

A 2023-as tenyészidőszak agrometeorológiai jellemzői kukorica tartamkísérletekben Debrecen-Látóképen

^{1,2}GOMBOS BÉLA – ¹NAGY JÁNOS

¹Debreceni Egyetem MÉK

Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet, Debrecen

²MATE KÖTI Öntözésfejlesztési és Meliorációs Tanszék, Szarvas

Összefoglalás

A 2023-as kukorica tenyészév agrometeorológiai jellemzőit elemeztük, értékeltük elsődlegesen a Debrecen-Látóképen folyó meteorológiai mérések alapján. Az eredményeink Debrecen tágabb térségére is érvényesek, mivel – legalábbis ebben az évben – alapvetően nem a lokális záporokon múlt a növény vízellátottsága.

A 2022-es rendkívüli aszályt követően a szeptember-január időszakban lehullott igen jelentős csapadék elegendő volt a talajok szántóföldi vízkapacitásig történő telítődéséhez. A 2023 február és március nagy része már száraz volt, ami lehetővé tette a talajelőkészítést, azonban a vetéshez csak április második felére vált kedvezővé az időjárás egy hűvös, csapadékos időszakot követően. A sokévi átlagnak megfelelő májusi hőmérsékleti és napsugárzási viszonyok kedvező feltételt biztosítottak a kukorica vegetatív fejlődésének korai szakaszában, és vízhiány sem jelentkezett a szokásosnál kevesebb csapadék ellenére. Júniusban folytatódott a szélsőségektől mentes, kiegyenlített, mérsékelt meleg időjárás, átlagot meghaladó csapadékkal, ami ideálisnak tekinthető a vegetatív fejlődési szakasz második felében. A július az átlagnál melegebb és szárazabb volt, de nem alakultak ki szélsőséges viszonyok, mint pl. a 2021 vagy 2022 nyarán, ráadásul az augusztus első dekádjának kissé hűvös és mérsékelt csapadékos időjárása jó hatással volt a termés fejlődésére. A nyár legmelegebb időszaka a kukorica érzékeny fenofázisa után, augusztus közepén csupán az érés látványos felgyorsulását eredményezte. A rekord meleg, száraz szeptemberi időjárás kedvezett a szemek vízleadásának és a betakarítási munkáknak.

A szántóföldi vízkapacitásnak megfelelő induló vízkészlet, a tenyészidőszak mérsékelt meleg, kiegyenlített hőmérsékleti viszonyai és átlag körüli csapadék Debrecen térségében összességében kedvező agrometeorológiai feltételeket biztosított a kukorica számára.

Kulcsszavak: időjárás, csapadék, hőmérséklet, kukorica, termés

Agro-meteorological characteristics of the 2023 growing season in long-term maize experiments at 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 KÖTI Department of Irrigation Development and Melioration, Szarvas

Summary

The agrometeorological characteristics of the 2023 maize growing year were analysed and evaluated primarily on the basis of meteorological measurements at Debrecen-Látókép. Our results are also valid for the wider Debrecen area, since – at least this year – the water supply of the crop was not mainly dependent on local rainfall.

Following the exceptional drought of 2022, the very significant precipitation in the period September-January was sufficient to saturate the soils to field water capacity. Most of February and March 2023 were dry, allowing soil preparation, but the weather only became favourable for sowing in the second half of April, following a cool, wet period. Temperatures and sunshine conditions in May, which were in line with the long-term average, provided favourable conditions for the early vegetative development of maize, and there was no water deficit despite less rainfall than usual. In June, the weather continued to be moderate and warm, with above average rainfall, which is considered ideal for the second half of the vegetative development phase. July was warmer and drier than average, but without extremes such as in the summers of 2021 or 2022, and the slightly cool and moderately wet weather of the first decade

of August had a positive effect on yield development. The warmest period of the summer, after the sensitive phenophase of maize, only resulted in a spectacular acceleration of ripening in mid-August. Record warm, dry weather in September favoured grain water release and harvesting.

The initial water supply was adequate for field water capacity, the moderately warm growing season, balanced temperatures and around average precipitation in the Debrecen area provided overall favourable agro-meteorological conditions for maize.

