

Eltérő nitrogénreakciójú kukorica hibridek termése és vízhasznosítási hatékonysága tartamkísérletben

¹BÓDI ZOLTÁN - ²NAGY JÁNOS

¹Syngenta Kft., Budapest

²Debreceni Egyetem MÉK

Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet, Debrecen

Összefoglaló

A precíziós növénytermesztés és a precíziós tápanyag-utánpótlás elengedhetetlen tényező a modern mezőgazdasági gyakorlatban. Az új kukorica hibridek pozicionálása a növények tápanyag-szükségletének és -reakcióinak pontos ismeretében lehetséges. Ahogy éghajlatunk egyre inkább szélsőségesse válik, a növénytermesztés időjárási kitettsége tovább növekszik, amihez a környezethez sikeresen alkalmazkodó hibridek termesztése, nemesítése szükséges. Jelen tanulmányban két Syngenta kukorica hibridet teszteltünk tartamkísérletben hat nitrogéndózis szinten (kontroll N₀ 0 kg/ha dózis és szintenként 60 kg/ha nitrogén dózissal nöttek a szintek egészen 300 kg/ha-ig), öntözött és öntözetlen platformon. A kísérlet a kukorica számára nem ideális, gyenge csapadék ellátottságú aszályos évben (2021) valósult meg.

Az eredmények alapján két eltérő trágyareakciót mutattak a hibridek. az SY Minervát a „workhorse” (igásló) kategóriába tudjuk sorolni. Ezen csoport hibridjeire jellemző, hogy a változó talajon is elfogadható mennyiségű termést adnak. Nitrogénreakciójuk már alacsony dózisonál (esetleg nitrogén kijuttatása nélkül is - N₀+PK 7,23 t/ha és 9,55 t/ha öntözetlen és öntözött platformon) markánsan jelentkeznek. Magasabb N-adagoknál a nitrogénreakció mérsékeltebb, illetve termésdepresszió is tapasztalható - mint a kísérleti eredményekben (N₂₄₀+PK és N₃₀₀+PK szint között -1,77 t/ha volt a különbség az öntözetlen platformon). A „racehorse” (versenyelő) SY Solandri hibrid kezdeti (N₀ kg/ha hatóanyag) nitrogénreakciója alacsony, azonban a nitrogéndózis magas szintre emelésével - ideálishoz közeli környezeti feltételek mellett - kiemelkedő termésmennyiség-növekedést mutat. Ez egyértelműen leszűrhető a N₀+PK és az N₂₄₀+PK szintekre adott termésválaszával mindkét platformon.

Öntözetlen és öntözött platformon a következőképp alakultak a terményeredmények: N_0+PK szintnél 4,62 t/ha, illetve 6,11 t/ha; $N_{240}+PK$ szintnél 10,94 t/ha és 13,25 t/ha. Az SY Minerva kiemelkedő vízhasznosítási eredményeket mutatott mindkét kezelés esetében 44,4 kg és 40,1 kg/mm értékekkel a kontroll parcellákon (N_0+PK). Az SY Solandri WUE (vízhasznosulási hatékonyság) és IRRWUE (öntözött vízhasznosulási hatékonyság) értékei ezektől lényegesen alacsonyabbak voltak (28,3 és 25,7 kg/mm). Az öntözés az optimális $N_{240}+PK$ ellátás esetén kimagasló eredményeket mutatott mindkét hibridnél mindkét platform esetén. Az SY Solandri az öntözetlen kezelésében rendkívül magas 67,1 kg mm értéket kaptunk.

A kapott kutatási eredmények alapján megállapítható, hogy a genotípusnak nagy szerepe van a vízhasznosulási hatékonyság alakulásában, a trágyázás a kontroll parcellához képest mindkét vizsgált hibridnél pozitív módon befolyásolta a WUE és IRRWUE értékeket.

Kulcsszavak: kukorica, trágyázás, vízhasznosulási hatékonyság (WUE), genotípus

Yield and water use efficiency of maize hybrids with different nitrogen responses in a long-term experiment

¹Z. BÓDI - ²J. NAGY

¹Syngenta Kft., Budapest

¹University of Debrecen Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Land Use, Engineering and Precision Farming Technology, Debrecen

Summary

Precision crop production and precision nutrient supply are essential factors in modern agricultural practice. The positioning of new maize hybrids is possible with accurate knowledge of the nutrient needs and responses of plants. As our climate becomes increasingly extreme, the exposure of crop production to weather conditions continues to increase, which requires the cultivation and breeding of hybrids that successfully adapt to the environment. In this study, we tested two Syngenta maize hybrids in a long-term experiment at six nitrogen rates (control N_0

kg/ha dose and level 60 kg/ha with nitrogen doses increasing to 300 kg/ha), on irrigated and non-irrigated platforms. The experiment was carried out in a drought year (2021), which is not ideal for maize, with poor rainfall. Based on the results, the hybrids showed two different fertilizer reactions.

