

A 2024-es kukorica tenyészidőszak agrometeorológiai jellemzői Debrecen-Látóképen

^{1,2}GOMBOS BÉLA – ¹NAGY JÁNOS

¹Debreceni Egyetem MÉK

Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet, Debrecen

²MATE Környezettudományi Intézet,

Öntözésfejlesztési és Meliorációs Tanszék, Szarvas

Összefoglalás

Az időjárás termésre gyakorolt hatása az agrotechnikai tényezőkel komplex kölcsönhatásban realizálódik. A 2024-es évre vonatkozó agrometeorológiai vizsgálatunk során elemeztük a fő termésmeghatározó meteorológiai tényezőket, az egyes agrotechnikai elemek, illetve fenofázisok vonatkozásában. A kutatás a Debreceni Egyetem Látóképi Kísérleti Telepén történő léghőmérséklet, talajhőmérséklet és csapadékmérések, valamint a HungaroMet Debrecen Reptér állomás napfénytartam adatain alapult.

Megállapítható, hogy a 2024-es évet a kukoricatermesztés szempontjából határozott kettősség jellemezte. Júniusig kedvezően alakult az időjárás. Még megfelelő volt a vízellátottság (részben a talajok kedvező induló vízkészlete miatt) és a hőmérséklet többnyire a sokévi átlag felett alakult, szélsőségesen meleg időszakok nélkül. Mindez összességében jól fejlett, nagy terméspotenciálú állomány kialakulását eredményezte. Ezt követően alapvetően megváltozott az időjárás. Mind a júliusi, mind az augusztusi középhőmérséklet rekord közelében alakult (24,2 °C). A kánikula egyik csúcspontja éppen július közepén volt, ami több helyen egybeesett a kukorica hőstresszre legérzékenyebb, virágzás-terméskötés fenofázisával. A 2024-es tenyészév termésdepressziójáért elsősorban a július-augusztusi tartós, szélsőségesen meleg időjárás volt a felelős. Az átlagosnál kevesebb csapadékkal párosulva jelentős talajaszály alakult ki, elsősorban az érés időszakára. A talajaszály, a légköri aszály, illetve

a szélsőségesen magas léghőmérséklet egymás hatását erősítve okozták a jelentős a termés csökkenést.

Kulcsszavak: időjárás, csapadék, hőmérséklet, kukorica, termés

Agrometeorological characteristics of the 2024 maize growing season in Debrecen-Látókép

^{1,2}B. GOMBOS – ¹J. NAGY

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

²MATE Institute of Environmental Sciences,
Department of Irrigation Development and Melioration, Szarvas

Summary

The impact of weather on yields is realised in a complex interaction with agrotechnical factors. In this agrometeorological study for the year 2024, the main meteorological factors determining yields were analysed in relation to the agrotechnical elements and phenophases. The research was based on air temperature, soil temperature and precipitation measurements at the Látókép Experimental Station of the University of Debrecen and on sunshine duration data from the HungaroMet Debrecen Airport Station.

It can be concluded that the year 2024 was characterised by a marked duality in terms of maize production. The weather was favourable until June. Water availability was still adequate (partly due to favourable initial water availability in the soils) and temperatures were mostly above the multi-year average, without periods of extreme heat. Overall, this resulted in a well-developed stand with high yield potential. Subsequently, the weather changed fundamentally. Both July and August mean temperatures were close to record highs (24.2 °C). One of the heatwave peaks was in mid-July, coinciding in several places with the most heat stress-sensitive flowering phenophases of maize. The persistent, extremely hot weather in July-August was primarily responsible for the yield depression in the 2024 growing season. The below-average rainfall, combined with a significant soil depression, mainly during the

maturing period. The combination of the soil trough, the atmospheric drought and the extremely high air temperatures caused the significant yield losses.

Keywords: weather, rainfall, temperature, maize, crop

Bevezetés

A hazai szántóföldi kultúrák viszonylatában a kukorica a meleg- és vízigenyes növények közé sorolható. Magyarországon a termés mennyiségét leginkább meghatározó meteorológiai tényező a csapadék. Debreceni kukorica tartamkísérlet adatai alapján erős pozitív korreláció mutatható ki a vegetációs időszak csapadékösszege és a termésátlag között (Nagy 2012). A növény vízigenye a virágzás, termésképződés és a korai termésfejlődés időszakában a legnagyobb, ezek a fenofázisok a legérzékenyebbek a vízhiányra vonatkozóan (Smith *et al.* 2004, Nielsen *et al.* 2010). A magas hőmérséklet terméscsökkentő hatás is bizonyított (Lobell *et al.* 2013, Ben-Ari *et al.* 2016). Ez esetben is a virágzás, terméskötés időszaka a legérzékenyebb, a terméscsökkenés leginkább a csövenkénti szemszám csökkenésében nyilvánul meg (Wheeler *et al.* 2000, Dong *et al.* 2021, Liu *et al.* 2022).

