

Crop
Production

 HERMAN OTTÓ INTÉZET
NONPROFIT KFT.

NÖVÉNYTERMELÉS

72. kötet | 1. szám | 2023. március

Alapítás éve: 1952

Főszerkesztő: Nagy János



A 2022-es rendkívüli aszály
agrometeorológiai jellemzői
Debrecen-Látóképen

A levéltrágyázás hatása
a kukoricatermesztés
(*Zea mays* L.) technológiájára
a 2021–2022-es évjáratokban

A szöszösbükköny (*Vicia
villosa* Roth.) és a tritikálé
(*X Triticosecale* Wittmack)
jelentősége a fenntartható
biológiai talajvédelemben
a Nyírségben

Növénytermelés

CROP PRODUCTION

A Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft. kiadásában,
az Agrárminisztérium támogatásával megjelenő folyóirat
a növénytermesztés, növénynevelés, növénygenetika, növényélettan, agrobotanika
területén magyar és külföldi szerzők által írt, angol nyelvű összefoglalókkal ellátott
tudományos közleményeket, vitacikkeket, szemlét, könyvismertetést közöl.

**A folyóirat szakmai támogatója az MTA Agrártudományok Osztályának
Talajtani, Vízgazdálkodási és Növénytermesztési Tudományos Bizottsága.**

Megjelenés egy kötet négy füzetben.

A Növénytermelést a SCOPUS és a Google Scholar indexeli.

Szerkesztőség:

DEBRECENI EGYETEM MÉK
Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet
4032 Debrecen, Böszörményi út 138.
4002 Debrecen, Pf. 400
Telefon: (06 52) 508-310
E-mail: novenytermeles@agr.unideb.hu

Megrendeléseiket az alábbi elérhetőségeinken várjuk:

Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft.
1223 Budapest, Park u. 2.
Telefon: (06 1) 362-8100
Fax: (06 1) 362-8104
E-mail: info@agrarlapok.hu
www.hoi.hu - www.agrarlapok.hu - www.novenytermeles.hu

A kiadásért felelős Bozzay Péter,
a Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft. ügyvezetője.

ISSN 0546-8191
Növényterm 72 (2023) 1
Printed in Hungary

Növénytermelés

CROP PRODUCTION

72. kötet, 1. szám, 2023. március

Főszerkesztő/Editor-in-Chief:

JÁNOS NAGY

Szerkesztőbizottság/Editorial Board:

Z. BERZSENYI, M. BIRKÁS, CS. GYURICZA, E. HARSÁNYI,
K. INUBUSHI, Z. IZSÁKI, M. JOLÁNKAI, T. KISMÁNYOKY,
L. CS. MARTON, J. NAGY, P. PEPÓ, K. RAJKAI,
R. SCHMIDT, A. SZÉLES

AGRÁRMINISZTERIUM

A kiadásért felelős a Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft. ügyvezetője.

A nyomást és kötést a Zemplén-Vektor Nyomda végezte.

Felelős szerkesztő: Dr. Nagy János

Fedélterv: Dávid Ildikó

Fotót készítette: Illés Árpád

ISSN 0546-8191

TARTALOM

<i>Gombos Béla – Nagy János: A 2022-es rendkívüli aszály agrometeorológiai jellemzői Debrecen-Látóképen</i>	5
<i>Kith Károly – Zelenák Annabella – Ibtissem Balaout – Nagy János: A levéltrágyázás hatása a kukoricatermesztés (<i>Zea mays</i> L.) technológiájára a 2021-2022-es évjáratokban</i>	19
<i>Kosztyné Krajnyák Edit – Szabó Béla – Csabai Judit – Tóth Csilla – Irinyiné Oláh Katalin – Vágvölgyi Sándor – Pepó Péter: A szöszösbükköny (<i>Vicia villosa</i> Roth.) és a tritikálé (<i>X Triticosecale</i> Wittmack) jelentősége a fenntartható biológiai talajvédelemben a Nyírségben</i>	33
<i>Nagy János – Demeter Cintia – Bakos Zsuzsanna – Simon Károly – Hajer Mohamed Ibrahim Sidahmed: A csemegekukorica (<i>Zea mays</i> L. convar. <i>saccharata</i> Koern) hibridek betakarítási idejének értékelése a szárazanyag- és a szacharózgyarapodásának dinamikája alapján</i>	53
<i>Nagy János – Zelenák Annabella – Illés Árpád – Bojtor Csaba – Gombos Béla – Szabó Atala – Nyéki Anikó – Széles Adrienn: Eltérő FAO-számú kukorica (<i>Zea mays</i> L.) hibridek termésparamétereinek elemzése öntözött állományban</i>	69
<i>Sojnóczki István – Nagy János: Talajművelési rendszerekre adaptált precíziós kukorica (<i>Zea mays</i> L.) vetési rendszerek hatásai a kukorica kelési dinamikájára</i>	85
<i>Szabó Atala – Illés Árpád – Bakos Zsuzsanna – Nagy János: A precíziós csepegtető öntözés hatása a csemegekukorica (<i>Zea mays</i> conv. <i>saccharata</i> Koern) normalizált differenciált vegetációs index, levélterületi index és SPAD értékeire szántóföldi kísérletben</i>	107
SZEMLE	
<i>Matuz János – Beke Béla: 50 éve kezdődött Szegeden a durumbúza nemesítése és kutatása</i>	123

CONTENTS

<i>Gombos, B. – Nagy, J.</i> : Agrometeorological characteristics of the extreme drought of 2022 in Debrecen-Látókép	5
<i>Kith, K. – Zelenák, A. – Balaout, I. – Nagy, J.</i> : The effect of foliar fertilisation on the production technology of maize (<i>Zea mays</i> L.) in the crop years 2021-2022	19
<i>Kosztayné Krajnyák, E. – Szabó, B. – Csabai, J. – Tóth, Cs. – Irinyiné Oláh, K. – Vágvölgyi, S. – Pépó, P.</i> : The importance of hairy vetch (<i>Vicia villosa</i> Roth.) and triticale (X <i>Triticosecale</i> Wittmack) in biological soil conservation on Nyírség region	33
<i>Nagy, J. – Demeter, C. – Bakos, Zs. – Simon, K. – Mohamed Ibrahim Sidahmed, H.</i> : Harvest time evaluation of sweet maize (<i>Zea mays</i> L. convar. <i>saccharata</i> Koern) hybrids based on dry matter and sucrose yield dynamics	53
<i>Nagy, J. – Zelenák, A. – Illés, Á. – Bojtor, Cs. – Gombos, B. – Szabó, A. – Nyéki, A. – Széles, A.</i> : Evaluation of the yield parameters of maize (<i>Zea mays</i> L.) hybrids of different FAO numbers in an irrigated crop stand	69
<i>Sojnóczki, I. – Nagy, J.</i> : The effects of precision maize (<i>Zea mays</i> L.) sowing systems adapted to tillage systems on the emergence dynamics of maize	85
<i>Szabó, A. – Illés, Á. – Bakos, Zs. – Nagy, J.</i> : Effect of precision drip irrigation on the Normalized Difference Vegetation Index, Leaf Area Index and SPAD readings of sweet maize (<i>Zea mays</i> conv. <i>saccharata</i> Koern) in a field experiment	107
REVIEW	
<i>Matuz, J. – Beke, B.</i> : The breeding of durum wheat began in Szeged 50 years ago	123

A 2022-es rendkívüli aszály 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

Magyarország jelentős részén, beleértve Debrecen térségét is, rendkívül súlyos aszály alakult ki 2022-ben. Kutatásunk során vizsgáltuk, hogy milyen időjárási viszonyok vezettek a kukorica évtizedek óta nem tapasztalt mértékű termés kieséséhez.

A tenyészidőszakot megelőző téli félévben a talajok mélyebb rétegei nem tudtak vízzel feltöltődni, kifejezetten alacsony volt a kukorica tavaszi induló vízkészlete. Az április hűvös és átlagosan csapadékos volt. Ezt követően gyakorlatilag augusztus második feléig folyamatosan meleg vagy igen meleg, napsütésben gazdag, rendkívül száraz időjárás uralkodott. A havi középhőmérsékletek mindhárom nyári hónapban viszonylag egységesen 2-3 °C-kal haladták meg a sokévi átlagot, 44 volt a hőség napok száma. A nyár folyamán összesen csupán 56 mm csapadék hullott, mindössze két alkalommal volt 10 mm feletti napi mennyiség, ami a levegő igen nagy párolgató képessége miatt nem tudott érdemben hozzájárulni a kukorica vízellátásához. Nyár elejétől a talajaszály nagymértékben korlátozta a vízfelvételt, illetve a transzspirációt, a kukorica igen gyengén fejlődött. A kritikus fenológiai fázisok (virágzás, terméskötés) idejére tovább súlyosbodó aszály (talaj- és légköri aszály együttesen) hatására a kukorica tövek nagy része meddő maradt.

A 2022-es aszály rendkívüliségét az igen meleg, és a meghatározó időszakokban lényegében csapadékmentes nyári időjárás, továbbá a talajok nagyon alacsony induló

vízkészlete együttesen eredményezte. A térségünkben az éghajlatváltozás következtében az aszálykockázat növekedésére számíthatunk.

Kulcsszavak: aszály, időjárás, csapadék, hőmérséklet, kukorica

Agrometeorological characteristics of the extreme drought of 2022 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

A large part of Hungary, including the Debrecen area, was facing a very severe drought in 2022. Our research examined the weather conditions that led to maize yield losses on a scale not seen in decades.

In the winter before the growing season, deeper soil layers were not able to replenish water, and the spring water availability of maize was particularly low. April was cool with average rainfall. Thereafter, the weather was warm or very warm, sunny and extremely dry practically until the second half of August. Monthly mean temperatures in all three summer months were relatively uniformly 2–3 °C above the multi-year average, with 44 heat days. In total, only 56 mm of rain fell during the summer, with only two daily rainfall events above 10 mm, which did not contribute significantly to the water supply of the maize due to the very high evaporation capacity of the air. From the beginning of the summer, soil drought severely limited water uptake and transpiration, and maize growth was very poor. The drought (a combination of soil and atmospheric drought), which worsened during the critical phenological phases (flowering and yield formation), left most maize plants infertile.

The exceptional nature of the drought of 2022 is due to the combination of very hot summer weather, with virtually no precipitation during the main periods, and very low initial soil water availability. In our region, we can expect an increase in drought risk as a result of climate change.

Keywords: drought, weather, precipitation, temperature, maize

Bevezetés

Magyarország jelentős részén, különösen az Alföldön rendkívül súlyos aszály alakult ki 2022-ben. A kukorica országos termésátlaga 3,3 t/ha volt, ami a megelőző 20 év átlagának a fele (KSH alapján, *Net1*). Ilyen alacsony érték utoljára az 1960-as években, több mint 50 éve fordult elő, azonban akkor lényegesen kisebb terméspotenciállal rendelkező genotípusok termesztése folyt. Egyes megyék termésátlagai még egyértelműbben mutatják az aszály súlyosságát. Legkisebb, 1 t/ha-os termés Jász-Nagykun-Szolnok, és az egyébként jó termőhelyi adottságokkal rendelkező Békés megyében volt (*Sulyok és Nádas* 2022). A délkeleti országrészben több helyen teljesen megsemmisült a termés, még a kiváló minőségű csernozjom talajokon, jó tápanyag-ellátottság és megfelelő agrotechnika mellett is.

A Hajdúsági löszháton szintén rendkívül nagy volt a kukorica aszály miatti termés kiesése. A Debreceni Egyetem Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telepén folytatott kukorica tartamkísérlet terméseredményei (nem öntözött körülmények között) az idén minden eddiginél gyengébbek voltak (1,5–3,5 t/ha).

