

Kukorica hibridek terméseredményeinek és generatív paramétereinek összehasonlító értékelése (2025)

HADÁSZI LÁSZLÓ - HORVÁTH DÁVID
KITE Zrt. Innovációs Főigazgatóság, Nádudvar

Összefoglalás

A kísérletbe bevont kukoricahibridek között jelentős termésbeli és morfológiai különbségek voltak a 2025-ös tenyészidőszak alapján. A H6 hibrid bizonyult a legjobb teljesítményű genotípusnak, amely mind terméseredményben (21,20 t/ha), mind egyedi szemtömegben (258,19 g), szemszámban és ezermagtömegben (488,72 g) kiemelkedett, és több tulajdonság esetében szignifikánsan jobb eredményt ért el a többi hibridhez képest. A H3 hibrid szintén magas termőképességet mutatott (19,36 t/ha), valamint nagy szemtömeget és kedvező SPAD értékeket eredményezett, így a második legeredményesebb genotípusnak bizonyult. A normál teljesítményű csoportba a H5, H4 és H2 hibridek sorolhatók, amelyek stabil, de mérsékeltbb termésszintet és szemtömeget produkáltak, viszont ezen hibridek között is szignifikáns különbségek voltak termésmennyiség tekintetében. A SPAD értékek és az NDVI értékek egyértelmű különbségeket jeleztek a hibridek között. A H4, H3 és H5 hibridek a vegetatív szakaszban kimagasló SPAD értékeket értek el, jelezve a gyors kezdeti fejlődést, míg a H6 és H2 hibridek kiegyenlített SPAD dinamikát mutattak a teljes tenyészidőszakban. Az NDVI-értékek alapján a H2 és H5 hibridek bizonyultak a legstabilabbaknak a generatív szakaszban, ami jó stressztűrő képességükre utal. Összességében a vizsgálat rámutatott arra, hogy a termésszintet a szemtömeg, a szemszám és a növénykondíció mutatói egyaránt befolyásolják, a H6 és H3 hibridek pedig több paraméter alapján is kiemelkedő agronómiai értéket képviselnek. Ezek alapján megállapítható, hogy az eltérő genotípusok különbözően reagáltak a 2025-ös kedvezőtlen tenyészidőszakban jelen lévő agrometeorológiai hatásokra csepegtető öntözés használata mellett is.

Kulcsszavak: csepegtető öntözés, kukorica, tartamkísérlet, fenometria

Comparative evaluation of yield results and generative parameters of maize hybrids (2025)

L. HADÁSZI - D. HORVÁTH

KITE Zrt. Innovation Directorate-General, Nádudvar

Summary

There were significant differences in yield and morphology among the maize hybrids included in the experiment based on the 2025 growing season. The H6 hybrid proved to be the best performing genotype, excelling in terms of yield (21.20 t/ha), individual grain weight (258.19 g), number of kernels, and thousand kernel weight (488.72 g), and achieved significantly better results than the other hybrids in several traits. The H3 hybrid also showed high yield potential (19.36 t/ha) and resulted in high grain weight and favorable SPAD values, proving to be the second most productive genotype. The H5, H4, and H2 hybrids can be classified as normal performers, producing stable but more moderate yield levels and grain weight, but there were significant differences in yield among these hybrids. SPAD values and NDVI values showed clear differences between the hybrids. The H4, H3, and H5 hybrids achieved outstanding SPAD values during the vegetative stage, indicating rapid initial development, while the H6 and H2 hybrids showed balanced SPAD dynamics throughout the entire growing season. Based on NDVI values, the H2 and H5 hybrids proved to be the most stable in the generative stage, indicating their good stress tolerance. Overall, the study showed that yield is influenced by grain weight, grain number, and plant condition indicators, and that the H6 and H3 hybrids represent outstanding agronomic value based on several parameters. Based on these findings, it can be concluded that different genotypes responded differently to the agrometeorological effects present during the unfavorable growing season of 2025, even with the use of drip irrigation.

Keywords: drip irrigation, maize, long-term experiment, phenometry

Bevezetés

A népesség növekedése és az élelmiszerigény folyamatos emelkedése mellett a bioüzemanyagok iránti kereslet is fokozza a kukoricatermelésre nehezedő nyomást (*Ray et al.* 2013). A 2050-re előre jelzett globális élelmiszerigény kielégítéséhez a kukorica termelésének évente átlagosan 2,4%-kal kellene növekednie, miközben az elmúlt évtizedben 1,6%-kal emelkedett (*Di Salvo et al.* 2021). 2023-ban a világon 1,24 milliárd tonna kukoricát termeltek 208,2 millió hektáron termeltek kukoricát (*FAO* 2023). A termelés növekedését a globális kereslet bővülése, a mezőgazdasági technológiák innovációi, a hibridek genetikai fejlesztése és a művelés alá vont területek bővítése együttesen hajtották (*Nagy* 2021). Ezek a tényezők összességében megerősítették a kukorica vezető szerepét a globális gabonatermelésben, és a jelenlegi modellek szerint a következő évtizedben mind a vetésterület, mind a kereskedelmi forgalom tekintetében felül fogja múlni a többi kultúrát (*Erenstein et al.* 2022).

Az érésidő az egyik legfontosabb szempont a gazdák számára a kukoricafajta kiválasztásakor, hiszen ez meghatározza a vetés és betakarítás idejét, valamint a potenciális terméshozamot. A hosszú érésű kukorica hibridek genetikai előnye főként a szemtelítődési idő meghosszabbításán keresztül érvényesül, míg a rövid érésű hibrideknél elsősorban a szem növekedési sebessége játszik szerepet a terméshozam növelésében. Hosszú érésű hibrideknél a virágzás utáni (post-flowering) szakasz meghosszabbodása és a lassabb vízleadás járul hozzá a nagyobb terméshez, míg rövid érésűeknél a gyorsabb növekedés és a magasabb fotoszintetikus teljesítmény biztosítja a szemek növekedését (*Gambin et al.* 2023). A kukoricaszemek száma alapvetően a női virágzás előtt két héten, valamint a virágzást követő három hét során determinálódik (*Bene* 2013).

A szemtelítődés folyamata a generatív paraméterek alapján három szakaszra osztható: fokozatos növekedés szakasza (GIP), gyors növekedés szakasza (RIP) és lassú növekedés szakasza (SIP) (*Wei et al.* 2019). Az időjárási körülmények közvetlenül befolyásolják a virágzás utáni szárazanyagbeépülést és a növekedés ütemét, ami meghatározza a terméshozamot (*Gombos et al.* 2023). A hozamot különösen a magas hőmérséklet csökkenti a virágzástól az érésig tartó időszakban korai vetés esetén, míg alacsony hőmérséklet vagy

kevés napsugárzás mérsékli azt késői vetésnél (*Zhou et al. 2016, Illés et al. 2025*). A szemtelítődés és vízleadásdinamika mértéke függ az adott éréscsoport tulajdonságaitól (*Illés et al. 2025b*). A késői vegetatív szakaszban fellépő hőstressz a kukorica hozamát akár 30%-kal, míg a virágzás és szemtelítődés szakaszában akár 50%-kal csökkentheti (*Teng et al. 2022*).

A kukorica tápanyag- és vízigénye a címerhányás idején a legmagasabb. Ekkor a növény elsősorban a szén és a nitrogén folyamatos biztosítására, valamint a levelekből és szárból a szemekbe történő asszimilátum-transzportjára támaszkodik, ami meghatározza a hozamot és a termés minőségét (*Cazetta et al. 1999*). A szárból a szemekhez történő asszimilátum szállításhoz fontos a víz jelenléte a talajban, melyet a talajművelés módja nagymértékben befolyásol. A konzerváló talajművelés jelentős mennyiségű nedvességet tud biztosítani a növények számára a hagyományos művelési módokhoz képest (*Sojóczki et al. 2024*).

A szemek száma és tömege mellett a növénytűsűrűség határozza meg a kukorica terméshozamát (*Lu et al. 2017, Banzinger et al. 2000*). Az optimális tőszám lehetővé teszi a rendelkezésre álló fény, víz és tápanyag felvételét, míg túl magas sűrűség esetén a növények közötti versengés miatt csökkenhet a csövek száma és a szemek kialakulása. Az eltérő talaj tulajdonságú zónák és időjárási körülmények eltérő hatást gyakorolhatnak a termés mennyisége és a növényszám összefüggésére (*Nagy et al. 2024*). Alacsony növénytűsűrűség esetén a modern hibridek nem képesek kompenzálni a hiányzó termőegységeket, így szintén alacsonyabb a terméshozam (*Temeche et al. 2024*).