We can classify SY Minerva as a “workhorse”. This group of hybrids is characterized by the fact that they give sufficient yield even on variable soils, their nitrogen response is already marked at low doses (possibly even without nitrogen application, N₀+PK 7.23 t/ha and 9.55 t/ha on non-irrigated and irrigated platforms), at higher doses the nitrogen response is more moderate, and yield depression is also experienced, as in the experimental results (the difference between N₂₄₀+PK and N₃₀₀+PK levels was -1.77 t/ha on the non-irrigated platform). The initial (N₀ kg/ha active ingredient) nitrogen response of the “racehorse” SY Solandri hybrid is low, however, by increasing the nitrogen dose to a high level, they show an outstanding increase in yield under ideal, near-ideal environmental conditions. This can be seen from the yield response to N₀+PK and N₂₄₀+PK levels on both platforms.

On non-irrigated and irrigated platforms, N₀+PK levels were 4.62 t/ha and 6.11 t/ha, respectively. N₂₄₀+PK also produced yields of 10.94 t/ha and 13.25 t/ha under non-irrigated and irrigated conditions. SY Minerva showed outstanding water use results in both treatments with values of 44.4 kg and 40.1 kg/mm in the control plots (N₀+PK). SY Solandri had significantly better WUE (Water Use Efficiency) and IRRWUE (IRRigated Water Use Efficiency) values (28.3 and 25.7 kg/mm). Irrigation showed outstanding results for both hybrids in both platforms with optimal N₂₄₀+PK supply. SY Solandri had an extremely high value of 67.1 kg/mm in the non-irrigated treatment.

Based on results, it can be concluded that genotype plays a major role in the development of water use efficiency, fertilization positively influenced the WUE and IRRWUE values of both tested hybrids related to the control plot.

Keywords: maize, fertilization, water use efficiency (WUE), genotype

Bevezetés

A kukorica, bár trópusi származású, melegkedvelő növény és kiváló alkalmazkodóképesség jellemzi, mégsem élhet az éltető víz nélkül. Ha a talaj nedvességtartalma nem megfelelő (a felvehető víz hiánya), nincsenek a mélyebb rétegek feltöltve és ez több héten át tartó hőséggel párosul, mindenképp károsodik a növényzet. A kukorica tenyészidőszak alatti teljes vízigénye 360–

450 mm közötti, ami hibridenként eltérhet (Bódi 2022). A magyarországi klimatikus viszonyokat taglaló tanulmányok egybehangzóan a napi középhőmérséklet emelkedést, mérsékelt csapadékcsökkenést és ezek időbeni hektikuságára hívják fel a figyelmet. A légköri és talajeredetű vízhiány a kukorica termőképességét alapvetően befolyásoló tényező. A kukorica hazai vízigénye – köszönhetően az egyre kiszámíthatatlanabb csapadék előfordulásnak/eloszlásnak – jelentősen meghaladja az átlagos csapadékot (Horváth *et al.* 2021, Nagy 2021). A hazai kutatások alapján Pálfi (2010) szerint napjainkban 10 évből átlagosan öt aszályosnak tekinthető, amiből 1–2 év terhelt a vízhiánnyal. A vízstresszel szembeni növénynemesítés kiemelt szerepet kapott napjaink kukoricánemesítésében. A vízhasznosítási hatékonyság (WUE) szerepe megnőtt (Bruce *et al.* 2002).