A mezőgazdasági aszály a növénytermesztési tér tartós és jelentős vízhiánya a növényfaj (fajta) vízigényéhez viszonyítva, amely mellett a növények, különösen a termesztett növények már visszafordíthatatlan és jelentős károsodást szenvednek. Ha a vízhiány nem tartós, illetve nem jelentős, akkor az nem tekinthető aszálynak. Ez a klasszikus értelemben vett aszályra, a talajaszályra vonatkozik. A növény károsodása jellemzően a talaj diszponibilis vízkészletének 30–50%-a alá csökkenésekor válik egyértelműen láthatóvá, de már ennél magasabb talajnedvesség esetén is bekövetkezik a termés csökkenés, illetve az aszálykár (növényfajtól függően). A száraz, meleg napokon kialakuló légköri aszály oka nem a talajnedvesség elégtelensége, hanem a növényt

körülvevő levegő nagyfokú telítettségi hiánya. A légköri aszály akkor jelentkezik, ha az alacsony légnedvesség ($RH \leq 30\%$) magas hőmérséklettel párosul (≥ 30 °C). Ilyen körülmények között olyan nagy a levegő párologtató képessége, hogy a gyökérszövet nem tudja pótolni a leadott vizet, a növény vízforgalmi egyensúlya felborul, a levélzet lankad.

Magyarország éghajlatának természetes velejárója az aszály. Korábbi vizsgálatok alapján 10 évből átlagosan öt aszályos, amiből 1–2 év súlyosan aszályos (Pálfai 2010). Amennyiben a tenyészidőszak száraz, a hőmérséklet átlag feletti, akkor a nyári időszakra jellemzően kialakul a talajaszályság. A tenyészidőszakot megelőző őszi-téli időszak szárazsága növeli az aszály kialakulásának kockázatát, illetve fokozza annak mértékét (Pálfai 2002).

A kukorica melegigényes növény és jelentős a vízigénye. Magyarországon a termés mennyiségét leginkább meghatározó meteorológiai tényező a csapadék, a kukoricatermelés legnagyobb problémája a vízhiány. A tenyészidőszakban a növény vízigénye jelentősen meghaladja az átlagos csapadékos mennyiséget, a fő termőterületeken 100–150 mm-rel, helyenként 200 mm-rel, csupán a Dunántúl délnyugati részén kisebb mértékű a vízhiány (40–80 mm) (Nagy 2007). Különösen fontos a megfelelő mennyiségű csapadék júliusban és augusztusban, mivel a növény a vízigénye a virágzás, termésképződés és a korai termésfejlődés időszakában a legnagyobb (Antal *et al.* 1992). A hazaitól eltérő éghajlatú területeken folytatott vizsgálatok is megerősítik, hogy a vízhiányra legérzékenyebb fenológiai fázis a címerhányást közvetlenül megelőző időszaktól a szemtelítődés középső szakaszáig tart (Nielsen *et al.* 2010). A virágzás idején, vagy kevéssel előtte jelentkező vízhiány a szemszám csökkenését okozza, a megtermékenyítés után bekövetkező szárazság hatására a szemtömeg csökken (Westgate és Boyer 1986, Smith *et al.* 2004). Az intenzív vegetatív fejlődés idején a kukorica kevésbé érzékeny a vízhiányra. Erre utal, hogy az igen száraz (lényegében csapadékmentes) júniusi időjárás önmagában nem csökkenti a termésátlagot az átlagos érték alá (Gombos és Nagy 2019).

Számos kutatás bizonyítja a magas hőmérséklet terméscsökkentő hatását (Schlenker és Roberts 2009, Lobell *et al.* 2013, Ben-Ari *et al.* 2016, Carter *et al.* 2016). A kukorica a reprodukív fenofázisban, azon belül is különösen a virágzás idején a legérzékenyebb a hőstresszre (Wheeler *et al.* 2000). A pollen életképességét rontja a 35 °C feletti hőmérséklet, különösen, ha alacsony

légnedvességgel párosul (Fonseca és Westgate 2005), azaz légköri aszály esetén.

Magyarországon az éghajlatváltozás következtében a tenyészidőszak átlaghőmérsékletének további növekedésére, a csapadék kismértékű csökkenésére (nagy bizonytalanság mellett) számíthatunk, egyértelműen növelve az aszályhajlamot (Bartholy *et al.* 2011, Horváth *et al.* 2021). Emellett mind a hőmérséklet, mind a csapadék tekintetében a szélsőségesesség fokozódására számíthatunk, ami akár eddig nem tapasztalt mértékű növénytermesztési kihívásokat jelenthet. A változások már több évtizede elindultak. Az elmúlt 40 évben az évi és az évszakos középhőmérsékletek is jelentősen emelkedtek, a hóhullámos napok száma a Dél-Alföldön 12–14 nappal növekedett (OMSZ 2019a). Az évi csapadékösszeg országos átlaga az 1901–2020 időszakban nem mutat szignifikáns trendet, de a nyugati országrészben csökkenés, az Alföldön gyenge növekedés figyelhető meg. Az 1981–2020 időszakra vonatkozóan már országos átlagban is kimutatható az éves csapadék emelkedő trendje (OMSZ 2019b). Mindez arra utal, hogy a növekvő aszályosság elsősorban a hőmérséklet emelkedésével és a csapadék szélsőséges eloszlásával van összefüggésben.

Kutatásunk során vizsgáltuk, hogy milyen hőmérsékleti és csapadékviszonyok mellett alakult ki a rendkívüli termés kiesést okozó aszály Debrecen térségében. Az eredményeink alapján bemutatjuk és értékeljük a kukorica 2022-es tenyészidőszakának meteorológiai jellemzőit.

Anyag és módszer

A kutatási helyszín a Debreceni Egyetem MÉK Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telepe (N 47°33', E 21°27', 120 m Bf.). A terület a Hajdúsági löszháton található, Debrecentől mintegy 10 km-rel nyugatra. Talaja kiváló vízgazdálkodású és termőképességű, középkötött (AK 39) alföldi mészlepedékes csernozjom. Az időjárás értékelését a szántóföldi kísérleti parcellák mellett működő automata meteorológiai állomás hőmérséklet és csapadék adatai 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. A napsugárzási

viszonyokat a mezőgazdák által preferált napfényes órák számával mutattuk be, mely adatok az OMSZ Debrecen Repülőtér meteorológiai állomásának méréseiből származnak. A talajhőmérséklet mérése szántásos alpművelésű parcellákban, a kukorica vetőágyba telepített HOBO UA-002 Pendant hőmérsékleti adatgyűjtőkkel történt 5 cm mélységben. Az adatok megbízhatóságának növelése érdekében a hőmérőket három ismétlésben helyeztük a talajba és az adataikat átlagoltuk.

A vizsgálataink módszertana megegyezett az előző, 2021-es évre vonatkozó hasonló tárgyú elemzésünk módszertanával (Gombos és Nagy 2022). A tenyészidőszakban elsődlegesen havi, majd dekád bontásban értékeltük a hőmérsékleti-, csapadék- és napsugárzási viszonyokat (Gombos és Nagy 2019). Ezt kiegészítettük a kelés – kezdeti fejlődés időszakra vonatkozó napi talaj- és léghőmérsékleti információkkal. A dekád hőmérséklet esetében az anomália, a csapadék esetében a tényleges értékek elemzése bizonyult célravezetőbbnek, a grafikus megjelenítésnél ezért ezeket alkalmaztuk. A kukorica fenofázisonként változó igényének figyelembevételével értékeltük a meteorológiai viszonyokat, amelyek jól hasznosíthatók a termésmodellek korszerű fejlesztésében (Nyéki *et al.* 2021, Zelenák *et al.* 2022). Kutatásunk során az időszak általános agrometeorológiai jellemzésén túl vizsgáltuk, hogy milyen hőmérsékleti és csapadékviszonyok mellett alakulhatott ki a 2022-es, rendkívüli terméskiesést okozó aszály Debrecen térségében.

Eredmények

A 2022-es aszály rendkívüli mértékében kétségtelenül szerepet játszott az előző év aszályossága. 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). 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 előrevetítette egy akár súlyosabb aszály kialakulásának lehetőségét.

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)

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.

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.

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 hatleveses állapotig a kukorica tenyészőcsúcsa a talajfelszín alatt található, tehát a

fejlődési sebességet közvetlenül a talaj hőmérséklete határozza meg, a léghőmérséklet hatása közvetve érvényesül.

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

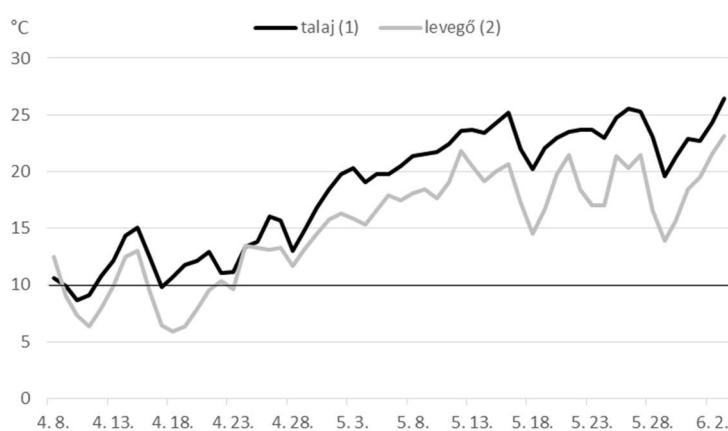


Figure 1. Daily average of soil temperature (at 5 cm depth), air temperature (2 m) and the difference of them (Debrecen-Látókép, 8 April to 3 June, 2021). (1) Soil temperature, (2) Air temperature

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 párolgató 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 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ alá hűlt a levegő, viszont igen magas (44) volt a hőség napok ($\text{max} \geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$) száma a nyári időszakban.

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

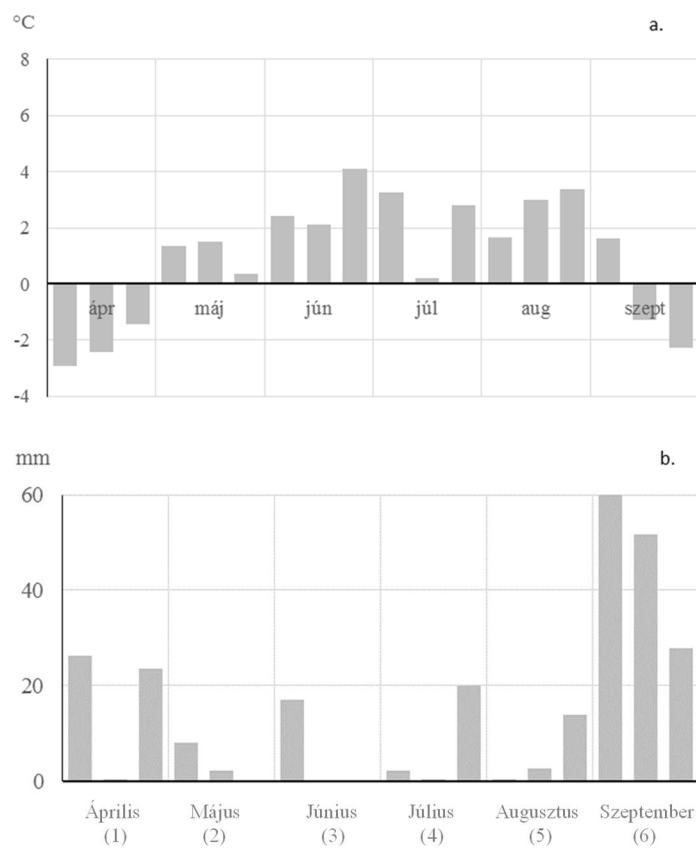


Figure 2. 10-day precipitation sums (b) and anomalies of the 10-day average air temperature values (a) in the growing season (Debrecen-Látókép, 2022). (1) April, (2) May, (3) June, (4) July, (5) August, (6) September

A nyár folyamán rendkívül súlyos aszály alakult ki Debrecen térségében (illetve Magyarország jelentős részén). A talaj mélyebb rétegei nem tudtak feltöltődni vízzel a téli félévben, az induló vízkészlet a szokásosnál lényegesen kisebb volt. A tavasszal lehullott csapadék csak rövid ideig biztosította a kukorica megfelelő vízellátottságát, májusban már gyorsan csökkent a talaj nedvességtartalma. Nyár elejétől a talajaszály nagymértékben korlátozta a vízfelvételt, illetve a transzspirációt. Jól megfigyelhető volt a növények gyenge fejlődése, mind a tömeggyarapodás, mind a magassági növekedés tekintetében. Ez – a mértéke miatt – már önmagában termésnövekedést eredményezett volna, annak ellenére, hogy a vegetatív fejlődés időszakában a kukorica még viszonylag kis mértékben érzékeny a vízhiányra. Az időjárás jellege azonban később sem változott, a magas hőmérséklet mellett csapadék lényegében nem esett. A tovább fokozódó talajaszály mellett légköri aszály is kialakult a napok nagy részében. Mindez a kritikus fenológiai fázisokban (virágzás, terméskötés) több helyen teljesen megakadályozta a termésképződést. A térség kiváló minőségű és vízgazdálkodású csernozjom talajain nagy területet érintően a kukorica nem hozott érdemleges termést.

