

Kukorica hibridek (*Zea mays* L.) terméslemeinek, NDVI értékeinek és vízleadás-dinamikájának értékelése

KALINA HELLA – KRISTÓ ATTILA

Debreceni Egyetem MÉK

Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet, Debrecen

Összefoglalás

A klímaváltozáshoz való alkalmazkodás kulcsfontosságú a kukoricatermesztés során. Hazánkban különösen szembetűnő a klimatikus tényezők változása, ezért a kukorica hibridek termesztésénél nagy figyelmet kell fordítani a tápanyag- és vízellátásra.

A 2025-ös évre vonatkozó agrotechnikai vizsgálatok elemzésénél kiemelten foglalkoztunk a tenyészidőszak időjárási jellemzőivel, meteorológiai viszonyaival és azok hatásaival, a talaj- és léghőmérséklettel mint fő termésmeghatározó tényezőkkel.

Méréseinket, megfigyeléseinket a Debreceni Egyetem Látóképi Kísérleti Telepén végeztük. Itt a sokéves pontos mérési adatok összehasonlításával fontos elemzéseket készítettünk. Ezúttal vizsgálódásunk alanya a H320-as és a H420-as számú kukorica hibrid volt. Tartamkísérleteink eredménye alapján megállapíthatjuk, hogy mindkét kukorica hibrid jó fenotípusos tulajdonságokkal bír, stabil felépítésű, jó gyökér- és szártulajdonságokkal rendelkező hibrid. A H320-as viszonylag gyors vízleadási dinamika mellett 15,99 t/ha terméseredményt produkált, betakarításkori a szemnedvessége: 16,9% volt. A H420-as kukorica hibrid közepesnek mondható vízleadási dinamika mellett magasabb, 18,12 t/ha terméseredményt ért el. Betakarításkori szemnedvessége 17,67%-ot mutatott.

A növény nitrogén-ellátottságának monitorozásával fontos információkhoz juthatunk. Az egyik leggyakrabban alkalmazott módszer az NDVI index. Az NDVI értékek a H420 hibrid esetében következetesen magasabb értékeket mértünk.

A szemek száradása a fiziológiai érést követően mérsékelt ütemű volt, a betakarítás időpontja a korábbi évekhez képest kissé későbbre tolódott a betakarítási munkákat az időjárás nem akadályozta.

A H320-as hibridnél a keléstől a fiziológiai érésig eltelt 140 napra és 1399 HU-ra, míg a H420-asnál a keléstől a fiziológiai érésig 145 napra és 1446 HU-ra volt szükség.

Kulcsszavak: kukorica hibrid, NDVI érték, vízleadás-dinamika

Evaluation of the yield components, NDVI values, and water release dynamics of maize hybrids (*Zea mays* L.)

H. KALINA – A. KRISTÓ

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

Summary

Adapting to climate change is crucial in maize production. Changes in climatic factors are particularly noticeable in Hungary, which is why special attention must be paid to nutrient and water supply when growing maize hybrids.

In our analysis of agrotechnical studies for the year 2025, we focused primarily on the weather characteristics and meteorological conditions during the growing season and their effects, as well as soil and air temperature as the main factors determining crop yield.

We conducted our measurements and observations at the University of Debrecen's Látókép Experimental Station. Here, we performed important analyses by comparing precise measurement data collected over several years. This time, the subjects of our study were maize hybrids H320 and H420. Based on the results of our long-term experiments, we can conclude that both maize hybrids possess good phenotypic traits, have a stable structure, and exhibit good root and stem characteristics. H320 produced a yield of 15.99 t/ha with relatively rapid water loss dynamics; its grain moisture content at harvest was 16.9%. The H420 corn hybrid achieved a higher yield of 18.12 t/ha with water loss dynamics that can be described as moderate. Grain moisture content at harvest was 17.67%.

Monitoring the plant's nitrogen supply provides important information. One of the most commonly used methods is the NDVI index. We consistently measured higher NDVI values for the H420 hybrid.

Grain drying proceeded at a moderate rate following physiological maturity; the harvest date was slightly later than in previous years, but weather conditions did not hinder harvesting operations.

For the H320 hybrid, 140 days and 1,399 HU were required from emergence to physiological maturity, while for the H420 hybrid, 145 days and 1,446 HU were required from emergence to physiological maturity.

Keywords: maize hybrid, NDVI, water release dynamics

Bevezetés

A kukorica kulcsfontosságú élelmiszer-, takarmány- és ipari gabonafaj, amely termelékenységének javítása, fejlesztése kiemelkedő fontosságú a globális élelmiszerbiztonság biztosítása érdekében (*Liu et al., 2021*).

Elterjedésében tápértékének is komoly szerepe van. A kukorica szénhidrátokban, rostokban és bizonyos ásványi anyagokban gazdag, így milliók számára nélkülözhetetlen táplálékforrás (*Dilip & Narayan, 2013*).

A hazánkban betakarított kukorica mennyisége az elmúlt évtizedekben jelentős ingadozást mutatott, ami az éghajlati változásokon túl a technológiai és szerkezeti tényezőknek is köszönhető. A 2004–2016 közötti időszakban a betakarított mennyiség 4,0–9,3 millió tonna között mozgott. Az Európai Unió 15 tagállamában gyorsabb volt a termésátlag növekedés, mint Magyarországon, ami részben a modern technológiák elterjedésének különbségeivel magyarázható (*Mónika-Antal et al., 2016*).

Termesztése során fontos szerepet játszanak a különböző agrotechnikai eljárások, különösen a klímaváltozás okozta szélsőséges időjárási körülmények között. A tenyészidőszak kezdetén a megfelelő kelés függ a tápanyag-kijuttatás mértékétől és a tenyészidőszak sajátosságaitól (*Szabó et al., 2022*). Alapvető fontosságú az optimális talajművelés, a vetésidő helyes megválasztása és a korszerű hibrid fajták alkalmazása (*Illés et al., 2021, 2022*). A növény érzékeny az ökológiai környezet változásaira, ezért a termesztési gyakorlatot az adott

körülményekhez kell igazítani. A nem megfelelő talajművelés és a kártevők megjelenése jelentős hatással lehet a terméshozamra (*Rácz et al., 2022*).

Az éghajlatváltozás egyre nagyobb kihívások elé állítja a kukoricatermesztést (*Ocwa et al., 2023*). Az extrém időjárási viszonyok – mint például az elhúzódozó aszályok és a heves esőzések – csökkentik a terméshozamot és veszélyeztetik a termelés stabilitását (*Holló és Pekár, 2021*).

