

A 2025-ös kukorica tenyészidőszak agrometeorológiai jellemzői Debrecen térségében

^{1,2}GOMBOS BÉLA – ¹NAGY JÁNOS

¹Debreceni Egyetem MÉK

Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet, Debrecen

²MATE KÖTI Öntözésfejlesztési és Meliorációs Tanszék, Szarvas

Összefoglalás

Magyarországon a talajaszály, a légköri aszály és a szélsőségesen magas hőmérséklet gyakran együtt, komplex kölcsönhatásban okoz jelentős termés kiesést a kukoricánál, így a 2025-ös évre vonatkozó agrometeorológiai vizsgálatunk középpontjában is az aszályosság kérdése állt. A korábbi évekhez hasonlóan elemeztük a fő termésmeghatározó meteorológiai tényezőket, az egyes fenológiai fázisok vonatkozásában értékeltük Debrecen térségének időjárását.

A tenyészidőszak kezdetére a felső talajrétegek telítődtek vízzel, de a mélyebb rétegekbe a szokásosnál némileg kevesebb víz jutott le. A kukorica számára kedvező áprilist (vetés-keletés időszak) kifejezetten hűvös május követte, jelentősen lelassítva a növény fejlődését. Az igen száraz, igen meleg június hatására a hónap második felében már mutatkoztak a kukoricán a vízhiány stressz szabadszemmel is látható jelei (növénymagasság, levélállapot), a fokozódó talajaszály és a nappali órákban rendszeresen fellépő légköri aszály következtében. A július kedvezőnek bizonyult csapadékos és mérsékelt meleg időjárásával, döntően ennek köszönhető, hogy a kukorica termésátlaga átlagon felüli lett. Korábbi kutatási eredményeinkkel összhangban ez az évjárat is bizonyítja, hogy a rendkívül kedvezőtlennek tűnő júniusi időjárás önmagában még nem akadályozza meg az átlagosnál nagyobb termés kialakulását.

Kulcsszavak: időjárás, kukorica, aszály, csapadék, hőmérséklet

Agrometeorological characteristics of the 2025 maize growing season in the Debrecen region

^{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

In Hungary, soil drought, atmospheric drought, and extremely high temperatures often interact in complex ways to cause significant maize yield losses, so the issue of drought was also the focus of the agrometeorological study for 2025. As in previous years, the main meteorological factors determining crop yield were analysed and the weather in the Debrecen region was evaluated in relation to the individual phenological phases.

At the beginning of the growing season, the upper soil layers were saturated with water, but slightly less water than usual reached the deeper layers. April, which is favorable for maize (sowing and germination period), was followed by a particularly cool May, significantly slowing down plant development. Due to the very dry, very hot June, signs of water stress were already visible to the naked eye in the second half of the month (plant height, leaf condition), as a result of increasing soil drought and regular atmospheric drought during the daytime. July proved to be favorable with rainy and moderately warm weather, which was the main reason why the average maize yield was above average. In line with previous research results, this year's harvest proves that the seemingly extremely unfavorable weather in June does not in itself prevent above-average yields.

Keywords: weather, maize, drought, precipitation, temperature

Bevezetés

A klímaváltozás negatív hatásai az utóbbi években egyre látványosabban megjelennek a hazai növénytermesztés különböző területein. Az éghajlati viszonyokban legegységesebben megfigyelhető változás a felmelegedés. Ez megjelenik az éves, évszakos középhőmérsékletek szignifikánsan növekvő trendjében, a hőhullámok gyakoriságának, a hőségnapok számának növekedésében, illetve az alacsony hőmérsékletet jelző különböző küszöbnapok pl. fagyos napok számának csökkenésében (*Lakatos et al. 2021, HungaroMet1*). A csapadékviszonyok is változtak az utóbbi évtizedekben, de az éves csapadékösszeg nem mutat egyértelmű időbeli trendet. Növekedés és csökkenés is kimutatható a vizsgált periódustól és az országrészről függően, azonban a trend többnyire nem szignifikáns (*HungaroMet1, Gombos 2023*). A csapadék éven belüli eloszlása megváltozott, az őszi másodmaximum eltűnőben van. Csökkent a csapadékos napok száma, viszont nőtt az egy csapadékos napon lehulló átlagos mennyiség, intenzívebb a csapadékhullás (*Lakatos et al. 2021*). A felhőzet mennyiségének csökkenésére utal az éves átlagos napfénytartásban tapasztalható növekedés. Ezek a változások összességében fokozzák az aszályhajlamot.