Szeptemberben jelentős fordulat következett be az időjárásban. Igen nagy mennyiségű csapadék hullott. A havi 152 mm-es érték több mint háromszorosa a sokévi átlagnak, illetve meghaladja a 2022 januárja és augusztusa közötti 8 hónap teljes összegét. Ez már túl későn érkezett a kukoricának. A hónap eleje még meleg, de nagyobb része már hűvös volt. A több hetes esős, hűvös időben a kukorica termésének vízleadása vontatottan történt. A talaj nedvességi állapota is akadályozta a betakarítást, amire több helyen csak októberben kerülhetett sor.

Az igen meleg, a meghatározó időszakokban lényegében csapadékmentes nyári időjárás, továbbá a talajok nagyon alacsony induló vízkészlete együttesen igen súlyos aszályt eredményezett. A 2022-es aszály rendkívüliségét leginkább az bizonyítja, hogy a nagyüzemi kukoricatermesztés kezdete óta nem volt az idejéhez hasonló mértékű termés kiesés.

Következtetések

Már 2021-ben is jelentős aszály sújtotta Magyarország fő, az egyik legjobb termőhelyi adottságokkal rendelkező termőterületét, a Hajdúságot. A nyár folyamán (2021-ben) egyáltalán nem hullott a növény vízellátottságához érdemben hozzájáruló csapadék. 2022-es tenyészidőszak nagy része szintén igen száraz és meleg volt, sok hasonlósággal az előző évihez, bizonyos meteorológiai paraméterekben még kedvezőlenebb helyzetet mutatva. Lényeges különbség volt azonban a talajok tavaszi induló nedvességtartalmában. A 2021-es szezon egy csapadékos évet követve, a szántóföldi vízkapacitásukig teljesen feltöltődött talajokkal indult, az a nyári időszakban hozzájárult a növény vízellátásához, enyhítette az aszályt. Ugyanakkor a talajok nagymértékben kiszáradtak és a téli félévben a víz alig pótlódott vissza. Főleg ezzel (és részben a májusi csapadék eltéréseivel) magyarázható, hogy miért volt lényegesen nagyobb termés kiesés 2022-ben.

Az utóbbi két év felhívja a figyelmet a térségre jellemző jelentős és várhatóan növekvő aszálykockázatra. Mindez összhangban van a már végbement és a jövőben várható éghajlatváltozási folyamatokkal.

Köszönetnyilvánítás

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

IRODALOM

- Antal J.–Kismányoky T.–Ragasits I.*: 1992. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Bartholy J.–Bozó L.–Haszpra L. (szerk.)*: 2011. Klímaváltozás – 2011. Klímaszcenáriók a Kárpát-medence térségére. Budapest. 281.
- 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.
- Fonseca, A. E.–Westgate, M. E.*: 2005. Relationship between desiccation and viability of maize pollen. *Field Crops Research*. 94: 114–125.
- 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.
- Horváth, É.–Gombos, B.–Széles, A.*: 2021. Evaluation phenology, yield and quality of maize genotypes in drought stress and non-stress environments. *Agronomy Research*. 19. 2: 408–422.
- 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.
- Net1*: KSH Fontosabb gabonafélék termésátlaga. www.ksh.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.–Kerepesi, C.–Daróczy, B.–Benczúr, A.–Milics, G.–Nagy, J.–Harsányi, E.–Kovács, A. J.–Neményi, M.*: 2021. Application of spatio-temporal data in sitespecific maize yield prediction with machine learning methods. *Precision Agriculture*. 22. 5: 1397–1415.
- OMSZ*: 2019a. Magyarország hőmérsékleti viszonyai. https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/homerseklet/
- OMSZ*: 2019b. Magyarország csapadék viszonyai. https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/csapadek/
- Pálfai I.*: 2002. Magyarország aszályossági zónái. *Vízügyi Közlemények*. 84. 3: 323–357.
- Pálfai I.*: 2010. Az aszályok gyakorisága a Kárpát-medencében az utóbbi háromszáz évben. „Klíma-21” füzetek Klímaváltozás-hatások-válaszok. AKAPRINT Kft. Budapest. 59: 42–45.
- 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.
- Sulyok D. Zs.–Nádas A.*: 2022. A kukoricatermesztés értékelése. Agrárunió. <https://www.agrarunio.hu/hirek/novenytermesztes/8948-a-kukoricatermesztes-ertekelese>

- Westgate, M. E.–Boyer, J. S.:* 1986. Reproduction at low silk and pollen water potentials in maize. *Crop Science*. 26: 951–956.
- 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.
- Zelenák, A.–Szabó, A.–Nagy, J.–Nyéki, A.:* 2022. Using the CERES-Maize Model to Simulate Crop Yield in a Long-Term Field Experiment in Hungary. *Agronomy*. 22. 12: 785.

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

A levéltrágyázás hatása a kukoricatermesztés (*Zea mays* L.) technológiájára a 2021–2022-es évjáratokban

¹KITH KÁROLY – ²ZELENÁK ANNABELLA – ²IBTISSEM BALAOUD – ²NAGY JÁNOS

¹HL-LAB Agrár- és Környezetvédelmi Laboratórium –

Mérnöki Iroda, Debrecen

²Debreceni Egyetem MÉK

Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet, Debrecen

Összefoglalás

A szántóföldi tartamkísérletek 1983 óta folynak a Debreceni Egyetem MÉK Látóképi Kísérleti Telepen. Kutatásainkat az itt beállított kísérletben végeztük. Precíziós csepegtető öntözéses agrotechnika mellett vizsgáltuk a 2021–2022-es években a biológiai alapanyagú lombtrágyák hatékonyságát. A kukorica állományt 7–8 leveles állapotban kezeltük Natur Plasma T biostimulátor, Natur Active komplex lombtrágya, illetve Cink és Kén Mono adalékok levélre történő permetezéssel. Az alkalmazott lombtrágya-kezelés mindkét évjáratban terméstöbbletet eredményezett. Ezen mikrobiológiai készítmények alkalmazása gyors és hatékony tápanyag-beépülést tesz lehetővé a vegetatív és a generatív ciklusok során. A tenyészidőszakban a kukorica hibridek fontosabb paramétereit (SPAD, NDVI) mértük a kritikus fenofázisokban (12 leveles állapot, nővirágzás, fiziológiai érettség). A kapott eredmények alapján megállapítottuk, hogy a lombtrágyák és biostimulátorok agrotechnikába való illesztésével javult a kukoricaállomány állóképessége, és hatására az alaptrágyázáson felül további termésnövekedéseket mértünk.

Kulcsszavak: kukorica, genotípus, levéltrágya, öntözés, SPAD, NDVI

The effect of foliar fertilisation on the production technology of maize (*Zea mays* L.) in the crop years 2021–2022

¹K. KITH – ²A. ZELENÁK – ²I. BALAOUT– ²J. NAGY

¹HL-LAB Laboratory of Agriculture and Environmental Protection –
Engineer's Office, Debrecen

²University of Debrecen Faculty of Agricultural and Food Sciences and
Environmental Management,
Institute of Land Use, Engineering and Precision Farming Technology, Debrecen

Summary

Since 1983, long-term field experiments have been carried out at the University of Debrecen's Látókép Experiment Site, where our research was also carried out. In the years 2021–2022, we examined the efficiency of biological foliar fertilisers under precision drip irrigation. Maize stands were treated at the 7–8-leaf stage with foliar sprays of Natur Plasma T biostimulant, Natur Active complex foliar fertiliser, and Zinc and Sulphur Mono additives. The applied foliar fertiliser treatments resulted in yield gains in both years. The use of these microbiological preparations allows rapid and efficient nutrient incorporation during the vegetative and generative cycles. During the growing season, important parameters of maize hybrids (SPAD, NDVI) were measured at critical phenophases (12-leaf stage, silking, physiological maturity). The obtained results showed that the incorporation of foliar fertilisers and biostimulants into agrotechnology improved the strength of maize stands and resulted in additional yield gains over and above the base fertilisation.

Keywords: maize, genotype, foliar fertiliser, irrigation, SPAD, NDVI

Bevezetés

A növénytermesztés célja a nagy terméshozamok elérése magas minőségi szinten (*Nagy 2021*). A mezőgazdaságban egyre nagyobb arányban alkalmaznak levéltrágya készítményeket, ezzel javítható a kultúrnövények

ellenálló képessége a növekedési fázisokban (Kith et al. 2022). A levélen keresztüli tápanyag-utánpótlás – mint agrobiotechnológiai eszköz – beillesztése a jelenlegi mezőgazdasági gyakorlatba alkalmas lehet ezen célok eléréséhez. Látóképen a kezdetektől, 1983-tól az agronómiai kutatás szerves részét képezték a Nagy János és Pepó Péter professzorok által beállított tartamkísérletek (Nagy és Pepó 2015). Nagy János professzor 2018-ban alapított 'Kiváló kukorica hibridek' kísérletében – több fenometria tényező mellett – vizsgálatunk kiterjedt több tényezőre (szemszám, ezerszemtömeg, cső súly, szem-csutka arány, csőhossz, csőátmérő). A kukoricának – mint minden növény fiziológiás rendszerében – nélkülözhetetlen a Nap energia, a magas terméspotenciálhoz pedig magas vízigény is tartozik. A kukorica termésbiztonságát növelhetjük az adott ökológiai viszonyokhoz legjobban igazodó, kedvező nedvességleadó képességű hibridek termesztésével (Nyéki et al. 2021, Zelenák et al. 2022). Fontos továbbá a növény igényeinek megfelelő, víztakarékos talajművelés, vetésváltás, harmonikus tápanyag-visszapótlás, hatékony növényvédelem és az optimális növényszám biztosítása (Nagy 2010). Nagy (2007) szerint a kukoricatermelés legnagyobb hazai problémája a vízhiány. A kukoricánövény, illetve –állomány a keléstől a betakarításig jelentős vízmennyiséget hasznosít, illetve vesz fel, amit a légkörnek ad át (Nagy 2007). Napjaink szélsőséges időjárási viszonyai mellett ez a megállapítás teljes mértékben bizonyítást nyert. Ezzel összhangban Pepó (2007) azt a megállapítást tette, hogy a tartamkísérleti eredményeiben öntözés nélkül az évjárat vízellátottsága jelentősen befolyásolta a kukorica terméseredményét. Az éghajlati, időjárási feltételeket a kontinentális és gyakran szélsőséges viszonyok jellemzik. Különösen igaz ez a lehulló csapadék mennyiségére és annak eloszlására, de szélsőséges viszonyok tapasztalhatók a hőmérsékleti értékek alakulásában mind a vegetációs perióduson belül, mind azon kívül (Gombos és Nagy 2019). A hazai ökológiai körülményeket figyelembe véve megállapítható, hogy a tenyészidőszakok többségében, a természetes csapadékesemények nem fedezik a kukorica nedvességigényét sem eloszlásban, sem mennyiségben. Ennek megfelelően az öntözésnek nagy jelentősége van (Vermes 1997). A legvízigényesebb időszak július, augusztus hónapra esik, ekkor a kukorica aszályérzékenysége nagy (Szalóki 1989). A lombtrágyázás kiegészítő agrotechnikai elemként jól megtérülő folyamat a mezőgazdasági növénytermelésben. A lombtrágyázás rendkívül hatékony növénytrágyázási módszer, mivel a műtrágyával együtt alkalmazva elősegíti a tápanyagok felszívódását és ennek eredményeként a

tápanyagok hasznosulását, javítva ezzel a termést és a minőséget (*Abbas és Ali* 2011, *Osman et al.* 2013). Számos kutatási eredmény bizonyítja, hogy a lombtrágyák aktív szerepet játszanak a termények minőségének, terméshozamának és anyagcseréjének javításában (*Fernández és Brown* 2013). Hasonló megállapításra jutott *Víg et al.* (2010), akik a vizsgálati eredményeik statisztikai értékelése során arra a megállapításra jutottak, hogy a tesztelt lombtrágyák alkalmazásával javul a kukoricaállomány kondíciója.