Hazánkban különösen szembeűnő az éghajlati tényezők változása, hiszen az éves átlagos csapadékmennyiség csökkenése jelentősen befolyásolja a kukorica terméseredményeit (*Bojtor et al., 2021*). Az elmúlt két évtizedben tapasztalt extrém szélsőséges évjáratok jól mutatják, hogy a terméshozamok például 2007-ben 39%-kal csökkentek az előző évhez képest, míg 2008-ban kedvező időjárási viszonyok mellett a hektáronkénti termésátlag kétszerese volt az előző évinek (*Nagy et al., 2016*). Ez a terméssingadozás rávilágít arra, hogy a kukoricatermesztés biztonságának növelése érdekében elengedhetetlen a környezeti változások és a stressztényezők hatását figyelembe vevő termesztési gyakorlatok alkalmazása.

A klímaváltozáshoz való alkalmazkodás kulcsfontosságú a kukoricatermesztés fenntarthatóságának biztosításához. A kukorica hibridek termesztése során kiemelt figyelmet kell fordítani a tápanyag- és vízellátásra a hozam és a minőség maximalizálása érdekében (*Sipos, 2009, Ocwa et al., 2024*). Az öntözésfejlesztés, az öntözőrendszerek telepítése és a víznyerőhelyek kiépítése fontos kulcseleme a precíziós kukoricatermesztésnek (*Nagy, 2021*). Az öntözéstől nagy mértékben függ a termésképzéshez szükséges nitrogén mozgása a talajban (*Ványiné Széles et al., 2012, Ssemugenze et al., 2025*).

A kukorica tápanyagellátásának hatékonysága nagymértékben függ a trágyázási módok helyes megválasztásától és az alkalmazott műtrágyák típusától is (*Batool, 2024*). A kukorica hibridek sikeres termesztésének kulcsa a korszerű tápanyagellátási technológiák alkalmazása (*Harsányi et al., 2024*). A trágyázás tervezésénél figyelembe kell venni a talaj tápanyag-ellátottságát, a növényfajok tápanyagigényét, a termesztés célját és az öntözési lehetőségeket (*Kovács, 2013*). A nitrogén növeli a terméshozamot és a fehérjetartalmat, míg a foszfor kritikus szerepet játszik a szemképződésben és a gyökérfejlődésben. A tartamkísérletekben a vizsgált agrotechnikai elemek közül a kukorica fehérjetartalmára a trágyázás, elsősorban a nitrogén gyakorolta a legnagyobb hatást. A mikroelemek is nélkülözhetetlenek a növények növekedéséhez, bár

mennyiségileg sokkal kevesebb szükséges, mint az alapvető tápanyagokból, melyek a nitrogén, a foszfor, a kén és a kálium (Bojtor *et al.*, 2022). A növekvő trágyaadagok nagyobb fehérjetartamot eredményeztek (Pepó és Nyandi, 2024). Ugyanakkor a műtrágyák túlzott használata rontja a talaj fizikai és kémiai tulajdonságait (Bojtor *et al.*, 2021). A kukorica tápanyag-ellátása elengedhetetlen a növényfejlődés biztosításához. A megfelelő tápanyagpótlás igen fontos a fenntartható gazdálkodás és a magas terméshozamok biztosításához (Lajos, 2021).

Elmondhatjuk, hogy a kukoricatermesztésben elért jó termésátlagok nem csak agrotechnikai, hanem elsősorban a kedvező évijárati hatásoknak tulajdoníthatók, azt azonban fontos megemlíteni, hogy az évijárati különbségek nagyfokú kockázattal járnak, mivel alapvetően befolyásolják a termés mennyiségét és minőségét (Pepó, 2005). A kukorica tápanyaghiánya különféle tünetek formájában nyilvánul meg, amelyek befolyásolják a növény növekedését és terméshozamát (Zagyi *et al.*, 2024). A modern mezőgazdaságban rendelkezésre állnak olyan technikák, mérőeszközök, amelyek alkalmazása révén pontos képet kaphatunk a kukoricatermesztés monitorozásával a nitrogén-ellátottság optimalizálásában.

Anyag és módszer

NDVI módszertan leírás, gyakorlati alkalmazása

Az egyik leggyakrabban alkalmazott index az NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) (Tucker, 1979). Ez egy távérzékelési módszer, amit a modern mezőgazdaságban egy adott parcella adott növényzete sűrűségének és egészségi állapotának meghatározására használnak. Alkalmazási területe sokrétű, a mezőgazdaságban a termények növekedésének monitorozására, stresszállapotok – pl. vízhiány, tápanyaghiány – felismerésére és a hozam előrejelzésére használják. Ez az index a növény lombzatának sűrűségét és klorofilltartalmát jelzi. Segít a növény tápanyagellátás, öntözés és a betegségek monitorozásában. Alapelve a növényzet által visszavert közeli infravörös (NIR) és vörös (Red) fény spektrális visszaverődési értékeinek különbségén alapul. Az NDVI számításához szükséges adatokat drónok vagy műholdak által gyűjtött távérzékelési felvételekből nyerjük. Ezek az eszközök különböző spektrális sávokban rögzítik a felszínről visszavert sugárzást, majd az adatfeldolgozás során az adatokból térképek és elemzések készíthetők. Az NDVI értékek

segítenek a növényzet biomasszájának, fotoszintetikus aktivitásának és zöld tömegének becslésében is. Az NDVI érték kiszámításának képlete:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red}) \text{ (Rouse et al., 1973).}$$

Az eredmény – 1 és + 1 közötti érték. Ha az érték negatív vagy 0 közeli, akkor az a növényzet hiányát vagy gyenge állapotát jelzi. Az alacsony NDVI érték jelezheti a vízhiányt vagy az öntözési problémákat is. Korai jeleket adhatnak a rovarfertőzésekről, betegségekről, mivel a beteg növények alacsony fotoszintetikus aktivitást mutatnak, így a jellegzetes zöld színtől eltérő árnyalatok jelennek meg. Ha pozitív az érték, akkor az a növényzet jelenlétét mutatja. Az NDVI a kukoricatermesztésben egy kulcsfontosságú eszköz. Az NDVI térképekkel azonosíthatjuk a tápanyaghiányos területeket a kukoricatáblában, lehetővé téve ezzel a precíziós műtrágyázást, melynek következtében csak a szükséges területeken kell alkalmazni műtrágyát.

Segít a növényállapot nyomon követésében és az öntözés optimalizálásában, valamint a hozam előrejelzésében.

Klimatikus viszonyok

Debrecentől mintegy 10 km-re nyugatra található, a meteorológiai méréseink helyszíne a Debreceni Egyetem MÉK Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telep (N 47°33', É 21°27', 120 m Bf.). A terület éghajlata és talajtulajdonságai jól reprezentálja hazánk egyik legfontosabb kukorica termőterét, a Hajdúsági löszhátat.