A kukorica termését befolyásoló faktorok közül a legnagyobb hatással az évjárat, a genotípus és a tápanyagellátás van. A felvehető víz mennyisége alapvetően képes eldönteni a kukoricatermesztés eredményességét. A kukoricatermesztés számára kedvező évjáratokban a műtrágyázás 40–50%-kal is növelte a termést, azonban szélsőségesen száraz, aszályos években a műtrágyázásnak nem volt termésmenvelő hatása, sőt termésdepressziót is okozhat (Sárvári és Boros 2009, Pépó *et al.* 2020, Sólyom *et al.* 2023). Nagy és Huzsvai (1995) tanulmányukban megállapították, hogy a tenyészidő csapadékhasznosulása 23 kg/mm volt. Szász (1998) 120 éves idősort átfogó kutatásának eredménye, hogy a vízhasznosítási együttható (WUE) az 1960-as évek óta a genetikai előrehaladás révén jelentősen nőtt, az akkori 12,2–16,1-ről – egy évtized alatt is – 17 kg/mm körülire emelkedett, napjainkra pedig már különböző évjáratokban és intenzitási szinteken e fölötti 31,2–67,1 kg/mm (Karancsi 2015). Rácz és Nagy (2011) arra jutottak tartamkísérleti terméseredmények összegzésekor, hogy az öntözés nélkül beállított parcellák közül a nem műtrágyázott kontroll kezelés 17 év átlagában 19,72 kg, a N₁₂₀-as kezelés 26,58, a N₂₄₀-es pedig 25,59 kg szemtermést produkáltak a csapadék minden mm-ére. A három kezelés közül legjobban tehát a 120 kg nitrogén hatóanyagot tartalmazó műtrágyaadaggal ellátott állomány hasznosította a csapadékvizet. A legmagasabb tápanyagellátottsági szinten igen tág határok között (4,1–39,0 kg/mm) ingadozik a WUE, szórása pedig a három kezelésnél rendre 5,3–8,7–9,1 kg/mm volt. Ez a műtrágyázás termésbiztonság-csökkentő hatására utal, amennyiben a megemelkedett vízigény kielégítéséről nem gondoskodunk. A nitrogén (N) műtrágya az egyik fő kiadás a növények számára a nagy ráfordítást igénylő

mezőgazdasági rendszerekben. A nitrogén elégtelen felhasználása nemcsak a növénytermesztés magasabb költségeiért, hanem a környezetszennyezésért is felelős. A kukorica a világ egyik legfontosabb növénye. A nitrogén alkalmazása a talaj tápanyag-tartalmának megőrzésének és a kukoricatermés növelésének elsődleges módja (Hu 2023). A megfelelő talajvíz a növények növekedése és fejlődése során alapvető fontosságú a magas NUE eléréséhez. A vízhiány korlátozhatja az nitrogén mozgását a talajban, és csökkentheti a nitrogénhasznosítási hatékonyságot (NUE). Ezzel szemben bőséges csapadékellátottság N-kimosódást és elfolyást, következésképpen alacsony NUE-t okozhat (Di Paolo és Rinaldi 2008). Eghball és Manville (1991) megjegyezte, hogy a NUE általában párhuzamba állítható a kukorica vízhasználati hatékonyságával (WUE). Russelle et al. (1981) kukoricában végzett kutatásaik alapján megállapították, hogy a maximális NUE elérhető alacsony N-arányokkal elegendő egyéb időjárási tényező mellett (hőösszeg, napfénytartam és gyakori öntözés). Nitrogén (N) műtrágya aránya, növényállomány (tőszám) és genotípus három fontos gazdálkodási tényező határozza meg a kukoricát hozam (Mastrodomenico et al. 2018).

Jelen tanulmány célja, információkat kapni két különböző érés idejű kukorica hibrid trágyázási és öntözési reakciójáról a vízfelhasználási hatékonyság megállapításával, optimalizálni a hibridek termesztéstechnológiáját, és meghatározni a hibridek trágyareakció karakterisztikáját. A fenti információk fontos elemeit fogják képezni a hibridspecifikus tápanyag-ajánlatnak, mely megfelel a fenntartható mezőgazdasági gyakorlatnak.

Anyag és módszer

A Syngenta Kft. fejlesztési munkája során a köztermesztésbe kerülő kukorica hibrideknél kiemelt fontossággal bír a növények tápanyag-igényének és -reakcióinak pontos ismerete.

