pórustérfogat 45-53,7% között van (1. táblázat). A talaj vízháztartása kedvező, a szántóföldi vízkapacitás 808 mm, a

hótvíz-tartalom 295 mm a 0–200 cm-es rétegben. A talajvízszint 3–5 méteres mélységben van.

Előző kísérleteink során megállapítottuk, hogy az adott termőhelyi és agrotechnikai feltételeket figyelembe véve a 75 kg/ha N-adag az ideális a csemegekukorica számára.

Ebben a kísérletünkben két szuperédes csemegekukorica hibridnél (Dessert R78 – Topcorn Kft, Magyarország, középkorai; Tyson – Syngenta, Svájc, középérésű) vizsgáltuk az ideális nitrogénmennyiség megosztásának hatását a 2023-as évben.

A kisparcellás kísérletben három ismétlést alkalmaztunk, a parcellák területe 14,44 m² volt.

A kísérletben alkalmazott agrotechnika

A kísérlet előveteménye őszi búza volt.

A kísérletekben alkalmazott talajművelés a következő eszközökkel történt:

- 2022. augusztus 09.: Väderstad Carrier tárcsázás,
- 2022. szeptember 14.: Väderstad Carrier tárcsázás,
- 2022. szeptember 30.: szántás (28–32 cm),
- 2023. március 03.: kombinátor,
- 2023. április 26.: kombinátor.

A kísérlet vetését 2023. május 04-én végeztük el.

A kísérletben elvégzett növényvédelmi munkák:

- 2023. május 30.: terbution + izoxadifen-etil (44 g/l+22 g/l) 2,0 l/ha,
- 2023. június 05.: sorköz-kultivátorozás,
- 2023. július 07.: klorantraniliprol (200 g/l) 0,125 l/ha, kukoricabogár ellen.

A kísérletek betakarítását az adott genotípus ideális érettségében, az alábbi időpontokban végeztük el:

- 2023. augusztus 03.: Dessert R78,
- 2023. augusztus 08.: Tyson.

A betakarítás kézi erővel történt.

A kísérletben egységes protokoll alapján végeztük el a kísérleti méréseket, megfigyeléseket.

A talajnedvesség-készlet változásának meghatározása

A tenyészidőben június 08. és július 20. között 5 alkalommal mértük a talaj nedvességtartalmát 100 cm mélységig 6 szinten (10, 20, 30, 40, 60, 100 cm) az öntözött és öntözetlen parcellákban egyaránt. A mérésekhez a Delta T PR2/6 Profile Probe talajnedvesség mérő műszert használtuk a Delta-T HH2 leolvasó fejjel. Egy mérési ponton 2-2 mérést végeztünk, a szondát 90°-ban elforgatva.

Agronómiai mérések

Növénymagasság: kézi mérőbottal történtek a mérések.

Növényfiziológiai mérések

- NDVI meghatározása: a normalizált vegetációs indexet (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) a közeli infravörös és a látható vörös fény abszorpciója és visszaverődése alapján becsültük a Trimble (USA) GreenSeeker kézi műszer használatával. Ez az érzékelő két hullámhosszon, 656 nm és 774 nm hullámhosszon működő aktív megvilágítást használ fénykibocsátó diódákkal (LED). Egy másodpercenkénti többszörös leolvasást és átlagolást alkalmaztunk minden parcellában.
- SPAD értékek: SPAD-502Plus (Konica Minolta Inc., Japán) kézi eszközzel mértük a levelek relatív klorofilltartalmát. A SPAD-502Plus a levél abszorbanciáját a vörös és a közeli infravörös tartományban méri. E két abszorbanciaértéket figyelembe véve kiszámítható a numerikus SPAD-érték, amely arányos a levélben jelen lévő klorofill mennyiségével.
- LAI mérések: Sunscan SS1 (Delta-T, UK) készüléket használtunk a levélterület index meghatározásához rádiós BF5 referencia PAR napfényérzékelővel. Az 1 m-es szonda lehetővé teszi nagy területek gyors térbeli átlagolását

Betakarításkori mennyiségvizsgálat

- betakarított termésmennyiség
- csuhéjas és fosztott csótömeg
- csóátmérő: digitális tolómérő
- csőhossz: vonalzó

A kísérletben alkalmazott kezelések

- A Hibridek: Dessert R78 és Tyson
- B Nitrogén-ellátás:
 1. kontroll N = 0 kg/ha,
 2. vetés előtt N = 75 kg/ha,
 3. vetés előtt N = 50 kg/ha + állományban, kultivátorral kijuttatva 25 kg/ha,
 4. vetés előtt N = 0 kg/ha + állományban, kultivátorral kijuttatva 75 kg/ha.
- C Öntözés
Az alkalmazott öntözési rend:

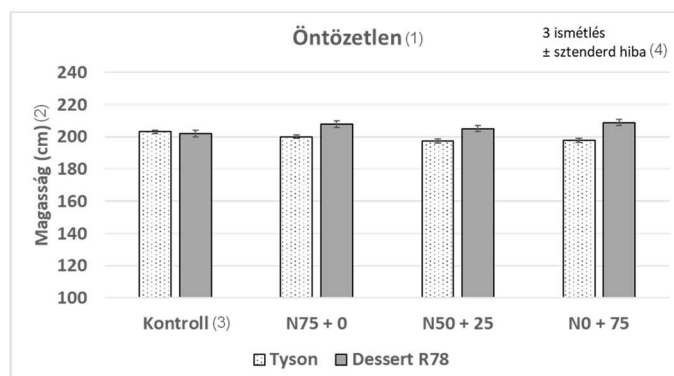
	öntözetlen	öntözött
2023. 06. 21.	0 mm	25 mm
2023. 07. 03.	0 mm	25 mm
2023. 07. 11.	0 mm	25 mm
2023. 07. 19.	0 mm	25 mm
2023. 07. 25.	0 mm	25 mm

A kísérleti eredmények adatait az IBM SPSS 26.0 (IBM Corp. USA) statisztikai szoftvercsomaggal elemeztük és értékeltük az átlagok összehasonlításához GLM-modellt, a lineáris összefüggések teszteléséhez Pearson-féle korrelációanalízist (2-oldalú) alkalmazva. MS Excel 2016 szoftvert használtunk a regressziós függvények kiszámításához és ábrázolásához.