Emellett genotípusonként eltér a betakarítási időzítés idején a vízleadás dinamikája, ami gyakorlati jelentőséggel bír a betakarítás időzítésére és a száritási költségek optimalizálására. Összességében a hosszú és rövid érésű hibridek genetikai előnyei különböző mechanizmusokon keresztül érvényesülnek (*Szabó et al. 2022, Gambin et al. 2023*). A szárazanyag mennyisége pozitív korrelációt mutatott a nitrogén-, kálium- és mangántartalommal, míg negatív korrelációt mutatott a nikkel-tartalommal. Általánosságban elmondható, hogy a maximális mennyiségi és minőségi hozam elérése érdekében a kukorica termesztéséhez 120 kg/ha N arányú NPK műtrágya használata ajánlott (*Bojtor et al. 2021, 2022; Zagyai et al. 2024*). A precíziós technológia támogatja a gazdákat a műtrágyázási stratégiákkal és időzítéssel kapcsolatos

tájékozott döntések meghozatalában, ami viszont maximalizálja a hozamot és minimalizálja a kockázatot (Széles *et al.* 2024, Illés *et al.* 2025c).

Anyag és módszer

A vizsgálatot a Debreceni Egyetem AKIT Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telepén végeztük csepegtető öntözéses tartamkísérletben. A kísérletet Prof. Dr. Nagy János alapította 2018-ban annak a céljából, hogy a Magyarországon nagy területen termesztett kukorica hibridek maximális terméspotenciál-értéke ismert legyen, és ezzel intenzív termesztési körülmények között megfelelő választási lehetőséget adjon a gazdálkodók számára.

A kísérlet előveteménye 2024. szeptember 26-án került betakarításra. A talajelőkészítés első lépéseként 2024. október 2-án 300 kg/ha mennyiségű NPK 4-24-24 összetételű műtrágya kijuttatására, melynek hatóanyagtartalma N: 12 kg/ha, P₂O₅: 72 kg/ha, K₂O: 72 kg/ha. Ezt követően 2024. október 11-én a terület szántása történt meg, melyet 2025. március 4-én a szántás lezárása és a kombinátoros magágykészítés követett. A vetés előtti tápanyag-visszapótlás 2025. április 16-án történt, 500 kg/ha Pétisó (39%; 27-7-5) kijuttatásával, melynek hatóanyagtartalma N: 135 kg/ha, P₂O₅: 35 kg/ha, K₂O: 25 kg/ha, amelyhez kombinátorozás társult.

A vetés 2025. április 23-án volt. A kelés időszaka 2025. április 30. és május 4. közé esett. A gyomirtási kezelés 2025. május 17-én történt Principal Forte + Piton készítménycsomag alkalmazásával. A sorközök művelése 2025. június 3-án került elvégzésre.

A tenyészidőszak alatt csepegtető öntözésre is sor került, amely 2025. június 11. és szeptember 2. között került kijuttatásra. A teljes időszak alatt kijuttatott vízmennyiség 254,69 mm volt. A tápoldatos fejtrágyázás 2025. július 31-én valósult meg Megasol (NPK 3-5-40) műtrágya felhasználásával, amely hatóanyagtartalma N: 9 kg/ha, P₂O₅: 15 kg/ha, K₂O: 120 kg/ha. A kísérlet betakarítására 2025. október 10-én került sor.

Vizsgálataink során meghatároztuk a hibridek főbb növényfenometriai paramétereit, többet között a növénymagasság értékét, a cső eredési magasságát, a szár átmérőjét, az ezermagtömeget, a csőparamétereket (átmérő, hossz, cső súly, szemszám, sorszám), a szemnedvesség-tartalmat és a termésmennyiséget. A fenometriai paraméterekhez 10 véletlenszerű ismétlést, a

termésparaméterekhez öt véletlenszerű ismétlést alkalmaztunk, továbbá az általános hibridjellemzők is megfigyelésre és leírásra kerültek.

A vizsgálatához használt hibridek leírása

– H1 - Brookite - EV4142

A FAO 300-as csoport elején érik (FAO 290-310). Termetét tekintve közép magas hibrid, átlagos növénymagassága 193,6 cm. A cső 71,7 cm-es magasságban ered a szárról. Jó gyökér- és szártulajdonságokkal rendelkezik, szárátmérője átlagosan 21,9 mm. Agronómiai tulajdonságai kedvezőek, kelési erélye, korai fejlődése és szárszilárdsága is jó. Biológiai érettségét szeptember 23-án érte el. Ezermagtömege 417,8 g volt. Átlagos csőhossza 17,6 cm; átlagos csőátmérő 45,35 mm; átlagos csősúly 191,73 g; átlagos szemsúly 168,66 g (14,07% sz.n.); sorszáma 16,8; 398,2 szem/cső; terméseredménye 14,17 t/ha; betakarí tás kori szemnedvesség-tartalma 16,75%.

– H2 - LID 3130C

A FAO 300-as csoport közepén érik (FAO 350-370). Fenotí pusát tekintve kompakt hibrid, stabil felépí tésű: átlagos növénymagassága 214,4 cm. A cső 82,5 cm-es magasságban ered a szárról. Jó csöveket fejleszt, ezermagtömege 479,64 g volt. Jó gyökér- és szártulajdonságokkal rendelkezik, szárátmérője átlagosan 25,9 mm. Agronómiai tulajdonságai kedvezőek, kelési erélye, korai fejlődése és szárszilárdsága is jó. Biológiai érettségét szeptember 18-án érte el. Átlagos csőhossza 18,5 cm; átlagos csőátmérő 45,41 mm; átlagos csősúly 223,7 g; átlagos szemsúly 193,9 g (14,5% sz.n.); sorszáma: 17,2; 405 szem/cső; terméseredménye 16,24 t/ha; betakarí tás kori szemnedvesség-tartalma 15,78%.

– H3 - P9985

A FAO 300-as csoport végén, a FAO 400-as csoport elején érik (FAO 390-420). Fenotí pusát tekintve közép magas hibrid, átlagos növénymagassága 231,2 cm. A cső, 77,5 cm-es magasságban ered a szárról. Szép csöveket fejleszt, ezermagtömege 485,96 g volt. Jó gyökér- és szártulajdonságokkal rendelkezik, szárátmérője átlagosan 26,5 mm. Agronómiai tulajdonságai kedvezőek, kelési erélye, korai fejlődése és szárszilárdsága is jó. Biológiai érettségét szeptember 18-án érte el. Átlagos csőhossza 18,8 cm; átlagos csőátmérő 47,93 mm; átlagos csősúly 245,43 g; átlagos szemsúly 221,22 g (15,27% sz.n.); sorszáma 15,6;

454,8 szem/cső; terméseredménye 19,36 t/ha; betakarí tászkori szemnedvesség-tartalma 16,93%.

– H4 – KWS INTELIGENS

A FAO 400-as csoport elején érik (FAO 400-450). Kompakt, stabil felépi tésű hibrid, átlagos növénymagassága 240,5 cm. A cső 85,9 cm-es magasságban ered a szárról. Tetszetős csöveket fejleszt, ezermagtömege 487,44 g volt. Jó gyökér- és szártulajdonságokkal rendelkezik, szárátmérője átlagosan 25,9 mm. Agronómiai tulajdonságai kedvezőek, kelési erélye, korai fejlődése és szárszilárdsága is jó. Biológiai érettségét szeptember 23-án érte el. Átlagos csőhossza 19 cm; átlagos csőátmérő 46,29 mm; átlagos csősúly 219,96 g; átlagos szemsúly 196,72 g (15,85% sz.n.); sorszáma 17,6; 405,4 szem/cső; terméseredménye 17,28 t/ha; betakarí tászkori szemnedvesség-tartalma 18,46%.

– H5 – FORNAD

A FAO 400-as csoport elején érik (FAO 410-430). Jó fenotí pusos tulajdonságokkal rendelkező, stabil felépi tésű hibrid, átlagos növénymagassága 225,8 cm. A cső 91,7 cm-es magasságban ered a szárról, ezermagtömege 475,97 g volt. Jó gyökér- és szártulajdonságokkal rendelkezik, szárátmérője átlagosan 25,5 mm. Agronómiai tulajdonságai kedvezőek, kelési erélye, korai fejlődése és szárszilárdsága is jó. Biológiai érettségét szeptember 23-án érte el. Átlagos csőhossza 17,2 cm; átlagos csőátmérő 47,87 mm; átlagos csősúly 230,47 g; átlagos szemsúly 205,42 g (15,82% sz.n.); sorszáma 16,8; 423 szem/cső; terméseredménye 18,12 t/ha; betakarí tászkori szemnedvesség-tartalma 17,67%.