Keywords: weather, rainfall, temperature, maize, yield

Bevezetés

Magyarországon a kukoricatermés mennyiségét leginkább meghatározó meteorológiai tényező a csapadék. Gyakran előfordul vízhiány miatti termés kiesés, ami a hazai éghajlati sajátosságokból következik, hiszen a tenyészidőszakban a növény vízigénye jelentősen meghaladja az átlagos csapadékot – a fő termőterületeken 100–150 mm-rel, helyenként (az Alföld középső részein) 200 mm-rel, és a vízhiány csupán a Dunántúl délnyugati részén kisebb mértékű (40–80 mm) (Nagy 2007, 2021; Nyéki *et al.* 2020; Nyéki és Neményi 2022).

A kukorica a címerhányást közvetlenül megelőző időszakról kezdődően a virágzás, termésképződés és a korai termésfejlődés fenológiai fázisokban a legérzékenyebb a vízhiányra (Smith *et al.* 2004, Nielsen *et al.* 2010). Ezt megelőzően az intenzív vegetatív fejlődés idején a növény kevésbé érzékeny a csapadékhiányra (Széles *et al.* 2019, Cheng *et al.* 2021). Az igen száraz júniusi időjárás önmagában nem csökkenti a termésátlagot az átlagos érték alá. Erre a jó példa a 2014-es év, amikor a lényegében csapadékmentes június ellenére a debreceni kukorica tartamkísérlet termésátlagai átlagon felüliek voltak (Gombos és Nagy 2019). Magyarországon a szokásos agrotechnika (főleg vetésidő és genotípus) mellett a nővirágzás és a címerhányás többnyire júliusra esik. Az aszálykár szempontjából ez a kritikus hónap, amiben a növényi tényezők mellett szerepe van annak is, hogy általában ez az év legmelegebb időszaka, legnagyobb a potenciális párolgás és a csapadék különbsége, és ekkorra már rendszerint jelentősen csökken a talaj nedvességtartalma.

Számos kutatás bizonyítja, hogy a magas hőmérséklet is terméscsökkentő hatású (*Schlenker és Roberts 2009, Lobell et al. 2013, Ben-Ari et al. 2016, Carter et al. 2016*). A jelenséget egyre gyakrabban tapasztalhatjuk Magyarországon is, bár az okozat feltárását nehezíti, hogy az aszályos években a talajban kialakuló vízhiány és a magas léghőmérséklet többnyire egymás hatását erősítve okozza a terméskiesést.

A debreceni 50 éves (1973–2022) éghajlati adatsor alapján a nyári hónapokban szignifikáns melegedés mutatható ki. Legnagyobb mértékben a maximumhőmérsékletek emelkedtek, augusztusban $0,95\text{ °C}/10\text{ év}$, júniusban és júliusban valamivel kisebb mértékben. A középhőmérsékletek tekintetében is ez a hónapok sorrendje. Augusztusban $0,73\text{ °C}$, júniusban $0,65\text{ °C}$, míg júliusban $0,56\text{ °C}$ a trendértékek 10 évenkénti növekedése (*Gombos et al. 2023*). Emellett megfigyelhető a nyári időszak csapadékának kismértékű, nem szignifikáns csökkenése. Ezek a változások kedvezőtlen irányúak a kukoricatermesztés szempontjából.

A 2023-as évre vonatkozó agrometeorológiai vizsgálatunk során elemeztük a fő termés meghatározó meteorológiai tényezőket, és az egyes agrotechnikai elemek, illetve fenofázisok vonatkozásában értékeltük az időjárást. A kutatás elsősorban a Debreceni Egyetem Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telepén folyó meteorológiai mérések adatain alapult.

