

A kukorica hibridek smart paramétereinek elemzése

¹HADÁSZI LÁSZLÓ - ²ILLÉS ÁRPÁD - ³BOJTOR CSABA -

¹SOJNÓCZKI ISTVÁN - ²NAGY JÁNOS

¹KITE Zrt. Innovációs Főigazgatóság, Nádudvar

³Debreceni Egyetem MÉK

Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet, Debrecen

Összefoglalás

Kutatásunk során Magyarországon nagy területen termesztett kiváló kukorica hibrideket vizsgáltunk szuper intenzív csepegtető öntözéses kísérletben. A kísérlet a Debreceni Egyetem Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézet (DE AKIT DTTI) Látókép Növénytermesztési Kísérleti Telepén került beállításra. Vizsgálatunk során nyolc eltérő FAO számmal rendelkező hibridet elemeztünk szántóföldi körülmények között csepegtető öntözéses tartamkísérletben. Az egyes genotípusok termésmennyiségét, valamint az azokat meghatározó terméselemeket a fiziológiai érettséget követő egyedi mintavétel alapján állapítottuk meg. A mintavételt követően egyedi mintafeldolgozás keretében határoztuk meg az egyes genotípusok átlagos egyedi szemtömegét, egyedi szemszámát, ezermagtömegét, valamint a termésmennyiséget. A kedvezőtlen agrometeorológiai tényezők ellenére az intenzív termesztéstechnológia eredményeképpen a H3, H5 és H6 genotípusok egyaránt 15 t/ha értéket meghaladó termésmennyiséggel rendelkeztek, amely mutatja a genotípusok jó termésstabilitását. A termésmennyiség kialakulásában elsődleges jelentőséggel két tényező, az egyedi szemszám, valamint az egyedi szemtömeg jelenik meg. Ezen tényezők genotípus-specifikus értékelése során megállapítottuk, hogy az egyedi szemszám értékeiben kiemelkedő volt a H6 genotípus, mintegy 9-34%-kal meghaladva a többi vizsgált hibridet. Ezen felül a kísérletben a H5 hibrid szintén 600 db/cső értéket meghaladó egyedi szemszámmal rendelkezett, jelentősen meghaladva a többi vizsgált hibridet. Az ezermagtömeg adatokban a H4 genotípus bizonyult

legkiemelkedőbbnek 465,71 g értékkel. Ezek alapján a hibrid 10–27%-kal nagyobb ezermagtömeggel rendelkezett a többi vizsgálatba vont genotípushoz képest. A hibridek közül a 400 g ezermagtömeg értéket meghaladó H2 és H3 – a rövid tenyészidő ellenére – kiemelkedő értékeket mutatott.

Kulcsszavak: kukorica hibrid, intenzív termesztéstechnológia, csepegtető öntözés

Analysing the smart parameters of maize hybrids

¹L. HADÁSZI – ²Á. ILLÉS – ²CS. BOJTOR – ¹I. SOJNÓCZKI – ²J. NAGY

¹KITE Zrt. Innovation Directorate-General, Nádudvar

²University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and
Environmental Management

Institute of Land Use, Engineering and Precision Farming Technology, Debrecen

Summary

In this research, excellent maize hybrids grown over a large area in Hungary were tested in a super intensive drip irrigation experiment. The experiment was set up at the University of Debrecen, Institutes for Agricultural Research and Educational Farm, Debrecen Educational Farm and Landscape Research Institute (DE AKIT DTTI) the Látókép Crop Production Experimental Station. In our study, eight hybrids with different FAO numbers were analysed under field conditions in drip irrigation long-term experiments. The yield of each genotype and the yield components determining the yield were estimated on the basis of individual sampling after physiological maturity. After sampling, the average individual grain weight, individual grain number, thousand grain weight and yield of each genotype were determined by individual sample processing. Despite unfavourable agro-meteorological factors, intensive production techniques resulted in yields of genotypes H3, H5 and H6 all exceeding 15 t ha⁻¹, indicating high yield stability of the examined genotypes. Two factors, individual grain number and individual grain weight, are of primary importance in the development of yield. Genotype-specific evaluation of these factors revealed that the genotype H6 was prominent in the values of individual grain

number, outperforming the other examined hybrids by about 9–34%. In addition, in the experiment, the H5 hybrid also had an individual grain number exceeding 600 grains per ear, significantly outperforming the other tested hybrids. The genotype H4 proved to be the most outstanding in terms of thousand grain weight with a value of 465.71 g. These results showed that the hybrid had 10–27% higher thousand grain weight compared to the other tested genotypes. Of the examined hybrids, H2 and H3, which exceeded 400 g thousand grain weight, showed outstanding values despite the fact that they are short maturity hybrids.