A magyarországi éghajlati viszonyok sokévi átlagos értékei hőmérsékleti szempontból kedvezőek, csapadék tekintetében – figyelembe véve a talajok víztároló képességét is – elégségesek, illetve megfelelőek a kukorica számára. A problémát az okozza, hogy az egyes évek időjárása nagymértékben eltér egymástól, illetve az átlagos viszonyoktól. Különösen a csapadék eloszlásában igen jelentős szélsőségek figyelhetők meg, ami megnyilvánulhat az egyes évek csapadékösszegének különbségében, valamint az éven belüli tartósan igen száraz, illetve csapadékos időszakok elkülönülésében. Az utóbbi években többször kialakult olyan hosszantartó száraz időszak a tenyészidőszakban, mely jelentős termés kiesést okozó aszályt eredményezett. A hőmérsékleti viszonyokat a szélsőségek gyakoriságának növekedése mellett, a szignifikánsan emelkedő trend jellemzi Magyarországon (és a Föld számos egyéb térségében). A Debrecen térségére vonatkozó kutatásaink alapján különösen jelentős a nyári hónapok melegedése (Gombos *et al.* 2023).

Az időjárás termésre gyakorolt hatása az agrotechnikai tényezőkel komplex kölcsönhatásban realizálódik. A Debreceni Egyetem látóképi polifaktoriális

szántóföldi kukorica tartamkísérlet eredményei alkalmasak ezen összefüggésrendszer egyre pontosabb megismerésére (Nagy 2021). Az öntözés és a klímaváltozás összefüggésben a talajheterogenitással és a talajfizikai és kémiai tulajdonságaival eltérően képesek befolyásolni a kukorica termésmennyiségét (Nyéki *et al.* 2021, 2022). Azon túl, hogy a kukorica egyes fenológiai fázisaiban milyenek az időjárási viszonyok, a termés mennyisége függ a tápanyagellátottságtól, a talajművelés módjától, a hektáronkénti tőszámától, a genotípustól és az öntözéstől (Széles *et al.* 2019, 2023; Tamás *et al.* 2022).

Az agrometeorológiai tényezőktől függetlenül és együttesen is számos tényező hatással van a kukorica termésmennyiségére és annak minőségére a tenyészidőszak során. Ilyen tényező a különböző növényfiziológiai paraméterek (Illés *et al.* 2021, 2022), a tápelem-ellátottság, mikro- és makroelem arány (Bojtor *et al.* 2021, 2022), illetve az öntözés és annak milyensége és intenzitása (Ványiné Széles *et al.* 2012, Széles *et al.* 2024).

A 2024-es évre vonatkozó agrometeorológiai vizsgálatunk során elemeztük a fő termésmeghatározó meteorológiai tényezőket, és az egyes agrotechnikai elemek, illetve fenofázisok vonatkozásában értékeltük az időjárást. A kutatás elsősorban a Debreceni Egyetem Látóképi Kísérleti Telepén folyó meteorológiai mérések adatain alapult.

Anyag és módszer

A meteorológiai méréseink helyszíne a Debreceni Egyetem MÉK Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telepe (N 47°33', E 21°27', 120 m Bf.), ami Debrecentől mintegy 10 km-rel nyugatra található. A terület éghajlati és talajadottságok tekintetében jól reprezentálja hazánk egyik legfontosabb kukorica termőterét, a Hajdúsági löszhátat. Az időjárás értékelését a szántóföldi kísérleti parcellák közelében működő automata meteorológiai állomás hőmérséklet- és csapadékadatai alapján végeztük el. A sokévi átlagtól való eltérések vizsgálatához referenciaként a HungaroMet Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt. Debrecen-Repülőtér állomásának 1981–2010-es klímaadatait szolgálták (*HungaroMet1*). 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

agrometeorológiai elemzéseikhez képest (*Gombos és Nagy 2022, 2023, 2024*). A napsugárzási viszonyokat a napsütéses órák számával (globálsugárzásból számított adatok) mutattuk be, melyek a szervezet honlapján (*HungaroMet2*). A talajhőmérséklet mérése 3 db HOBO UA-002 Pendant hőmérsékleti adatgyűjtővel történt. A mérőeszközöket április 10-én a legkorábbi vetésű szántásos alpművelésű parcellában, pontosan a kukorica vetőágyába 5 cm mélységbe helyeztük el.