Eredmények*A N-adag megosztása és az öntözés hatása a csemegekukorica magasságára*

A nitrogénadag megosztásának nem volt szignifikáns, statisztikailag igazolható hatása a növénymagasságra egyik vízellátottsági változatban sem. Az öntözés nélkül a csemegekukorica átlagos magassága 202,8 cm volt, a Dessert R78 hibrid esetében nagyobb értékeket mértünk, bár az eltérés nem volt jelentős a Tyson hibridhez képest, mindössze 3,2% a kezelések átlagában. Legnagyobb eltérés, 5,6%, az N0+75 kg/ha kezelésben volt. Öntözés hatására mindkét hibridnél valamennyi kezelésben nőtt a magasság, átlagosan 215,7 cm-t mértünk, de a két hibrid közötti eltérés csak 1,1–2,8%-os volt a Dessert R78 javára (1–2. ábra).

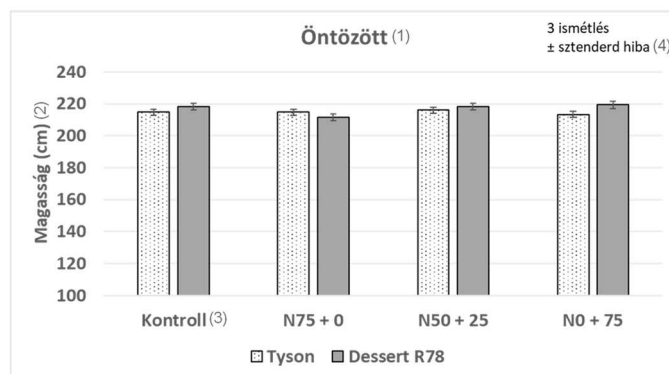
1. ábra. A csemegekukorica hibridek magasságának alakulása a N-megosztás hatására, öntözelen körülmények között (Debrecen-Látókép, 2023)



Megjegyzés: a hibridek és a kezelések közötti eltérések nem szignifikánsak.

Figure 1. Height development of maize hybrids in response to split N fertilisation under non-irrigated conditions (Debrecen-Látókép, 2023). (1) Non-irrigated, (2) Height (cm), (3) Control, (4) 3 replications, \pm standard error, Note: differences between hybrids and treatments are not significant.

2. ábra. A csemegekukorica hibridek magasságának alakulása a N-megosztás hatására, öntözött körülmények között (Debrecen-Látókép, 2023)



Megjegyzés: a hibridek és a kezelések közötti eltérések nem szignifikánsak.

Figure 2. Height development of maize hybrids under irrigated conditions in response to split N fertilisation (Debrecen-Látókép, 2023). (1) Irrigated, (2) Height (cm), (3) Control, (4) 3 replications, \pm standard error, Note: differences between hybrids and treatments are not significant.

A N-adag megosztása és az öntözés hatása a csemegekukorica NDVI értékére

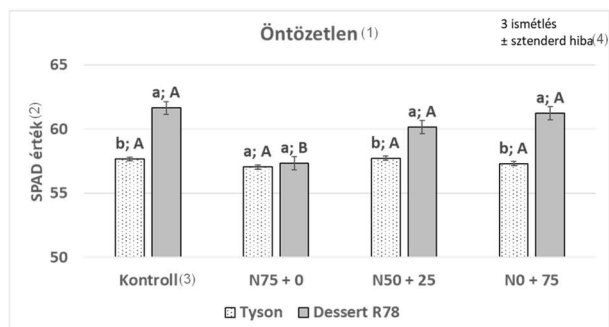
Az NDVI értékeket két alkalommal mértük a kísérletben, 1 méteres magasságnál, illetve virágzás időszakában. 1 méteres növénymagasságnál a hibridek NDVI értéke öntözetlen körülmények között a kontroll parcellákban és mindhárom kezelésnél egyaránt hasonlóan alakult (0,80–0,82). Az öntözött parcellákban kissé nagyobb NDVI értékeket mértünk (0,81–0,83), azonban a kezelések és a genotípusok között statisztikailag igazolható eltérést nem tapasztaltunk.

Virágzás időszakára az öntözött és öntözés nélküli parcellákban egyaránt kissé nagyobb NDVI mértékeket (0,81–0,84) mértünk, azonban a N-megosztás, a genotípus és az eltérő vízellátás nem befolyásolta egyértelműen az NDVI értékeket, statisztikailag igazolható eltérést nem tudunk igazolni.