A hibridekkel szemben támasztott elvárás, hogy elsődlegesen magas termésű és alkalmazkodóképes legyen minden várható időjárási tényezővel szemben, mindezt úgy, hogy közben a maximális termése után gyors leszáradással, vízleadással bírjon és az egységnyi felvehető tápanyag- és vízfelhasználása a lehető legkisebb legyen. A Syngenta Kft. és a Debreceni Egyetem MÉK Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézete között 2018 óta folyik szoros technológiai kutatási program: a kukorica

terméspotenciáljának maximális kinyerése mellett egy több mint 40 éves múlta visszatekintő nitrogénreakció és nitrogénhasznosítási kísérlet. A komplex trágyázási tartamkísérletet 1983-ban alapította Prof. Dr. Nagy János. A kísérleti tér egyedülálló lehetőséget ad az egyes kukorica genotípusok tápanyag-reakcióinak összehasonlítására a nem műtrágyázott kontroll parcellák és az öt növekvő nitrogén-ellátottsági dózis között, öntözött és öntözetlen platformon. Ezáltal a hagyományos – kisebb hatóanyag-tartalmú – , valamint az intenzív nitrogéntrágyázási technológiák vizsgálatára egyaránt lehetőség van. Képet kaphatunk így a hibridjeink nitrogénhasznosításáról, műtrágya-reakciójának karakterisztikájáról. Ez nemcsak gazdasági szempontból fontos, de a fenntarthatóság és a környezetvédelem miatt is egyre inkább előtérbe kerülő kérdés. *Nagy et al. (2023a)* tanulmányában a kísérleti tér alapításáról és az alkalmazott technológiai elemekről részletes leírás található.

A kísérleti tér jellemzői

1983-ban a Debreceni Egyetem Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telepén beállított tartamkísérletben a No 0 kg/ha dózist jelez (41 éve nem kapott sem szerves, sem szervetlen trágyát), míg a következő lépésekben szintenként 60 kg/ha nőttek a dózisok 300 kg/ha-ig (1. táblázat).

1. táblázat. *A multifaktoriális trágyázási tartamkísérlet műtrágya-dózisai (Debrecen-Látókép)*

Kezelés (1)	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	Összesen (kg/ha) (2)
0	-	-	-	-
1	60	184	216	460
2	120	184	216	520
3	180	184	216	580
4	240	184	216	640
5	300	184	216	700

Table 1. Fertiliser doses in the multifactorial long-term fertilisation experiment (Debrecen-Látókép). (1) Treatment, (2) Total

Az elővetemény kukorica volt. A vetés 2021. április 21-én történt 73 400 szem/ha tőszámmal. Az öntözött platformon 3-szor került sor a tenyészidőszak során öntözésre, 25-25 mm/ha mennyiségben (2021. június 28-án, július 6-án és július 30-án). A betakarításra 2021. szeptember 28-án került sor parcellakombájnnal. Kontinentális és gyakran szélsőséges viszonyok jellemzik a kísérleti terület klimatikus-meteorológiai tényezőit; a talaj meszes csernozjom, 80-90 cm mélységű termőtalaj és 2,7% szervesanyag (humusz). A talaj pH-ja 6,6 (enyhén savas). Fizikai változatosságát tekintve agyagos vályog.

Meteorológiai viszonyok és hatásuk

A kísérlet beállítására 2021-ben került sor. A talaj tavaszi induló vízkészlete elfogadható szinten volt, részben köszönhetően a 2020-as évi csapadékos nyárnak. Áprilisban 3,0 °C, májusban 2,1 °C-kal volt hűvösebb a több éves átlagnál. A nyár első két hónapjában az átlagosnál melegebb időjárás volt jellemző nagyon kevés csapadékkal (10 és 30 mm) társulva. A júniusi hőmérséklet 2,8 °C-kal, a júliusi 2,6 °C-kal haladta meg a sok éves átlagot. Az elmaradó csapadék hatására a hónap végére súlyos aszályhelyzet vette kezdetét. Júniusban mindösszesen 10 mm csapadék volt, 56 mm-rel elmaradva a sokévi átlagtól. Összegezve, a 2021. évet a szárazság jellemezte. Erre utal, hogy a három nyári hónap alatt összesen 72 mm csapadék hullott a látóképi kísérleti téren. Szeptemberben is rekord alacsony, mindössze 19 mm eső esett. A vízhiány és a részben a magas hőmérséklet okozta stressz károsan hatott a növények asszimilációjára, az állományok tömeggyarapodására, magassági- és levélfelület-növekedésére is.

A vizsgált kukorica hibridek jellemzői

A kísérletben két eltérő érésidővel rendelkező Syngenta nemesítésű hibrid került tesztelésre, melyek növekedési erélyben, termésképző elemekben nagyfokú diverzitást mutattak. A hibridek az érésidőjükkel a következők voltak: SY Solandri (FAO380-400) és az SY Minerva (FAO420-440).

Az eredmények statisztikai értékelése

Az eredmények értékeléséhez egy- és többtényezős varianciaanalízist és Fisher-féle legkisebb szignifikáns különbség (LSD) tesztet alkalmaztunk.