A korábbi vizsgálatainkkal megegyező módon a tenyészidőszakban elsődlegesen havi és dekád bontásban értékeltük a hőmérsékleti és csapadékviszonyokat, tekintettel a kukorica fenológiai fázisonként eltérő igényére, illetve érzékenységére. Az értékelés teljesebbé tételéhez áttekintettük a havi napsugárzási adatokat, valamint a talajhőmérséklet 2024. április 10.–2024. május 22. közötti napi értékeit is (reprezentálva a kelés-kezdeti fejlődés időszakát, amikor a talajhőmérséklet szerepe elsődleges).

Eredmények és értékelés

A 2023/24-es téli félévben 6 hónap alatt 283 mm csapadék hullott, ez 69 mm-rel meghaladja a sokéves átlagot. A csapadék nagy része még december vége előtt lehullott, melynek következtében a talajok jelentős mértékben feltöltődtek vízzel, ami mindenképpen csökkentette a tenyészidőszak aszálykockázatát. Januártól alapvetően száraz, enyhe időjárás uralkodott. Extrém enyhe volt a február, a mérések kezdete óta messze a legmagasabb középhőmérséklettel (7,5 °C), melynél még a márciusi időjárás is hidegebb szokott lenni az évek többségében. A téli félév átlaga +2,3 °C-os anomáliát mutatott (*1. táblázat*). A 686 órás napfénytartam kevéssel átlag feletti, egyértelműen az időszak második fele volt a naposabb. A talajok felső rétegének kiszáradása már februárban elkezdődött. Az időjárás nem akadályozta a kora tavaszi talajelőkészítő munkák elvégzését (*1. táblázat*).

A 2024-et megelőző évek (2021, 2022, 2023) hűvös áprilisi után a vizsgált évben a tavasz középső hónapját kifejezetten enyhe/meleg időjárás jellemezte. Az áprilisi középhőmérséklet (13,6 °C) 2,4 °C-kal meghaladta a sokévi átlagot. Április közepéig még igen enyhe időjárás uralkodott, aztán a sokévi átlag közelébe esett vissza a hőmérséklet (*1. ábra*). Összesen 38 mm csapadék hullott, ami elmarad a sokévi átlagtól, de a megfelelő eloszlása révén biztosította az

elvetett kukorica kelését. Május hónap meleg, száraz idővel indult, majd elsősorban a hónap utolsó dekádjában már jelentős mennyiségű csapadék hullott. Ez a hónap az átlagosnál kissé melegebb (17,5 °C) és csapadékosabb (76 mm) volt, mindemellett a szokásosnál nagyobb volt a napsütéses órák száma, azaz kedvezően alakult az időjárás a kukorica kezdeti fejlődési időszakában.

1. táblázat. A hőmérséklet, a csapadék (Debrecen-Látókép) és a napfénytartam (Debrecen-Repülőtér, OMSZ) havi és féléves jellemzői 2024-ben

Időszak (1)	Középhőmérséklet (°C) (2)	Csapadék (mm) (3)	Napfénytartam (óra) (4)
Téli félév (X–III.) (5)	6,5 (+2,3)	283 (+69)	686 (+29)
Nyári félév (IV–IX.) (6)	19,9 (+2,4)	312 (-34)	1602 (+128)
Április (7)	13,6 (+2,4)	38 (-15)	233 (+25)
Május (8)	17,5 (+0,9)	76 (+12)	266 (+25)
Június (9)	21,2 (+1,9)	66 (0)	258 (-4)
Július (10)	24,2 (+2,9)	29 (-37)	330 (+51)
Augusztus (11)	24,2 (+3,4)	33 (-16)	321 (+39)
Szeptember (12)	18,4 (+2,2)	70 (+22)	194 (-8)

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 2024. (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.

A napi talajhőmérsékleti középérték szokatlan módon már április első felében tartósan elérte a 20 °C körüli értéket (a kukorica magágyában, 5 cm mélységben), még az április közepén kezdődött tartósabb lehűlés után is végig a kukorica bázishőmérséklete (10 °C) felett maradt, jellemzően 11–15 °C között (*1. ábra*). Április végétől 20 °C felé melegedett a talaj, amelyben már gyors a kelési folyamat. A levegő hőmérséklete minden nap a talajhőmérséklet alatt maradt, a talaj hőmérsékleti többlete egyértelmű ebben az időszakban.