A N-adag megosztása és az öntözés hatása a csemegekukorica SPAD értékére

Ugyancsak 1 méteres növénymagasságnál és virágzaskor mértük a csemegekukorica hibridek relatív klorofilltartalmát minden parcellában. 1 méteres növénymagasságnál, az öntözöthöz (47,63–57,44) képest alacsonyabb SPAD értékeket mértünk az öntözés nélküli parcellákban (44,71–54,79). A virágzaskor mért SPAD értékek bármelyik kezelés esetében meghaladták az 1 méteres növénymagasságnál mért relatív klorofilltartalom (SPAD) értékeket, a növekedés öntözetlenül 10,51–28,23%-os, öntözve 6,02–21,05%-os volt. Az öntözés nélküli és az öntözött parcellákban egyaránt a hibridek átlagában a legkisebb SPAD értékeket az N=75 vetés előtti kezelést kapott parcellákban mértük, 1 méteres növénymagasságnál (46,31–48,78) és virágzaskor (57,18–58,71) egyaránt. A kezelések között szignifikáns eltérés csak az 1 méteres növénymagasságnál volt, legkedvezőbbnek öntözés nélkül az N=50 vetés előtt + N=25 kultivátorozáskor, míg öntözve N=0 vetés előtt + N=75 kultivátorozáskor kezelés bizonyult. A hibridek között statisztikailag szignifikáns eltérés volt kimutatható a SPAD értékekben. A Dessert R78 hibrid értékei átlagosan 4,4–7,5%-kal magasabbak voltak a Tyson hibridben mért értékeknél a nem öntözött parcellákban és 2,5–8,6%-kal magasabbak az öntözött parcellákban (3–4. ábra). A hibridek közötti eltérés virágzaskor volt kisebb.

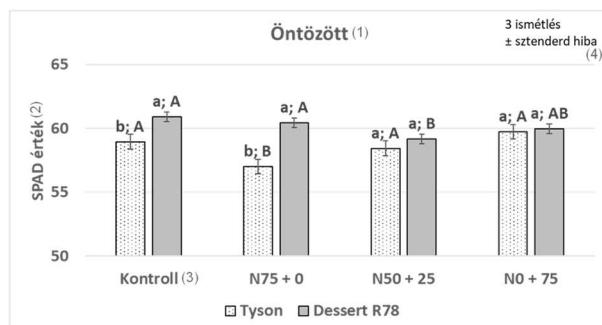
3. ábra. A csemegekukorica hibridek relatív klorofilltartalmának (SPAD) alakulása virágzáskor a N-megosztás hatására, öntözés nélkül (Debrecen-Látókép, 2023)



Megjegyzés: az eltérő nagybetűk a kezelések közötti, a kisbetűk a hibridek közötti szignifikáns különbséget jelölik p=5%-os szinten.

Figure 3. Change in the relative chlorophyll content (SPAD) of sweet maize hybrids at silking in response to split N treatments, without irrigation (Debrecen-Látókép, 2023). (1) Non-irrigated, (2) SPAD reading, (3) Control, (4) 3 replications, \pm standard error, Note: different capital letters indicate significant differences between treatments and lower case letters indicate significant differences between hybrids at the p=5% level.

4. ábra. A csemegekukorica hibridek relatív klorofilltartalmának (SPAD) alakulása virágzáskor a N-megosztás hatására, öntözve (Debrecen-Látókép, 2023)



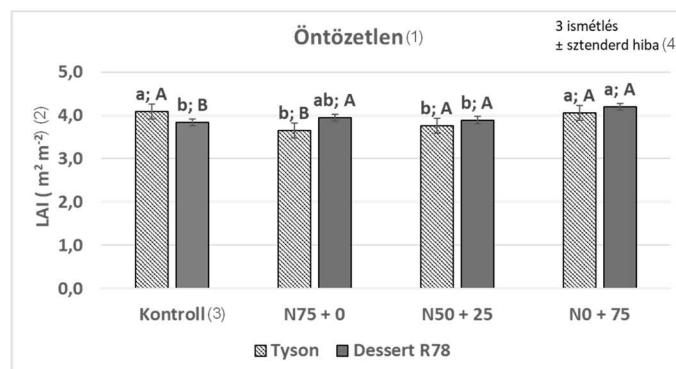
Megjegyzés: az eltérő nagybetűk a kezelések közötti, a kisbetűk a hibridek közötti szignifikáns különbséget jelölik p=5%-os szinten.

Figure 4. Change in the relative chlorophyll content (SPAD) of sweet maize hybrids at silking in response to split N treatments under irrigated conditions (Debrecen-Látókép, 2023). (1) Irrigated, (2) SPAD reading, (3) Control, (4) 3 replications, \pm standard error, Note: different capital letters indicate significant differences between treatments and lower case letters indicate significant differences between hybrids at the p=5% level.

A N-adag megosztása és az öntözés hatása a csemegekukorica levélterületére

Öntözés nélkül a Dessert R78 hibridnél a kontroll parcellákban nagyobb LAI értékeket mértünk 1 méteres növénymagasságnál, mint a többi kezelésben. Ezzel ellentétben a Tyson hibridnél valamennyi kezelésben a nagyobb LAI értéket detektáltunk, mint a kontrollnál. Az 50 kg/ha vetés előtt és 25 kg/ha N kijuttatása kultivátorozáskor bizonyult legkedvezőbbnek (2,46 m²/m²). Az öntözött parcellákban a Dessert R78 hibrid a legnagyobb levélterületet (2,82 m²/m²) a N=0 vetés előtt + 75 kg/ha N kultivátorozáskor kijuttatva kezelésben érte el, míg a Tyson hibridnél a kezelések nem befolyásolták jelentősen a levélterületet (2,57-2,67 m²/m²). Virágzáskor az öntözés nélküli és az öntözött parcellákban egyaránt mindkét hibridnél a N=0 vetés előtt + N=75 kultivátorozáskor (4,06-4,19 m²/m² és 3,97-4,48 4,06-4,19 m²/m²) bizonyult kedvezőbbnek, bár a Tyson hibridnél öntözés nélkül a kontrollban mért érték is hasonló (4,09 m²/m²) volt (5-6. ábra).