A hazai kukoricatermesztésben a száraz, meleg nyári időjárás a legfőbb terméskorlátozó tényező. A talajaszály, a légköri aszály és a szélsőségesen magas hőmérséklet gyakran együtt okozza a terméskiesést. A kukorica ugyan melegigényes növény, azonban a 35 °C feletti hőmérséklet termésnövekedést eredményező károsodást okoz (*Shao et al. 2021*). A magas hőmérséklet különösen a virágzás-terméskötés időszakában jelent problémát (*Dong et al. 2021, Liu et al. 2022*). A száraz, meleg napokon a nappali órákban kialakuló légköri aszály oka a növényt körülvevő levegő nagyfokú telítettségi hiánya. Ilyen körülmények között olyan nagy a levegő párolgató képessége, hogy a növény csak a sztómák zárásával tudja megtartani a levelek megfelelő hidratáltságát. Ez erősen lecsökkenti a gázcsere lehetőségét, ezáltal a fotoszintézishez szükséges szén-dioxid felvételét. A transzspiráció visszaesésével a növény nem tudja hatékonyan hűteni önmagát, így magas léghőmérséklet esetén, elsősorban napos időben, a növényhőmérséklet kritikusan magas tartományba kerülhet. A kukorica leveleinek csavarodása egy víz megőrző szabályozó mechanizmus, amely segíti a levél hidratáltság fenntartásában, a sztómák részben nyitott

állapota mellett. Csökkenti a levélhőmérsékletet, fenntartja a PSII rendszer aktivitását, illetve csökkenti a fotoszintetikus veszteséget (*Saglam et al.* 2014). A pollen károsodását, mely esetenként már 32 °C felett kimutatható (*Sanchez et al.* 2014), döntően dehidratáció okozza (*Aylor* 2004), azaz a légköri aszályval van szoros kapcsolatban, nem önmagában a hőmérséklettel.

A talajaszály hosszabb idő alatt alakul ki ellentétben a légköri aszályval, a talajnedvesség fokozatosan csökken és bizonyos értéke alatt korlátozza a növény vízfelvételét. A gyökérszóna ezen kritikus talajnedvesség értéke a növény genotípusától és a fenológiai fázisától, sőt az időjárástól (potenciális ET) is függ, jellemzően a teljes diszponibilis víz 50–70%-a közötti tartományban van. Amennyiben a tenyészidőszak száraz, a hőmérséklet átlag feletti, akkor a nyári időszakra jellemzően kialakul a talajaszály. Magyarországon 10 évből átlagosan öt aszályos, amiből 1–2 év súlyosan aszályos (*Pálfai* 2010). Az utóbbi években egyre gyakrabban alakul ki, esetenként igen nagy károkat okozó aszály (*Gombos és Nagy* 2022, 2023). A termőterület jelentős visszaesése leginkább ezzel magyarázható. Napjainkban az aszály jelenti a kukoricatermesztés legfőbb kihívását.

A 2025-ös évre vonatkozó agrometeorológiai vizsgálatunk középpontjában is az aszályosság áll, a korábbi évekhez hasonlóan elemeztük a fő termésmeghatározó meteorológiai tényezőket, az egyes agrotechnikai elemek, illetve fenofázisok vonatkozásában értékeltük az időjárást. A kutatás a Debreceni Egyetem Látóképi Kísérleti Telepén, illetve a HungaroMet Debrecen-Kismacs és Debrecen-Repülőtér állomásain folyó meteorológiai mérések adatain alapult.