Anyag és módszer

A meteorológiai méréseink helyszíne a Debreceni Egyetem Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telepe (N $47^{\circ}33'$, E $21^{\circ}27'$, 120 m Bf.), ami a hajdúsági löszháton, Debrecentől mintegy 10 km-rel nyugatra található. Az időjárás értékelését a szántóföldi kísérleti parcellák közelében működő automata meteorológiai állomás hőmérséklet- és csapadékadatai alapján végeztük el, így reprezentatív információt kapva a környező mezőgazdasági területekről. A sokévi átlagtól való eltérések vizsgálatához referenciaként az Országos Meteorológiai Szolgálat Debrecen-Repülőtér állomásának 1981–2010-es klímaadatai szolgáltak (*Net1*). A napsugárzási viszonyokat a napsütéses órák számával mutattuk be, mely adatok – mint a globálsugárzás adatokból számított napfénytartam – szintén elérhetők az OMSZ honlapján

(*Net1*). A talajhőmérséklet mérése szántásos alpművelésű parcellákban, a kukorica vetőágyba telepített HOBO UA-002 Pendant hőmérsékleti adatgyűjtőkkel történt 5 cm mélységben.

A vizsgálataink módszertana megegyezett az előző, 2021-es és 2022-es évre vonatkozó hasonló tárgyú elemzésünk módszertanával (*Gombos és Nagy 2022, 2023*). A tenyészidőszakban elsődlegesen havi, majd dekád bontásban értékeltük a hőmérsékleti, a csapadék- és napsugárzási viszonyokat. A dekád hőmérséklet esetében elsődlegesen az anomáliát, a csapadék esetében a tényleges értékeket vizsgáltuk. A talajhőmérsékletnek a kukorica kelés–kezdeti fejlődés fenológiai fázisában van jelentősége (a hazai viszonyok között). Ehhez igazodva bevontuk a vizsgálatba az április 19. (talajhőmérők telepítési ideje) és június 18. közötti két hónap hosszúságú időszak napi talaj- és léghőmérsékleti adatait.

A 2023-as tenyészév agrometeorológiai jellemzőit a kukorica vonatkozásában elemeztük. Az eredményeink Debrecen tágabb térségére is érvényesek, mivel a vizsgált évben a csapadékban általában nem voltak a növény vízellátottságát meghatározó módon befolyásoló területi eltérések.

Eredmények és értékelés

Az előző 2022-es tenyészidőszakban rendkívüli aszály volt a térségben és augusztusra a talajok vízkészlete a mélyebb rétegekben is a holtvíztartalom-érték közelébe csökkent. Ezt követően szeptemberben viszont rekordközeli (152 mm) csapadék hullott, így a szokásosnál korábban és jelentős mértékben megindult a talajok vízzel való feltöltődése. Ez a kedvező folyamat folytatódott a téli félévben. A hat hónap alatt összesen lehullott csapadék mennyisége 334 mm volt, ez 120 mm-rel meghaladta a sokévi átlagot (összehasonlításként érdemes megemlíteni, hogy a 2021/2022-es téli félévben mindössze 144 mm csapadék hullott). Ez – a szeptemberi csapadékkal együtt 486 mm-nyi vízmennyiség, amiből természetesen volt párolgási veszteség is – elegendő volt a talajok szántóföldi vízkapacitásig történő telítődéséhez. A félév középhőmérséklete 5,5 °C, ami 1,3 °C-kal meghaladja a sokévi átlagot. A napsugárzási viszonyok átlagosnak tekinthetők a 694 órás féléves napfénytartammal (*1. táblázat*).

1. táblázat. A hőmérséklet, a csapadék (Debrecen-Látókép) és a napfénytartam (Debrecen Repülőtér, OMSZ) havi és féléves jellemzői 2023-ban

Időszak (1)	Közép- hőmérséklet (°C) (2)	Csapadék (mm) (3)	Napfény- tartam (óra) (4)
Téli félév (X-III) (5)	5,5 (+1,3)	334 (+120)	694 (+22)
Nyári félév (IV-IX) (6)	18,4 (+0,9)	336 (-10)	1512 (+28)
Április (7)	9,3 (-1,9)	48 (-5)	151 (-64)
Május (8)	16,5 (-0,1)	33 (-31)	247 (+3)
Június (9)	19,5 (+0,2)	82 (+16)	275 (+13)
Július (10)	22,5 (+1,2)	46 (-20)	306 (+28)
Augusztus (11)	22,8 (+2,0)	86 (+37)	286 (+4)
Szeptember (12)	20,0 (+3,8)	41 (-7)	247 (+44)

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 2023. (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.