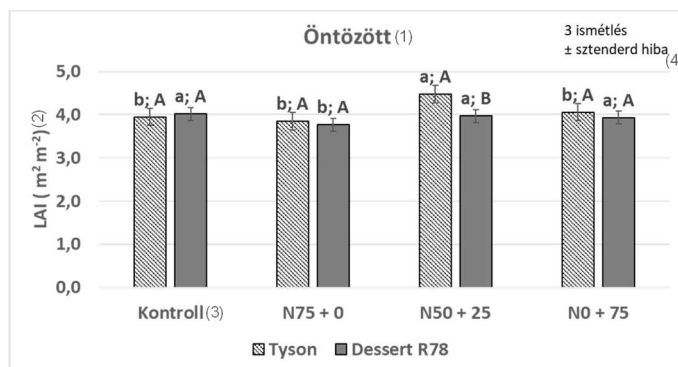
5. ábra. A csemegekukorica hibridek levélterület indexének (LAI) alakulása virágzáskor a N-megosztás hatására, öntözés nélkül (Debrecen-Látókép, 2023)



Megjegyzés: az eltérő nagybetűk a hibridek közötti, a kisbetűk a kezelések közötti szignifikáns különbséget jelölik p=5%-os szinten.

Figure 5. Changes in leaf area index (LAI) of sweet maize hybrids at silking in response to split N treatments without irrigation (Debrecen-Látókép, 2023). (1) Non-irrigated, (2) LAI (m²/m²), (3) Control, (4) 3 replications, ± standard error, Note: different capital letters indicate significant differences between hybrids and lower case letters indicate significant differences between treatments at the p=5% level.

6. ábra. A csemegekukorica hibridek levélterület indexének (LAI) alakulása virágzáskor a N-megosztás hatására, öntözve (Debrecen-Látókép, 2023)



Megjegyzés: az eltérő nagybetűk a hibridek közötti, a kisbetűk a kezelések közötti szignifikáns különbséget jelölik p=5%-os szinten.

Figure 6. Changes in leaf area index (LAI) of sweet maize hybrids at silking in response to split N treatments under irrigated conditions (Debrecen-Látókép, 2023). (1) Irrigated, (2) LAI (m² m⁻²), (3) Control, (4) 3 replications, ± standard error, Note: different capital letters indicate significant differences between hybrids and lower case letters indicate significant differences between treatments at the p=5% level.

Az öntözés hatása a LAI értékére (9,5–31,6%) virágzáskor nem volt szignifikáns (0,3–10,5%). Öntözés nélkül a kezelések hatása szignifikáns volt, azonban öntözve nem volt igazolható különbség a hibridek átlagában. A hibridek között öntözve és szárazon sem volt statisztikailag igazolható különbség a levélterület alakulásában sem 1 méteres növénymagasságnál, sem pedig virágzáskor, azonban a Tyson hibridnél 0,5–7,4%-kal nagyobb értékeket mértünk.

A N-ellátás és az öntözés hatása a csemegekukorica termésképző elemeire

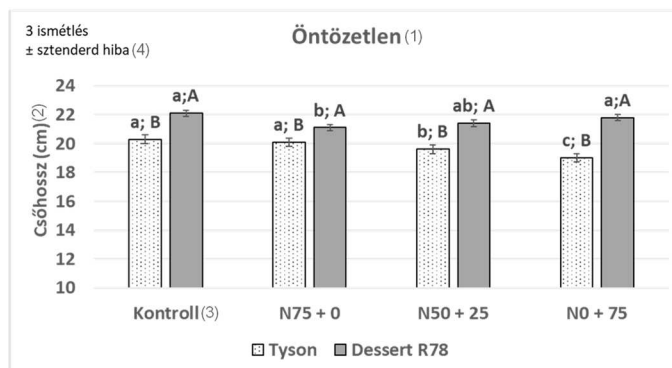
A csőminták feldolgozása során mértük a csuhéjas csőtömeget, a fosztott csőtömeget, a csőhosszt és a csőátmérőt.

A csuhéjas csőtömeg minden kezelés esetében (tápanyag, öntözés) Tyson hibridnél nagyobb volt, mint a Dessert R78 hibridben. Az öntözött parcellákon, az öntözetlenhez képest kissé nagyobb csuhéjas csőtömeget mértünk (öntözetlen 438,53 g; öntözött 441,16 g). A legnagyobb csuhéjas csőtömeget öntözés nélkül a kontroll parcellákban, míg öntözve a N=50 vetés

előtt + N=25 kg/ha kultivátorozáskor kezelést kapott parcellákban rögzítettük a hibridek átlagában. A fosztott csőtömeg a csuhéjas csőtömeghez hasonlóan alakult. A Tyson hibridben 12%-kal nagyobb értékeket mértünk, mint a Dessert R78 hibridben. Az öntözött parcellákon, az öntözetlenhez képest 2,3-4,2%-kal nagyobb fosztott csőtömeget mértünk (öntözetlen 322,06 g; öntözött 324,99 g). A legnagyobb fosztott csőtömeget a N=50 vetés előtt + N=25 kultivátor kezelést kapott parcellákban mértük mindegyik öntözési változatban, ez egyezik *Muslimah* (2023) megállapításaival.