Talaja a mészlepedékes csernozjom típusba tartozik, sík, kiegyenlített, a vályog kategóriába sorolható. Talajvizsgálati eredmények alapján közel semleges kémhatású, közepes humusz- és mésztartalom jellemzi. Kálium-ellátottsága 240 mg/kg, foszfor-ellátottsága 133 mg/kg. A 2025-ös évre vonatkozó agrotechnika elemzése mellett vizsgáljuk az NDVI értékeket és a hibridek vízleadási dinamikáját.

A szántóföldi kísérleti parcellák közelében működik egy automata meteorológiai állomás, mely az időjárás értékelésében nagy segítséget nyújt, mind a hőmérséklet, mind a csapadék pontos mérése tekintetében. A sokévi átlagtól való eltérések vizsgálatához referenciaként a HungaroMet Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt. Debrecen-Repülőtér állomásának 1981–2010-es klímaadatai szolgáltak (*Net1*). Bár már rendelkezésre állnak az

újabb, 1991–2020 közötti 30 év adatai is, azonban egyelőre maradtunk a korábbi éghajlati normálértékek használatánál. Így tudjuk biztosítani, hogy módszertani szempontból ne legyen eltérés a korábbi évek agrometeorológia elemzéseikhez képest (Gombos és Nagy, 2022, 2023, 2024).

A 2025-ös év tenyészidőszakának időjárási jellemzői (Debrecen-Látókép)

A 2024/25-ös téli félév középhőmérséklete (4,4 °C) és csapadékösszege (216 mm) is a sokévi átlagnak megfelelően alakult. A napsütéses órák száma ugyanakkor lényegesen (közel 100 órával) meghaladta a szokásost (1. táblázat), ami növelte a párolgást. Fontos megjegyezni, hogy ezen időszakon belül a március kifejezetten csapadékos volt, ami már közvetlenül is érintette, hátráltatta az esetleges korai magágyelőkészítési munkálatokat. A tenyészidőszak kezdetére a felső talajrétegek telítődtek vízzel, de a mélyebb rétegekbe a szokásosnál némileg kevesebb víz szivárgott le.

1. táblázat. *A hőmérséklet, a csapadék (Debrecen-Látókép) és a napfénytartam (Debrecen, OMSZ) havi és féléves jellemzői 2025-ben*

Időszak (1)	Közép- hőmérséklet (°C) (2)	Csapadék (mm) (3)	Napfény- tartam (óra) (4)
Téli félév (X-III) (5)	4,4 (+0,2)	216 (+2)	752 (+95)
Nyári félév (IV-IX) (6)	18,6 (+1,0)	239 (-107)	1589 (+115)
Április (7)	12,9 (+1,7)	13 (-40)	236 (+28)
Május (8)	14,2 (-2,4)	34 (-30)	201 (-40)
Június (9)	22,2 (+2,9)	10 (-56)	362 (+99)
Július (10)	22,0 (+0,7)	86 (+20)	280 (+2)
Augusztus (11)	21,6 (+0,8)	25 (-24)	303 (+21)
Szeptember (12)	18,4 (+2,2)	71 (+23)	207 (+5)

Megjegyzés: zárójelben az 1981–2010-es időszak átlagértékeitől való eltérések.

Table 1. Monthly (and half year) characteristics of air temperature, precipitation at Debrecen-Látókép and sunshine duration (Debrecen Airport, HungaroMet) in 2025. (1) Period, (2) Mean temperature (°C), (3) Precipitation (mm), (4) Sunshine duration (hours), (5) Winter period, (6) Summer period, (7) April, (8) May, (9) June, (10) July, (11) August, (12) September, Note: in brackets the differences from the climatic normal values of 1981–2010.

Az április eleji hűvösebb napok után a hónap nagy részében már kifejezetten meleg, napfényben gazdag időjárás volt jellemző. Összességében közel 2 °C-os pozitív hőmérsékleti anomália alakult ki. Csak kevés csapadék hullott (13 mm), ami a csapadékos márciust követően a talajelőkészítés, vetés szempontjából kedvezőnek bizonyult. A talajhőmérséklet az első dekádban bekövetkezett erőteljes lehűlés hatására a kukorica bázishőmérséklete (10 °C) alá csökkent, de 12-től kezdve már folyamatosan felette alakult (a napi középértéke). A hónap közepétől végig 15 °C feletti hőmérsékleti napi átlagokat mértünk a kukorica magágyában 5 cm-es mélységben, ami a kelés, kezdeti fejlődés szempontjából kedvező (1. ábra).

1. ábra. A talajhőmérséklet (5 cm, szántásos alpművelés) és a léghőmérséklet (2 m) menete (Debrecen-Látókép, 2025. április 1–május 31.)

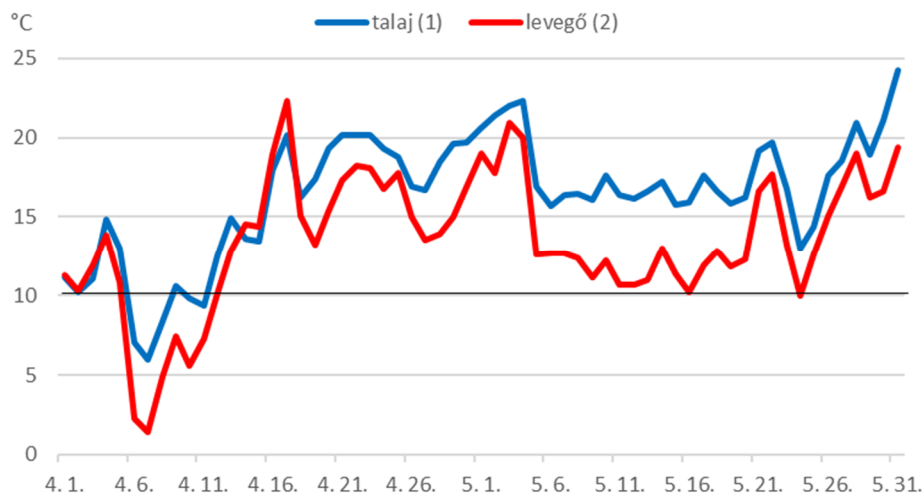


Figure 1. Daily average of soil temperature (at 5 cm depth), air temperature (2 m) and the difference of them (Debrecen-Látókép, 1 April to 31 MAy, 2025). (1) Soil, (2) Air

A májusi középhőmérséklet (14,2 °C) jelentősen elmaradt a sokévi átlagtól. Különösen a hónap közepe volt igen hűvös, melynek hatására a növények fejlődése nagyon lelassult. A május 5–25. közötti időszakban a napi

középhőmérséklet jellemzően a 10–13 °C-os tartományban volt, alig meghaladva a bázishőmérsékletet. A száraz időjárás viszont tovább folytatódott a hónap nagy részében. A havi csapadék (34 mm) a sokévi átlag felét érte el, elsősorban az utolsó dekádra koncentrálódva.