Keywords: maize hybrid, intensive production technology, drip irrigation

Bevezetés

A népességszám és az ipari volumenek növekedése magával vonja a termesztés intenzifikálását. Termőterületeink mérete folyamatosan csökken, ezáltal a rendelkezésre álló területek hatékony kihasználása elengedhetetlen a modern mezőgazdasági gyakorlat során. Magyarországon a szántóterületeink jelentős része kiváló minőségű és alkalmas a termesztés nagyfokú intenzifikálására. Hazánkban a köztermesztésben forgalomban lévő kukorica hibridek száma meghaladja a 400 darabot. A hibridek között jelentős eltérés van genetikai potenciálban, illetve a tenyészidőszak hosszában. A FAO éréscsoportok szoros összefüggést mutattak a terméshozammal, illetve pozitív, mérsékelt erőssé korrelációt ($r=0,68$) találtak a hozam és a keményítőtartalom között; negatív, közepesen erős korrelációt ($r=-0,52$) a hozam és a fehérjetartalom között; laza, negatív korrelációt ($r=-0,19$) a hozam és a hozam és az olajtartalom között (Hegyi et al. 2008). A vetés időpontja és a hibrid éréscsoportja két döntő tényező, amelyek meghatározzák a kukorica terméshozampotenciálját egy bizonyos környezetben (Baum et al. 2019). Az éghajlatváltozással összefüggésben ezek a tényezők egyre fontosabbak. A környezeti stresszviszonyok leküzdésére alkalmas genotípusok helyes megválasztása és a genotípushoz igazodó tápanyagellátás nagyon fontos, mivel ezek nagyban meghatározzák a termesztés hatékonyságát (Széles et al. 2019, Nyéki et al. 2021). A változó éghajlat jelentősen befolyásolja a kukoricatermelést, különféle abiotikus stresszt okozva (Lobell és Field 2007, Lobell et al. 2014, Pachauri et al. 2014.). Ennek ellenére Észak- és Nyugat-Európában a fajták

koraisága kulcsfontosságú alkalmazkodási tulajdonságnak tekinthető (Singor et al. 2001), ami korábbi betakarítást és a szárítási költségek csökkenését eredményezi.

A Debreceni Egyetem által létrehozott hosszú távú kísérletben az éves csapadék mennyisége és eloszlása, valamint a tápanyag-utánpótlás együttes hatásainak értékelésére van lehetőség. Széles et al. (2017) kutatásukban megállapították, hogy a kukorica termőképességét a 2014-es, 2015-ös és 2016-os tenyészidőszakban jelentős mértékben befolyásolták a környezeti tényezők. Minden vizsgált esetben szignifikáns ($P < 0,001$) különbség volt az egyes tenyészévek között (Széles et al. 2017).

A késői érettségi csoportba tartozó hibridek azonban többet vehetnek igénybe a rendelkezésre álló hőegységekből (Lobell et al. 2014). A környezeti tényezők közül a víz jelenléte vagy hiánya nagymértékben limitáló tényező, amelyre genotípus-specifikus toleranciával rendelkeznek az egyes kukorica hibridek (Shojaei et al. 2022). A csepegtető öntözés hatékonyságát bizonyítja a többi öntözési móddal szemben az, hogy a víz és a tápanyagok közvetlenül a gyökérszóna közelében kerülnek kijuttatásra. Abd El-Wahed és Ali (2013) kimutatták, hogy a csepegtető öntözőrendszer maximalizálta a kukorica szemtermést és a vízfelhasználás hatékonyságát a szórófejes öntözőrendszerhez képest. Az öntözés gyakorisága az egyik fontos tényező a csepegtető öntözés kezelésében, különösen a durva szerkezetű talajokon. A megfelelő öntözési gyakoriság egyensúlyt teremthet a talajnedvesség és az oxigénviszonyok között a növény gyökérszónájában a teljes vegetációs időszakban (Wan és Kang 2006). A megfelelő tápanyagellátáshoz a kukoricának nitrogénre, foszforra és káliumra van elsődlegesen szüksége a normál növekedéshez. A nitrogén fontos növényi tápelem, és ez az elem határozza meg a vegetatív fázist és az azt követő szaporodási fázist, különösen olyan tápanyagindikátor-kultúráknál, mint a kukorica. A talaj nitrogéntartalma meghatározhatja a kukorica termését egy adott területen (Adediran és Banjoko 1995, Subedi és Ma 2005). A nitrogén a kukorica szárazanyagának 1–4%-át teszi ki. A nitrogén kulcsszerepet játszik a kukorica (növényi) növekedési folyamataiban, különösen a klorofillban és az enzimekben, hiánya a kukorica növekedésének csökkenéséhez vezethet. A foszfor makroelem egyaránt döntő szerepet játszik a kukorica növekedésében. Enzimatis reakciókban működik, nélkülözhetetlen a sejtosztódásban, segíti a mag- és termésképzést, beleértve a termés

érettségét (Illés et al. 2022). A kálium a kukorica növekedésében is jelentős szerepet játszik, a kálium csak szervetlen formában fordul elő a talajban, és nagymértékben befolyásolja a növényekben található szerves összetevők szintézisét. Minden sejttanyagcsere-folyamatban nélkülözhetetlen, fontos szereppel bír a szénhidrát, fehérjék, zsírok és olajok szintézisében, valamint a szintetizált összetevők transzlokációjában és a klorofill fejlődésében egyaránt.

A kukorica a növényfajától és a talaj termékenységi állapotától függően eltérően reagál a nitrogén (N), foszfor (P) és kálium (K) kijuttatására (Bojtor et al. 2022). Katsvairo et al. (2003) kutatási eredményei azt mutatják, hogy a különböző kukoricafajták tápanyagreakciói eltérőek a nitrogén műtrágya kijuttatására.