A hibridek között különbséget tapasztaltunk a csőhossz alakulásában (7-8. ábra). Mindegyik kezelési és öntözési változatban a Dessert R78 hibridnek voltak hosszabb csövei 9,0-9,4%-kal (Tyson 19,72 cm; Dessert R78 21,51 cm). A kezelések hatása nem volt statisztikailag igazolható a csőhossz tekintetében. Az öntözés hatása sem volt szignifikáns a kezelések és hibridek átlagában (öntözetlen 20,68 cm; öntözött 20,59 cm).

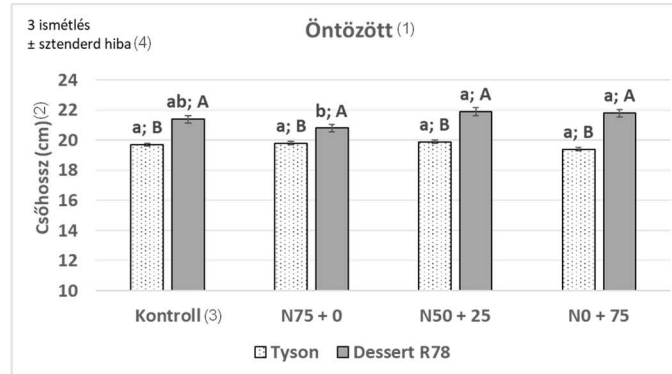
7. ábra. A csemegekukorica hibridek csőhosszának alakulása a N-megosztás hatására, öntözés nélkül (Debrecen-Látókép, 2023)



Megjegyzés: az eltérő nagybetűk a hibridek közötti, a kisbetűk a kezelések közötti szignifikáns különbséget jelölik p=5%-os szinten.

Figure 7. Changes in ear length of maize hybrids as a result of split N treatment without irrigation (Debrecen-Látókép, 2023). (1) Non-irrigated, (2) Ear length (cm), (3) Control, (4) 3 replications, \pm standard error, Note: different capital letters indicate significant differences between hybrids and lower case letters indicate significant differences between treatments at the p=5% level.

8. ábra. A csemegekukorica hibridek csőhosszának alakulása a N-megosztás hatására, öntözve (Debrecen-Látókép, 2023)



Megjegyzés: az eltérő nagybetűk a hibridek közötti, a kisbetűk a kezelések közötti szignifikáns különbséget jelölik p=5%-os szinten.

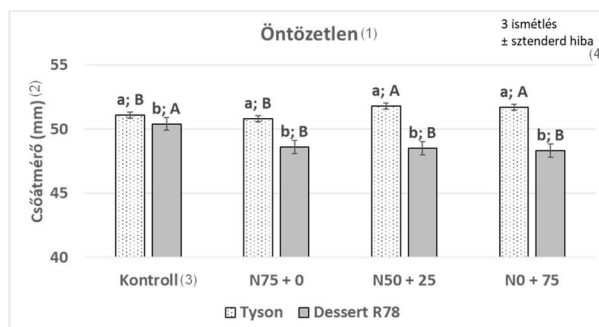
Figure 8. Changes in ear length of maize hybrids as a result of split N treatment, under irrigated conditions (Debrecen-Látókép, 2023). Changes in ear length of maize hybrids as a result of split N treatment without irrigation (Debrecen-Látókép, 2023). (1) Irrigated, (2) Ear length (cm), (3) Control, (4) 3 replications, \pm standard error, Note: different capital letters indicate significant differences between hybrids and lower case letters indicate significant differences between treatments at the p=5% level.

A csőátmérőben egyik kezelés sem okozott egyértelmű eltérést, bár az öntözés hatása kimutatható volt (öntözetlen 50,15 mm; öntözött: 51,90 mm). A hibridek között 4,7–8,2% eltérés volt (Tyson 52,74 mm, Dessert R78: 49,31 mm), átlagosan a Tyson csöveinek átmérője nagyobb volt szignifikánsan, mint a Dessert R78 csöveié (9–10. ábra). A termésképző elemek közül a csőátmérő volt legnagyobb hatással a termés mennyiségére, a korrelációs együttható értéke 0,640 ($p=0,01$).

A N-ellátás és az öntözés hatása a csemegekukorica termésére

A kezelések és hibridek átlagában az öntözött parcellákon 11,3%-kal nagyobb termést mértünk. A genotípusok közötti eltérés öntözetlenül 10,1%, míg öntözve 6,1% volt a Tyson javára. Az öntözés nélküli parcellákban a kezelés hatására 0,8–8% terméstöbblet realizálódott. Az öntözés hatására a hibridek eltérően reagáltak. N=0 vetés előtt + N=75 kultivátorozáskor kezelés hatására a Tyson hibridnél 17,5% terméstöbbletet, míg a Dessert R78-nál 7,9% termésnövekedést tapasztaltunk.

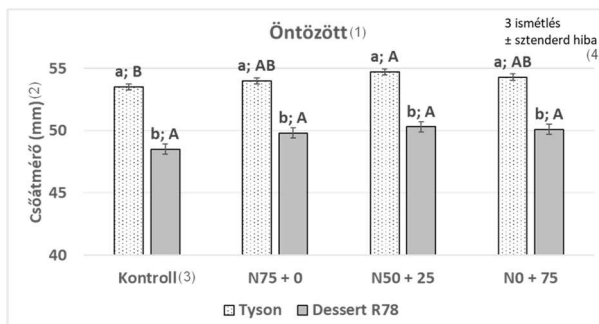
9. ábra. A csemegekukorica hibridek csőátmérőjének alakulása a N-megosztás hatására, öntözés nélkül (Debrecen-Látókép, 2023)



Megjegyzés: az eltérő nagybetűk a kezelések közötti, a kisbetűk a hibridek közötti szignifikáns különbséget jelölik p=5%-os szinten.