Júniusban beköszöntött az igen meleg időjárás. A 22,2 °C-os havi középhőmérséklet 2,9 °C-kal meghaladta az átlagot. A kukorica vízellátásához érdeemben hozzájáruló csapadék nem hullott, több részletben esett összesen 10 mm. Az időjárás derült jellegét nagyon jól mutatja a napfénytartam igen magas értéke. Összesen 362 órát, azaz napi átlagban mintegy 12 órát sütött a nap. A tenyészidőszakban ez a hónap volt a legmelegebb, legszárazabb és napfényben leggazdagabb. A hónap második felében már mutatkoztak a kukoricán a vízhiány stressz szabadszemmel is látható jelei (növénymagasság, levélállapot), a fokozódó talajaszály és a nappali órákban rendszeresen fellépő légköri aszály következtében.

Júliusban (7-től) kedvező fordulat következett be az időjárásban. Jelentős, összesen 86 mm, a sokévi átlagot meghaladó csapadék hullott a hónap során, nagyrészt a 7–11. és a 25–28. időszakra koncentrálódva. A több felhő (átlag közeli napfénytartam) és a mérsékelt meleg időjárás (0,7 °C-os pozitív anomália) is hozzájárult ahhoz, hogy éppen a kukorica termése szempontjából meghatározó időszakban (virágzás-terméskötés) ne alakuljon ki jelentős hatású hő-, illetve vízhiány stressz.

Az augusztus havi középhőmérséklet 22,0 °C, kissé átlag feletti, de nem kedvezőtlenül magas. Ebben a hónapban volt az év legmelegebb napja (10-én 36,8 °C-os maximum), azonban nem alakult ki tartós hőhullám. A csapadékösszeg (25 mm) csupán a szokásosnak a felét érte el. Összességében mérsékelt szárazság jellemezte ezt a hónapot, a termésfejlődés időszakát.

A teljes nyári csapadékösszeg 121 mm, ami alig tér el a 2024-es nyári értéktől, az utóbbi években viszont lényegesen kisebb értékek is előfordultak (pl. 2021: 72 mm, 2022: 56 mm).

A szeptember az átlagosnál melegebb (+2,2 °C) és csapadékos (71 mm) volt, ami azonban már nem befolyásolta a termésmennyiséget. A hónap eleji nyárias értékekről a hó végére jelentősen csökkent a hőmérséklet, a napi maximumok 25-e után jellemzően már csupán 15°C körül alakultak (2. ábra). A hűvös időjárás október első dekádjában is folytatódott, kevés csapadékkal. A szemek száradása a fiziológiai érést követően mérsékelt ütemű volt, az aratás időpontja

a korábbi évekhez képest kissé későbbre tolódott, azonban a betakarítási munkákat az időjárás lényegében nem akadályozta (Gombos és Nagy, 2025).

2. ábra. A dekád középhőmérsékletek eltérése a sokévi átlagtól (a) és a csapadékösszegek (b) a tenyészidőszakban (Debrecen-Látókép, 2025)

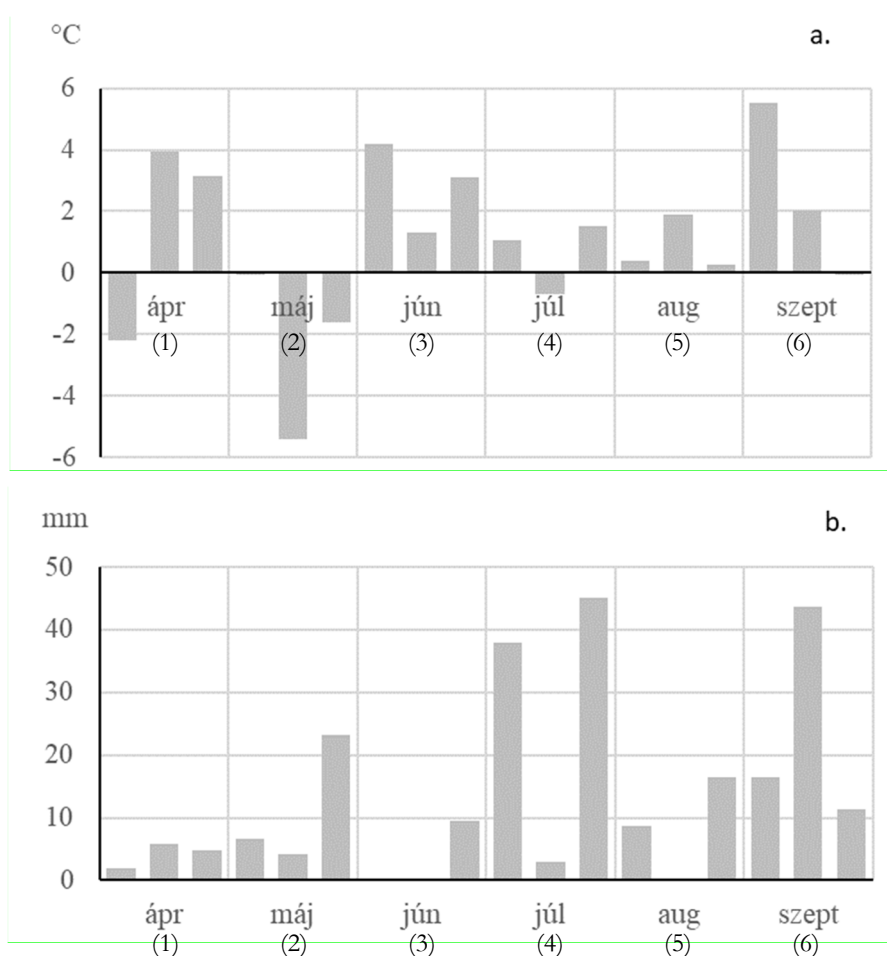


Figure 2. 10-day precipitation sums (b) and anomalies of the 10-day average air temperature values (a) in the growing season (Debrecen-Látókép, 2025). (1) April, (2) May, (3) June, (4) July, (5) August, (6) September

Agrotechnikai jellemzők (2025)

Elővetemény betakarítás: 2024. 09. 26.