Eredmények

A kísérlet eredményei alapján a két vizsgált hibrid eltérő válaszreakcióval bírt az egyes kezelésekre. A kontroll kezelés értékes adatokkal szolgál a hibridek természetes tápanyag-feltárási képességét illetően, ez a kiterjedt, mélyre nyúló gyökérrendszerre, gyors kezdeti fejlődésre utalhat. A kísérlet egyik legjelentősebb része az 1983 óta nem műtrágyázott kontroll parcellák, melyek kiváló indikátorai az adott tenyészidőszak során genetikailag elérhető termés mennyiségének (Nagy *et al.* 2023b).

Az öntözetlen (1. *ábra*) tanulmányozása alapján megállapítható, hogy az SY Minerva kiemelkedő terméshozamot produkált a kontroll kezelésnél, statisztikailag igazolhatóan nagyobb, mint az SY Solandri hibrid. Az öntözetlen platformon az SY Minerva egy kiváló tápanyag-feltárási képességet adott, viszont az aszályos hőstresszben a nitrogénreakciója egy ellaposodó görbét mutatott, a $N_{300}+PK$ kg/ha dózisonál pedig erőteljes termésdepresszió lépett fel (1,77 t/ha) a $N_{240}+PK$ kg/ha dózishoz képest. Az SY Solandri egy intenzív termésválaszt a növekvő nitrogéndózisokra. Kontroll termésszinten – összehasonlítva az SY Minervával – alacsony terméseredménnyel rendelkezik, de a növekvő nitrogéndózisokra kiugró értékekkel reagál. A kontroll és a 60 kg/ha dózis között 2,91 t/ha növekedést mutat és a pozitív válaszadás egészen a $N_{240}+PK$ kg/ha nitrogéndózisig fennáll. A legmagasabb termést mindkét hibrid esetében a $N_{240}+PK$ kg/ha dózisonál kaptuk.

Az öntözés (2. *ábra*) terméshozamra gyakorolt hatását alapvetően az évszám csapadék-ellátottsága határozta meg. A 2021-ben elért öntözési terméstartomány az öntözetlen kísérlethez képest átlagosan az SY Minerva esetében 2,93 t/ha, míg az SY Solandri esetében 2,08 t/ha jelentett. Ez megfelel Pepó *et al.* (2020) megállapításának, miszerint a legnagyobb öntözési terméstartományt a kifejezetten száraz, aszályos (átlagosnál kevesebb csapadék ősszel-télen és a vegetációs periódusban, valamint rendkívül magas hőmérséklet) környezeti feltételek mellett kapjuk.

1. ábra. *Eltérő nitrogén-ellátottság hatása a vizsgált hibridek termésmennyiségére (Debrecen-Látókép, 2021, öntözetlen)*

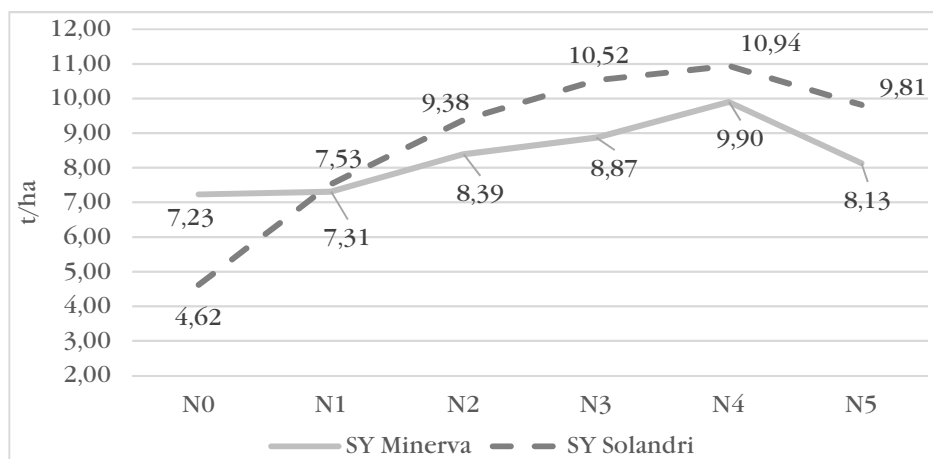


Figure 1. The effect of different nitrogen fertilisation on the yield of the tested hybrids (Debrecen-Látókép, 2021, non-irrigated)