Figure 9. Changes in ear diameter of maize hybrids as a result of split N treatment without irrigation (Debrecen-Látókép, 2023). (1) Non-irrigated, (2) Ear diameter (mm), (3) Control, (4) 3 replications, \pm standard error, Note: different capital letters indicate significant differences between treatments and lower case letters indicate significant differences between hybrids at the p=5% level.

10. ábra. A csemegekukorica hibridek csőátmérőjének alakulása a N-megosztás hatására, öntözve (Debrecen-Látókép, 2023)

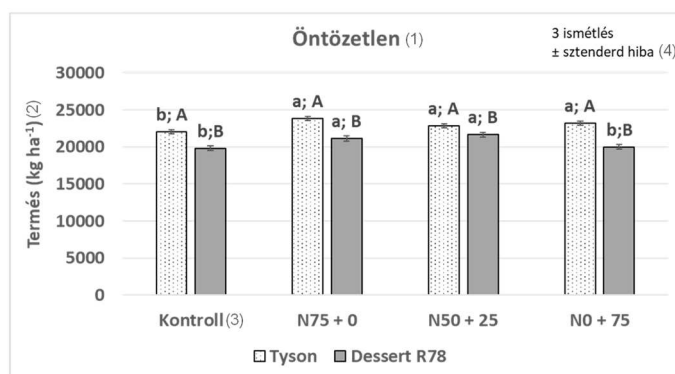


Megjegyzés: az eltérő nagybetűk a kezelések közötti, a kisbetűk a hibridek közötti szignifikáns különbséget jelölik p=5%-os szinten.

Figure 10. Changes in ear diameter of maize hybrids as a result of split N treatment without irrigation (Debrecen-Látókép, 2023). (1) Irrigated, (2) Ear diameter (mm), (3) Control, (4) 3 replications, \pm standard error, Note: different capital letters indicate significant differences between treatments and lower case letters indicate significant differences between hybrids at the p=5% level.

Öntözött körülmények között a Tyson hibridnek ez a kezelés, míg a Dessert R78 számára a vetés előtt kijuttatott 75 kg/ha N bizonyult kedvezőnek (8,1% terméstopplett a kontrollhoz képest). A hibridek eltérő tápanyagreakcióját mutatja, hogy a Tyson hibrid számára mindegyik kezelés terméstopplettet (7,5–17,5%) eredményezett, míg a Dessert R78 esetében a másik két kezelésnél a kontrollhoz képest 1–7,9%-kal kisebb termést mértünk (11–12. ábra).

11. ábra. A csemegekukorica hibridek termésének alakulása a N-megosztás hatására, öntözés nélkül (Debrecen-Látókép, 2023)



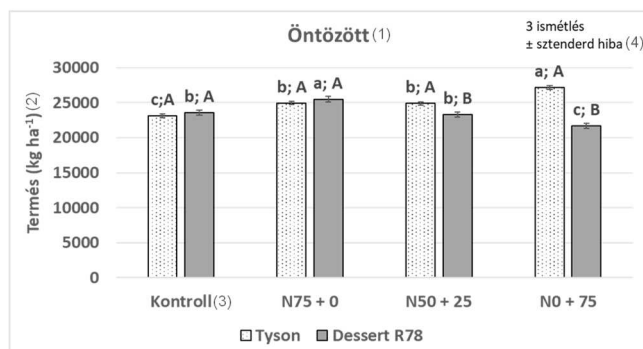
Megjegyzés: az eltérő nagybetűk a hibridek közötti, a kisbetűk a kezelések közötti szignifikáns különbséget jelölik p=5%-os szinten.

Figure 11. Yield response of sweet maize hybrids to split N treatment without irrigation (Debrecen-Látókép, 2023). (1) Non-irrigated, (2) Yield (kg ha⁻¹), (3) Control, (4) 3 replications, ± standard error, Note: different capital letters indicate significant differences between hybrids and lower case letters indicate significant differences between treatments at the p=5% level.

Öntözetlen és öntözött körülmények között egyaránt az N=75 vetés előtt kezelést kapott parcellákban mértük a legnagyobb termést a hibridek átlagában (öntözetlen: 22 490 kg/ha és öntözve: 25 231 kg/ha).

A két genotípus öntözési reakciója eltérő volt, a Dessert R78 termése 2 868 kg-mal, a Tyson termése 2 066 kg-mal volt nagyobb az öntözetlen kezeléshez képest, a trágyázási kezeléseknél átlagában (13. ábra).

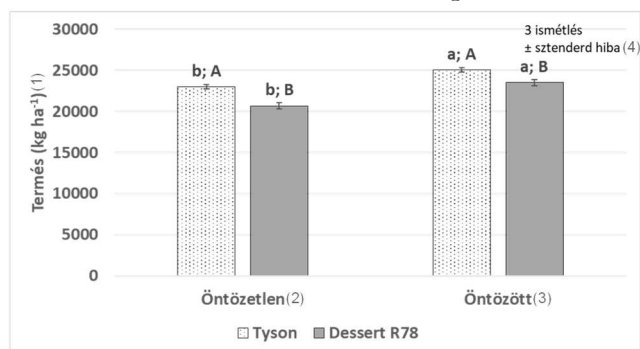
12. ábra. A csemegekukorica hibridek termésének alakulása a N-megosztás hatására, öntözve (Debrecen-Látókép, 2023)



Megjegyzés: az eltérő nagybetűk a hibridek közötti, a kisbetűk a kezelések közötti szignifikáns különbséget jelölik $p=5\%$ -os szinten.