A vizsgálat célkitűzése az eltérő éréscsoportba tartozó kukorica hibridek főbb termésalkotó elemeinek összehasonlító értékelése volt, intenzív agrotechnika megvalósítása mellett.

Anyag és módszer

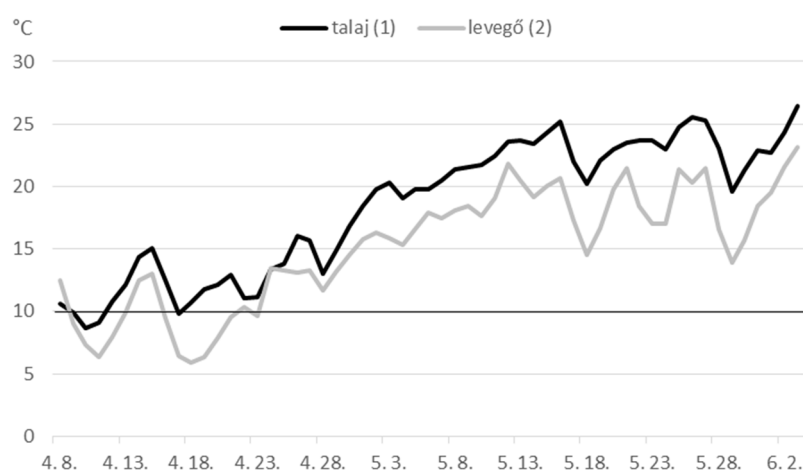
A kísérleti terület adatai

A kísérlet a Debreceni Egyetem Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézet (DE AKIT DTTI) Látókép Növénytermesztési Kísérleti Telepén került beállításra. A kísérleti terület a hajdúsági löszháton kialakult mészlepedékes csernozjom talajon helyezkedik el, amely kiváló lehetőséget teremt a kísérlet céljaul kitűzött maximális genetikai terméspotenciál eléréséhez. A terület talajviszonyai a magas technológiai minőségű kukoricatermesztés számára ideálisak, középkötött, jó vízellátottságú, nagy termőrétegű kísérleti területet eredményezve (Nagy 2019).

A kísérleti terület időjárási jellemzői

A kísérleti területet a 2022-es évjárat szélsőséges időjárási viszonyai jellemezték (1-2. ábra). Az igen száraz 2021-es tenyészidőszakot követő téli félévben is kevés csapadék hullott Debrecen térségében. A Látóképi Kísérleti Telepen hat hónap alatt lehullott 144 mm csapadék 70 mm-rel kevesebb a sokévi átlagnál. Az időszak kissé hidegebb, de napfényben lényegesen gazdagabb volt a szokásosnál (1. táblázat).

1. ábra. A talajhőmérséklet (5 cm, szántásos alapművelés) és a léghőmérséklet (2 m) alakulása (Debrecen-Látókép, 2022. április 8.–június 3.)



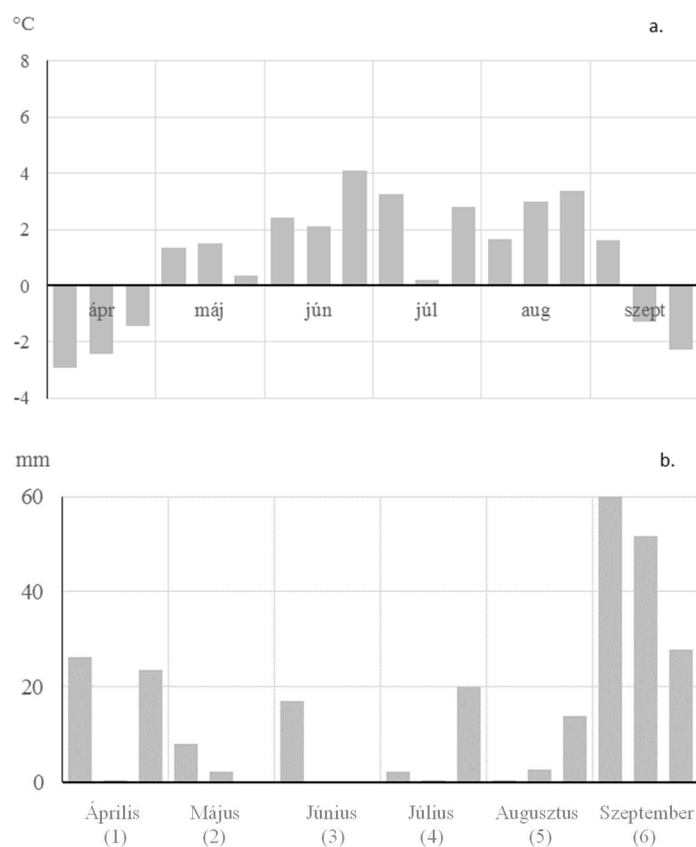
Forrás: Gombos és Nagy (2023)

Figure 1. Daily average of soil temperature (at 5 cm depth), air temperature (2 m) and the difference of them (Debrecen-Látókép, 8 April to 3 June, 2021). (1) Soil temperature, (2) Air temperature, Source: Gombos and Nagy (2023)

A talajok mélyebb rétegének feltöltődése nem volt kielégítő. A januártól márciusig összesen lehullott mindössze 32 mm csapadék mellett a napos, szeles időjárás határozottan elindította a talajok felső rétegének kiszáradását. Mindez már előre vetítette egy akár súlyosabb aszály kialakulásának lehetőségét.