2. ábra. *Eltérő nitrogén-ellátottság hatása a vizsgált hibridek termésmennyiségére (Debrecen-Látókép, 2021, öntözött)*

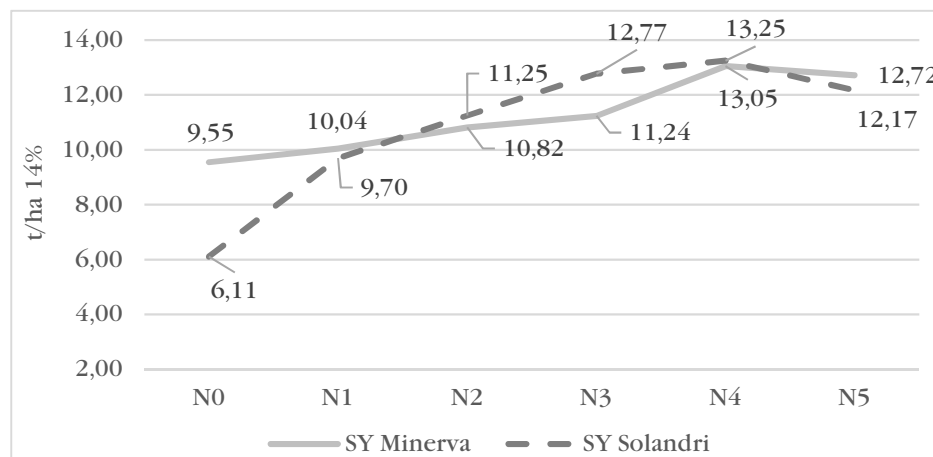


Figure 2. The effect of different nitrogen fertilisation on the yield of the tested hybrids (Debrecen-Látókép, 2021, irrigated)

A tartamkísérlet választ adott a hibridek öntözési reakciójára is. A 3×25 mm pótlólagos csapadékot mindkét hibrid jelentős terméstöbblettel hálálta meg. Az öntözött résznél is kiemelkedő az SY Minerva kontroll parcellán nyújtott teljesítménye (9,55 t/ha). Itt is mindkét hibrid a $N_{240}+PK$ kg/ha dózisonál érte el a maximális termésszintjét 13 t/ha feletti értékkel. A kontroll és a legmagasabb termésszint közötti különbség öntözetlen platformon az SY Minerva esetében 2,67 t/ha, az SY Solandrinál 6,32 t/ha volt. Az öntözött platformon ezek az értékek az SY Minervánál 3,5 t/ha, az SY Solandri esetében kiemelkedő, 7,14 t/ha terméstöbbletet jelentett. A termésgörbe alakulása a két hibrid esetében azonos lefutású az öntözetlen résszel.

Az emelkedő műtrágya szintekre adott válaszreakciók alapján a hibrideket két csoportra lehet osztani, az igásló (a stabilitást jelenti) és a versenyló (határ a csillagos ég) típusú válaszreakciót adó hibridekre.

A szakirodalmi utalás (*Mastrodomenico et al.* 2014) alapján az SY Minervát a „workhorse” (igásló) kategóriába tudjuk sorolni. Ezen csoport hibridjeire jellemző az, hogy a változó talajon is elfogadható mennyiségű termést adnak, nitrogénreakciójuk már alacsony dózisonál (esetleg nitrogén kijuttatása nélkül is, ahogy a fenti eredményekből láthatjuk) markánsan jelentkeznek, magasabb adagoknál a nitrogénreakció mérsékeltebb, illetve egyes esetekben viszonylag korán akár termésdepresszió is tapasztalható.

A „racehorse” (versenyló) hibridek kezdeti (N_0 kg/ha hatóanyag) nitrogénreakciója alacsony, azonban a nitrogéndózis magasabb szintre emelésével – ideálishoz közeli környezeti feltételek mellett – kiemelkedő termésmennyiség-növekedést mutatnak. Ez egyértelműen leszűrhető az N_0+PK és az $N_{240}+PK$ szintekre adott termésválaszával mindkét platformon.