Anyag és módszer

A vizsgálatot a Debreceni Egyetem Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telepén végeztük a 2021. és 2022. években. A kísérleti telep termőtalaja homogén, talajgenetikailag a hajdúsági löszháton kialakult mészlepedékes csernozjom típusba sorolható. A kukorica kezdeti fejlődési szakaszában meghatározó szerepe van a meteorológiai tényezőkön belül a csapadék mennyiségének és annak eloszlásának, továbbá a hőmérsékletnek. A korábbi évekhez viszonyítva a 2021-es évben nem volt kedvező az áprilisi és májusi hűvös időjárás a kukorica kezdeti fejlődésére. Áprilisban 3,0 °C, májusban 2,1 °C-kal volt hűvösebb a több éves átlagnál (*1. ábra*).

A nyár első két hónapjában az átlagosnál lényegesen melegebb időjárás volt jellemző, kimagaslóan kevés csapadékkal társulva. A júniusi hőmérséklet 2,8 °C-kal haladta meg a sok éves átlagot. Júliusban 2,6 °C-os pozitív anomália jelentkezett. Az elmaradó csapadék hatására a hónap végére súlyos aszályhelyzet vette kezdetét. Júniusban mindösszesen 10 mm csapadék volt, 56 milliméterrel elmaradva a sokévi átlagtól. Júliusban is csak kis mennyiségű természetes csapadék volt (30 mm). Elmondható, hogy a 2021. évet a szárazság jellemezte, erre utal, hogy a három nyári hónap alatt összesen 72 mm csapadék hullott a Látóképi kísérleti területen. Szeptemberben is csak 19 mm eső esett.

Az igen száraz 2021-es tenyészidőszakot követő téli félévben is kevés természetes csapadék volt mérhető. A hat hónap alatti 144 mm csapadék 70 mm-rel kevesebb a sokévi átlagnál. A januártól márciusig összesen lehullott 32 mm csapadék, napos, szeles időjárással párosulva a talajok felső rétegének kiszáradása volt megfigyelhető. Mindez előre vetítette egy akár súlyosabb aszály kialakulásának lehetőségét a 2022-es évet illetően (*2. ábra*).

1. ábra. A 2021. évi csapadék és hőmérsékleti adatok a sokéves átlaghoz viszonyítva a kukorica tenyészidőszakában (Debrecen-Látókép, 2021)

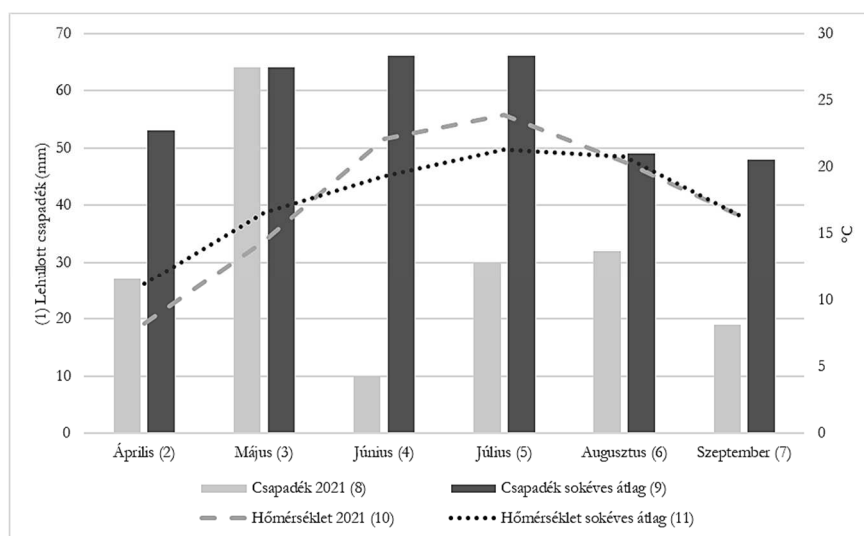


Figure 1. Precipitation and temperature data for 2021 compared to the multiple-year average in the maize growing season (IV–IX) (Debrecen-Látókép, 2021). (1) Precipitation (mm), (2) April, (3) May, (4) June, (5) July, (6) August, (7) September, (8) Precipitation 2021, (9) Precipitation of long-term average, (10) Temperature of 2021, (11) Temperature of long-term average

Az egész tenyészidőszakot tekintve áprilisban volt a legnagyobb negatív hőmérsékleti anomália, a 9,0 °C-os középhőmérséklet 2,2 °C-kal maradt el a sokéves átlagtól, de kevésbé volt hűvös, mint a 2021-es április. A havi középhőmérsékletek mindhárom nyári hónapban 2–3 °C-kal haladták meg a sokévi átlagot. A nyári teljes csapadékösszeg mindössze 56 mm volt, ami elmarad a 2021-es 72 mm-es igen alacsony értéktől. Csupán két alkalommal hullott 10 mm feletti napi csapadék (június 4. 11,5 mm; július 31. 12 mm), de a levegő nagy párologtató képessége miatt ez nem tudott érdemben hozzájárulni a kukorica vízellátásához. A 2022-es nyár folyamán rendkívül súlyos aszály alakult ki Debrecen térségében. A nagyüzemi kukoricatermesztés kezdete óta nem volt az ideihez hasonló mértékű termés kiesés tapasztalható.

2. ábra. A 2022. évi csapadék és hőmérsékleti adatok a sokéves átlaghoz viszonyítva a kukorica tenyészidőszakában (Debrecen-Látókép, 2022)

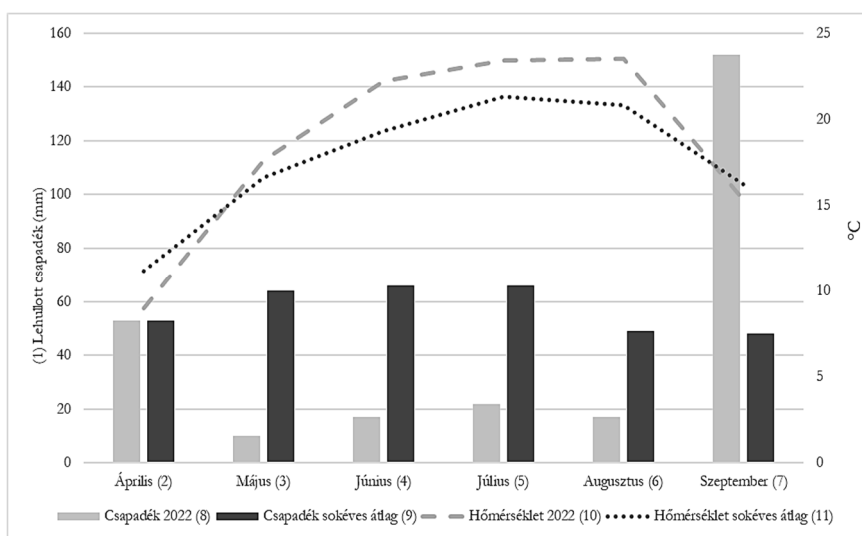


Figure 2. Precipitation and temperature data for 2022 compared to the multiple-year average in the maize growing season (IV-IX) (Debrecen-Látókép, 2022). (1) Precipitation (mm), (2) April, (3) May, (4) June, (5) July, (6) August, (7) September, (8) Precipitation 2022, (9) Precipitation of long-term average, (10) Temperature of 2022, (11) Temperature of long-term average

A kísérletben alkalmazott két hibrid a 350-370 FAO (H1) és a FAO 380-410 (H2) csoportba tartozik. A kísérlet alapterülete 0,33 hektár.

A 2021-es évben talajelőkészítéskor tavasszal 135 kg N, 35 kg CaO, 25 kg MgO lett kijuttatva hektáronként. A vetés 2021. április 20-án történt 84 000 db/ha tőszámmal beállítva. A kelés 2021. május 5-én (H1) és 2021. május 6-án (H2) volt. Az állományban csepegtető öntözőberendezést alkalmazunk, amellyel a tenyészidőszak során 2021. június 14-től augusztus 29-ig 8 mm öntözővíz lett kijuttatva kétnaponta, összesen 38 alkalommal. A kijuttatott vízmennyiség 304 mm volt. A betakarítást 2021. október 1-én végeztük.

A 2022. évben talajelőkészítéskor ősszel 24 kg N, 72 kg P₂O₅ és 72 kg K₂O, tavasszal pedig 135 kg N, 35 kg CaO, 25 kg MgO lett kijuttatva hektáronként. A vetés 2022. április 26-án volt 84 000 db/ha tőszámmal beállítva. A kelés mindkét hibrid esetében 2022. május 7-én volt felvételezhető. Az öntözési

időszak 2022. május 27-től augusztus 11-ig tartott (28 alkalom, 8 mm/2 nap), a tenyészidőszak során összesen 456,8 mm kijuttatott vízmennyiséggel. Két alkalommal Megasol, tápoldatot alkalmaztunk összesen 5,25 kg N, 7,5 kg P₂O₅, 60 kg K₂O mennyiségben. A betakarításra 2022. október 10-én került sor.

Az állományban 7-8 leveles állapotában a 2021. tenyészévben június 10-én, míg a 2022-es vizsgálati évben május 28-án juttattuk ki az alkalmazott lombtrágyát a kijelölt parcellákra. A kontroll és kezelt parcellák egy kezeletlen sorral voltak elkülönítve.

A Natur Plasma T egy koncentrált, élő algákat és azok hasznos, szerves eredetű végtermékeit tartalmazó biostimulátor, amely azon túl, hogy táplálékként szolgál a növények számára, regeneráló hatással is bír. Szerves összetevőinek köszönhetően 100%-ban hasznosul. A Natur Active olyan széleskörű, koncentrált összetétellel rendelkező levéltrágya, amely a növény életéhez szükséges makro-, mezo- és mikroelemeket is tartalmazza.

Kutatásunkban több fenometriai mérést is végeztünk. A levelek relatív klorofilltartalmát a SPAD-502 mérőműszerrel vizsgáltuk meg 12 leveles állapotban, nővirágzás és fiziológiai érettség idején. Ugyanezen fejlődési szakaszokban az NDVI fotoszintetikus aktivitás mérését GreenSeeker Handheld mérőműszerrel hajtottuk végre. A csőparaméterek pontos meghatározásához a Haldrup gabona laboratóriumi cséplőgéppel dolgoztuk fel a mintákat (szemszám, ezerszemtömeg, cső- és szemsúly). A vizsgált paraméterek statisztikai elemzését R 3.2.4. statisztikai környezetben (*Team* 2016), egytényezős varianciaanalízis és Fisher-féle LSD teszt segítségével végeztük. A grafikonokat MS Excel 2019 programmal készítettük el.

Eredmények

A kísérletben megvizsgáltuk a két hibridnél a lombtrágya kezelés hatását a kontroll parcellákhoz viszonyítva, továbbá a két eltérő genotípus közötti különbségeket. 2021-ben kimagasló termés potenciált mutatott a H1 hibrid, amelynek kontroll eredménye 23,04 t/ha. A lombtrágyázás hatására több mint 1 t/ha válaszreakciót realizáltunk (24,07 t/ha). A H2-es hibrid nagyobb terméskülönbséggel reagált a lombon keresztüli tápanyag-utánpótlásra, igaz ez alacsonyabb a kontroll 19,4 t/ha-hoz képest. A kezelt 21,1 t/ha termés eredményt ért el, ami 9%-os termésnövekedést jelent (3. ábra).