– H6 – FIDENCIO

A FAO 400-as csoport végén érik (FAO 460-480). Stabil felépi tésű, kompakt fenotí pusos megjelenésű hibrid, átlagos növénymagassága 222,5 cm. A cső 92 cm-es magasságban ered a szárról, ezermagtömege 488,71 g volt. Jó gyökér- és szártulajdonságokkal rendelkezik, szárátmérője átlagosan 25,4 mm. Agronómiai tulajdonságai kedvezőek, kelési erélye, korai fejlődése és szárszilárdsága is jó. Biológiai érettségét szeptember 23-án érte el. Átlagos csőhossza 18,8 cm; átlagos csőátmérő 51,17 mm; átlagos csősúly 295,27 g; átlagos szemsúly 258,18 g (16,18% sz.n.); sorszáma 16,8; 527,4 szem/cső; terméseredménye 21,20 t/ha; betakarí tászkori szemnedvesség-tartalma: 18,57%.

– H 26 – SY Artos

A FAO 300-as csoport közepén érik (FAO 350-370). Fenotípusát tekintve átlagos hibrid, stabil felépi tésű, növénymagassága 246,3 cm. A cső 96,3 cm-es magasságban ered a szárról. Szép csöveket fejleszt, ezermagtömege 396,88 g volt. Erős gyökér- és szártulajdonságokkal rendelkeznek, szárátmérője átlagosan 27,2 mm. Agronómiai tulajdonságai kedvezőek, kelési erélye, korai fejlődése és szárszilárdsága is jó. Biológiai érettségét szeptember 23-án érte el. Átlagos csőhossza 15,6 cm; átlagos csőátmérő 47,39 mm; átlagos csősúly 188,5 g; átlagos szemsúly 159,19 g (14,65% sz.n.); sorszáma 17,6; 401 szem/cső; terméseredménye 16,29 t/ha; betakarí tás kori szemnedvesség-tartalma 16,58%.

Agrometeorológiai környezet értékelése

A 2024/25-ös téli félév középhőmérséklete (4,4 °C) és csapadékmennyisége (216 mm) közel megegyezett a sokévi átlaggal, ugyanakkor a napsütéses órák száma mintegy 100 órával meghaladta azt, fokozott párolgást okozva. A csapadékos március telítette a felső talajrétegeket, miközben a mélyebb rétegekbe átlag alatti vízmennyiség szivárgott. Áprilisban a hónap nagy részére jellemző meleg, napfényes időjárás mintegy +2 °C-os anomáliát eredményezett; a csapadék mindössze 13 mm volt, kedvezve a talaj-előkészítésnek és vetésnek. A talajhőmérséklet az első dekádban 10 °C alá csökkent, majd tartósan e határ fölött, a hónap második felétől 15 °C felett alakult (5 cm).

Május jelentősen hűvös volt: a havi középhőmérséklet 14,2 °C, az 5-25. közötti periódusban a napi középhőmérséklet jellemzően 10-13 °C. A csapadékösszeg 34 mm (a sokévi átlag fele). Júniusban markáns felmelegedés következett: a 22,2 °C-os havi középhőmérséklet 2,9 °C-kal haladta meg az átlagot, miközben a csapadék csupán 10 mm volt. A 362 órás napfénytartam erős talajszályt és légköri aszályt okozott, a vízhány tünetei a hónap második felében megjelentek.

A mérsékelt meleg és átlag közeli napfénytartamú körülmények a virágzás és terméskötés kritikus szakaszában megelőzték a jelentős hő- és vízstresszt. Augusztus középhőmérséklete 22,0 °C volt; a hónap legmelegebb napján 36,8 °C-ot mértek, de hőhullám nem alakult ki. A havi 25 mm csapadék a sokévi érték felét tette ki, mérsékelt szárazságot okozva.

A teljes nyári csapadékösszeg 121 mm volt, hasonló a 2024-es értékhez. Szeptember meleg (+2,2 °C) és csapadékos (71 mm) volt, de ez a termésképződést már nem befolyásolta. A hónap végére 15 °C körüli maximumok alakultak ki.

Statisztikai értékelés

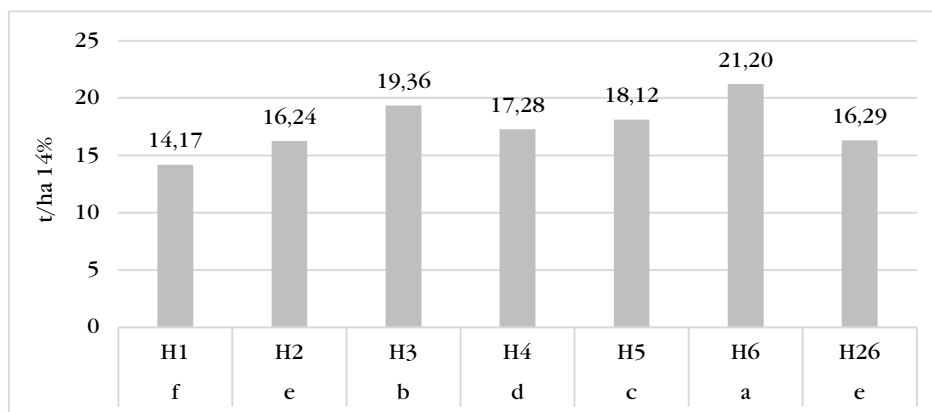
A kísérlet során varianciaanalízist végeztünk, figyelembe véve a termésmennyiséget és a fiziológiai paramétereket mint vizsgált változókat. Az adatok statisztikai értékelését 95%-os konfidenciaszinten végeztük, a Fisher-féle varianciaanalízis módszerével. Az elemzés célja a hibridek közötti szignifikáns különbségek kimutatása volt.

Eredmények és értékelés

A vizsgált hibridek között jelentős terméskülönbségek mutatkoztak – 7 t/ha-nál nagyobb szórással. A legmagasabb termést a H6 hibrid érte el (21,20 t/ha), amely szignifikánsan felülmúlta a többi genotípust, így a vizsgálat egyértelmű teljesítménybajnoka. A második legjobb eredményt a H3 hibrid adta (19,36 t/ha), amely szintén kiemelkedő termésszintet képvisel. A közepes termőképességű csoportba sorolható a H5 (18,12 t/ha) és a H4 (17,28 t/ha), amelyek stabil, jó terméspotenciált mutattak, bár elmaradtak a két vezető hibrid teljesítményétől. A H2 (16,24 t/ha) és H26 (16,29 t/ha) hibridek hasonló eredményeket produkáltak. A leggyengébben a H1 hibrid teljesített (14,17 t/ha), amely mintegy 7 t/ha-ral maradt el a legjobb hibridtől, és a statisztikai csoportjelölések alapján szignifikánsan alacsonyabb termésszinten helyezkedik el (1. ábra).

A vizsgált kukorica hibridek egyedi szemtömege jelentős variabilitást mutatott, amely jól tükrözi a genotípusok eltérő termőképességi potenciáljukat. A legnagyobb szemtömeg értéket a H6 hibrid érte el (258,19 g). Ezt követi a H3 hibrid 221,23 g-os értékkel, amely a második legnagyobb értéket eredményezte, és statisztikailag az 'ab' csoportba tartozik. A közepes szemtömeg produkáló hibridek a H5 (205,42 g), H4 (196,72 g) és H2 (193,90 g) a 'bc' csoportba sorolódnak, ami azt jelzi, hogy közöttük nincs szignifikáns különbség. A legkisebb szemtömeg a H26 (159,19 g) és H1 (168,67 g) hibridek mutatták, mindkettő a 'c' statisztikai csoportba esik.

1. ábra. *Eltérő kukorica hibridek termésmennyisége*
(Debrecen-Látókép, 2025)



Megjegyzés: az eltérő betűvel jelzett értékek egymástól statisztikailag különböznek.