A szárazság miatt a tavaszi talajmunkákat mindenütt el lehetett végezni már március folyamán. Az áprilist kissé hűvös, átlagosan csapadékos időjárás jellemezte. Az egész tenyészidőszakot tekintve csupán április mutatott jelentős negatív hőmérsékleti anomáliát, a 9,0 °C-os középhőmérséklete 2,2 °C-kal maradt el az átlagostól, de kevésbé volt hűvös, mint a 2021-es április. Májusban viszont már meleg, igen száraz időjárás uralkodott a hónap elejétől kezdődően. A vetés, a kelés és korai vetés esetén még a kezdeti fejlődés szempontjából is összességében kedvezőek voltak a meteorológiai feltételek 2022 tavaszán.

2. ábra. A dekád középhőmérsékletek eltérése a sokévi átlagtól (a) és a csapadékösszegek (b) 2022 tenyészidőszakában (Debrecen-Látókép, 2022)



Forrás: *Gombos és Nagy (2023)*

Figure 2. 10-day precipitation sums (b) and anomalies of the 10-day average air temperature values (a) in the growing season (Debrecen-Látókép, 2022). (1) April, (2) May, (3) June, (4) July, (5) August, (6) September, Source: *Gombos and Nagy (2023)*

A napi talajhőmérsékleti középértékek április 12-től emelkedtek tartósan a növény bázishőmérséklete (10 °C) felé és a hónap végére érték el stabilan a 15 °C-ot (*1. ábra*). A talaj hőmérséklete néhány nap kivételével több fokkal meghaladta a léghőmérsékletet, az áprilisi időszakban átlagosan 2,1 °C,

májusban 4,1 °C volt a hőmérsékleti többlet. Ez kedvező, mert hatleveles állapotig a kukorica tenyészőcsúcsa a talajfelszín alatt található, tehát a fejlődési sebességet közvetlenül a talaj hőmérséklete határozza meg, a léghőmérséklet hatása közvetve érvényesül.

1. táblázat. A hőmérséklet, a csapadék (Debrecen-Látókép) és a napfénytartam (Debrecen-Repülőtér, OMSZ) havi és féléves jellemzői 2022-ben

Időszak (1)	Középhőmérséklet (°C) (2)	Csapadék (mm) (3)	Napfénytartam (óra) (4)
Téli félév (X-III.) (5)	3,4 (-0,8)	144 (-70)	891 (+217)
Nyári félév (IV-IX.) (6)	18,5 (+1,0)	268 (-78)	1566 (+50)
Április (7)	9,0 (-2,2)	53 (-3)	177 (-37)
Május (8)	17,6 (+1,0)	10 (-54)	275 (+25)
Június (9)	22,2 (+2,9)	17 (-49)	358 (+89)
Július (10)	23,4 (+2,1)	22 (-44)	312 (+26)
Augusztus (11)	23,5 (+2,7)	17 (-32)	303 (+14)
Szeptember (12)	15,3 (-0,7)	152 (+104)	141 (-67)

Forrás: *Gombos* és *Nagy* (2023), 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, HMS) in 2022. (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, Source: *Gombos* and *Nagy* (2023)

A teljes nyári időszak igen meleg és rendkívül száraz volt. A dekádonkénti adatok (2. ábra) mutatják, hogy a száraz periódus már május elején elkezdődött és csak augusztus végén ért véget. Az átlagosnál lényegesen melegebb időszak június elejétől szeptember első dekádjáig tartott, csupán átmenetileg július közepén mérséklődött kissé a hőmérséklet, de ekkor is átlagosan meleg volt az időjárás. A havi középhőmérsékletek mindhárom nyári hónapban viszonylag egységesen 2–3 °C-kal haladták meg az átlagot. A napsütéses órák száma is magas volt, általában kevés felhő jellemezte az

időjárást. Nyári teljes csapadékösszeg mindössze 56 mm, ami még a 2021-es 72 mm-es igen alacsony értéktől is elmarad, és csupán egy alkalommal volt ennél kisebb nyári csapadékösszeg 1951 óta (1962-ben 55 mm). Mindössze két alkalommal hullott 10 mm feletti napi csapadék (június 4.: 11,5 mm, július 31.: 12 mm), de ezek a levegő igen nagy párologtató képessége miatt nem tudtak érdemben hozzájárulni a kukorica vízellátásához. A napsütéses órák száma mindhárom hónapban meghaladta a sokévi átlagot, a napfényben leggazdagabb hónap a június volt (368 óra). A jellemző anticiklonális helyzet, a kevés felhő és száraz levegő miatt nagy volt a napi hőingadozás. Az éjszakai órákban általában 20 °C alá hűlt a levegő, viszont igen magas (44) volt a hőség napok ($\text{max} \geq 30 \text{ °C}$) száma a nyári időszakban.