3. ábra. A kukorica hibridek terméseredményei levéltrágyázás hatására kontroll és kezelt állományban 2021. évben (Debrecen-Látókép, 2021)

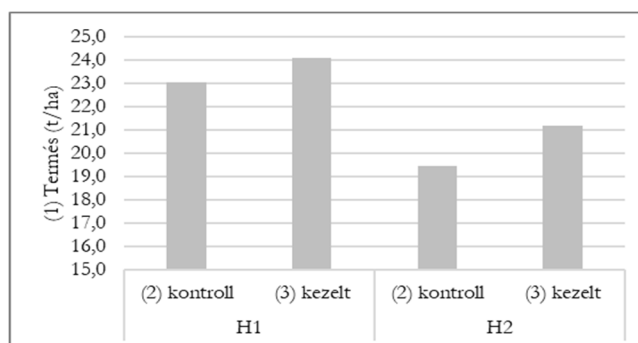


Figure 3. Yields of H1 and H2 maize hybrid under control and foliar fertilisation treatment (Debrecen-Látókép, 2021), (1) Yield (t ha⁻¹), (2) Control, (3) Foliar fertilisation

A 2022-ben a H1 és a H2 hibrid a lombtrágyázás hatására pozitív terméshozammal reagált. Megállapítottuk, hogy a 2022-es tenyészidőszakban kialakult aszály kimagasló termésdepressziót okozott a kukorica állományokban. A H1 hibrid esetében a kontroll 16,04 t/ha-hoz képest 0,59 t/ha (3%) terméstöbbletet realizáltunk a kezelés hatására. A H2 hibrid alacsonyabb válaszreakciót, 0,38 t/ha mutatott. A kontroll eredményhez képest 2%-os növekedést mértünk (4. ábra).

4. ábra. A kukorica hibridek terméseredményei levéltrágyázás hatására kontroll és kezelt állományban 2022. évben (Debrecen-Látókép, 2022)

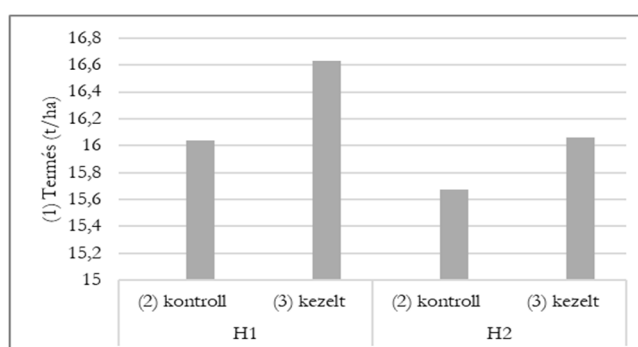


Figure 4. Yields of H1 and H2 maize hybrid under control and foliar fertilisation treatment (Debrecen-Látókép, 2022), (1) Yield (t ha⁻¹), (2) Control, (3) Foliar fertilisation

A növényállomány jól jellemezhető a levélfelület nagyságával. A 2021–2022 tenyésztésével illetően a lombtrágyázásnak nem volt szignifikáns hatása a kukorica LAI eredményeire illetően (1. táblázat). Az ezerszemtömeg vizsgálatokból megállapítottuk, hogy míg 2021-ben a H1 hibrid esetében a kontroll csövek 17 grammal nehezebbek voltak, addig a H2 hibrid pozitívan reagált a kezelésre, 30 grammal többet mértünk a kontroll csövekhez képest. A csőmagasság vizsgálatnál H1 hibrid esetében magasabb értékeket mértünk a kezelt állományban a kontrollhoz képest (8 cm).

1. táblázat. A kukorica hibridek fenológiai és csőparaméter eredményei a kontroll és levéltrágyázás hatására (Debrecen-Látókép, 2021)

	H1		H2	
	Kontroll (1)	Kezelt (2)	Kontroll (1)	Kezelt (2)
LAI (3)	4,48±0,2 ^b	4,36±0,2 ^b	5,04±0,2 ^a	5,01±0,1 ^a
Csősúly (g) (4)	267,71±40,2 ^a	280,04±28,5 ^a	224,66±49,3 ^a	231,17±75,0 ^a
Szemsúly (g) (5)	245,1±31,6 ^a	248,1±23,3 ^a	204,8±43,1 ^a	207,3±64,2 ^a
Ezerszemtömeg (g) (6)	391,4±45,6 ^a	404,2±10,7 ^a	348,4±58,4 ^a	378±33,2 ^a
Csőhossz (cm) (7)	18,9±1,2 ^a	18,2±1,3 ^a	16,5±2,2 ^{ab}	15,6±2,3 ^b
Csőátmérő (mm) (8)	51,22±1,7 ^a	51,29±1,3 ^a	49,73±2,7 ^a	50,40±2,9 ^a
Szemszám (darab) (9)	614±45,9 ^a	620±63,5 ^a	544,4±39,4 ^{ab}	490,4±113,5 ^b
Növénymagasság (cm) (10)	277,3±25,8 ^a	285,1±9,1 ^a	281,4±16,4 ^a	276,5±15,3 ^a
Csőmagasság (cm) (11)	117,7±12,0 ^b	125,4±9,6 ^a	120,7±4,8 ^{ab}	109,3±4,1 ^c
Szárátmérő (mm) (12)	19,17±1,9 ^a	18,64±2,2 ^a	18,14±1,1 ^a	19,09±1,5 ^a

Megjegyzés: az eltérő betűvel jelzett értékek egymástól statisztikailag különböznek.

Table 1. Results of phenological and ear parameters as a result of control and foliar fertilisation (Debrecen-Látókép, 2021), (1) Control, (2) Foliar fertiliser, (3) Leaf Area Index, (4) Corn cob weight (g), (5) Corn grain weight (g), (6) Thousand grain weight (g), (7) Ear length (cm), (8) Ear diameter (mm), (9) Number of grain (piece), (10) Plant height (cm), (11) Ear height (cm), (12) Stem diameter (mm), Note: values with different lettering are statistically different from each other.

A 2022-es évben mért LAI értékek alapján megállapítottuk, hogy mindkét hibrid pozitívan reagált a lombtrágyázásra (2. táblázat). A szemszám vizsgálatokból következtetni lehet, hogy a két hibrid eltérően reagált, a H1

hibrid nem mutatott pozitív reakciót, ezzel szemben a H2 20 db-bal több szemet nevelt ki csövként. A csőmagasság mérések egyértelmű pozitív válaszreakciót mutatnak mindkét vizsgált hibrid esetében.

2. táblázat. *A kukorica hibridek fenológiai és csőparaméter eredményei a kontroll és levéltrágyázás hatására (Debrecen-Látókép, 2022)*

	H1		H2	
	Kontroll (1)	Kezelt (2)	Kontroll (1)	Kezelt (2)
LAI (3)	4,69±0,1 ^{ab}	5,00±0,2 ^a	4,55±0,2 ^b	4,75±0,2 ^{ab}
Cső súly (g) (4)	263,96±12,6 ^a	266,31±50,8 ^a	248,87±14,8 ^a	259,21±25,8 ^a
Szemsúly (g) (5)	231,82±9,6 ^a	235,54±40,4 ^a	225,86±12,8 ^a	235,01±23,2 ^a
Ezerszemtömeg (g) (6)	397±5,3 ^a	411,1±55,1 ^a	369,3±24,5 ^a	403,8±29,5 ^a
Csőhossz (cm) (7)	18,8±0,8 ^{ab}	19,6±1,3 ^a	18,2±0,3 ^b	18,3±1,3 ^{ab}
Csőátmérő (mm) (8)	50,9±0,6 ^a	50,0±2,5 ^a	50,8±1,6 ^a	50,4±1,6 ^a
Szemszám (darab) (9)	573,0±21,1 ^a	559,8±51,8 ^a	575,2±33 ^a	595,8±37,3 ^a
Növénymagasság (cm) (10)	316,4±9,5 ^{ab}	322,1±7,2 ^a	311,5±31,7 ^{ab}	304,1±5 ^b
Csőmagasság (cm) (11)	130,5±7,7 ^a	134,8±5,1 ^a	115,0±8,3 ^b	120,6±9 ^b
Szárátmérő (mm) (12)	19,18±2,4 ^a	20,36±2,8 ^a	18,46±2,7 ^a	20,09±2,2 ^a

Megjegyzés: az eltérő betűvel jelzett értékek egymástól statisztikailag különböznek.

Table 2. Results of phenological and ear parameters as a result of control and foliar fertilisation (Debrecen-Látókép, 2022), (1) Control, (2) Foliar fertiliser, (3) Leaf Area Index, (4) Corn cob weight (g), (5) Corn grain weight (g), (6) Thousand grain weight (g), (7) Ear length (cm), (8) Ear diameter (mm), (9) Number of grain (piece), (10) Plant height (cm), (11) Ear height (cm), (12) Stem diameter (mm), Note: values with different lettering are statistically different from each other.

A relatív klorofilltartalom értékek 12 leveles állapottól a nővirágzásig növekvő tendenciát mutattak, majd a fiziológiai érettség elérésétől csökkenés figyelhető meg mindkét hibridnél. Az 5. ábrán látható a két év közötti különbség. A 2022. évben a 12 leveles szakaszban a H1 és H2 hibridnél is jóval alacsonyabb SPAD értékeket mértünk, mint a 2021. évben, és a fiziológiai érettség is kisebb eredményt hozott, amely jól mutatja a 2022-es drasztikus

aszály okozta fiziológias elváltozásait. A lombtrágya kezelés a H1 és H2 hibrid esetében is mindkét évben pozitív hatással volt a SPAD értékekre.

5. ábra. SPAD értékek kontroll és levéltrágyázás hatására
(Debrecen-Látókép, 2021–2022)

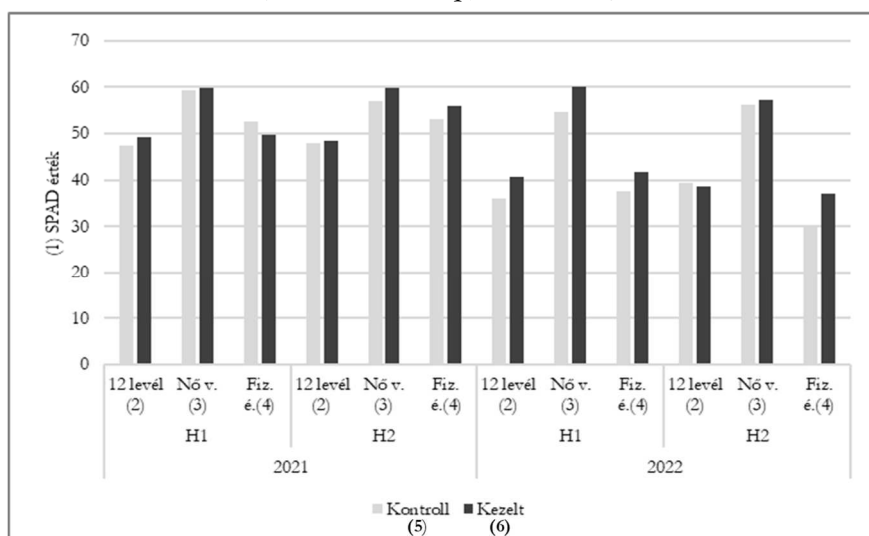


Figure 5. SPAD values for control and foliar fertilisation (Debrecen-Látókép, 2021–2022), (1) SPAD values, (2) 12 leaves, (3) Male flowering, (4) Physiological Maturity, (5) Control, (6) Foliar fertiliser

A Normalizált Differencia Vegetációs Index (NDVI) értékei jól mutatják a lombkezelés pozitív hatását a kukorica növényre. A mérések eredményei azonos összefüggést mutattak a két vizsgált hibridnél a 2021–2022 tenyészév során. Az NDVI értékek megfelelő módon monitorozzák a növény egészségi állapotát. A 12 leveles és nővirágzás fázisában mért értékek közelítenek egymáshoz, majd a fiziológiai érettség szakaszáig fokozatos csökkenést mutatnak (6. ábra). A lombtrágyázás pozitív hatással volt a növényállományra, – 1 mérést kivéve – minden esetben magasabb értéket kaptunk a vizsgálataink során. Az NDVI megbízható monitorozás a kukorica teljes fenológiai fázisait illetően.