Februárban és márciusban (kivéve az időszak legvége) száraz volt az időjárás, a talaj felső rétegének csökkenő nedvességtartalma lehetővé tette a kora tavaszi talajelőkészítő munkákat. Március végétől április közepéig gyakran csapadékos, kifejezetten hűvös időjárás uralkodott.

Április 7-én 5 cm feletti hótakaró borította a tájat Debrecen környékén. Mindezt jól mutatja április első dekádjának 5 °C-os negatív hőmérsékleti anomáliája és az ezidőszakban lehullott 30 mm feletti csapadék (2. ábra). 2023-ban korai, április első felében történő vetésre lényegében nem volt lehetőség. Az április összességében (az elmúlt két évhez hasonlóan) a szokásosnál hűvösebb volt, a 9,3 °C-os középhőmérséklete 1,9 °C-kal maradt el az átlagostól (1. táblázat). A gyakran felhős időre utal a napsütéses órák alacsony száma (151 óra). A havi csapadékösszeg lényegében megfelel az éghajlati normának (48 mm). A vetés szempontjából a hónap második felére vált kedvezővé az időjárás, az utolsó dekád csapadékmentesen alakult. A talajhőmérők magágyba történő telepítésére is csak április 18-án kerülhetett

sor (19-től középhőmérsékleti adat). Ekkortól a vetésmélységben már végig több fokkal a bázishőmérséklet felett alakult a talajhőmérséklet napi átlaga, még a hónap végi és a májusi átmeneti lehűlések idején is (1. ábra). Ez kedvezett a kelési folyamatnak és a kezdeti vegetatív fejlődésnek.

1. ábra. A talajhőmérséklet (5 cm, szántásos alapművelés) és a léghőmérséklet (2 m) alakulása (Debrecen-Látókép, 2023. április 19.–június 18.)

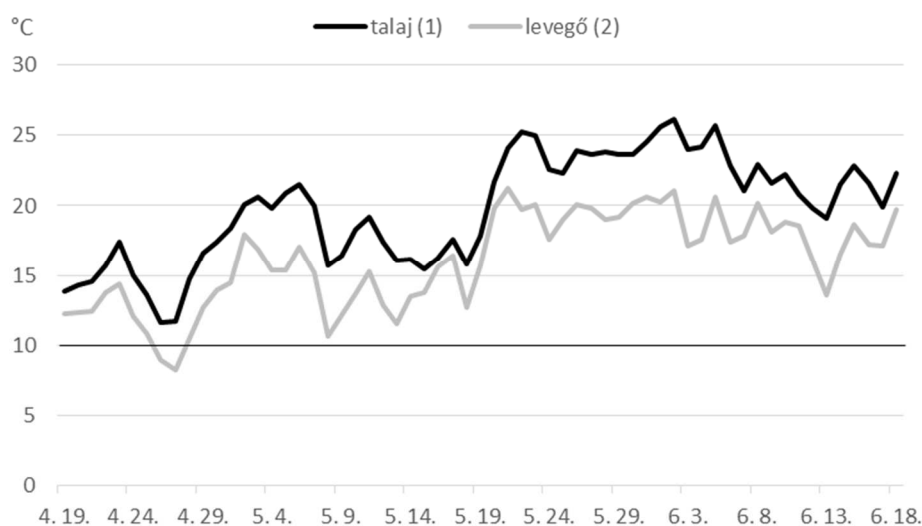


Figure 1. Daily average of soil temperature (at 5 cm depth), air temperature (2 m) and the difference of them (Debrecen-Látókép, 19 April to 18 June, 2023). (1) Soil, (2) Air.

A május a hőmérséklet (16,5 °C) és a napfénytartam (247 óra) vonatkozásában teljesen átlagosan alakult. A hónap közepe viszonylag hűvös volt, az utolsó dekád viszont pozitív hőmérsékleti anomáliát mutatott. A kukorica ennek megfelelően kedvező, mérsékelt ütemben fejlődött. A havi csapadékösszeg (33 mm) ugyanakkor csupán a sokévi átlag felét érte el. Vízhány jelei nem mutatkoztak a talaj megfelelő nedvességtartalma következtében.