A kísérlet agrotechnikai jellemzői

Az egyes kukorica genotípusok maximális terméspotenciáljának elérése érdekében a kísérletben intenzív, forgatásos alapművelésre alapozott termesztéstechnológiát alkalmaztunk, csepegtető szalagos mikroöntözéssel és többszöri tápanyagutánpótlási rendszerrel együtt (2. táblázat).

A kísérletben értékelt hibridek főbb jellemzői

- H1 (FAO 380): Kompakt fenotípusos megjelenésű kukorica hibrid: átlagos növénymagassága 321,7 cm. A cső 136,9 cm-es magasságban ered a szárról. Kiváló gyökér- és szártulajdonságokkal rendelkezik, szárátmérője átlagosan 20,03 mm. Agronómiai tulajdonságai kedvezőek, kelési erélye, korai fejlődése és szárszilárdsága egyaránt jó. Biológiai érettségét korán, augusztus végén képes elérni. Levélfelület indexe (LAI) 4,6.
- H2 (FAO 380): Termetét tekintve magas hibrid, átlagos növénymagassága 322 cm. A cső 136,2 cm-es magasságban ered a szárról. Jó gyökér- és szártulajdonságokkal rendelkezik, szárátmérője átlagosan 19,89 mm. Agronómiai tulajdonságai optimálisan, kelési erélye, korai fejlődése és szárszilárdsága is jó. Levélfelület indexe (LAI) 4,3.
- H3 (FAO 400): Átlagos növénymagassága 331,5 cm. A cső 136,9 cm-es magasságban ered a szárról. Szép, telt csöveket fejleszt, ezermag tömege: 421 g. Szárátmérője átlagosan 20,46 mm. Agronómiai tulajdonságai kedvezőek, kelési erélye, korai fejlődése és szárszilárdsága is jó. Biológiai érettségét 08. 31-én érte el. Levélfelület indexe (LAI) 4,1.

2. táblázat. A kísérlet agrotechnikai adatai
(Debrecen-Látókép, 2022)

Dátum (1)	Agrotechnikai műveletek (2)
2021. 10. 01.	Elővetemény szármaradványainak zúzása (3)
2021. 10. 08.	Őszi tápanyagutánpótlás (4) 24 kg/ha N, 72 kg/ha P ₂ O ₅ , 72 kg/ha K ₂ O
2021. 10. 11.	Forgatásos alapművelés (5)
2022. 03. 02.	Alapművelés lezárása (6)
2022. 03. 29.	Tavaszi tápanyagutánpótlás (7) 135 kg/ha N, 35 kg/ha CaO, 25 kg/ha MgO
2022. 04. 26.	Vetés (8)
2022. 05. 24.	Mechanikai sorközművelés (9)
2022. 06. 10.	Tápoldatos tápanyagutánpótlás (10) 3,5 kg/ha N, 5 kg/ha P ₂ O ₅ , 40 kg/ha K ₂ O
2022. 06. 29.	Növényvédelem (11) 0,3 kg/ha - acetamiprid (200 g/kg) 0,2 l/ha - lambda-cihalotrin (50 g/l)
2022. 05. 27.–08. 11.	Öntözés összes kijuttatott vízmennyiség 456,8 mm (12)
2022. 07. 12.	Tápoldatos tápanyagutánpótlás (13) 1,75 kg/ha N, 2,5 kg/ha P ₂ O ₅ , 20 kg/ha K ₂ O
2022. 10. 10.	Betakarítás (14)

Table 2. Agrotechnical data of the experiment (Debrecen-Látókép, 2022). (1) Date, (2) Agrotechnical operations, (3) Crushing plant residues of the previous crop, (4) Autumn nutrient replenishment, (5) Ploughing as primary tillage, (6) Finishing primary tillage, (7) Spring nutrient replenishment, (8) Sowing, (9) Interrow cultivation, (10) Nutrient replenishment with nutrient solution, (11) Crop protection, (12) Irrigation - total amount: 456.8 mm, (13) Nutrient replenishment with nutrient solution, (14) Harvesting

- H4 (FAO 410): Nagy növénymagasságú hibrid, átlagosan 326,4 cm mértékkel. A cső 115,5 cm-es magasságban ered a szárról. Ezermagtömege 465,71 g volt. Jó gyökér- és szártulajdonságokkal rendelkezik, szárátmérője átlagosan 18,57 mm. Agronómiai tulajdonságai kedvezőek,