6. ábra. NDVI értékek kontroll és levéltrágyázás hatására
(Debrecen-Látókép, 2021–2022)

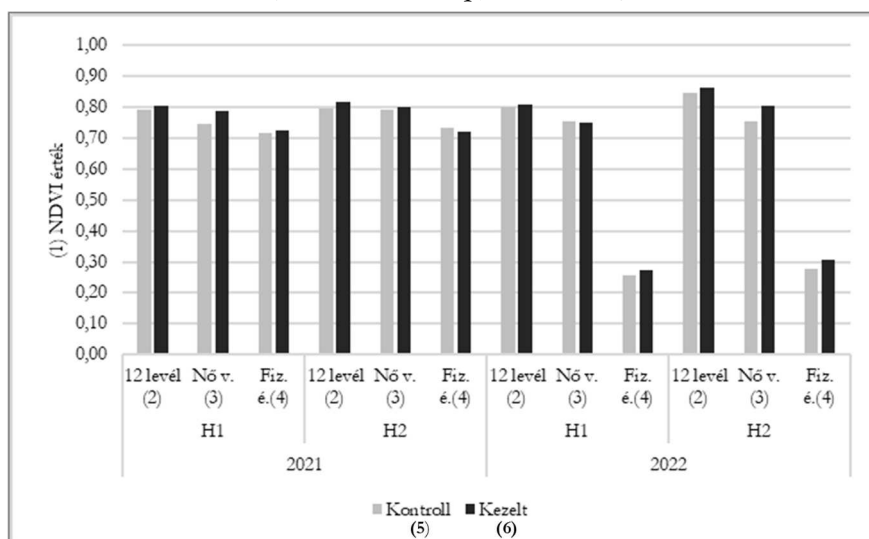


Figure 6. NDVI values for control and foliar fertilisation (Debrecen-Látókép, 2021–2022), (1) NDVI values, (2) 12 leaves, (3) Male flowering, (4) Physiological Maturity, (5) Control, (6) Foliar fertiliser

Következtetések

A kukorica termesztésben kedvezőtlen időjárási viszonyokat öntözéssel lehet enyhíteni. Eredményeink azt bizonyítják, hogy a lombtrágyák aktív szerepet játszanak a kukorica terméshozamának javításában. Megállapítottuk a kapott értékek alapján, hogy a lombtrágyázás statisztikailag igazolhatóan pozitív hatással van a termés mennyiségére. A végzett SPAD és NDVI mérések azt tükrözik, hogy a kezelés hatására javult az állomány kondíciója, stressztűrése. A lombon keresztül történő tápanyag-utánpótlás, mint agrobiotechnikai elem alkalmazása minden esetben kiemelkedő jelentőséggel bír a terméseredményekre gyakorolt pozitív hatását tekintve.

Köszönetnyilvánítás

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

IRODALOM

- Abbas, M. K.-Ali, A. S.:* 2011. Effect of foliar application of NPK on some growth characters of two cultivars of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). American Journal of Plant Physiology. 6. 4: 220-227.
- Fernández, V.-Brown, P. H.:* 2013. From plant surface to plant metabolism: the uncertain fate of foliar-applied nutrients. Front Plant Sci. 4: 289.
- Gombos B.-Nagy J.:* 2019. Az időjárás értékelése kukorica (*Zea mays* L.) tartamkísérletek eredményei alapján. Növénytermelés. 68. 2: 5-24.
- Kith K.-Zelenák A.-Nagy J.:* 2022. Levéltrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére eltérő évjáratokban (2019-2020-2021). Növénytermelés. 71. 3-4: 97-104.
- Nagy, J.:* 2007. Evaluating the effect of year and fertilisation on the yield of mid ripening (FAO 400-499) maize hybrids. Cereal Res. Commun. 35. 3: 1497-1507.
- Nagy J.:* 2007. Kukoricatermesztés. Akadémiai Kiadó. Budapest. 68.
- Nagy J.:* 2010. A kukoricatermesztés jelene és jövője. Növénytermelés. 59. 3: 85-111.
- Nagy J.:* 2021. Kukorica, A nemzet aranya - Élelmiszer, takarmány, bioenergia. Szaktudás Kiadó. Budapest. 297.
- Nagy J.-Hadászi L.-Illés Á.-Bojtor Cs.-Zelenák A.-Nyéki A.:* 2020. Fornad (FAO 420) kiváló „Smart” kukorica hibrid termesztési eredményei. Növénytermelés. 69. 2: 1-19.
- Nagy J.-Pepó P. (szerk.):* 2015. Debrecen-Látókép. Tartamkísérletek. Debreceni Egyetem Agrártudományi Központ. Debrecen. 1-4.
- 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. 5: 1397-1415.
- Osman, E. A. M.-EL-Masry, A. A.-Khatab, K. A.:* 2013. Effect of nitrogen fertiliser sources and foliar spray of humic and/or fulvic acids on yield and quality of rice plants. Advances in Applied Scientific Research. 4. 4: 174-183.

- Pepó P.*: 2007. A kukorica (*Zea mays* (L.) termesztés ökológiai feltételeinek és agrotechnikai elemeinek értékelése. Acta Agronomica Óváriensis. 49. 2: 169-175.
- Szalóki S.*: 1989. A növények vízigénye, vízhasznosítása és öntözővíz-szükséglete. [In: Szalai Gy. (szerk.) Az öntözés gyakorlati kézikönyve.] Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 100-154.
- Team, R.*: 2016. R: a language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. <http://www.R-project.org/>
- Vermes L.*: 1997. Vízgazdálkodás. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest.
- Víg R.-Dobos A.-Molnár K.-Nagy J.*: 2010. Természetes alapanyagú lombtrágyák hatékonysága szabadföldi kísérletekben: I. Kukorica (*Zea mays* L.). Növénytermelés. 59. 4: 89-105.
- Zelenák A.-Kith K.-Balaout, I.-Nyéki A.*: 2022. Lombtrágyakezelés hatása Ivola (FAO 350) és Mv Marfi (FAO 480) kukorica (*Zea mays* L.) hibrid termesztési eredményeire. Növénytermelés. 71. 2: 121-140.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

Dr. Kith Károly
HL-LAB Agrár- és Környezetvédelmi Laboratórium - Mérnöki Iroda
Debrecen
Köntösgát sor 1-3.
H-4031
kithkaroly@gmail.com

Zelenák Annabella – Ibtissem Balaout – Dr. Nagy János
Debreceni Egyetem MÉK
Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032

A szöszösbükköny (*Vicia villosa* Roth.) és a tritikálé (*X Triticosecale* Wittmack) jelentősége a fenntartható biológiai talajvédelemben a Nyírségben

¹KOSZTYUNÉ KRAJNYÁK EDIT - ²SZABÓ BÉLA - ²CSABAI JUDIT - ²TÓTH CSILLA -
²IRINYINÉ OLÁH KATALIN - ²VÁGVÖLGYI SÁNDOR - ³PEPÓ PÉTER

¹Debreceni Egyetem

Kerpely Kálmán Doktori Iskola, Debrecen

²Nyíregyházi Egyetem

Műszaki és Agrártudományi Intézet, Nyíregyháza

³Debreceni Egyetem MÉK

Növénytudományi Intézet, Debrecen

Összefoglalás

Az iparszerű termelés talajromboló hatása napjainkra olyan mértéket öltött, ami egyértelművé tette, hogy tartósan nem folytatható az erre alapozott szántóföldi növénytermesztés, ez a művelési mód fenntarthatatlan. A talaj tömörödése, szervesanyag-tartalmának és kémhatásának csökkenése, valamint a talajéletben bekövetkező súlyos veszteségek együttesen hívták életre a fenntartható talajhasználat iránti igényt.

A Nyírség savanyú homoktalajainak környezetkímélő hasznosításában nagy jelentőségűek azok a pillangósvirágú kultúrnövények, melyeknek faji adottságai és agronómiai értékei lehetővé teszik a homoki gazdálkodásba való beillesztésüket. Átaluk valósíthatók meg a fenntartható talajhasználat nélkülözhetetlen technológiai elemei, a biológiai talajvédelem és a szerves növénytáplálás.

A savanyú homoktalajokon természetű pillangós kultúrák között kiemelkedő jelentőségű a szöszösbükköny, melyet több mint száz éve zöldtrágyaként, zöldtakarmányként és magjáért is természetnek hazánkban. A kalászos gabonafélék

közül a tritikálé térhódítása nemcsak a gabonatermő táblákon, de a savanyú homoktalajokon is megtörtént. A magas szintű tritikálé nemesítésnek köszönhetően, kiváló fajták jöttek létre, melyek rövid idő alatt átvették a rozs helyét a Nyírség savanyú homoktalajain is.

Kísérletünk a Nyíregyházi Egyetem Bemutatókertjében volt beállítva 2019–2020 és 2020–2021-es években. Megfigyelésünk célja az volt, hogy tenyészedényes szabadföldi kísérletben, eltérő vetésidők mellett, hat ismétlésben, három különböző növényfelvételezési időpontban megvizsgáljuk a tiszta vetésű szöszbükköny növénymagasságát, gyökérhosszúságát, a fő- és oldalgyökereken lévő *Rhizobium* gümők számát, valamint a tritikálé növénymagasságát és gyökérhosszúságát.

A kísérleti eredményeinkből megállapítható, hogy az eltérő időpontban vetett szöszbükköny morfológiai paraméterei jelentős mértékben eltértek az általunk vizsgált fenológiai stádiumokban. Ezeknek az eltéréseknek az ismerete agronómiai szempontból azért fontos, mert belőlük következtetni lehet a vegetatív biomassza képződés dinamikájára. A szeptemberi vetésben jól látható növényállomány fejlődik ki a talaj felszínén, a korán kifejlett növények fő- és oldalgyökerein nagyszámú gyökérgümő alakul ki. A zöldtrágyázás céljából termesztett szöszbükköny ebben a vetésidőben védi legjobban és gazdagítja nitrogénnel a talajt. A vegetatív biomassza (zöldtömeg) képződése is ebben a vetésidőben a legnagyobb, ami fontos a keverék zöldtakarmányok termelésénél is. A későbbi vetésidőkben jelentősen csökken a betakarításig képződő zöldtömeg, a gyökértömeg és a *Rhizobium* gümők száma is.

A vizsgálati eredmények szerint, a tritikálé talajvédő hatása már ősszel jelentkezik, a legkorábbi vetés adja a legjobb talajtakaró hatást. A fenntartható talajhasználatban egyre inkább előtérbe kerül a tritikálé termesztése.

Kulcsszavak: szöszbükköny, tritikálé, fenntartható talajhasználat, gyökérgümő

The importance of hairy vetch (*Vicia villosa* Roth.) and triticale (X *Triticosecale* Wittmack) in biological soil conservation on Nyírség region

¹E. KOSZTYUNÉ KRAJNYÁK - ²B. SZABÓ - ²J. CSABAI - ²CS. TÓTH -
²K. IRINYINÉ OLÁH - ²S. VÁGVÖLGYI - ³P. PÉTER

¹University of Debrecen

Kerpely Kálmán Doctoral School, Debrecen

²University of Nyíregyháza

Institute of Engineering and Agricultural Sciences, Nyíregyháza

³University of Debrecen

Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management

Institute of Crop Sciences, Debrecen

Summary

Today, soil degradation caused by industrial crop production has reached a level that has made it clear that arable farming based on this method cannot be continued in the long term and is therefore unsustainable. Soil compaction reduced organic matter content and pH, and severe losses in soil life have combined to create a need for sustainable land use.