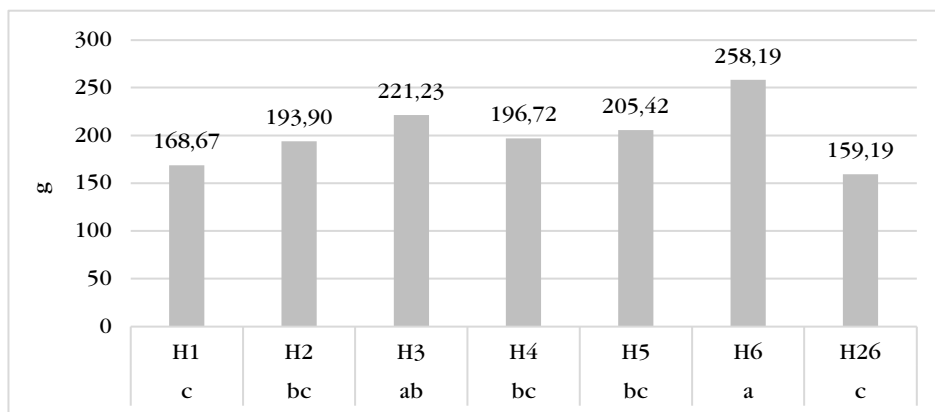
Figure 1. Yields of different maize hybrids (Debrecen-Látókép, 2025). Note: Values marked with different letters are statistically different from each other.

Össességében a hibridcsoportok között markáns különbségek figyelhetők meg. A H6 kiugróan nagy egyedi szemtömeg a kiemelkedő termésmennyiséggel összhangban áll, míg a H1 és H26 hibridek szemtömege lényegesen alacsonyabb volt (2. ábra).

A legtöbb hibrid nem különbözött egymástól (b csoport), azonban a H6 hibrid szignifikánsan magasabb egyedi szemszámot (527,4 db) adott, mint a b-csoportba tartozók. A H3 hibrid köztes értéket mutatott, amely nem tért el szignifikánsan sem a b-csoporttól, sem a H6-tól (ab csoport). Össességében az ANOVA alapján a hibrid hatása szignifikáns volt, és a H6 bizonyult a legnagyobb szemszámú hibridnek (3. ábra).

A csőtömeg vizsgálata során megállapítottuk, hogy a hibridek között szignifikáns eltérés volt. A H6 hibrid érte el a legnagyobb átlagos csőtömeget (295,27 g). A H6 hibridtől elkülönülő statisztikai csoportba tartozik a H1, H2, H4, H5 és a H26-os hibrid, melyek igazoltan alacsonyabb csőtömegértéket eredményeztek (4. ábra).

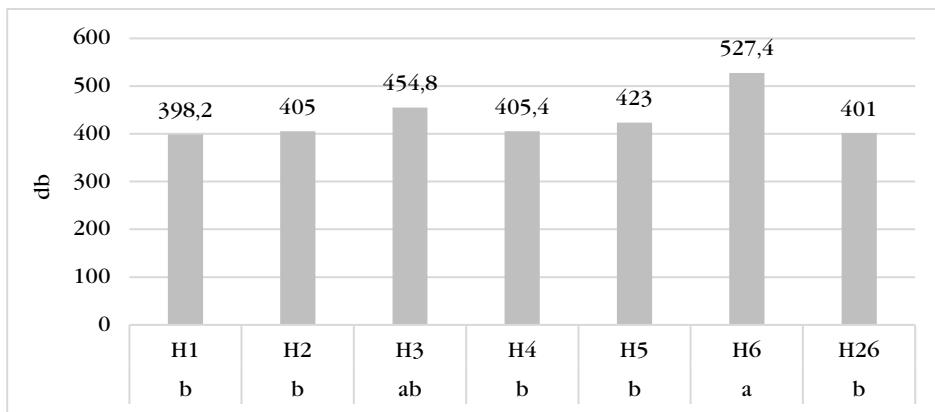
2. ábra. *Eltérő kukorica hibridek egyedi szemtömege*
(Debrecen-Látókép, 2025)



Megjegyzés: az eltérő betűvel jelzett értékek egymástól statisztikailag különböznek.

Figure 2. Individual grain weight of different maize hybrids (Debrecen-Látókép, 2025). Note: Values marked with different letters are statistically different from each other.

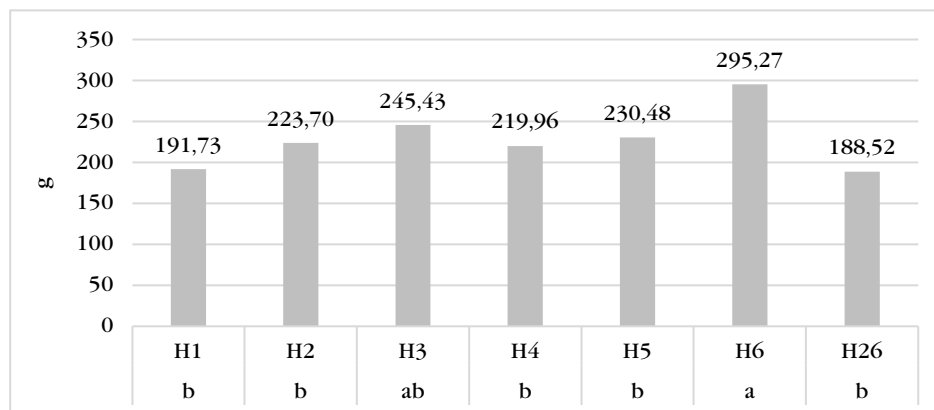
3. ábra. *Eltérő kukorica hibridek egyedi szemszáma*
(Debrecen-Látókép, 2025)



Megjegyzés: az eltérő betűvel jelzett értékek egymástól statisztikailag különböznek.

Figure 3. Individual kernel count of different maize hybrids (Debrecen-Látókép, 2025). Note: Values marked with different letters are statistically different from each other.

4. ábra. *Eltérő kukorica hibridek egyedi csőtömege (Debrecen-Látókép, 2025)*



Megjegyzés: az eltérő betűvel jelzett értékek egymástól statisztikailag különböznek.

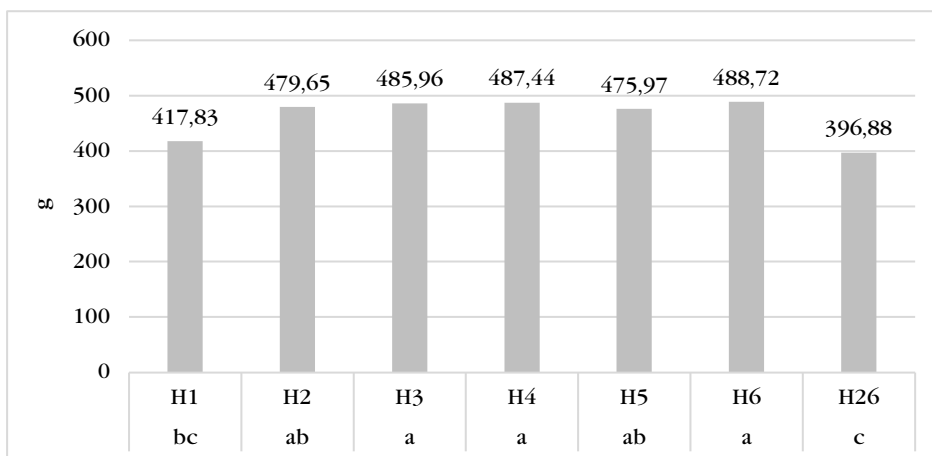
Figure 4. Individual ear weight of different maize hybrids (Debrecen-Látókép, 2025). Note: Values marked with different letters are statistically different from each other.

A vizsgált kukorica hibridek ezermagtömege között szignifikáns különbségeket mutatott a varianciaanalízis (ANOVA). A hibridek átlagértékei 396,88 g és 488,72 g között változtak. A legmagasabb ezermagtömeget a H6 hibrid érte el (488,72 g), amely az 'a' betűjelölés alapján a legnagyobb csoportba tartozik, és statisztikailag nem különbözik szignifikánsan a H3, H4 és H5 hibridektől. A H3 (485,96 g) és H4 (487,44 g) hibridek szintén a legmagasabb csoportot alkotják. A legalacsonyabb értéket a H26 hibrid adta (396,88 g), amely egyedül kapott 'c' betűjelölést, jelezve, hogy ez a hibrid szignifikánsan alacsonyabb ezermagtömeggel rendelkezik a többihez képest. A H1 hibrid (417,83 g) a 'bc' csoporthoz tartozik, ami átmenetet képez a magasabb értékeket mutató hibridek és a legalacsonyabb csoport között (5. ábra).

A H1 hibrid SPAD értékeinek vizsgálata során megállapítható, hogy a legnagyobb SPAD értéket (50,0) VT fenológiai fázisban érte el, majd ezt követően fokozatosan csökkentek az értékek. R4 fenológiai fázisban 39,24 SPAD értéket mértem az adott hibrid esetében (6. ábra).