Talajelőkészítés - tápanyagutánpótlás:

– 2024. 10. 02. műtrágyaszórás 300 kg/ha, NPK 4-24-24,

– 2024. 10. 11. szántás,

– 2025. 03. 04. szántás lezárás + kombinátor,

– 2025. 04. 16. műtrágyaszórás + kombinátor 500 kg/ha Pétisó (39%; 27-7-5).

Vetés: 2025. 04. 23.

Kelés: 2025. 04. 30–05. 04.

Gyomirtás: 2025. 05. 17. – Principal Forte Piton csomag.

Sorközművelés: 2025. 06. 03.

Öntözés: 2025. 06. 11–2025. 09. 02.

Kijuttatott vízmennyiség a tenyészidőszak során: 254,69 mm.

Tápoldataozás: 2025. 07. 31. Megasol narancssárga (50 kg műtrágya) NPK 3-5-40
(1,75 kg N, 2,5 kg P₂O₅, 20 kg K₂O) kijuttatott mennyiség.

Betakarítás: 2025. 10. 10.

Eredmények és következtetések

Szántóföldi tartamkísérleteink eredménye alapján a H320-**as** kukorica hibrid a FAO 300-as csoport elején érik. Termetét tekintve magas hibrid, átlagos növénymagassága 225,2 cm. A cső 88,8 cm-es magasságban ered a szárról. Jó gyökér- és szártulajdonságokkal rendelkezik, a szár átmérője átlagosan 20,3 mm. Agronómiai tulajdonságai kedvezőek, kelési ereje, korai fejlődése és szárszilárdsága is jó. Biológiai érettségét szeptember 18-án érte el. Ezermagtömege 428,71 gramm volt. Átlagos csőhossza 17 cm, átlagos csőátmérője 45,15 mm, átlagos csősúlya 188,32 g. Átlagos szemsúly 167,57 g (14,71 % sz.n.). Sorok száma 16,0. Szem/cső 390,8 db. Terméseredménye 15,99 t/ha. Betakarításkori szemnedvességtartalma 16,9%. Levélfelület indexe (LAI érték) átlagosan 2025. 06. 20-án (V12) 3,6; 07.08-án (VT) 4,28; 07.25-én (R2) 4,61; 08.13-án (R4) 3,3 volt. A H320 hibrid szemnedvesség- és beltartalmi értékei: fehérjetartalom 5,81%, olajtartalom 3,21%, keményítőtartalom 63,4%, nedvességtartalom 16,9% a mérések átlaga alapján.

A H420-as kukorica hibrid a FAO 400-as csoport elején érik (FAO 410-430) jó fenotípusos tulajdonságokkal rendelkező, stabil felépítésű hibrid. Átlagos

növénymagassága 225,8 cm, a cső 91,7 cm-es magasságban ered a szárról. Jó gyökér- és szártulajdonságokkal rendelkezik, a szár átmérője átlagosan 25,5 mm. Agronómiai tulajdonságai kedvezőek, kelési ereje, korai fejlődése és szárszilárdsága jó. Biológiai érettségét szeptember 23-án érte el. Ezermagtömege 475,97 g volt. Átlagos csőhossza 17,2 cm, átlagos csőátmérője 47,87 mm. Átlagos csősúly 230,47 g, átlagos szemsúly 205,42 g (15,82% sz.n.). Sorok száma: 16,8. Szem/cső 423 db. Terméseredménye 18,12 t/ha. Betakarításkori nedvességtartalma 17,67%. Levélfelület indexe (LAI érték) átlagosan: 2025. 06. 20-án (V12) 4,2; 07.08-án (VT) 4,92; 07.25-én (R2) 4,83; 08.13-án (R4) 4,34 volt. A H420 hibrid szemnedvesség- és beltartalmi értékei: fehérjetartalom 5,91%, olajtartalom 2,96%, keményítőtartalom 62,65%, nedvességtartalom 17,67% a mérések átlaga alapján.

A kutatók széles körben használják a fenofázisok elemzéséhez a keléstől eltelt napok számát. Szántóföldi kukorica tartamkísérleteink lehetővé tették a teljes tenyészidőszak alatt a növények fenofázisainak felvételezését (Hanway-skála). Elemzéseink szerint különösen a generatív szakaszban, pontosabb adatokat kaptunk a hasznos hőösszeg (HU) számításokat figyelembe véve

A H320-as hibridnél a keléstől a nővirágzásig 66 nap telt el, 568 HU hőösszeg felhasználásával. A keléstől a viaszérésig (R4) 104 napra és 1003 HU-ra volt szükség. A legfontosabb összefüggéseket a viaszéréstől a fiziológiai érés kialakulásáig tartó fenológiai szakaszban állapítottuk meg. A keléstől a fiziológiai érésig eltelt 140 nap, a genotípusra jellemzően 1399 HU-ra volt szükség. Ez a fenológiai szakasz a terméseredmény szempontjából a legfontosabb, mert a szárazanyag-beépülés intenzitása a hibrid fontos értékmérője. A keléstől a betakarításig eltelt 161 napra és 1507 HU-ra volt szükség (3. ábra).

A H420-as hibridnél a keléstől a nővirágzásig 69 nap telt el, 607 HU hőösszeg felhasználásával. A keléstől a viaszérésig (R4) 104 napra és 1003 HU-ra volt szükség. A legfontosabb összefüggéseket a viaszéréstől a fiziológiai érés kialakulásáig tartó fenológiai szakaszban állapítottuk meg. A keléstől a fiziológiai érésig eltelt 145 nap, a genotípusra jellemzően 1446 HU-ra volt szükség. A keléstől a betakarításig eltelt 162 napra és 1507 HU-ra volt szükség (4. ábra).