Júniusban folytatódott a szélsőségektől mentes, kiegyenlített, mérsékelt meleg, a sokévi átlagnak megfelelő hőmérsékletű időjárás (2. ábra). A csapadékvizonyok kedvezően alakultak, a 82 mm-es havi összeg nagy része

az első és az utolsó dekádban hullott le. A napfénytartam (275 óra) kevéssel átlag felett alakult. A kukorica vegetatív fejlődése kedvező meteorológiai viszonyok mellett folytatódott ebben a hónapban.

2. ábra. A dekád középhemérséletek eltérése a sokévi átlagtól (a) és a csapadékösszegek (b) 2023 tenyészidőszakában (Debrecen-Látókép, 2023)

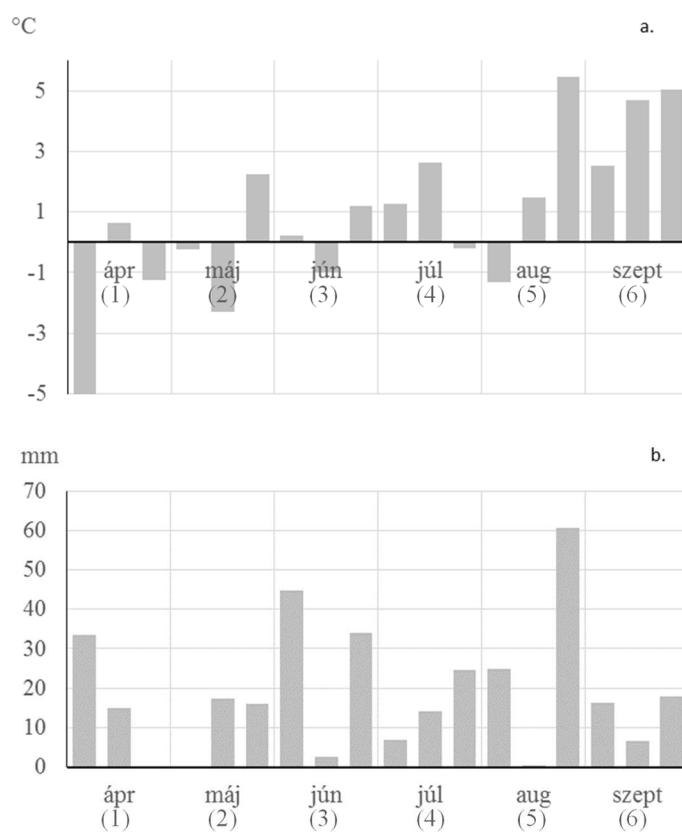


Figure 2. 10-day precipitation sums (b) and anomalies of the 10-day average air temperature values (a) in the growing season (Debrecen-Látókép, 2023). (1) April, (2) May, (3) June, (4) July, (5) August, (6) September

A júliusi középhőmérséklet (22,5 °C) a szokásosnál magasabb, de ez az érték 1-2 °C-kal elmarad az utóbbi nyarak legmelegebb hónapjainak középhőmérsékletétől. A hónapot kevés felhő, sok napsütés (306 óra) jellemezte. A hónap közepe volt a legmelegebb, de szélsőséges hőhullám ekkor sem alakult ki, a hőmérséklet csupán két napon érte el a 34-35 °C-ot. Július utolsó dekádjára a hőmérséklet visszaállt a sokévi átlagnak megfelelő szintre (2. ábra). A kukorica vízigénye a virágzás-termés kezdeti fejlődése időszakban a legnagyobb. Ez a fenológiai szakasz idén is döntően júliusra esett. A csapadék 46 mm-es havi összege (20 mm-rel az átlag alatt) nem volt elegendő az optimális vízellátottság biztosításához, de a térség jó vízgazdálkodási tulajdonságú talajain nem alakult ki lényeges vízhiány-stressz.