A H2 hibrid esetében a SPAD értékek V12 fenológiai fázistól R2 fenológiai fázisig kiegyenlí tett értékeket eredményeztek, mind a három fenológiai fázisban 40 SPAD érték feletti értéket mértem, mely alapján a hibrid egyenletes fenológiai fejlődést mutatott a tenyészidőszak során (7. ábra).

5. ábra. *Eltérő kukorica hibridek ezermagtömege*
(Debrecen-Látókép, 2025)



Megjegyzés: az eltérő betűvel jelzett értékek egymástól statisztikailag különböznek.

Figure 5. Thousand-grain weight of different maize hybrids (Debrecen-Látókép, 2025). Note: Values marked with different letters are statistically different from each other.

6. ábra. *SPAD értékek alakulása eltérő mintavételi időpontokban*
(H1 - Brookite - EV4142)

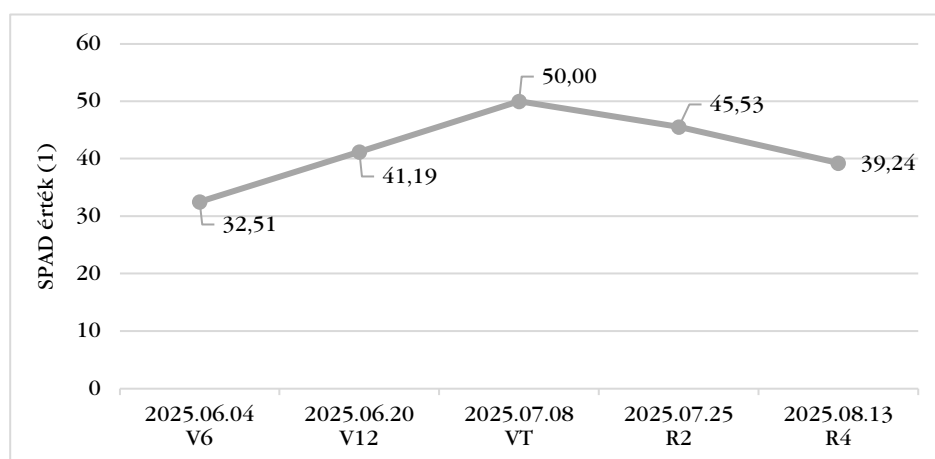


Figure 6. SPAD values at different sampling times (H1 - Brookite - EV4142). (1) SPAD readings

7. ábra. SPAD értékek alakulása eltérő mintavételi időpontokban
(H2 - LID 3130C)

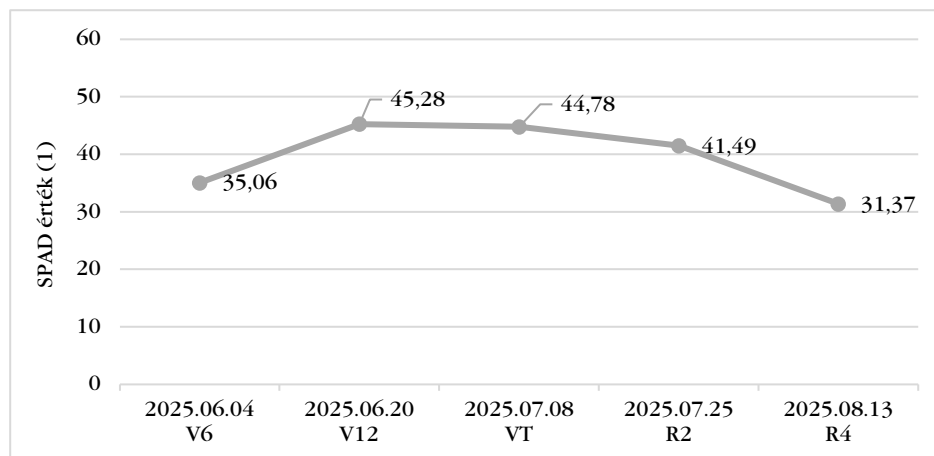


Figure 7. SPAD values at different sampling times (H2 - LID 3130C). (1) SPAD readings

A H3 hibrid V12 fenológiai fázisban magas SPAD értékeket eredményezett (55,78), majd ezt követően mérsékelt csökkenés volt megfigyelhető a fenológiai fázisok előrehaladtával, viszont az R4 fenológiai fázisban a SPAD érték viszonylagosan magas értéket mutatott 39,44 SPAD értékkel (8. ábra).

A H4 hibrid SPAD értékei kimagasló értékeket eredményeztek a V12 és VT fenológiai fázisban, ami a hibrid gyors vegetatív fejlődésére adhat magyarázatot. Külön kiemelendő, hogy a tenyészidőszak második felében a generatív szakasz végén is magas SPAD érték (42,7) volt detektálható (9. ábra).

A H5 hibrid SPAD értékeinek alakulása a tenyészidőszak első felében kiemelkedő növekedést eredményezett a V6 és V12 fenológiai fázisok között, majd ezután folyamatosan 40 SPAD érték feletti értékeket mértem egészen a tenyészidőszak végéig (10. ábra).

H6 hibrid esetében a SPAD értékek mérsékelt maximumokat mutattak, viszont a 40 SPAD érték feletti értékek szinte az egész tenyészidőszakban megfigyelhetőek voltak, amiből arra a következtetésre juthatunk, hogy a növényállomány kiegyenlített stabil fejlődésű volt (11. ábra).

8. ábra. SPAD értékek alakulása eltérő mintavételi időpontokban
(H3 - P9985)

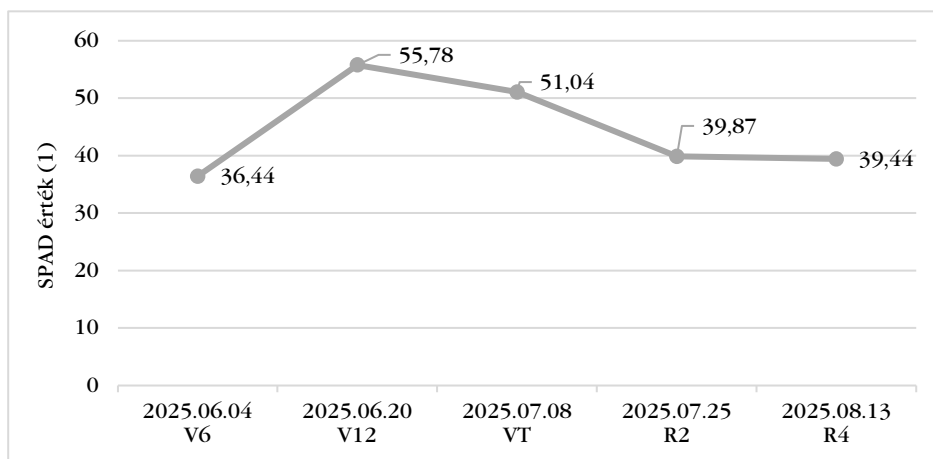


Figure 8. SPAD values at different sampling times (H3 - P9985). (l) SPAD readings

9. ábra. SPAD értékek alakulása eltérő mintavételi időpontokban
(H4 - KWS Inteligens)

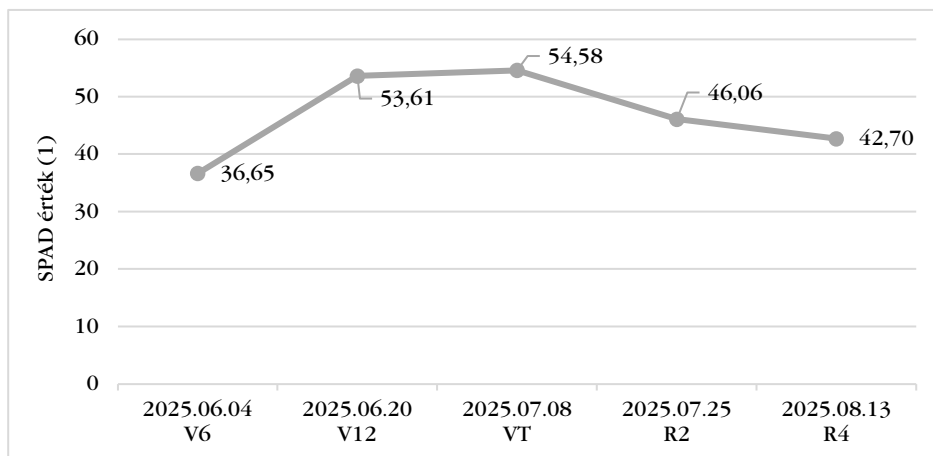


Figure 9. SPAD values at different sampling times (H4 - KWS Inteligens). (l) SPAD readings