1. ábra. A talajhőmérséklet (5 cm, szántásos alapművelés) és a léghőmérséklet (2 m) menete (Debrecen-Látókép, 2024. április 10.–2024. május 22.)

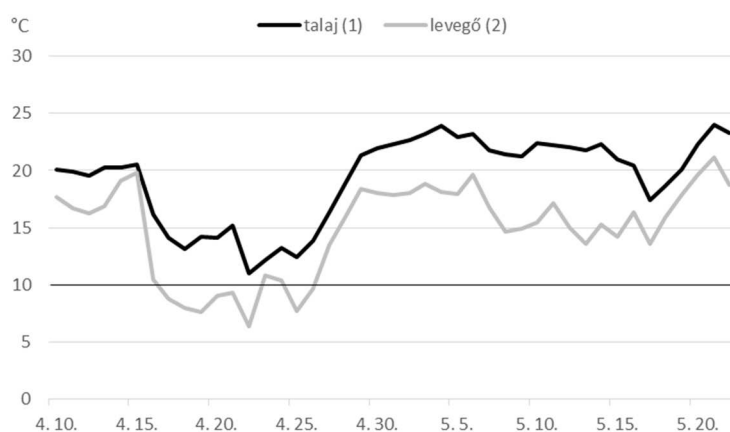


Figure 1. Daily average of soil temperature (at 5 cm depth), air temperature (2 m) and the difference of them (Debrecen-Látókép, 10 April to 22 May, 2024). (1) Soil, (2) Air

Júniusban folytatódott a szélsőségektől mentes, kiegyenlített, de a sokévi átlagnál magasabb hőmérsékletű időjárás (2. ábra). Nem alakult ki szélsőséges hőség. A 21,2 °C-os középhőmérséklet 1,9 °C-os pozitív anomáliát jelent. Az átlagnak megfelelő mennyiségű csapadék (66 mm), a talaj mélyebb rétegeiben lévő talajnedvességgel együtt jó vízellátottságot biztosított. A napfénytartam (258 óra) átlagosan alakult. A kukorica vegetatív fejlődése kedvező meteorológiai viszonyok mellett folytatódott ebben a hónapban.

Mind a júliusi, mind az augusztusi középhőmérséklet rekord közelében alakult (24,2 °C). A kánikula egyik csúcspontja július közepén volt, ami több helyen egybeesett a kukorica hőstresszre legérzékenyebb, virágzás-terméskötés fenofázisával. A hónap középső dekádjában a hőmérsékleti maximum hat napon haladta meg a 35 °C-ot, 16-án elérte a 38 °C-ot (ez volt a legmagasabb 2024-es érték) (2. ábra).

2. ábra. A dekád középhőmérsékletek eltérése a sokévi átlagtól (a) és a csapadékösszegek (b) 2024 tenyészidőszakában (Debrecen-Látókép, 2024)