- kelési erélye, korai fejlődése és szárszilárdsága is jó. Biológiai érettségét korán, szeptember elején (09. 03.) elérte. Levélfelület indexe (LAI) 4,9.
- H5 (FAO 450): A FAO 400-as csoport közepén érik. Átlagos növénymagassága 321,2 cm. A cső 130,1 cm-es magasságban ered a szárról. Optimális gyökér- és szártulajdonságokkal rendelkezik, szárátmérője átlagosan 18,42 mm. Agronómiai tulajdonságai kedvezőek, kelési erélye, korai fejlődése és szárszilárdsága is jó. Levélfelület indexe (LAI) 4,3. Ezermagtömege 388,01 g. Átlagos csőhossza: 20,4 cm; átlagos cső átmérő: 51 mm.
 - H6 (FAO 470): A FAO 400-as csoport végén érő genotípus, átlagosan 312,2 cm növénymagassággal. A cső 119,6 cm-es magasságban ered a szárról. Megfelelő gyökér- és szártulajdonságokkal rendelkezik, szárátmérője átlagosan 20,44 mm. Agronómiai jellemzői kedvezőek, egyaránt jó kelési erély, korai fejlődés és szárszilárdság jellemzi. Levélfelület indexe (LAI) 4,2, ezermagtömege 394,09 g volt. Átlagos csőhossza: 21,7 cm; átlagos cső átmérő: 51,2 mm.
 - H7 (FAO 490): A FAO 400-as csoport végi érésű genotípus, magas termetű, átlagos növénymagassága 301,5 cm. A cső 127,1 cm-es magasságban ered a szárról. Kiváló gyökér- és szártulajdonságokkal rendelkezik, szárátmérője átlagosan 19,65 mm. Agronómiai tulajdonságai kedvezőek, kelési erélye, korai fejlődése és szárszilárdsága egyaránt jó. Levélfelület indexe (LAI) 5,0. Ezermagtömege 399,91 g. Átlagos csőhossza: 20,1 cm; átlagos csőátmérő: 50,1 mm.
 - H8 (FAO 420): A FAO 400-as csoport eleji érésű genotípus, kompakt felépítésű: átlagos növénymagassága 293 cm. A cső átlagosan 123,9 cm-es magasságban ered a szárról. Szép, telt csöveket fejleszt, ezermag tömege: 395,7 gramm. Szárátmérője átlagosan 18,11 mm. Agronómiai tulajdonságai kedvezőek, kelési erélye, korai fejlődése és szárszilárdsága is jó. Levélfelület indexe (LAI) 5,0. Átlagos csőhossza: 19,6 cm; átlagos csőátmérő: 47,3 mm.

Terméselem vizsgálatok

Az egyes genotípusok termésmennyiségét, valamint az azokat meghatározó terméselemeket a fiziológiai érettséget követő egyedi mintavétel alapján állapítottuk meg. A mintavételt követően egyedi mintafeldolgozás keretében határoztuk meg az egyes genotípusok átlagos egyedi szemtömegét, egyedi szemszámát, ezermagtömegét, valamint a termésmennyiségét.

Statisztikai értékelés

Az eredmények statisztikai elemzéséhez az adatok megfelelőségi értékelését Kolmogorov-Smirnov normalitásvizsgálattal végeztük el. Az egyes genotípusok közötti különbségek feltárásához egytényezős varianciaanalízist alkalmaztunk. A statisztikailag igazolt eltérések meghatározására pedig Fisher-féle legkisebb szignifikáns különbség (LSD) tesztet használtunk. A statisztikai értékeléshez, valamint az ábrák elkészítéséhez Minitab (Minitab LLC., Pennsylvania, USA) és MS Excel 365 (Microsoft Corporation, Redmond, USA).

Eredmények

A kísérletben vizsgált közép- és közép-korai érésidejű kukoricahibridek termésparamétereinek értékelése során megállapítottuk, hogy a termésmennyiséget tekintve a H4 hibrid volt kiemelkedő, 16 t/ha feletti értéket eredményezve. A kedvezőtlen agrometeorológiai tényezők ellenére az intenzív termesztéstechnológia eredményeképpen a H3, H5 és H6 genotípusok egyaránt 15 t/ha értéket meghaladó termésmennyiséggel rendelkeztek, amely mutatja a genotípusok jó termésstabilitását (3. *ábra*).

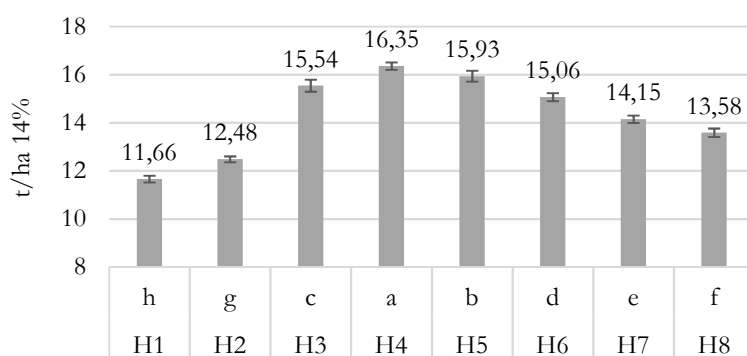
A termésmennyiség kialakulásában elsődleges jelentőséggel két tényező, az egyedi szemszám, valamint az egyedi szemtömeg jelenik meg. Ezen tényezők genotípus-specifikus értékelése során megállapítottuk, hogy az egyedi szemszám értékeiben kiemelkedő volt a H6 genotípus, mintegy 9–34%-kal meghaladva a többi vizsgált hibridet. Ezen felül a kísérletben a H5 hibrid szintén 600 db/cső értéket meghaladó egyedi szemszámmal rendelkezett, jelentősen meghaladva a többi vizsgált hibridet (4. *ábra*).

Az egyedi szemtömeg értékei az egyedi szemszámhoz hasonló tendenciát mutattak, amely szerint a H6 genotípusnak volt a legmagasabb az egy csővön lévő szemek tömege, átlagosan 268,33 g/cső értékkel. Ezzel 5–36%-kal meghaladta a többi vizsgált hibrid csővenkénti szemtömegét. Az évjárat adottságokhoz viszonyítva magas, 250 g/cső értéket ezen felül kettő hibrid, a H3 és H4 ért el (5. *ábra*).