Leguminous crops, whose species characteristics and agronomic values allow their incorporation into sand farming, are of great importance for the environmentally friendly utilisation of the acidic sandy soils of Nyírség. They are the essential technological elements of sustainable land use, biological soil protection and organic plant nutrition.

Of the legume cultivars that can be grown on acidic sandy soils, the hairy vetch is of outstanding importance, which is also grown as a source of green manure, green fodder and seed, in Hungary, for more than a hundred years. Among the cereals, triticale has made inroads not only in cereal fields but also in acidic sandy soils. Thanks to the high level of triticale breeding, excellent varieties have been produced which have quickly taken the place of rye in the acid sandy soils of the Nyírség.

Our experiment was set up in the Demonstration Garden of the University of Nyíregyháza in 2019–2020 and 2020–2021. The aim of our observation was to investigate the plant height, root length, and number of *Rhizobium* root-nodules on

the main and lateral roots of hairy vetch and the plant height and root length of triticale in a with different sowing dates, in six replicates, at three different measurement/evaluation times.

From our experimental results it can be stated that the morphological parameters of the hairy vetch sown at different times showed significant differences in the phenological stages we examined. Knowledge of these differences is important from an agronomic point of view because the dynamics of vegetative biomass formation can be deduced from them. In case of the sowing was in September, a clearly visible plant cover emerges on the surface of the soil, and a large number of root nodules develop on the main and lateral roots of the early adult plants. The hairy vetch, grown for green manure, protects and enriches the soil with nitrogen at this time of sowing. The formation of vegetative biomass (green mass) is also the highest at this sowing date, which is also important in the production of mixed green fodder. In the case of later sowing dates, the number of green masses, root mass and *Rhizobium* nodules formed until harvest also decreases.

According to the obtained test results, the soil protection effect of triticale is already apparent in autumn, and the earliest sowing gives the best soil covering effect. The use of triticale is becoming increasingly important in sustainable soil management.

Key words: hairy vetch, triticale, sustainable soil utilization, root nodule

Bevezetés

Napjaink szántóföldi növénytermesztése az agrotechnika valamennyi elemében jelentősen különbözik a közelmúlt iparszerű termesztési módjától. A különbség arra vezethető vissza, hogy a napjainkat megelőző időszak termelési célkitűzései szinte kizárólag terméseredmények növelését célozták, s nem vették figyelembe a természeti környezet, ezen belül a talaj értékeinek megőrzését. Az iparszerű termelés talajromboló hatása olyan mértéket öltött, ami egyértelművé tette, hogy tartósan nem folytatható az erre alapozott szántóföldi növénytermesztés, tehát ez a művelési mód fenntarthatatlan. A talaj tömörödése, szervesanyag tartamának és kémhatásának csökkenése, valamint a talajéletben bekövetkező súlyos

veszteségek együttesen hívták életre a fenntartható talajhasználat iránti igényt.

A Nyírség hazánk második legnagyobb futóhomok területe, mely az Alföld északkeleti részében helyezkedik el. Felszínének kialakításában a folyók és a szél játszotta a legnagyobb szerepet (Borsy 1961). Magyarország közel negyedét fedik könnyű mechanikai összetételű talajok, ezek közül 16% homok, 9,5% homokos vályog fizikai összetételű. Ennek következtében termékenységüket az alábbi tényezők korlátozzák: igen nagy vízáteresztő és gyenge víztartó képesség, kevés hasznosítható víz- és tápanyagkészlet. Emellett aszályra és szélerózióra hajlamosak (Várallyay 1984). A homoktalajoknak - a nagy szemcsemérete miatt - a vízmegkötő képessége, vízkapacitása igen alacsony, hiszen hiányzik a talajok kötöttségéhez szükséges magasabb agyag-iszap tartalom. Hajlamosak gyorsan kiszáradni, emiatt kevésbé tud ellenállni a szelek deflációs pusztításának. Mivel a humuszképződés feltételei kedvezőtlenek, ez magával vonzza a talajok termőképességének alacsony voltát, továbbá az említett talajszerkezet miatt a fontos mikroorganizmusok szaporodásához szükséges környezet sem áll rendelkezésre. Az alacsony pH érték pedig további gátat állít a tápanyagok raktározódásának és felvételének a növények számára (Lazányi 1994, Stefanovics et al. 1999).

A mezőgazdaságban az 1800-as évektől indult meg a fejlődés. Az igazi áttörés akkor következett be, amikor a növénytermesztés és az állattenyésztés egymásra talált az 1900-as évek második felében (Nagy 2021, Pepó 2019a). Az 1990-es évekig a mezőgazdaság fejlődését az intenzív, iparszerű modell elterjedése generálta, ami jelentős hozamnövekedést eredményezett. A termelés növelése céljából kialakított technológia egyre több globális problémát okozott (Ángyán 1998, Olesen 2011, Pepó 2017). A gazdasági, tulajdonosi viszonyokat az 1990-2000-es évek közötti gyökeres átalakulás jellemezte, drasztikusan visszaesett a műtrágya-felhasználás, melynek hatására az agrotechnika színvonala jelentősen csökkent (Pepó 2007, Pepó et al. 2019).

Az emberiség jövőjét jelentősen befolyásolja a klímaváltozás, aminek az egyik legérzékenyebben érintett területe a mezőgazdaság. Az éghajlatváltozás folyamatának visszafordítására nincs mód, de annak mérséklésére vannak lehetőségek (Pretty 2008, Fodor 2015). Hazánkban a klímaváltozás legnagyobb

problémáit a vízellátottság jelentős csökkenése és a hőmérséklet emelkedése okozza, mely gyakori aszályok kialakulásához vezet. A termesztéstechnológiai rendszerekben fontos egy olyan optimális talaj-növény kapcsolat kialakítása, amely a fenntarthatóság biztosítása érdekében minimalizálja a szélsőségeknek a termesztett növényekre gyakorolt kedvezőtlen hatását (Nagy és Nagy 2018).

Ángyán (1998) szerint az intenzív mezőgazdasági tevékenység kihatással volt a termőtalaj pusztulására (szervesanyag-tartalom, biológiai élet csökkenése, savanyodás stb.). Kemenesy (1964) már több mint fél évszázaddal ezelőtt rávilágított arra, hogy a talajpusztulás mértéke meghaladja a talajképződés mértékét, amely hosszútávon akadály a fenntartható fejlődésnek. Világszerte az egyik fő környezeti probléma a talajdegradáció. A világ növénytermesztésének - a népesség ellátása miatt - szükséges a termelés fokozása. Egyre nagyobb a mezőgazdasági termékek iránti kereslet, melynek a mezőgazdaságban való gyakorlati megvalósítása jelentős környezet terhelést jelent. Ennek csökkentése érdekében fontos a kereslet és a termelési oldal összhangjának megteremtése (Nagy és Nagy 2018).

Kecskés (1976) szerint a föld népesség eltartó képességére hatást gyakorol a technikai fejlődés, a tápanyag-utánpótlás, ami a hozamot növeli. Kulcsfontosságú szerepet jelentenek a pillangósvirágú növények mint nitrogénkötők a humán táplálkozásban és a takarmányozásban. Hazánk mezőgazdaságának centrális feladata a legfontosabb erőforrásunk a talaj védelme, ésszerű hasznosítása, megóvása, a természeti erőforrások fenntartó használata, a környezetminőség megőrzése (Várallyay et al. 2009, Barczy et al. 2015, Nagy 2019), a tápanyag-gazdálkodás és a tápanyag-utánpótlás racionalizálása (Veres 2019).

A 21. század legnagyobb globális kihívása közé tartozik a talaj fenntartható használata. A hüvelyesek bevonása elkerülhetetlen a talaj fenntarthatóságának biztosításában (Das et al. 2018, Meena és Lal 2018). A vetésforgóba beépített pillangós virágú növényvel jelentős termésnövekedés volt elérhető (Sárvári 2019). A szántóföldi növénytermesztésben a fenntarthatóság alapköve a vetésváltás, mely a talaj termékenységének fenntartásában és fokozásában jelentős szerepet játszik. A vetésváltásnak köszönhetően elkerülhető a talaj tápanyag- és vízkészletének kimerítése, szakszerűbb, sokoldalúbb talajhasználatot tesz lehetővé. Emellett jelentős szerepe van a talajvédelemben és a környezetvédelmi károk csökkentésében is (Ábrahám 2019).

A pillangós virágú növények gazdagítják a talaj nitrogénkészletét és javítják annak szerkezetét. A korábbi évtizedek túlzott műtrágyahasználata súlyos problémákat okozott. A szervesanyag-utánpótlás elmaradása mellett ugrásszerűen növekedett a műtrágya-felhasználás, mely a talajok termőképességének csökkenéséhez vezetett (Balogh 1996). A szántóföldi növénytermesztés vetésszerkezetében az elmúlt évtizedekben jelentősen csökkent az alternatív növények száma. Pedig ezek a növények mind gazdasági, mind környezetvédelmi, mind tájhasznosítási szempontból értékesek a mezőgazdaság számára (Pepó 2019b). A *Lupinus* és *Vicia* fajokat kedvező agronómiai tulajdonságuk miatt zöldtrágyaként alkalmazzák. Hazánkban a legelterjedtebb zöldtrágya növények között szerepel a szöszösbükköny (Kahnt 1986). Antal (2000) szerint a zöldtrágyázás a talajtermelékenység javításának az a módja, amikor az erre a célra vetett növényt zölden, fejlődésének vegetatív szakaszában a talajba dolgozzuk. A savanyú homoktalajokon gazdálkodók azt is jól tudják, hogy a természetű növények köre azokból a fajokból, fajtákból kerül ki, amelyek jól tűrik, vagy olykor igénylik az alacsony pH értéket. A pillangósvirágú növények családjából a *Vicia* és a *Lupinus* nemzetség fajain belül a szöszösbükköny és a csillagfürt emelhető ki (Vágvölgyi et al. 2018).

A kalászos gabonafélék közül a rozsnak nagy jelentősége van a Nyírség homoki gazdálkodásában. Vetésterülete azonban az utóbbi időben világvizonylatban és hazánkban is jelentősen csökkent (Lazányi 1994). Az utóbbi időben a fenntartható talajhasználatban a kalászos gabonafélék közül – a rozs helyett – kiemelt szerepet kap a tritikálé, melynek előnye abban rejlik, hogy gyengébb minőségű talajokon, szélsőséges időjárási viszonyok mellett is magas terméshozamot produkál (Sipos és Halász 2008). Az elmúlt időszak fokozódó biotikus és abiotikus stresszterhelése miatt a tritikálét szívesen termesztik, ugyanis kis ráfordítást igényel és szélsőséges időjárási körülmények mellett is magas terméshozamot ad (Mergoum és Gomez 2004). Jessop (1996) szerint a tritikálé jól vagy kiválóan alkalmazkodik a korlátozott vízellátás és a problémás talajok körülményeihez, amelyek alacsony sótartalommal és pH-értékkel bírnak. A tritikálé szülőpartnerektől örökölt tulajdonságai között szerepel a jó termő- és alkalmazkodó képesség, kiváló szárszilárdság, betegség ellenállóság. Üzemi termésátlaga közel 1 tonnával több, mint a rozsé. A tritikálé nem igényel különös ápolást,

környezetkímélő kalászos gabonatermesztésre alkalmas (*Győri és Sipos* 2010).

Napjainkban az agrártermelés feladata, hogy a hagyományos funkciók (a lakosság ételmiszerrel való ellátása, foglalkoztatás) mellett a fenntarthatóság és a környezetvédelem szem előtt tartása. Mindezeket összevetve indokolt ösztönözni a pillangósvirágú növények zöldtrágyaként történő termesztését, mert nagy jelentőségük van a környezetgazdálkodásban. A szöszbükköny, mint pillangósvirágú talajvédő növény termesztése indokolt a gyenge termőképességű homoktalajokon (*Gondola és Szabóné* 2010).