A 3. ábrán a kukorica víz- és öntözött vízhasznosítási értékeit (WUE, kg/mm) mutatjuk be a különböző trágyázási szinteken és platformon. Az öntözetlen kezelésben a tenyésztési időszakban (április-augusztus) lehullott csapadék mennyiségét, az öntözött kezelésben pedig a csapadékösszeg mellett az öntözéssel kijuttatott vízmennyiséget is figyelembe vettük az IRRWUE értékek kiszámolásánál. A kukorica hibridek vízhasznosítását a genotípus, az évjárat és a trágyázás jelentősen befolyásolta. Az SY Minerva kiemelkedő vízhasznosítási eredményeket mutatott mindkét kezelés esetében, 44,4 kg/mm és 40,1 kg/mm értékekkel a kontroll parcellákon (N_0+PK). Az SY Solandri WUE és IRRWUE értékei ezektől lényegesen

alacsonyabbak voltak (28,3 és 25,7 kg/mm). Az öntözés a legnagyobb termést adó N₂₄₀+PK ellátás esetén kimagasló eredményeket mutatott mindkét hibridnél mindkét platform esetén. Az SY Solandri az öntözetlen kezelésében rendkívül magas, 67,1 kg/mm értéket kaptunk.

3. ábra. A kukorica hibridek víz- és öntözött vízhasznosítása (WUE, IRRWUE – kg/mm) öntözött és öntözetlen platformon (Debrecen-Látókép, 2021)

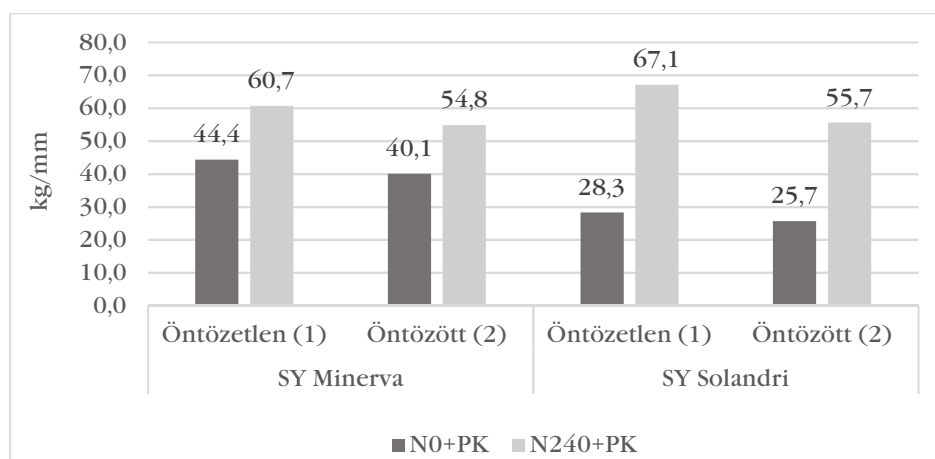


Figure 3. Water and Irrigation Water Use Efficiency (WUE, IRRWUE – kg/mm) of maize hybrids on irrigated and non-irrigated platforms (Debrecen-Látókép, 2021). (1) Non-irrigated, (2) Irrigated

A kapott eredményeket megerősítik a Rácz és Nagy (2011) tanulmányában leírtak, miszerint az öntözéses kezelések termésnövelő hatásának vizsgálata kapcsán fontos megemlíteni az öntözés természetes csapadékhasznosulásra gyakorolt hatását. Az öntözés szerepe kettős, egyrészt a rendelkezésre álló vízmennyiséggel – a vízellátottság javulásának hatására – elsődlegesen a termésmagyságok nőnek, másrészt a kijuttatott nagyobb vízádagok a vízhasznosulási együttható értékét csökkentik. Az elvárásoknak megfelelően a nagyobb műtrágya-adagok és a jelen tanulmányban legmagasabb termésszintet adó N₂₄₀+PK értéknél a hibridek vízhasznosulási értékei emelkedtek mindkét platformon.

A kapott kutatási eredmények alapján megállapítható, hogy a genotípusnak nagy szerepe van a vízhasznosulási hatékonyság alakulásában, a trágyázás a kontroll parcellához képest mindkét vizsgált hibridnél pozitív módon befolyásolta a WUE és IRRWUE értékeket. Az öntözés hatására az öntözött vízhasznosulási hatékonyság (IRRWUE) értékei csökkenést mutattak mindkét hibrid esetében és a különböző trágyázási szinteken (kontroll és a legmagasabb termést adó N₂₄₀+PK dózissal).