3. ábra. A H320 kukorica hibrid fenofázisai (Hanway-skála)
(Debrecen-Látókép, 2025)

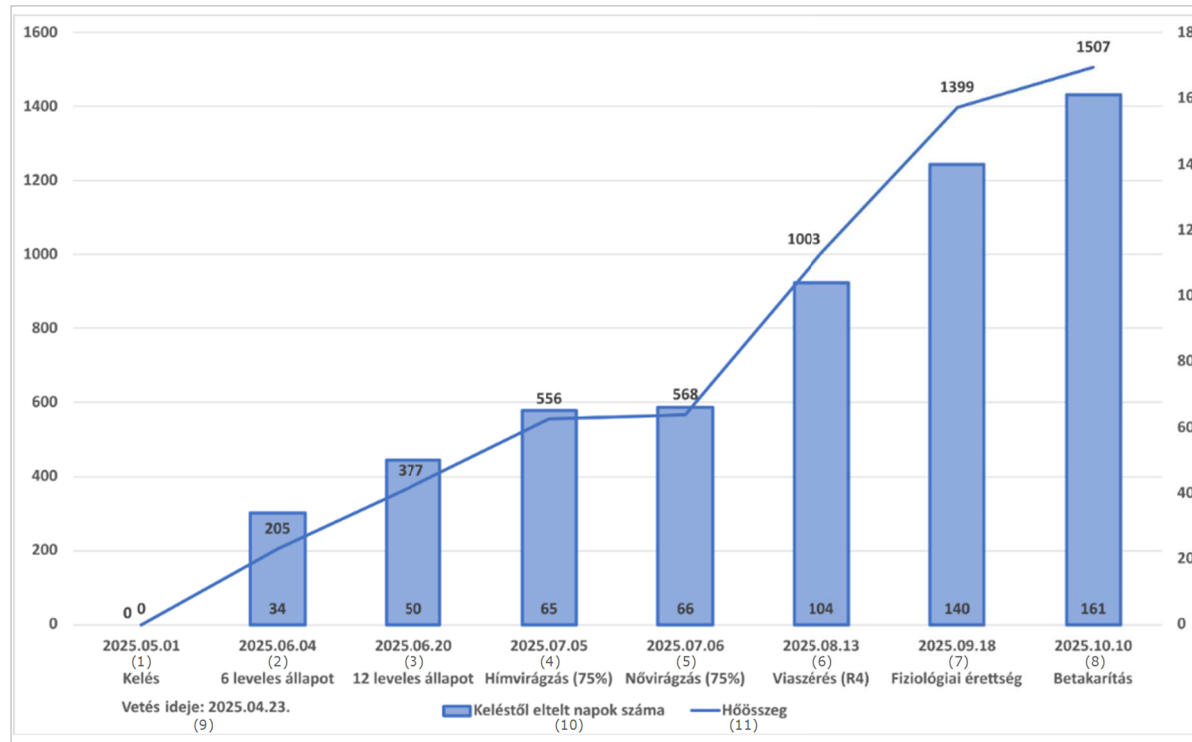


Figure 3. Phenological stages of the H320 maize hybrid (Hanway scale) (Debrecen-Látókép, 2025). (1) Emergence, (2) 6-leaf stage, (3) 12-leaf stage, (4) Tasselling (75%), (5) Silking (75%), (6) Waxy ripening (R4), (7) Physiological maturity, (8) Harvesting, (9) Date of sowing: 23.04.2025, (10) Number of days after emergence, (11) Heat sum

4. ábra. A H420 kukorica hibrid fenofázisai (Hanway-skála)
(Debrecen-Látókép, 2025)

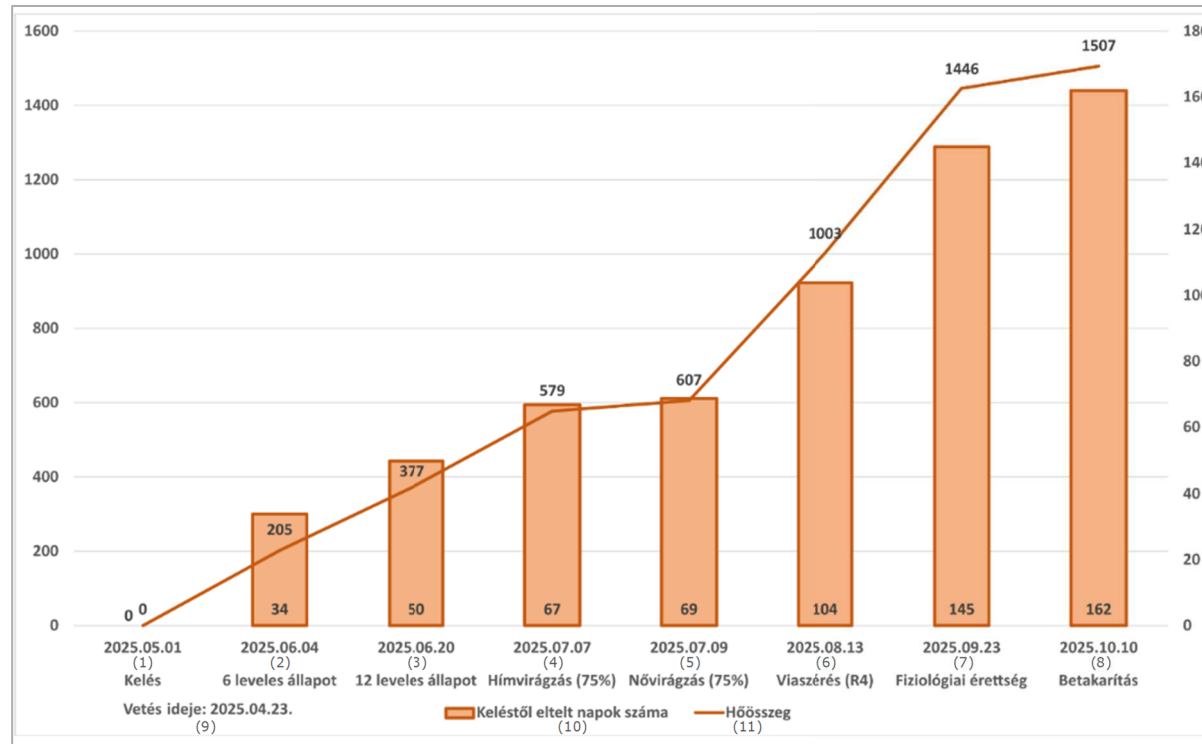


Figure 4. Phenological stages of the H420 maize hybrid (Hanway scale) (Debrecen-Látókép, 2025). (1) Emergence, (2) 6-leaf stage, (3) 12-leaf stage, (4) Tasselling (75%), (5) Silking (75%), (6) Waxy ripening (R4), (7) Physiological maturity, (8) Harvesting, (9) Date of sowing: 23.04.2025, (10) Number of days after emergence, (11) Heat sum

NDVI értékek elemzése

Mindkét hibridet öt-öt esetben mértük: 2025. 06. 04. (V6), 2025. 06. 20. (V12), 2025. 07. 08. (VVT), 2025. 07.15. (R2), és 2025. 08. 13. (R4). Az ezekhez tartozó értékek a H320-as hibrid esetében: 0,47; 0,75; 0,76; 0,72; 0,53. A H420-as hibrid esetében: 0,59; 0,78; 0,77; 0,80; 0,68. A mérésekből jól látszik, hogy az utóbbi hibrid mért értékei magasabbak, tehát itt a növényzet sűrűbb, dúsabb (5. ábra).