Figure 12. Yield response of sweet maize hybrids to split N treatment under irrigated conditions (Debrecen-Látókép, 2023). (1) Irrigated, (2) Yield (kg ha^{-1}), (3) Control, (4) 3 replications, \pm standard error, Note: different capital letters indicate significant differences between hybrids and lower case letters indicate significant differences between treatments at the $p=5\%$ level.

13. ábra. Az öntözés hatása a Tyson és Dessert R78 csemegekukorica hibridek termésére (Debrecen-Látókép, 2023)



Megjegyzés: az eltérő nagybetűk a hibridek közötti, a kisbetűk a kezelések közötti szignifikáns különbséget jelölik $p=5\%$ -os szinten.

Figure 13. Effect of irrigation on the yield of sweet maize hybrids Tyson and Dessert R78 (Debrecen-Látókép, 2023). (1) Yield (kg ha^{-1}), (2) Non-irrigated, (3) Irrigated, (4) 3 replications, \pm standard error, Note: different capital letters indicate significant differences between hybrids and lower case letters indicate significant differences between treatments at the $p=5\%$ level.

Talajnedvesség vizsgálatok

A tenyészidőben június 8. és július 20. között öt alkalommal mértük a talaj nedvességtartalmát 100 cm mélyséig 6 szinten (10, 20, 30, 40, 60, 100 cm) az öntözött és öntözetlen parcellákban egyaránt.

A talaj nedvességtartalma az öntözött és öntözetlen parcellákban egyaránt a július 20-án volt a legkisebb. Az öntözött kezelések esetében a talaj nedvességtartalma a felső 40-60 cm-es rétegben 3,5-17,1 térfogat%-kal nagyobb volt, mint az öntözetlen parcelláké. A 60-100 cm-es rétegben az öntözés hatása már kevésbé érvényesült, a különbség 0,3-9,1% volt (14. ábra).

14. ábra. A talajnedvesség alakulása 0–100 cm mélységben a csemegekukorica kísérlet talajában (Debrecen-Látókép, 2023. július 20.)

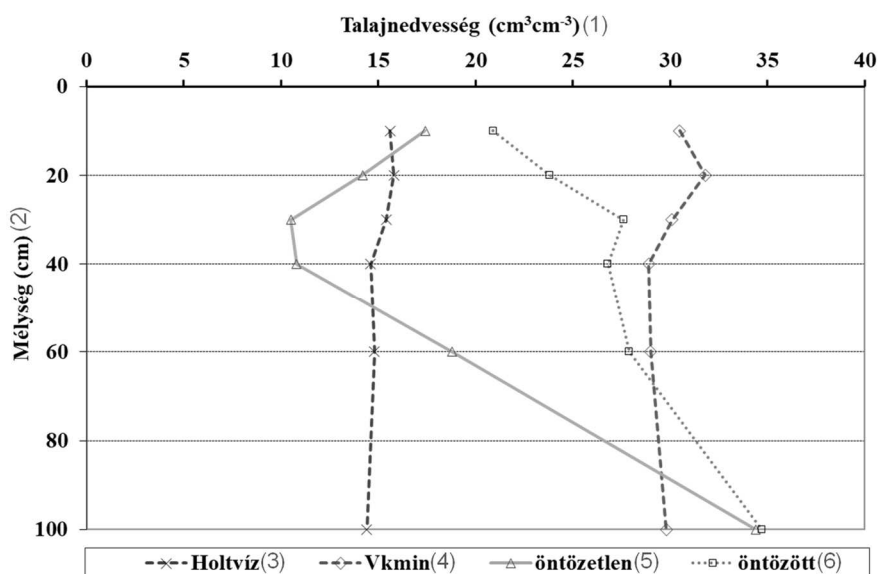


Figure 14. Soil moisture at 0–100 cm depth in the sweet maize experiment soil (Debrecen-Látókép, 20th July 2023). (1) Soil moisture (cm³ cm⁻³), (2) Depth (cm), (3) Wilting point, (4) WCmin (minimum Water Capacity), (5) Non-irrigated (6) Irrigated

Következtetések

A tenyészidőszakot megelőző téli félév időjárása kedvező módon hatott kísérleti terület talajában tárolt vízmennyiségre. A tenyészidőszak csapadék és hőmérsékleti viszonyai is kedveztek a csemegekukorica vegetatív és generatív fejlődésének, a termésképződési folyamatainak. Ennek következtében, még öntözetlen körülmények között is kedvező terméseredményeket értünk el a kísérletben. A kedvező vízellátottság hatással volt a talaj tápanyaggazdálkodására, és a kijuttatott műtrágya hasznosulására. A 75 kg/ha nitrogén hatóanyag különböző megosztása nem volt statisztikailag igazolható hatással a csemegekukorica NDVI értékeire sem öntözetlen, sem öntözött körülmények között, bár az öntözött kezelésekben nagyobb eltérések alakultak ki.

A levelek relatív klorofilltartalmában (SPAD) a genotípusok közötti különbség szignifikáns volt, míg a kezeléseknek és az öntözésnek nem volt egyértelmű hatása. A virágzáskor mért SPAD értékek 14,2%-kal magasabbak voltak, mint az egy méteres növénymagasságnál mértek. Az öntözés a kezelések és a genotípusok átlagában 13 cm-rel növelte a növénymagasságot a kísérletben. A kezelések nem voltak szignifikáns hatással a növények magasságára. Az öntözésnek még kedvező évjáratban is volt termésmenvelő hatása a mindkét vizsgált genotípus esetében. A Tyson termése a kísérlet ökológiai adottságai mellett meghaladta a Dessert R78 hibrid termését, mind öntözetlenül, mind öntözve, a különbség 1521 és 2323 kg/ha között volt. A csemegekukorica termésére a termésképző elemek közül a csőátmérő volt legnagyobb hatással.