A kukorica hibridek termésmennyiségével összefüggésben az ezermagtömeg adatokban a H4 genotípus bizonyult legkiemelkedőbbnek, 465,71 g értékkel. Ezek alapján a hibrid 10–27%-kal nagyobb ezermagtömeeggel rendelkezett a többi vizsgálatba vont genotípushoz képest. A hibridek közül a 400 g

ezermagtömeg értéket meghaladó H2 és H3 a rövid tenyészidejük ellenére kiemelkedő értékeket mutatott (6. ábra).

3. ábra. *Eltérő érésidejű kukorica genotípusok termésmennyisége (n=4±S.D.) (Debrecen-Látókép, 2022)*

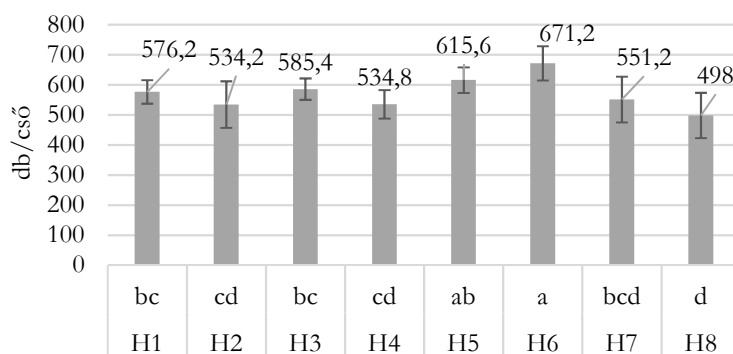


Megjegyzés: az eltérő betűvel jelzett értékek egymástól statisztikailag különböznek.

Figure 3. Yield of maize genotypes with different maturity (n=4±S.D.) (Debrecen-Látókép, 2022).

Note: values with different lettering are statistically different from each other.

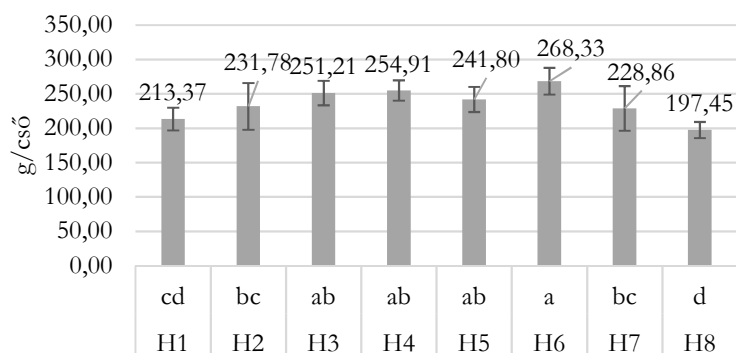
4. ábra. *Eltérő érésidejű kukorica genotípusok egy csövön lévő szemszáma (n=5±S.D.) (Debrecen-Látókép, 2022)*



Megjegyzés: az eltérő betűvel jelzett értékek egymástól statisztikailag különböznek.

Figure 4. Number of grains per ear of maize genotypes with different maturity (n=5±S.D.) (Debrecen-Látókép, 2022). Values with different lettering are statistically different from each other.

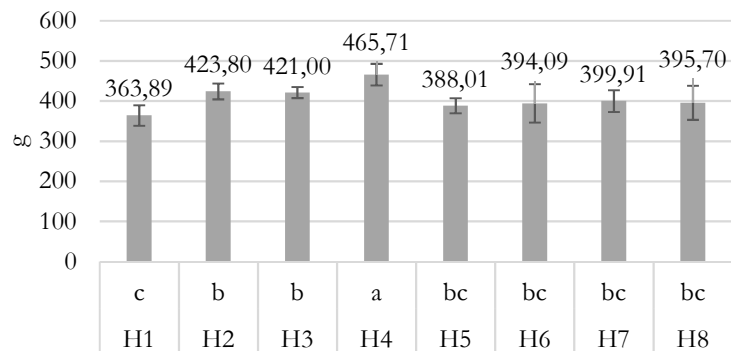
5. ábra. *Eltérő érésidejű kukorica genotípusok egy csövön lévő szemtömege (n=5±S.D.) (Debrecen-Látókép, 2022)*



Megjegyzés: az eltérő betűvel jelzett értékek egymástól statisztikailag különböznek.

Figure 5. Weight of grains per ear of maize genotypes with different maturity (n=5±S.D.) (Debrecen-Látókép, 2022). Note: values with different lettering are statistically different from each other.

6. ábra. *Eltérő érésidejű kukorica genotípusok ezermagtömege (n=5±S.D.) (Debrecen-Látókép, 2022)*



Megjegyzés: az eltérő betűvel jelzett értékek egymástól statisztikailag különböznek.

Figure 6. Thousand grain weight of maize genotypes with different maturity (n=5±S.D.) (Debrecen-Látókép, 2022). Note: values with different lettering are statistically different from each other.