5. ábra. A H320 és H420 kukorica hibrid NDVI értékei
(Debrecen-Látókép, 2025)

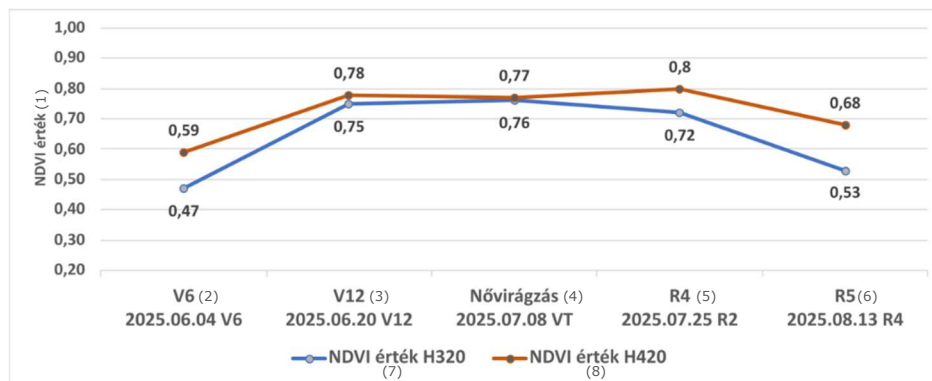


Figure 5. NDVI values for the H320 and H420 maize hybrids [Debrecen-Látókép, 2025]. (1) NDVI values, (2) 6-leaf stage (V6), (3) 12-leaf stage (V12), (4) Silking, (5) R4 stage, (6) R5 stage, (7) NDVI values for H320, (8) NDVI values for H420

A H320 és H420 kukorica hibridek vízleadás-dinamikája

A H320-as kukorica hibrid termőképessége öntözéses termesztésben 15,99 t/ha, a H420-as terméseredménye 18,12 t/ha. A hibridek szárazanyag-beépülési dinamikája jónak mondható. A tenyészidőszakban 10 mintavételi időpontban elemeztük a szárazanyag-beépülés ütemét.

Az első mintavételezéskor a viaszérésben (R4) a kukoricaszemek szárazanyag-tartalma a H320-nál átlagosan 49,93%, míg a H420-as esetében 51,21% volt. Hetente mértük a szárazanyag-gyarapodást. Méréseink szerint a H320-nál a második héten 60%, a harmadik héten 64,66%, a negyedik héten 67,57% volt a szárazanyag-tartalom. A H420-nál ezek a számok: 58,81; 62,8; 67,57. A fiziológiai érés fenofázisban a H320 (09. 18.) 1399 HU felhasználásával a

szárazanyag-tartalom 78,38% volt, a H420 (09. 23.) 1446 HU felhasználásával 72,31% (6. ábra).

A szárazanyag-tartalom mérések lehetővé tették a kukorica hibridek vízleadási dinamikájának értékelését. Az első mérés (R4 fenofázis) idején a kukoricaszemek víztartalma a H320-nál 50,07%, a H420-nál 49,79% volt. A méréseket, elemzéseket hétnaponta végeztük. A vízleadás mértéke két hét után 20%, illetve 17,3% volt. A fiziológiai éréskor, azaz négy hét után 46%, illetve 32,8%. A fiziológiai érést követően 09. 17-től a betakarítás idejéig hétnaponta háromszor vettünk mintát. A 21 napos időszak alatt a napi vízleadás 0,37%, illetve 0,3% volt.

6. ábra. A H320-as és a H420-as kukorica hibrid vízleadás-dinamikája (%)
(Debrecen-Látókép, 2025)

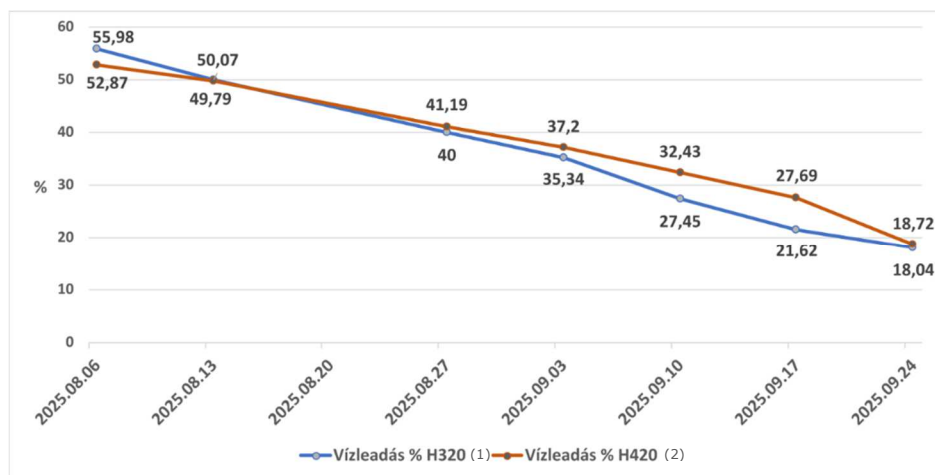


Figure 6. Water release dynamics of the H320 and H420 maize hybrids (%) [Debrecen-Látókép, 2025].
[1] Water release % [H320], [2] Water release % [H420]

A betakarításkor a szemnedvesség a H320-asnál 16,9%, míg a H420-asnál 17,67% volt. Így mindkét hibridről elmondható, hogy vízleadási dinamikájuk jó közepes tempójú.