Anyag és módszer

A meteorológiai mérések egyik helyszíne a Debreceni Egyetem MÉK Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telepe (N 47°33', E 21°27', 120 m Bf., Debrecentől 10 km-re nyugatra). Az időjárás értékelését a szántóföldi kísérleti parcellák közelében működő automata meteorológiai állomás hőmérséklet és csapadék adatai alapján végeztük el. A mérőeszköz meghibásodása miatt kieső adatokat a HungaroMet Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt. kismacsi automata állomásának adataival használtuk, melyek elérhetők a Meteorológiai Adattárban (*HungaroMet2*). A sokévi átlagtól való eltérések vizsgálatához referenciaként a HungaroMet

Debrecen-Repülőtér állomásának klímaadatai szolgáltak, továbbra is a korábbi 1981–2010-es éghajlati normaidőszak használatánál maradtunk. A napsugárzási viszonyokat a napsütéses órák számával (globálsugárzásból számított adatok) mutattuk be, melyek havi értékei és azok normáltól való eltérései a szervezet honlapján (*HungaroMet2*) érhetőek el. A talajhőmérséklet mérése a Debreceni Egyetem Látóképi Kísérleti Telepén szántásos alapművelésű parcellákon, 3 db HOBO UA-002 Pendant hőmérsékleti adatgyűjtővel történt. A mérőeszközöket a talajelmunkálást követően március 23-án helyeztük 5 cm mélységbe. A vetés napján a mérőeszközöket a talajból rövid időre kivéve, majd utána már a magágyba visszahelyezve folytatódta a mérések.

A korábbi vizsgálatainkkal megegyező módon a tenyészidőszakban elsődlegesen havi és dekád bontásban értékeltük a hőmérsékleti- és csapadék viszonyokat, tekintettel a kukorica fenológiai fázisonként eltérő igényére, illetve érzékenységére. Az értékelés teljesebbé tételéhez áttekintettük a havi napsugárzási adatokat, valamint a kukorica kelése, kezdeti fejlődése szempontjából releváns április-májusi időszak napi talajhőmérsékleti adatait.

Eredmények és értékelés

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

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

átlagokat mértünk a kukorica magágyában 5 cm-es mélységben, ami a kelés, kezdeti fejlődés szempontjából kedvezőnek számít (1. ábra).

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

Időszak (1)	Közép- hőmérséklet (°C) (2)	Csapadék (mm) (3)	Napfény- tartam (óra) (4)
Téli félév (X-III) (5)	4,4 (+0,2)	216 (+2)	752 (+95)
Nyári félév (IV-IX) (6)	18,6 (+1,0)	239 (-107)	1589 (+115)
Április (7)	12,9 (+1,7)	13 (-40)	236 (+258)
Május (8)	14,2 (-2,4)	34 (-30)	201 (-40)
Június (9)	22,2 (+2,9)	10 (-56)	362 (+99)
Július (10)	22,0 (+0,7)	86 (+20)	280 (+2)
Augusztus (11)	21,6 (+0,8)	25 (-24)	303 (+21)
Szeptember (12)	18,4 (+2,2)	71 (+23)	207 (+5)

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

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

A májusi középhőmérséklet (14,2 °C) jelentősen elmaradt a sokévi átlagtól (-2,4 °C). Különösen a hónap közepe volt igen hűvös, melynek hatására a növények fejlődése nagyon lelassult. Május 5–25. időszakban a napi középhőmérséklet jellemzően a 10–13 °C-os tartományban volt, alig meghaladva a bázishőmérsékletet. A száraz időjárás viszont tovább folytatódott a hónap nagy részében. A havi csapadék (34 mm) a sokévi átlag felét érte el, elsősorban az utolsó dekádra koncentrálódva (2. ábra).