Köszönetnyilvánítás

A TKP2021-NKTA-32 számú projekt a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

IRODALOM

- Bódi Z.*: 2022. Megfelelni a változó környezeti kihívásoknak – a Syngenta 2023-as kukorica portfóliója. *Agrofórum*. 33. 9: 104.
- Bruce, W. B.-Edmeades, G. O.-Barker, T. C.*: 2002. Molecular and Physiological Approaches to Maize Improvement for Crow Tolerance. *Journal of Experimental Botany*. 53: 13-25.
- Di Paolo, E.-Rinaldi, M.*: 2008. Yield response of maize to irrigation and nitrogen fertilization in a Mediterranean environment. *Field Crops Research*. 105. 3: 202-210.
- Eghball, B.-Maranville, J. W.*: 1991. Interactive effects of water and nitrogen stresses on nitrogen utilization efficiency, leaf water status and yield of maize genotypes. *Commun. Soil. Sci. Plant Anal.* 22: 1367-1382.
- Horváth D.-Illés Á.-Bojtor Cs.-Széles A.-Nagy J.*: 2021. Eltérő kukorica (*Zea mays* L.) genotípusok relatív klorofilltartalma és termésparaméterei közötti összefüggésvizsgálat multifaktoriális trágyázási tartamkísérletekben. *Növénytermelés*. 70. 3: 7-23.
- Hu, Y.*: 2023. Improving Nitrogen Use Efficiency for Maize (*Zea mays* L.) Production. *Frontiers in Science and Engineering*. 3. 11: 57-61.
- Karancsi L. G.*: 2015. Eltérő genotípusú kukorica hibridek tápanyag reakciójának és minőségének vizsgálata csernozjom talajon. Doktori PhD értekezés. Debrecen. 158.

- Mastrodomenico, A.-Hendrix, C. C.-Below, F.:* 2018. Nitrogen Use Efficiency and the Genetic Variation of Maize Expired Plant Variety Protection Germplasm. *Agriculture*. 8. 3: 10.3390
- Mastrodomenico, T. A.-Haegerle, W. J.-Below, F.:* 2014. Characterization of Commercial Maize Hybrids in Response to Different Nitrogen Fertilizer Rates and Plant Populations. ASA, CSSA, and SSSA 2014 International Annual Meetings. November 2-5. Long Beach, CA. Poster abstract.
- Nagy J.:* 2021. Kukorica. A nemzet aranya - Élelmiszer, takarmány, bioenergia. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest. 516.
- Nagy J.-Gombos B.-Hadászi L.-Bojtor Cs.:* 2023a. Víz- és tápanyag-gazdálkodási tartamkísérlet (N dózis) eredményei. *Növénytermelés*. 72. 3: 41-55.
- Nagy J.-Gombos B.-Hadászi L.-Bojtor Cs.-Illés Á.:* 2023b. Víz- és tápanyag-gazdálkodási tartamkísérlet (NPK) eredményei. *Növénytermelés*. 72. 4: 79-95.
- Pálfai I.:* 2010. Az aszályok gyakorisága a Kárpát-medencében az utóbbi háromszáz évben. „KLÍMA-21” Füzetek. 59: 42-45.
- Pepó P.-Vad A.-Török T.:* 2020. Az évjárat-öntözés speciális interaktív hatásai kukorica (*Zea mays* L.) tartamkísérletben. *Növénytermelés*. 69. 4: 97-118.
- Rácz Cs.-Nagy J.:* 2011. A víz- és tápanyagellátottság, illetve -hasznosulás megítélésének kérdései kukorica terméseredmények vonatkozásában. *Növénytermelés*. 60. 1: 97-114.
- Russelle, M. P.-Deibert, E. J.-Hauck, R. D.-Stevanovic, M.-Olson, R. A.:* 1981. Effects of Water and Nitrogen Management on Yield and 15N-Depleted Fertilizer Use Efficiency of Irrigated Maize. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45: 553-558.
- Sárvári M.-Boros B.:* 2009. A kukorica hibridspecifikus trágyázása és optimális tőszáma. *Agrofórum*. 20. 27: 40-45.
- Sólyom J.-Bojtor Cs.-Illés Á.-Zelenák A.-Nagy J.:* 2023. Eltérő FAO számú kukorica hibridek (*Zea mays* L.) smart paramétereinek elemzése. *Növénytermelés*. 72. 4:5-20.
- Szász G.:* 1998. A természetes vízhasznosulás agrometeorológiai vizsgálatának eredményei. *Növénytermelés*. 47. 3: 289-300.

A szerzők levelezési címe - Address of the authors:

Dr. Bódi Zoltán
Syngenta Kft.
Budapest
Alíz u. 2.
H-1117
drbodizoltan@gmail.com

Dr. Nagy János
Debreceni Egyetem MÉK
Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet
Debrecen
Bószörményi út 138.
H-4032