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

- Abd El-Wahed, M. H.-Ali, E. A.*: 2013. Effect of irrigation systems, amounts of irrigation water and mulching on corn yield, water use efficiency and net profit. *Agricultural Water Management*. 120: 64-71.
- Adediran, J. A.-Banjoko, V. A.*: 1995. Response of maize to nitrogen, phosphorus, and potassium fertilizers in the savanna zones of Nigeria. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 26. 3-4: 593-606.
- Baum, M. E.-Archontoulis, S. V.-Licht, M. A.*: 2019. Planting date, hybrid maturity, and weather effects on maize yield and crop stage. *Agronomy Journal*. 111. 1: 303-313.
- Bojtor, C.-Mousavi, S. M. N.-Illés, Á.-Golzardi, F.-Széles, A.-Szabó, A.-Nagy, J.-Marton, C. L.*: 2022. Nutrient composition analysis of maize hybrids affected by different nitrogen fertilisation systems. *Plants*. 11. 12: 1593.
- Gombos B.-Nagy J.*: 2023. A 2022-es rendkívüli aszály agrometeorológiai jellemzői Debrecen-Látóképen. *Növénytermelés*. 72. 1: 5-18.
- Hegyí, Z.-Pók, I.-Berzy, T.-Pintér, J.-Marton, L.*: 2008. Comparison of the grain yield and quality potential of maize hybrids in different FAO maturity groups. *Acta Agronomica Hungarica*. 56. 2: 161-167.
- Illés, Á.-Bojtor, C.-Mousavi, S. M. N.-Széles, A.-Tóth, B.-Szabó, A.-Nagy, J.*: 2021. Evaluation of Complete Fertilizer in the Aspect of the Antioxidant Enzyme System of Maize Hybrids. *Agronomy*. 11. 11: 2129.
- Katsvairo, T. W.-Cox, W. J.-Van Es, H. M.-Glos, M.*: 2003. Spatial yield response of two corn hybrids at two nitrogen levels. *Agronomy Journal*. 95. 4: 1012-1022.
- Lobell, D. B.-Field, C. B.*: 2007. Global scale climate-crop yield relationships and the impacts of recent warming. *Environmental Research Letters*. 2. 1: 014002.
- Lobell, D. B.-Roberts, M. J.-Schlenker, W.-Braun, N.-Little, B. B.-Rejesus, R. M.-Hammer, G. L.*: 2014. Greater sensitivity to drought accompanies maize yield increase in the US Midwest. *Science*. 344. 6183: 516-519.
- Nagy J.*: 2019. Komplex talajhasználati, víz-és tápanyaggazdálkodási tartamkísérletek 1983-tól a Debreceni Egyetemen. *Növénytermelés*. 68. 3: 5-28
- Nagy J.-Zelenák A.-Illés Á.-Bojtor Cs.-Gombos B.-Szabó A.-Nyéki A.-Széles A.*: 2023. Eltérő FAO-számú kukorica (*Zea mays* L.) hibridek termésparamétereinek elemzése öntözött állományban. *Növénytermelés*. 72. 1: 69-84

- Nyéki, A.–Kerepesi, C.–Daróczy, B.–Benczúr, A.–Milics, G.–Nagy, J.–Harsányi, E.–Kovács, A. J.–Neményi, M.: 2021. Application of spatio-temporal data in site-specific maize yield prediction with machine learning methods. *Precision Agriculture*. 22: 1397–1415.
- Pachauri, R. K.–Allen, M. R.–Barros, V. R.–Broome, J.–Cramer, W.–Christ, R.–van Ypserle, J. P.: 2014. Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Ipcc*. 151.
- Shojaei, S. H.–Mostafawi, K.–Omrani, A.–Illés, Á.–Bojtor, C.–Omrani, S.–Mousavi, S. M. N.–Nagy, J.: 2022. Comparison of maize genotypes using drought-tolerance indices and graphical analysis under normal and humidity stress conditions. *Plants*. 11. 7: 942.
- Signor, C. E. L.–Dousse, S.–Lorgeou, J.–Denis, J. B.–Bonhomme, R.–Carolo, P.–Charcosset, A.: 2001. Interpretation of genotype×environment interactions for early maize hybrids over 12 years. *Crop Science*. 41. 3: 663–669.
- Subedi, K. D.–Ma, B. L.: 2005. Ear position, leaf area, and contribution of individual leaves to grain yield in conventional and leafy maize hybrids. *Crop Science*. 45. 6: 2246–2257.
- Széles, A.–Nagy, J.–Rátonyi, T.–Harsányi, E.: 2019. Effect of differential fertilisation treatments on maize hybrid quality and performance under environmental stress condition in Hungary. *Maydica*. 64. 2: 14.
- Széles, A.–Ragán, P.–Nagy, J.: 2017. Abiotic stress impacts caused by weather and nutrient replenishment on the yield of maize (*Zea mays* L). *Columella: Journal of Agricultural and Environmental Sciences*. 4. 1: 39–44.
- Wan, S.–Kang, Y.: 2006. Effect of drip irrigation frequency on radish (*Raphanus sativus* L.) growth and water use. *Irrigation Science*. 24: 161–174.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

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

Illés Árpád – Bojtor Csaba – Dr. Nagy János
Debreceni Egyetem MÉK
Földhasznosítási-, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032