IRODALOM

- Batool, M. (2024). *Nutrient Management of Maize*. IntechOpen. doi:10.5772/intechopen.112484.
- Bojtor, C., Illés, Á., Horváth, É., Nagy, J. & Marton, L. C. (2021). Hybridspecific nutrient interactions and their role in maize yield quality. *Agronomy Research*, 19(4), 1698–1710.
- Bojtor, C., Illés, Á., Nasir Mousavi, S. M., Széles, A., Tóth, B., Nagy, J., & Marton, C. L. (2021). Evaluation of the nutrient composition of maize in different NPK fertilizer levels based on multivariate method analysis. *International Journal of Agronomy*, 2021(1), 5537549.
- Bojtor, C., Mousavi, S. M. N., Illés, Á., Farid, G., Széles, A., Szabó, A., Nagy, J. & Marton, Cs. L. (2022). Nutrient Composition Analysis of Maize Hybrids Affected by Different Nitrogen Fertilisation Systems. *Plants (Basel)*, 11(12), 1593.
- Dilip, K. & Narayan, A. J. (2013). Nutritional, medicinal and economical importance of corn: A mini review. ResearchGate. *Res. J. Pharmaceutical Sci.* 2(7), 7–8. <https://www.isca.me/IJPS/Archive/v2/i7/2.ISCA-RJPcS-2013-029.pdf>
- Gombos, B. & Nagy, J. (2022). A látóképi kukorica tartamkísérlet 2021-es tenyészidőszakának agrometeorológiai jellemzőinek elemzése. *Növénytermelés*, 71(1), 7–20.
- Gombos, B. & Nagy, J. (2023). A 2022-es rendkívüli aszály agrometeorológiai jellemzői Debrecen-Látóképen. *Növénytermelés*, 72(1), 1–14.
- Gombos, B. & Nagy, J. (2024). A 2024-es kukorica tenyészidőszak agrometeorológiai jellemzői Debrecen-Látóképen. *Növénytermelés*, 73(4), 67–78.
- Gombos, B. & Nagy, J. (2025). A 2025-ös kukorica tenyészidőszak agrometeorológiai jellemzői Debrecen térségében. *Növénytermelés*, 74(4), 45–55.
- Harsányi, E., Erdős, Zs. & Nagy, J. (2024). Eltérő FAO számú kukoricahibridek szárazanyag-beépülési és vízleadási dinamikája. *Növénytermelés*, 73(4), 79–102.
- Holló, G. & Pekár, A. (2021). *Éghajlatváltozás az agráriumban: Kihívások és megoldások*. Mezőgazdasági Kiadó.
- Illes, A., Bojtor, C., Széles, A., Mousavi, S. M. N., Tóth, B., & Nagy, J. (2021). Analyzing the Effect of Intensive and Low-Input Agrotechnical Support for the Physiological, Phenometric, and Yield Parameters of Different Maize Hybrids Using Multivariate Statistical Methods. *International Journal of Agronomy*, 2021(1), 6682573.
- Illés, Á., Szabó, A., Mousavi, S. M. N., Bojtor, C., Vad, A., Harsányi, E., & Sinka, L. (2022). The influence of precision dripping irrigation system on the phenology and yield indices of sweet maize hybrids. *Water*, 14(16), 2480.
- Kovács, P. (2013). Az NPK tápanyagellátás és a tőszám hatása a kukorica hibridek termesztésére [Doktori értekezés]. Debreceni Egyetem, Debrecen.

- Lajos, M. (2021). A kukorica tápanyag-ellátásáról - az eredmények tükrében. Agroforum online. 2021. március 22. <https://agroforum.hu/szakcikkek/novenytermesztaszakcikkek/akukorica-tapananyag-ellatasarol-az-eredmenyek-tukreben-maskent/>
- Liu, H., Tian, L., Zhang, D., Zeng, H., Han, S., Zhu, F., Du, C. & Chen, Y. (2021). Identification of ZmNF-YC2 and its regulatory network for maize flowering time. *Journal of Experimental Botany*, 72(22), 7792–7807. DOI: 10.1093/jxb/erab364.
- Mónika–Antal, P. J. H. R., Judit, G. O., József, P., Mónika, H. R., Gabriella, A., & Judit, O. (2016). *A búza és kukorica vertikum versenyképességének kilátásai*. Debreceni Egyetem Gazdaságtudományi Kar Ágazati Gazdaságtan és Módszertani Intézet.
- Nagy, J. (2021). *Kukorica. A nemzet aranya – Élelmiszer, takarmány, bioenergia*. Szaktudás Kiadó.
- Nagy, J., Rátónyi, T. & Széles, A. (2016). *A klímaváltozás okozta növényi stressz mérséklése*. /bitstreams/1e4125a1-dbde-4b6f-8cfd-49ba65d2dc57/content
- Net1. (2026). Hungaromet, Meteorológiai Adattár, odp.met.hu. (letöltés dátuma: 2026. március 19.)
- Ocwa, A., Harsányi, E., Széles, A., Holb, I. J., Szabó, S., Rátónyi, T., & Mohammed, S. (2023). A bibliographic review of climate change and fertilization as the main drivers of maize yield: implications for food security. *Agriculture & Food Security*, 12(1), 1–18. <https://doi.org/10.1007/s42729-024-01687-z>
- Ocwa, A., Mohammed, S., Mousavi, S. M. N., Illés, Á., Bojtor, C., Ragán, P., Rátónyi, T. & Harsányi, E. (2024). Maize Grain Yield and Quality Improvement Through Biostimulant Application: a Systematic Review. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* Vol. 24, 1609–1649, <https://doi.org/10.1007/s42729-024-01687-z>
- Pepó, P. & Nyandi, M. S. (2024). Néhány agrotechnikai tényező hatása a kukorica (*Zea mays* L.) szemtermésének kémiai összetételére. *Növénytermelés*, 73(1), 109–120.
- Pepó, P. (2005). A globális klímaváltozás hatásai és válasza a Tiszántúl szántóföldi növénytermelésében. „Agro-21” Füzetek. Vol. 41, 59–65.
- Rácz, D., Gila, B., Szóke, L., & Széles, A. (2022). N-stabilizer and foliar fertilizer treatments enhance tolerance to specific pathogens in maize (*Zea mays* L.). *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 87(1), 25–33.
- Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A. & Deering, D. W. (1973). *Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS*. [In: Proceedings of the Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium. NASA SP-351 I.] December 10–14. 1973. Washington. 309–317.
- Sipos, M. (2009). A hibrid, a tápanyag-ellátás és az öntözés hatása a kukorica (*Zea mays* L.) betakarításkori szemnedvesség-tartalmára, illetve keményítő-tartalmára. *Acta Agraria Debreceniensis*. Vol. 35, 89–94.

- Ssemugenze, B., Ocwa, A., Kuunya, R., Gumisiriya, C., Bojtor, C., Nagy, J., Széles, A. & Illés, Á. (2025). Enhancing maize production through timely nutrient supply: The role of foliar fertiliser application. *Agronomy*, 15(1), 176.
- Szabó, A., Széles, A., Illés, Á., Bojtor, C., Mousavi, S. M. N., Radócz, L., & Nagy, J. (2022). Effect of different nitrogen supply on maize emergence dynamics, evaluation of yield parameters of different hybrids in long-term field experiments. *Agronomy*, 12(2), 284.
- Tucker, C. J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*. Vol. 8, 127–150.
- 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*. Vol. 107, 133–144.
- Zagyi, P., Horváth, É., Vasvári, G., Simon, K., & Széles, A. (2024). Effect of split basal fertilisation and top-dressing on relative chlorophyll content and yield of maize hybrids. *Agriculture*, 14(6), 956.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

*Kalina Hella – Kristó Attila
Debreceni Egyetem MÉK
Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032
*kalina.hella@agr.unideb.hu