10. ábra. SPAD értékek alakulása eltérő mintavételi időpontokban
(H5 - Fornad)

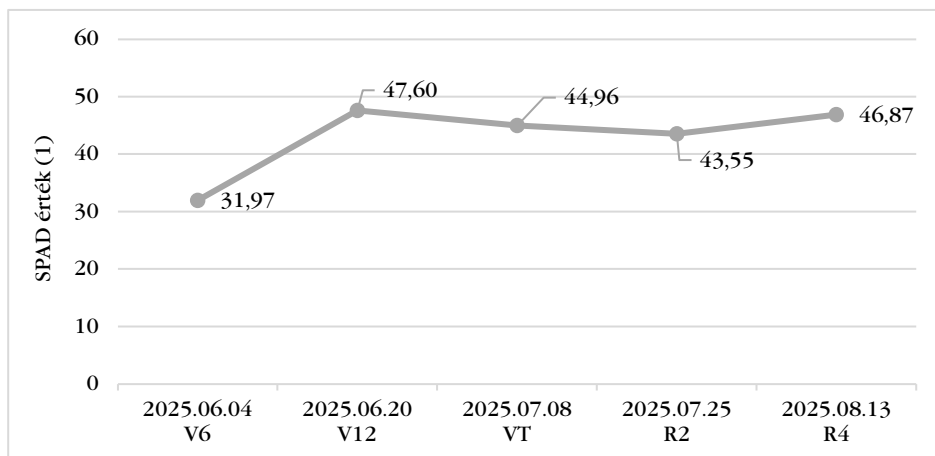


Figure 10. SPAD values at different sampling times (H5 - Fornad). (l) SPAD readings

11. ábra. SPAD értékek alakulása eltérő mintavételi időpontokban
(H6 - Fidencio)

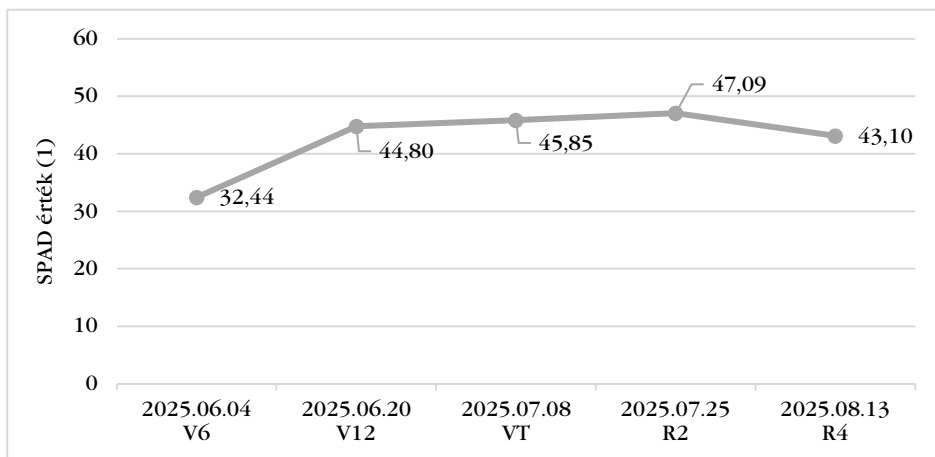


Figure 11. SPAD values at different sampling times (H6 - Fidencio). (l) SPAD readings

H26 hibrid esetében a SPAD értékek fokozatos növekedést mutatnak a tenyészidőszak során. A tenyészidőszak végén R2 és R4 fenológiai fázis között markáns csökkenés volt megfigyelhető, aminek következtében R4 fenológiai fázisban 36,25-ös SPAD értékkel zárult a tenyészidőszak (12. ábra).

12. ábra. SPAD értékek alakulása eltérő mintavételi időpontokban
(H26 - SY Artos)

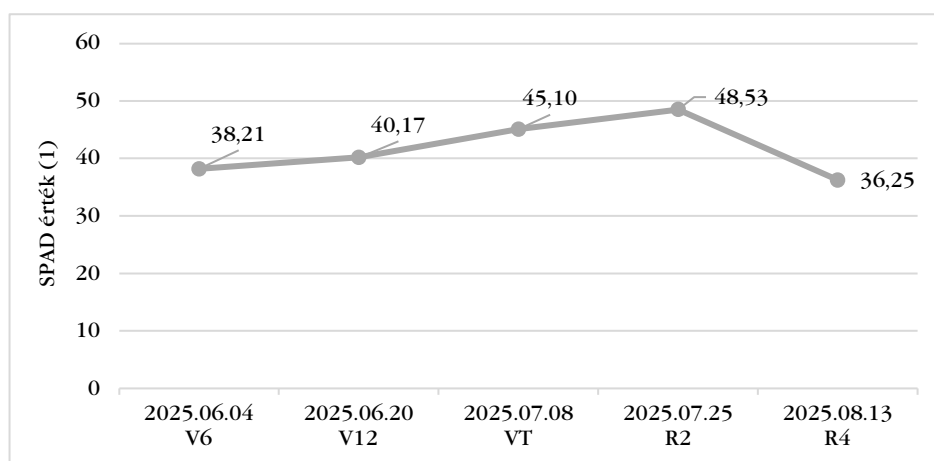


Figure 12. SPAD values at different sampling times (H26 - SY Artos). (1) SPAD readings

A H1 hibrid NDVI értékei a VT fenológiai fázisig növekedtek, majd fokozatos arányos csökkenés volt megfigyelhető R2 és R4 fenológiai fázisok között (13. ábra).

A H2 hibrid NDVI értékei a tenyészidőszak első felében jelentős növekedést mutatnak, majd a 0,7 NDVI érték felett voltak az értékek egészen R2 fenológiai fázisig, ami alapján következtethetünk arra, hogy a hibrid a nyári hőstresszel szemben megfelelően ellenál (14. ábra).

A H3 hibrid NDVI értékei nagy varianciát mutattak a tenyészidőszak során. A fenológiai fázis korai szakaszában erőteljes növekedés figyelhető meg, majd csökkenés, amit megint növekedés követ. A maximális NDVI érték 0,81 volt. A tenyészidőszak végén R4 fenológiai fázissal az utolsó mérési időpontban 0,68 NDVI értéket mértem (15. ábra).

13. ábra. NDVI értékek alakulása eltérő mintavételi időpontokban
(H1 - Brookite - EV4142)

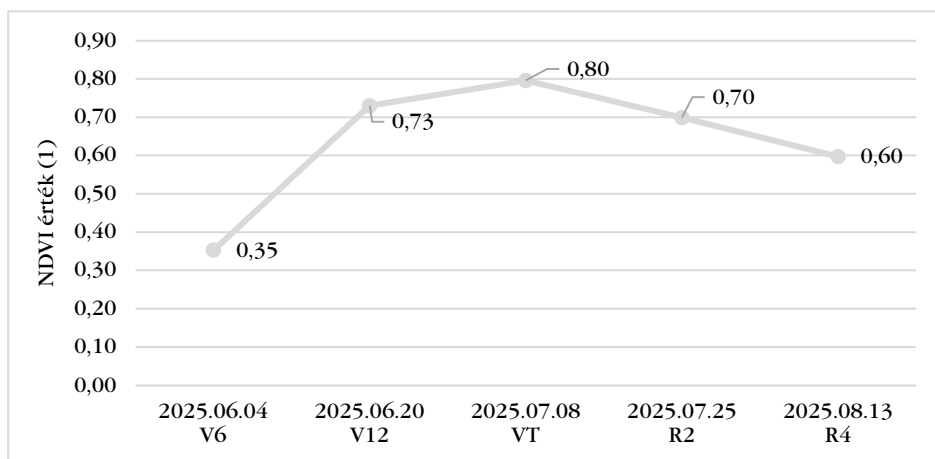


Figure 13. NDVI values at different sampling times (H1 - Brookite - EV4142). (1) NDVI values

14. ábra. NDVI értékek alakulása eltérő mintavételi időpontokban
(H2 - LID 3130C)