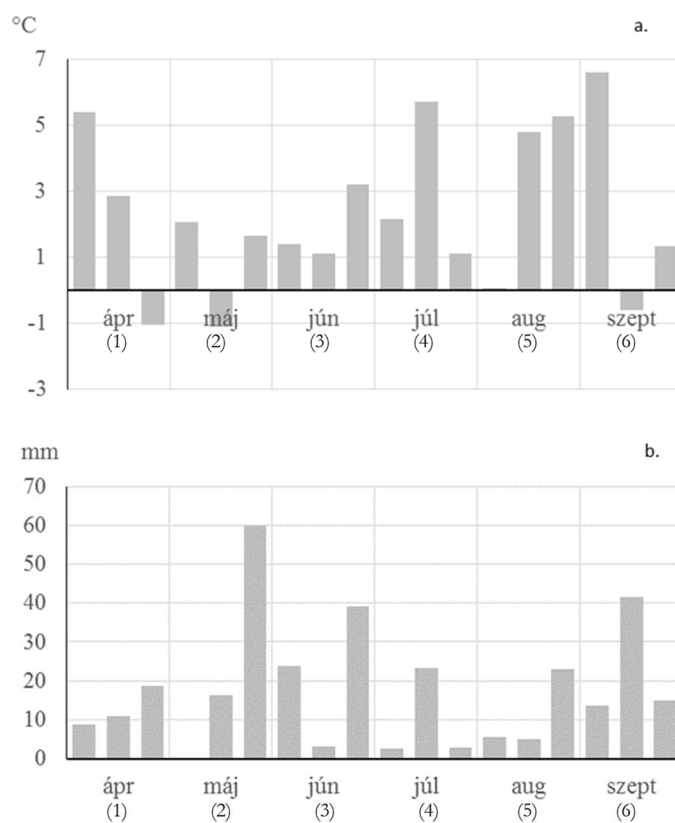


Figure 2. 10-day precipitation sums (b) and anomalies of the 10-day average air temperature values (a) in the growing season (Debrecen-Látókép, 2024). (1) April, (2) May, (3) June, (4) July, (5) August, (6) September

Augusztusi rendkívüli meleg (a hónap közepe, vége) elsősorban az érési fázis lerövidülésében nyilvánult meg. A nyár utolsó két hónapjában általában kevés felhő jellemezte az időjárást, kifejezetten magas volt a napsütéses órák száma (július 330 óra, augusztus 321 óra). A júliusi 29 mm-nyi csapadék nem érte el a sokévi átlag felét, az augusztus is száraz volt (33 mm). Nyári teljes csapadékösszeg 128 mm, aminél lényegesen kisebb értékek is előfordultak

az utóbbi években is (pl. 2021: 72 mm, 2022: 56 mm). A 2024-es tenyészév termésdepressziójáért elsősorban a nyári tartós, szélsőségesen meleg időjárás volt a felelős (2. ábra). Az átlagosnál kevesebb csapadékkal párosulva jelentős talajaszály alakult ki. Valószínűsíthető, hogy a légköri aszály, illetve a magas léghőmérséklet károsító hatása is jelentős szerepet játszott a termés csökkenésében. Igen magas (51) volt a hőségnapok ($\text{max} \geq 30 \text{ } ^\circ\text{C}$) száma a nyári időszakban.

Szeptember elején folytatódott az évszakhoz képest rendkívül meleg idő, az első dekád közel $7 \text{ } ^\circ\text{C}$ -os pozitív anomáliát mutatott. A hónap közepén megérkezett a lehűlés, jelentős mennyiségű csapadékkal, és a hónap hátralévő részében sem tért már vissza a száraz, meleg idő. A szeptember összességében az átlagosnál melegebb ($18,4 \text{ } ^\circ\text{C}$) és csapadékosabb (70 mm) volt, a napfénytartam kevéssel a sokévi átlagos érték alatt alakult. A kukorica fiziológiai érettsége és gyors vízleadása, száradása lehetővé tette a korai betakarítást. A hónap közepén viszont az esős időjárás átmenetileg tartósabban is akadályozta az aratási munkákat.

Következtetések

A 2024-es évet a kukoricatermesztés szempontjából határozott kettősség jellemzi. Júniusig kifejezetten kedvezően alakult az időjárás, aminek lényeges elemei az alábbiak:

- a tenyészidőszakot megelőzően a talajok mélyebb rétegének megfelelő/elfogadható feltöltődése;
- a talajelőkészítő munkákat, vetést elősegítő száraz periódusok;
- a tavaszi időszak nagy részében átlag feletti talajhőmérséklet;
- a vegetatív fejlődés időszakában az átlagnál kissé melegebb időjárás, még megfelelő vízellátottság mellett.

Mindez összességében jól fejlett, nagy terméspotenciálú állomány kialakulását eredményezte. A kukorica legérzékenyebb fenofázisainak (virágzás/terméskötés/érés korai szakasza) idejére azonban beköszöntött a száraz, szélsőségesen meleg időjárás, gyorsan kialakuló talajaszállal, lényegében naponta visszatérő légköri aszályal. A terméskilátások gyorsan romlottak, a tényleges termés kiesés mértéke azonban nagyban függött a

talajadottságoktól, illetve a látóképi kísérletek alapján az agrotechnikai elemektől (elsősorban öntözés, genotípus, alpművelés, trágyázás, tőszám).