Köszönetnyilvánítás

A 2020-1.1.2-PIACI-KFI-2020-00064 számú projekt a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a „Piacvezérelt kutatás-fejlesztési és innovációs projektek támogatása” pályázati program finanszírozásában valósult meg.

IRODALOM

- Abhishek, N.–Basavanneppa, M. A.*: 2020. Effect of plant densities and nitrogen levels on cob yield and quality parameters of sweet corn (*Zea mays* L. *saccharata*) in irrigated ecosystem. *International Journal of Chemical Studies*. 8. 2: 2918–2921. DOI: 10.22271/chemi.2020.v8.i2as.9192.
- Bhatt, P. S.*: 2012. Response of sweet corn hybrid to varying plant densities and nitrogen levels. *African Journal of Agricultural Research*. 7. 46: 6158–6166.
- Demeter C.*: 2022. A Messenger csemegekukorica (*Zea mays* L. *convar. saccharata* Koern) hibrid termésminőség elemzése 2020–2021-ben. *Növénytermelés*. 71. 2: 21–38.
- Jafarikouhini, N.–Kazemeini, S. A.–Sinclair, T. R.*: 2022. Fresh sweet corn yield sensitivity to deficit nitrogen and water conditions. *Journal of Crop Improvement*. 36. 4: 593–603. <https://doi.org/10.1080/15427528.2021.1995560>
- Mesarović, J.–Srdić, J.–Mladenović-Drinić, S.–Dragičević, V.–Simić, M.–Brankov, M.–Milojković-Opsenica, D.*: 2019. Evaluation of the nutritional profile of sweet maize after herbicide and foliar fertilizer application. *Journal of Cereal Science*. 87: 132–137. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.03.017>.
- Moteva, M.–Gadjalska, N.–Kancheva, V.–Tashev, T.–Georgieva, V.–Koleva, N.–Mortev, I.–Petrova-Brahicheva, V.*: 2016. Irrigation scheduling and the impact of irrigation on the yield and yield components of sweet corn. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. Vol. LIX. 2016 ISSN 2285-5785; ISSN Online 2285-5807; ISSN-L 2285-5785
- Mustimah, Y.–Lizmah S. F.–Harahap E. J.–Jasmi, R.*: 2023. Effect of drip irrigation and genotypes on the production traits of sweet corn (*Zea mays saccharata* Sturt). *Sabrao Journal of Breeding and Genetics*. 55. 3: 984–991. DOI: 10.54910/sabrao2023.55.3.32
- Orosz, F.–Jakab, S.–Losak, S.–Slezak, K.*: 2009. Effects of fertilizer application to sweet corn (*Zea mays*) grown on sandy soil. *Journal of Environmental Biology*. November 2009. 30. 6: 933–938. https://www.jeb.co.in/journal_issues/200911_nov09/paper_02.pdf
- Pangaribuan, D. H.–Sarno-Hendarto, K.–Priyanto-Darma, A. K.–Aprillia, T.*: 2019. Liquid Organic Fertilizer from Plant Extracts Improves the Growth, Yield and Quality of Sweet Corn (*Zea mays* L. *var. saccharata*). *Pertanika Journal of Tropical Crop Science*. 42. 3: 1157–1166. ISSN: 1511-3701
- Revilla, P.–Anibas, C. M.–Tracy, W. F.*: 2021. Sweet Corn Research around the World 2015–2020. *Agronomy*. 11: 534. <https://doi.org/10.3390/agronomy11030534>
- Sidahmed, H. M. I.–Illés, Á.–Almahi, A.–Nagy, J.*: 2024. Performance of agricultural factors on yield of sweet corn (*Zea mays* L. *Saccharata*) – A review. *Acta Agraria Debreceniensis*. 1: 143–156. DOI: 10.34101/actaagrar/1/12830

- Supriyanta, B.-Wicaksono, D.-Razzokov, H.:* 2023. Performance of Six Sweet Corn Hybrid in Marginal Land Use Drip Irrigation. BIO Web of Conferences. Volume 6916 October 2023. Article number 01028. 2nd International Conference on Agriculture, Food, and Environment. ICAFE 2023. Yogyakarta 20 July 2023. Doi: 10.1051/bioconf/20236901028
- Tas, T.-Mutlu, A.:* 2021. Morpho-physiological effects of environmental stress on yield and quality of sweet corn varieties (*Zea mays* L.). Peer J. 9:e12613. DOI:doi.org/10.7717/peerj.12613
- Vad, A.-Szabó, A.-Basal, O.-Veres, S.:* 2023. Yield of sweet corn and sunflower as affected by different cultivation methods and fertilisation schemes. Plant, Soil and Environment. 69. 10: 480-485. DOI: 10.17221/292/2023-PSE
- Wu, P.-Dai, Q.-Tao, Q.:* 1993. Effect of fertilizer rates on the growth, yield, and kernel composition of sweet corn. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 24. 3-4: 237-253. DOI: 10.1080/00103629309368795

A szerző levelezési címe – Address of the author:

*Dr. Csajbók József – Dr. Kutasy Erika – Dr. Ábrahám Éva Babett – Seres Emese –
Dr. Szabó András – Dr. Dóka Lajos – Virág István Csaba – Dr. Pepó Péter
DE MÉK Növénytudományi Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
4032
*csj@agr.unideb.hu

Dr. Vad Attila
DE AKIT Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
4032