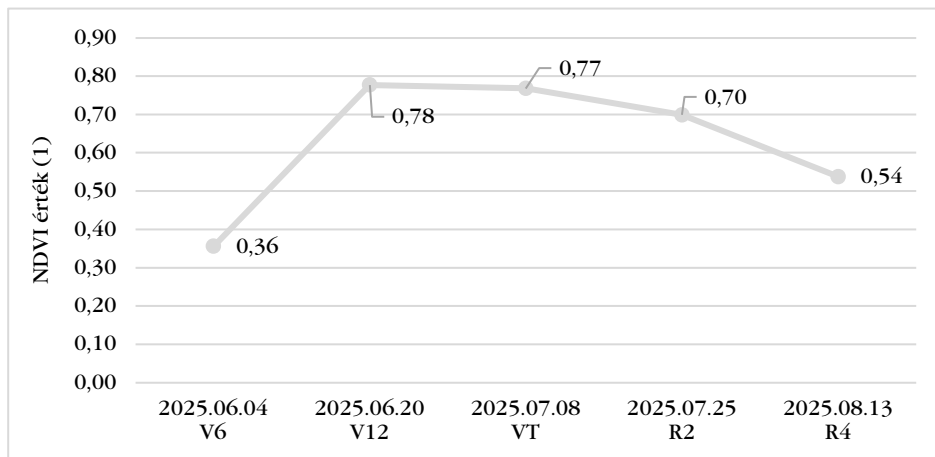


Figure 14. NDVI values at different sampling times (H2 - LID 3130C). (1) NDVI values

15. ábra. NDVI értékek alakulása eltérő mintavételi időpontokban
(H3 - P9985)

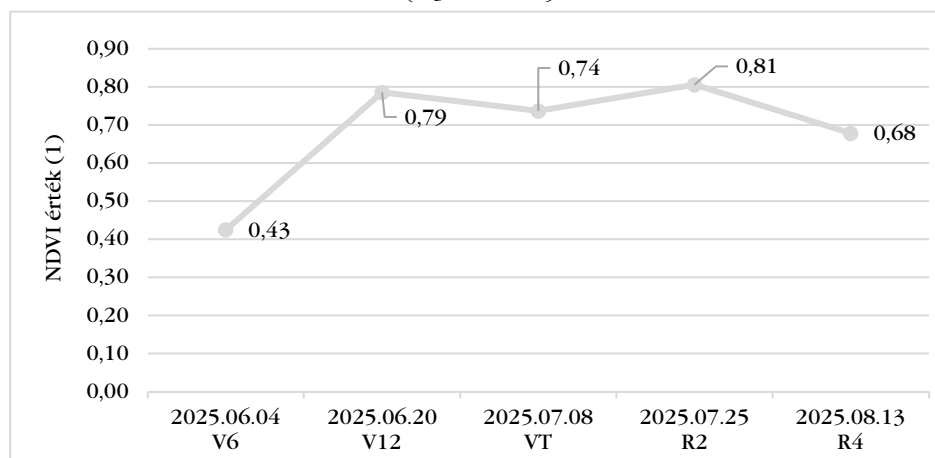


Figure 15. NDVI values at different sampling times (H3 - P9985). (1) NDVI values

A H4 hibrid NDVI értékei stabil egységes értéket eredményeztek a tenyésztési időszak középső szakaszában (16. ábra).

A H5 hibrid a SPAD értékeinek alakulásához hasonlóan az NDVI értékek tekintetében is kiegyenlített dinamikát mutatott. A tenyésztési időszak generatív fázisában az R2 fenológiai fázisban eredményezte a legnagyobb NDVI értéket, majd ezután mérsékelten csökkent (17. ábra).

H6 hibrid NDVI értékeinek alakulása kiegyenlített volt. A legnagyobb NDVI értéket a V12 fenológiai fázisban érte el. VT fenológiai fázisban is magas értéket eredményezett, majd ezt követően fokozatosan enyhén csökkent (18. ábra).

A H26 hibrid esetében az NDVI érték egyenletes dinamikát mutatott, mely során VT fenológiai fázisig egyenletesen növekedett, majd utána szintén egyenletesen csökkent (19. ábra).

16. ábra. NDVI értékek alakulása eltérő mintavételi időpontokban
(H4 - KWS Inteligens)

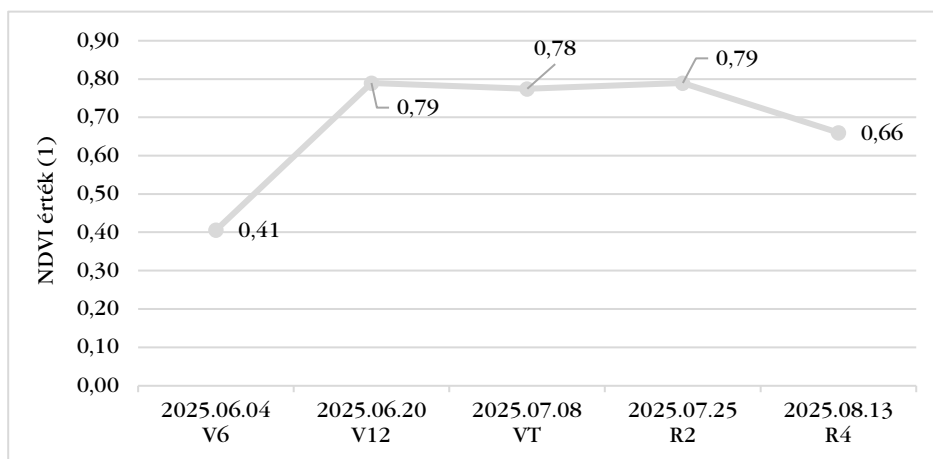


Figure 16. NDVI values at different sampling times (H4 - KWS Inteligens). (1) NDVI values

17. ábra. NDVI értékek alakulása eltérő mintavételi időpontokban
(H5 - Fornad)

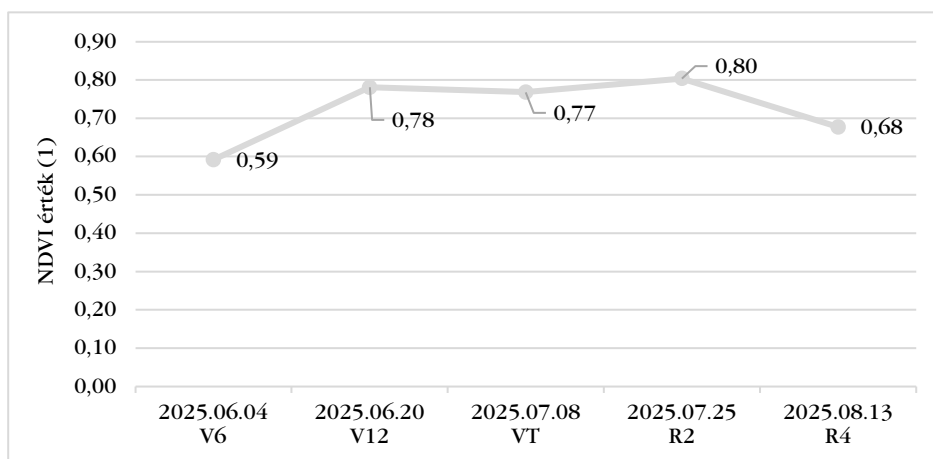


Figure 17. NDVI values at different sampling times (H5 - Fornad). (1) NDVI values

18. ábra. NDVI értékek alakulása eltérő mintavételi időpontokban
(H6 - Fidencio)

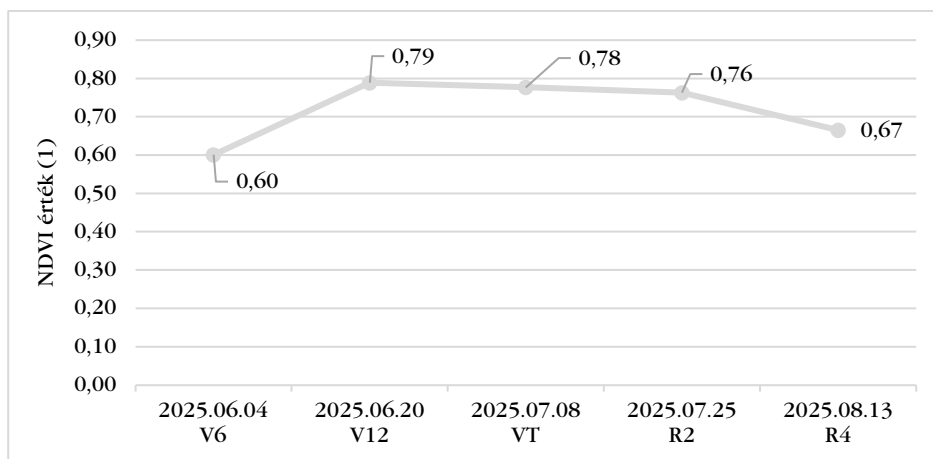


Figure 18. NDVI values at different sampling times (H6 - Fidencio). (I) NDVI values