Köszönetnyilvánítás

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

IRODALOM

- Ben-Ari, T.–Adrian, J.–Klein, T.–Calanca, P.–Van der Velde, M.–Makowski, D.*: 2016. Identifying indicators for extreme wheat and maize yield losses. *Agricultural and Forest Meteorology*. 220: 130–140.
- 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., Nagy, J.–Marton, C. L.*: 2022. Nutrient composition analysis of maize hybrids affected by different nitrogen fertilisation systems. *Plants*. 11. 12: 1593.
- Dong, X.–Guan, L.–Zhang, P.–Liu, X.–Li, S.–Fu, Z.–Tang, L.–Qi, Z.–Qiu, Z.–Jin, C.–Huang, S.–Yang, H.*: 2021. Responses of maize with different growth periods to heat stress around flowering and early grain filling. *Agricultural and Forest Meteorology*. 303: 108378.
- 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 2023-as tenyészidőszak agrometeorológiai jellemzői kukorica tartamkísérletekben Debrecen-Látóképen. *Növénytermelés*. 73. 1: 29–39.
- 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/Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*. 127. 4: 485–504.
- Hungaromet1*: HungaroMet Nonprofit Zrt. Meteorológiai Adattár. odp.met.hu
- Hungaromet2*: HungaroMet Nonprofit Zrt. Napfénytartam. met.hu

- Illés, Á.–Bojtor, C.–Széles, A.–Mousavi, S. M. N.–Tóth, B.–Nagy, J.:* 2021. Effect of nitrogen fertiliser on the rate of lipid peroxidation of different maize hybrids in a long-term multifactorial experiment. *Acta Alimentaria*. 50. 2: 162–169.
- 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.
- Liu, M.–Dong, X.–Zhang, Y.–Gu, M.–Yu, Y.–Xie, H.–Yang, H.–Yu, X.–Huang, S.:* 2022. Heat stress on maize with contrasting genetic background: Differences in flowering and yield formation. *Agricultural and Forest Meteorology*. 319: 108934.
- Lobell, D. B.–Hammer, G. L.–McLean, G.–Messina, C.–Roberts, M. J.–Schlenker, W.:* 2013. The critical role of extreme heat for maize production in the United States. *Nat. Clim. Change*. 3: 497–501.
- Nagy, J.:* 2012. the effect of fertilization and precipitation on the yield of maize (*Zea mays* L.) in a long-term experiment. *Időjárás/Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*. 116. 1: 39–52.
- Nagy J.:* 2021. Kukorica: a nemzet aranya : élelmiszer, takarmány, bioenergia. Szaktudás Kiadó Ház Rt. Budapest. 516. ISBN: 9789635750023
- Nielsen, D. C.–Halvorson, A. D.–Vigil, M. F.:* 2010. Critical precipitation period for dryland maize production. *Field Crops Research*. 118: 259–263.
- Nyéki, A.–Daróczy, B.–Kerepesi, C.–Neményi, M.–Kovács, A. J.:* 2022. Spatial variability of soil properties and its effect on maize yields within field – a case Study in Hungary. *Agronomy*. 12. 2: 395.
- 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.
- Smith, W. C.–Betran, J.–Runge, E. C. A. (eds):* 2004. Corn. Origin, History, Technology, and Production. Hoboken. John Wiley. NJ. 949.
- Széles A.–Horváth É.–Simon K.–Zagyai P.:* 2023. Az öntözés és az alap- és fejtrágyázás hatása a kukorica hibridek klorofil-koncentrációjára és termésére extra száraz évben. *Növénytermelés*. 72. 3: 7–30.
- Széles, A.–Huzsvai, L.–Mohammed, S.–Nyéki, A.–Zagyai, P.–Horváth, É.–Simon, K.–Sana Arshad–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.

- Széles, A.–Kovács, K.–Ferencsik, S.:* 2019. The effect of crop years and nitrogen basal and top dressing on the yield of different maize genotypes and marginal revenue. *Időjárás/Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service.* 123: 265–278.
- Tamás A.–Radócz L.–Horváth É.–Zagyi P.–Ragán P.:* 2022. A termesztéstechnológiai tényezők hatása a kukorica (*Zea mays* L.) terméseredményeire polifaktoriális tartamkísérletben. *Növénytermelés.* 71. 1: 67–80.
- 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.* 107: 133–144.
- Wheeler, T. R.–Craufurd, P. Q.–Ellis, R. H.–Porter, J. R.–Vara Prasad, P.:* 2000. Temperature variability and the yield of annual crops. *Agric. Ecosyst. Environ.* 82: 159–167.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

*Dr. Gombos Béla – Dr. Nagy János
Debreceni Egyetem MÉK
Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032
*gombos.bela@agr.unideb.hu

Dr. Gombos Béla
MATE
Környezettudományi Intézet
Öntözésfejlesztési és Meliorációs Tanszék
Szarvas
Petőfi u. 9.
H-5540