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

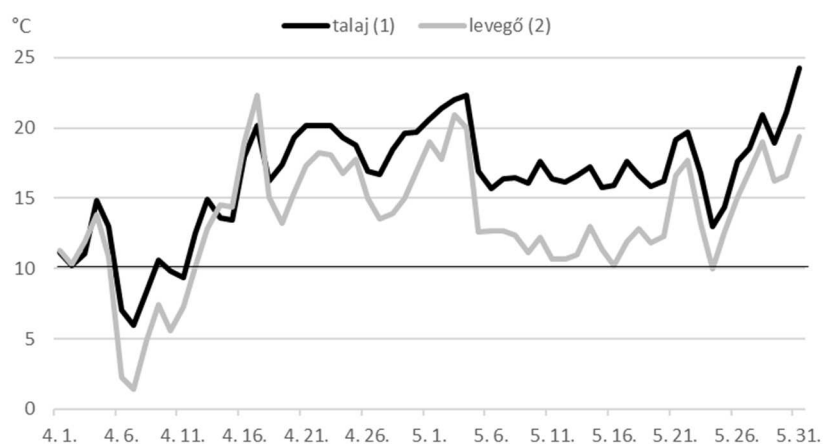


Figure 1. Daily average of soil temperature (at 5 cm depth), air temperature (2 m) and the difference of them (Debrecen-Látókép, 1 April to 31 MAy, 2025). (1) Soil, (2) Air.

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

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

szempontjából meghatározó időszakban (virágzás-terméskötés) ne alakuljon ki jelentős hatású hő-, illetve ví zhiány stressz.

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

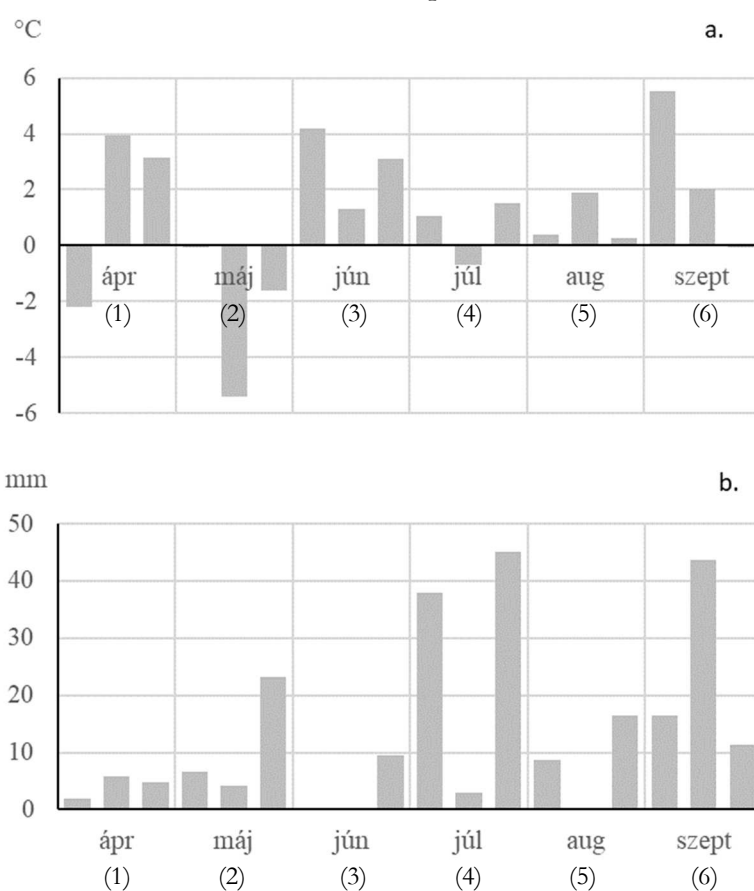


Figure 2. 10-day precipitation sums (b) and anomalies of the 10-day average air temperature values (a) in the growing season (Debrecen-Látókép, 2025). (1) April, (2) May, (3) June, (4) July, (5) August, (6) September

Az augusztus havi középhőmérséklet 22,0 °C, kissé átlag feletti, de nem kedvezőtlenül magas. Ebben a hónapban volt az év legmelegebb napja (10-én

36,8 °C-os maximum), azonban nem alakult ki tartós hóhullám. A csapadékösszeg (25 mm) csupán a szokásosnak a felét érte el. Összességében mérsékelt szárazság jellemezte ezt a hónapot, a termésfejlődés időszakát.