19. ábra. NDVI értékek alakulása eltérő mintavételi időpontokban
(H26 -SY Artos)

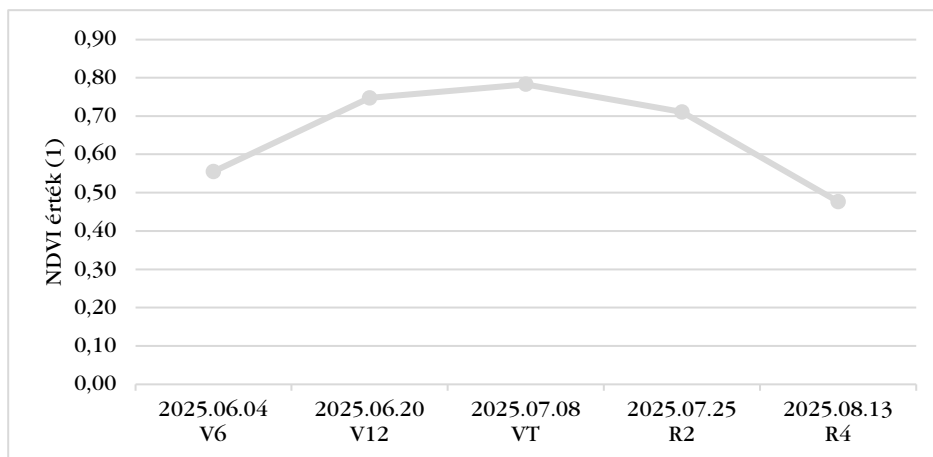


Figure 19. NDVI values at different sampling times (H26 - SY Artos). (I) NDVI values

Köszönetnyilvánítás

A TKP2021-NKTA-32 számú projekt a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

IRODALOM

- Bänziger, M.-Edmeades, G.-Beck, D.-Bellon, M.:* 2000. Breeding for Drought and Nitrogen Stress Tolerance in Maize: From Theory to Practice. Mexico. CIMMYT.
- Bene E.:* 2013. Vetéstechnológiai modellek hatásának vizsgálata eltérő tenyészidejű kukorica hibridek termésképző elemeinek néhány cső, beltartalmi és termésmennyiségi paraméterére. Agrártudományi Közlemények. 52: 17-23.
- 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. <https://doi.org/10.15159/AR.21.148>
- Bojtor, C.-Mousavi, S. M. N.-Illés, Á.-Golzardi, F.-Széles, A.-Szabó, A.-Marton, C. L.:* 2022. Nutrient composition analysis of maize hybrids affected by different nitrogen fertilisation systems. Plants. 11. 12: 1593.
- Cazetta, J. O.-Seebauer, J. R.-Below, F. E.:* 1999. Sucrose and Nitrogen Supplies Regulate Growth of Maize Kernels. Annals of Botany. 84. 6: 747-754. <https://doi.org/10.1006/anbo.1999.0976>
- Di Salvo, J. I.-Lee, C.-Salmerón, M.:* 2021. Regional multi-environment analysis of corn productivity and yield stability as impacted by hybrid maturity. Field Crops Research. 262: 108025. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.108025>
- Erenstein, O.-Jaleta, M.-Sonder, K.-Mottaleb, K.-Prasanna, B. M.:* 2022. Global maize production, consumption and trade: trends and R&D implications. Food Security. 14. 5: 1295-1319. <https://doi.org/10.1007/s12571-022-01288-7>
- FAOSTAT* [Food and Agriculture Organization of the United Nations. (n.d.)]: Crops and Livestock Products (QCL). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (letöltve: 2025. november 17.)
- Gambin, B. L.-Di Salvo, J. I.-Sciarresi, C.-Trifunovic, S.-Narvel, J.-Zhou, X.-Lamkey, K.-Archontoulis, S. V.:* 2023. Maize kernel weight genetic gain is achieved through different mechanisms depending on the hybrid maturity. Field Crops Research. 303: 109123. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.109123>

- Gombos, B.-Nagy, Z.-Hajdu, A.-Nagy, J.: 2023. Climate change in the Debrecen area in the last 50 years and its impact on maize production. *Időjárás*. 127. 4: 485–504.
- Illés Á.-Sólyom J.-Nagy J.-Bojtor Cs.: 2025a. Kukorica (*Zea mays* L.) hibridek szárazanyag-beépülésének és vízzeladási dinamikájának értékelése szántóföldi tartamki sérletben. *Növénytermelés*. 74. 2: 51–63.
- Illés, Á.-Bojtor, C.-Harsányi, E.-Nagy, J.-Lengyel, L.-Széles, A.: 2025b. Optimizing Nitrogen Fertilization in Maize Production to Improve Yield and Grain Composition Based on NDVI Vegetation Assessment. *Agriculture*. 15. 21: 2279.
- Illés, Á.-Horváth, É.-Bojtor, C.-Zagyvi, P.-Széles, A.: 2025c. Precision maize stand analysis using remote sensing methods: plant density measurement with spectral data integration. *Precision Crop Production*. 1.
- Li, T.-Zhang, X.-Liu, Q.-Liu, J.-Chen, Y.-Sui, P.: 2022. Yield penalty of maize (*Zea mays* L.) under heat stress in different growth stages: A review. *Journal of Integrative Agriculture*. 21. 9: 2465–2476. <https://doi.org/10.1016/j.jia.2022.07.013>
- Lu, H.-Xue, J.-Guo, D.: 2017. Efficacy of planting date adjustment as a cultivation strategy to cope with drought stress and increase rainfed maize yield and water-use efficiency. *Agricultural Water Management*. 179: 227–235. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.09.001>
- Nagy, J.-Zalai, M.-Illés, Á.-Monoki, S.: 2024. The Impact of Crop Year and Crop Density on the Production of Sunflower in Site-Specific Precision Farming in Hungary. *Agriculture*. 14. 9: 1515.
- Nagy J.: 2021. Kukorica: a nemzet aranya: élelmiszer, takarmány, bioenergia. Szaktudás Kiadó Ház Rt. Budapest. 516. ISBN: 9789635750023
- Ray, D. K.-Mueller, N. D.-West, P. C.-Foley, J. A.: 2013. Yield Trends Are Insufficient to Double Global Crop Production by 2050. *Plos One*. 8. 6: e66428. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066428>
- Sojnoczki, I.-Nagy, J.-Illés, Á.-Kecskés, I.-Bojtor, C.: 2024. Comparative Analysis of Drought Effects on the Soil Moisture Level and Penetration Resistance in Conventional and Non-Conventional Tillage Systems in Maize Production. *Agriculture*. 14. 7: 1000.
- Szabó, A.-Mousavi, S. M. N.-Bojtor, C.-Ragán, P.-Nagy, J.-Vad, A.-Illés, Á.: 2022. Analysis of nutrient-specific response of maize hybrids in relation to leaf area index (LAI) and remote sensing. *Plants*. 11. 9: 1197.
- Széles, A.-Huzsvai, L.-Mohammed, S.-Nyéki, A.-Zagyvi, P.-Horváth, É.-Tamás, A.: 2024. Precision agricultural technology for advanced monitoring of maize yield under different fertilization and irrigation regimes: A case study in Eastern Hungary (Debrecen). *Journal of Agriculture and Food Research*. 15: 100967.

- Temeche, D.-Getachew, E.-Hailu, G.:* 2024. Optimize planting density and nitrogen fertilizer rate on green cob and grain yield of maize (*Zea mays* L.) under irrigation in North Shewa, Ethiopia. Elsevier BV. 10. 17: e36367. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e36367>
- Wei, S.-Wang, X.-Li, G.-Qin, Y.-Jiang, D.-Dong, S.:* 2019. Plant Density and Nitrogen Supply Affect the Grain-Filling Parameters of Maize Kernels Located in Different Ear Positions. *Frontiers in Plant Science*. 10. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00180>
- 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.
- Zhou, B.-Yue, Y.-Sun, X.-Wang, X.-Wang, Z.-Ma, W.-Zhao, M.:* 2016. Maize Grain Yield and Dry Matter Production Responses to Variations in Weather Conditions. *Agronomy Journal*. 108. <https://doi.org/10.2134/agronj2015.0196>

A szerzők levelezési címe - Address of the authors:

*Hadászi László - Horváth Dávid
KITE Zrt. Innovációs Főigazgatóság
Nádudvar
Bem József u. 1.
H-4181
*nov-hl@kite.hu