Az augusztus első dekádjának kissé hűvös és mérsékelt csapadékos időjárása kedvező hatást gyakorolt a termés fejlődésére, a szemek növekedésére. A hónap közepén igen meleg, csapadékmentes periódus kezdődött, ami 27-28-án 37 °C-os maximumokkal tetőzött. A tenyészidőszak legnagyobb pozitív hőmérsékleti anomáliája augusztus utolsó dekádjában alakult ki. Ennek hatására az érési folyamat látványosan felgyorsult. Augusztus összességében az átlagosnál lényegesen melegebb és csapadékosabb volt. A havi 86 mm-es összeg azonban annyiban félrevezető, hogy a döntő része (60 mm) a hónap végén egyetlen napon hullott le, addig kifejezetten száraz időjárás uralkodott.

A szeptember rekord meleg volt, a mérések kezdete óta nem fordult elő az ideai középhőmérsékletnél (20,0 °C) nagyobb érték Debrecenben. Mindhárom dekádot a szokásosnál lényegesen melegebb időjárás jellemezte, összességében 3,8 °C-os pozitív hőmérsékleti anomália alakult ki. A napi hőmérsékleti maximumok többnyire a 25-30 °C-os tartományban mozogtak. A csapadék (41 mm) megközelítette a sokévi átlagot, a napfénytartam (247 mm) pedig lényegesen meghaladta azt. A szeptemberi időjárás kedvezett a szemek vízleadásának és nem hátráltatta a betakarítást.

Következtetések

A tenyészidőszakot megelőző téli félévben vízzel feltöltődött talajok, a szántóföldi vízkapacitásnak megfelelő induló vízkészlet jelentősen csökkenti az aszálykockázatot. Különösen igaz ez a megállapítás a mélyrétegű, kiváló vízgazdálkodási tulajdonságú talajok esetében. 2023-ban nemcsak ez, hanem

összességében a tenyészidőszak időjárása is kedvezően alakult Debrecen térségében. Kiemelendő, hogy a meghatározó időszakokat a mérsékelt meleg, kiegyenlített hőmérsékleti viszonyok jellemezték, nem voltak szélsőségesen meleg vagy hűvös időszakok. A tenyészidőszak csapadéka átlag körül alakult, de ezen belül a május és a július csapadéka csupán a szokásos felét érte el. Vízhány miatti jelentős stressz viszont nem alakult ki, a talaj mélyebb rétegeiben tárolt víz, illetve a kedvező hőmérsékleti viszonyok miatt.

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.
- Carter, E. K.–Melkonian, J.–Riha, S. J.–Shaw, S. B.:* 2016. Separating heat stress from moisture stress: analyzing yield response to high temperature in irrigated maize. *Environmental Research Letters*. 11: 094012.
- Cheng, M.–Wang, H.–Fan, J.–Zhang, F.–Wang, X.:* 2021. Effects of Soil Water Deficit at Different Growth Stages on Maize Growth, Yield, and Water Use Efficiency under Alternate Partial Root-Zone Irrigation. *Water*. 13. 2: 148.
- Gombos B.–Nagy J.:* 2019. Az időjárás értékelése kukorica (*Zea mays* L.) tartamkísérletek eredményei alapján. *Növénytermelés*. 69. 2: 5–23.
- 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, 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.
- 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.*: 2007. Maize Production (in Hungarian) Kukoricatermesztés. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Nagy J.*: 2021. Kukorica. A nemzet aranya. Élelmiszer, takarmány, bioenergia. Szaktudás Kiadó Ház Zrt. Budapest.
- Net1*: Meteorológiai Adattár. <https://odp.met.hu/>
- 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.–Neményi, M.*: 2022. Crop yield prediction in precision agriculture. *Agronomy*. 12. 10: 2460.
- Nyéki, A.–Teschner, G.–Ambrus, B.–Neményi, M.–Kovács, A. J.*: 2020. Application possibilities and benefits of IoT (Internet of Things) in agricultural practice. Quo vadis IoT? *Hung. Agric. Eng.* 37: 90–96.
- Schlenker, W.–Roberts, M. J.*: 2009. Nonlinear temperature effects indicate severe damages to US crop yields under climate change. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 106: 15594–15598.
- Smith, W. C.–Betran, J.–Runge, E. C. A. (eds.)*: 2004. Corn. Origin, History, Technology, and Production. Hoboken. NJ: John Wiley. 949.
- 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*. 123: 265–278.

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