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

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

Következtetések

Az ország egyes részeit (elsősorban a Dél-Alföldet) 2025-ben is igen súlyos aszály sújtotta, helyenként a 2022-es évhez hasonlóan teljesen megsemmisítve a kukoricatermést. Debrecen térségében ugyanakkor jellemzően az átlagosnál kissé magasabb termésátlagok születtek, annak ellenére, hogy az időjárás több tekintetben is kedvezőtlen hatást gyakorolt:

- a hűvös májusi időjárás jelentősen lelassította a növény fejlődését (kb. héten héten keresztül);
- az igen száraz, igen meleg június hatására a hónap második felére (a korábbi mérsékelt csapadékhiánnyal együtt) az aszály (légköri- és talajaszály) negatív hatásai már szemmel láthatóan is megjelentek a kukoricán;
- az augusztusi érési időszakban is száraz és meleg volt az időjárás.

Korábbi kutatási eredményeinkkel összhangban ez az évjárat is bizonyítja, hogy a rendkívül kedvezőtlennek tűnő júniusi időjárás önmagában még nem akadályozza meg egy átlagosnál nagyobb termés kialakulását. A virágzás/terméskötés/érés korai szakasza a kukorica legérzékenyebb időszaka, nagy mértékben az ekkori időjárás határozza meg a termésátlagot. A 2025-ös évben Debrecen térségében a július kedvezőnek bizonyult csapadékos és

mérsékelt meleg időjárásával, döntően ennek köszönhető az átlagot meghaladó termésmennyiség.

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

- Aylor, D. E.*: 2004. Survival of maize (*Zea mays*) pollen exposed in the atmosphere, *Agricultural and Forest Meteorology*. 123. 3-4: 125-133.
- 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, 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.: Megfigyelt hazai változások. https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/megfigyelt_hazai_valtozasok/
- HungaroMet2*: Meteorológiai Adattár. HungaroMet Nonprofit Zrt. <https://odp.met.hu/>
- HungaroMet3*: Napfénytartam. HungaroMet Nonprofit Zrt. <https://met.hu/idojaras/agrometeorologia/napfenytartam/>
- Lakatos M.-Bihari Z.-Izsák B.-Szentés O.*: 2021. Globális és hazai éghajlati trendek, szélsőségek változása: 2020-as helyzetkép. *Scientia et Securitas*. 2. 2: 164-171.
- 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.

- Pálfai I.*: 2010. Az aszályok gyakorisága a Kárpát-medencében az utóbbi háromszáz évben „Klí ma-21” füzetek Klí mavaltozás-hatások-válaszok. AKAPRINT Kft. Budapest. 59: 42-45.
- Saglam, A.-Kadioglu, A.-Demiralay, M.-Terzi, R.*: 2014. Leaf rolling reduces photosynthetic loss in maize under severe drought. *Acta Botanica Croatica*. 73: 315-332.
- Sánchez, B.-Rasmussen, A.-Porter Jr.*: 2014. Temperatures and the growth and development of maize and rice: a review. *Glob. Chang. Biol.* 20. 2: 408-417.
- Shao, R.-Yu, K.-Li, H.-Jia, S.-Yang, Q.-Zhao, X.-Zhao, Y.-Liu, T.*: 2021. The effect of elevating temperature on the growth and development of reproductive organs and yield of summer maize, *Journal of Integrative Agriculture*. 20. 7: 1783-1795.

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