Anyag és módszer

Kísérletünk helyszíne a Nyíregyházi Egyetem Bemutatókertje volt. A kísérletet szabadföldön tenyészedényben végeztük el hat ismétlésben. A terület előkészítésekor kiásásra kerültek a tenyészedények helyei, amelyek alját fóliával béleltük. A Nyíregyházi Egyetem Tangazdaságából származó talajt átrostáltuk, majd megtöltöttük a tenyészedényeket (20 l). Ezt követően történt az edények lehelyezése a talajba, és az ismétlésszámok kialakítása. Három vetési mód került kialakításra, szöszbükköny (20 db mag) és tritikálé (62 db mag) tiszta vetésben, valamint e két növény magjának kevert vetése (szöszbükköny 13 db, tritikálé 26 db). A vizsgálat 2019–2020 és 2020–2021-ben történt, mindkét évben három vetési időpontban (szeptember 20., október 10., október 30.). A tenyészedények környezetét is bevetettük annak érdekében, hogy a szegélyhatást elkerüljük. A területen növényvédőszeres kezelést és műtrágyázást nem alkalmaztunk. A vízellátás természetes volt (a tenyészedények alja perforált).

Munkánk során – a kísérletben szereplő növények közül – a tiszta vetésű szöszbükkönnyt és tritikálét vizsgáltuk. A szöszbükköny vetőmagjának fajtája a Hungvillosa. Ennek a fajtának a levelei és a hajtásai hosszúak, szőrözöttek. Előnyös tulajdonsága, hogy már kora tavasszal is nagy zöldtömeget ad, akár gyenge minőségű talajokon is. A tritikálé esetében a Titan fajtát vetettük, mely eredményesen termesztendő a gyenge termékenységű savanyú homoktalajokon. Termő- és bokrosodó képessége kiváló. Szármagassága közepes, szára erősen viaszos. Lisztharmatra és sárga levélfoltosságra rezisztens. Mind ezek mellett kiváló a bokrosodási

képessége, valamint a télállósága is. A felvételezések során mindhárom vetési időpontban 10 db növényt vizsgáltuk. A felvételezés mindkét évben három időpontban történt tél beállta előtt (2019. 11. 28.; 2020. 12. 08.), bimbózáskor (2020. 04. 23.; 2021. 05. 06.) és betakarításkor (2020. 06. 30.; 2021. 07. 09.). A tenyészedényből kiemelt növényeket laborban dolgoztuk fel. Gyökérmosást végeztünk, vigyázva, hogy a *Rhizobium* gümők ne sérüljenek. A megtisztított növényeken morfológiai méréseket végeztünk, növénymagasságot, gyökérhosszúságot mértünk, valamint megszámláltuk a főgyökéren és mellégyökéren elhelyezkedő *Rhizobium* gümők számát is.

Az adatok kiértékelését a Microsoft Excel 2016 (*Microsoft Corporation* 2016) táblázatkezelő programmal végeztük. A statisztikai elemzésként egyszempontos ANOVA analízist használtunk. Eredményeinket $p < 0,05$ szignifikancia szint mellett hasonlítottuk össze.

A tenyészedényekbe töltött talaj talajvizsgálati eredményeit az 1. táblázat szemlélteti.

1. táblázat. A vizsgálatok helyszínének talajvizsgálati eredményei
(2019–2020, 2020–2021)

Vizsgált paraméterek (1)	2019–2020	2020–2021
Szint mélysége (cm) (2)	0–30	0–30
pH _{KCl} (-)	4,44	4,22
Arany-féle kötöttségi szám (K _A) (3)	27	27
Vízben oldható összes só (m/m%) (4)	<0,02	<0,02
CaCO ₃ (m/m%)	<0,1	<0,1
Szervesanyag-tartalom (m/m%) (5)	0,89	1,14
NO ₃ -N+NO ₂ -N (mg/kg)	18,7	17,9
SO ₄ ²⁻ -S (mg/kg)	<50	<50
P ₂ O ₅ (mg/kg)	173	169
K ₂ O (mg/kg)	381	321

Table 1. The results of the soil examination of the experimental land (2019–2020, 2020–2021). (1) Parameters examined, (2) Depth of level (cm), (3) Arany's plasticity index (K_A), (4) Water-soluble salt content (m/m%), (5) Organic matter content (m/m%).

Az *1. táblázat* talajvizsgálati eredményeiből kiderül, hogy a pH értékek erősen savanyú kémhatást mutatnak. A talajok kémhatása hatással van a növények növekedésére és fejlődésére. A növények tápanyagfelvételére a gyengén savanyú, illetve a semleges közeli kémhatás a legoptimálisabb. A vizsgált talaj fizikai talajfélesége homok és kis sótartalommal rendelkezik. A humusztartalom mindkét évben 1% körüli volt. Az *1. táblázat* adataiból leolvasható, hogy egy mészszegény, erősen savanyú talaj képezte a kísérletünk talaját. Ez a gyenge vízgazdálkodású, tápanyag-tartalmu és termőképességű talaj jellemzi a nyírségi homoktalajokat.

A vizsgált évek tenyészidőszakában mért csapadék (mm) és hőmérséklet (°C) adatai a *2. táblázatban* láthatóak. A két év tenyészidőszakában mért csapadékat összehasonlítva azt állapíthatjuk meg, hogy közel azonos mennyiségű csapadék hullott le mindkét évben, a csapadék eloszlásánál viszont eltéréseket tapasztalunk. 2019 novemberében és decemberében nagy mennyiségű (138,2 mm) csapadék érkezett, mely jóval meghaladta az 50 éves országos átlagot. Ez a csapadékmennyiség kedvező hatást gyakorolt a szöszbükköny kezdeti fejlődésére. Tavasszal viszont egy meglehetősen száraz időszak következett, a csapadék mennyisége az 50 éves átlagot sem érte el. A szöszbükköny virágzására, hüvelykötődésére ez negatív hatást gyakorolt. A csapadék nagy mennyiségben – bár késve – az érésben lévő bükkönynövényre júniusban érkezett meg. 2020 év szeptemberében és októberében jelentős mennyiségű (175,8 mm) csapadékot mértünk. A 2021-es év is csapadékosan indult, és a tavaszi hónapokban is jelentős mennyiségű eső esett. Szembetűnő, hogy – a novemberi, a márciusi és a júniusi csapadéértékek kivételével – a mért értékek bőven meghaladták az 50 éves országos átlagot.

A hőmérsékleti adatok éves átlagértékei a vizsgált években hasonló eredményt mutattak (10,6 °C, 10,5 °C), ezzel meghaladták az országos átlagot (9,5 °C). Mindkét vizsgált évben a szeptemberi hónapok kivételével az őszi hónapok hőmérséklet adatai is meghaladták az 50 éves átlagot, mely a szöszbükköny kezdeti növekedésére, fejlődésére kedvezően hatott. Tavasszal ez a tendencia tovább folytatódott, ami a csapadékhiánnyal a 2019-es vetési évben a talajok kiszáradását eredményezte. Kedvezőbb volt a tavaszi időjárás a 2020-as vetési évben a csapadék eloszlása miatt.

2. táblázat. *Fontosabb meteorológiai adatok*
(Nyíregyháza, 2019–2020, 2020–2021)

Hónapok (1)	Csapadék (mm)			Hőmérséklet (°C)		
	(2)			(3)		
	2019– 2020	2020– 2021	50 éves átlag (4)	2019– 2020	2020– 2021	50 éves átlag (4)
Szeptember (5)	26,8	72,3	54,8	16,6	17,2	17,3
Október (6)	22,6	103,5	30,1	11,7	11,9	11,4
November (7)	85,4	20,8	44,0	8,9	4,9	4,5
December (8)	52,8	41,9	41,0	3,0	4,1	-0,5
Január (9)	23,3	61,9	29,8	-0,9	1,2	-2,6
Február (10)	44,3	59,2	17,3	4,6	1,5	-0,9
Március (11)	26,6	18,7	37,5	6,6	4,9	5,9
Április (12)	4,1	59,7	36,1	11,5	9,0	11,4
Május (13)	38,4	90,6	44,3	14,3	14,9	17,5
Június (14)	175,1	14,9	70,6	20,0	22,1	19,6
Július (15)	70,2	45,4	50,2	21,0	24,1	21,0
Összesen/Átlag (16)	569,6	588,9	455,7	10,6	10,5	9,5

Table 2. Important meteorological data (Nyíregyháza, 2019–2020, 2020–2021) (1) Month, (2) Precipitation (mm), (3) Temperature (°C), (4) 50-year average, (5) September, (6) October, (7) November, (8) December, (9) January, (10) February, (11) March, (12) April, (13) May, (14) June, (15) July, (16) Total/Average

Eredmények

A szöszösbükköny növények kezdeti növekedésére jelentős hatást gyakorolt a vetésidő. A tél beállta előtt mért növénymagasságok a vetésidő előrehaladásával mindkét évben szignifikánsan csökkentek (3. táblázat). A bimbózaskor mért értékekben mindkét évben egyértelmű eltéréseket tapasztaltunk. A betakarítás időpontjában már nem figyelhető meg ez a tendencia. A növénymagasság az esetek jelentős részében kiegyenlítődik.

A szöszösbükköny gyökérhosszúság változása hasonló tendenciát mutat a növénymagassághoz. A tél beállta előtt mindkét évben a legkorábban vetett növények gyökérhossza volt a legnagyobb (4. táblázat). Bimbózás időpontjában 2020-ban egyértelmű különbségeket tapasztaltunk. 2021-ben

már a bimbózás időpontjára eltűntek a különbségek. A betakarítás időpontjában a két év átlagában nem határozható meg egyértelmű tendencia.

3. táblázat. *Vetési idő hatása a szőszösbükköny növénymagasságára (cm)*

Vetési idő (1)	Növénymagasság (cm) (2)					
	2019–2020			2020–2021		
	Tél beállta előtt (3)	Bimbózás (4)	Betakarítás (5)	Tél beállta előtt (3)	Bimbózás (4)	Betakarítás (5)
	Szeptember 20. (6)	18,1 a	46,9 a	125,0 b	10,9 a	30,3 a
Október 10. (7)	10,9 b	23,3 b	98,1 c	6,0 b	23,4 b	98,6 a
Október 30. (8)	4,4 c	16,2 c	137,7 a	3,5 c	19,9 c	96,9 a

Table 3. The effect of sowing date on plant height of hairy vetch (cm). (1) Sowing date, (2) Plant height (cm), (3) Before winter, (4) The bud formation stage, (5) Harvest, (6) September 20th, (7) October 10th, (8) October 30th

4. táblázat. *Vetési idő hatása a szőszösbükköny gyökérhosszúságára (cm)*

Vetési idő (1)	Gyökérhosszúság (cm) (2)					
	2019–2020			2020–2021		
	Tél beállta előtt (3)	Bimbózás (4)	Betakarítás (5)	Tél beállta előtt (3)	Bimbózás (4)	Betakarítás (5)
	Szeptember 20. (6)	16,25 a	43,4 a	29,3 b	25,7 a	33 ab
Október 10. (7)	12,6 b	25,3 b	34,7 a	18,2 b	36,4 a	20,7 b
Október 30. (8)	11,1 b	20,1 c	30,7 b	7,9 c	30,3 b	19,2 b

Table 4. The effect of sowing date on root length of hairy vetch (cm). (1) Sowing date, (2) Plant height (cm), (3) Before winter, (4) The bud formation stage, (5) Harvest, (6) September 20th, (7) October 10th, (8) October 30th

Az 5–6. táblázatok a *Rhizobium* gümők számának alakulását szemléltetik a fő- és mellégyökereken. A *Rhizobium* gümők száma mind a fő-, mind a mellégyökereken a tél beállta előtt egyértelmű összefüggést mutatott a vetésidővel. Minél korábban vetettük el a növényeket annál több volt a gyökereken megjelenő gümők száma. Bimbózáskor már nem volt minden esetben szignifikáns különbség. A betakarítás időpontjára a *Rhizobium* gümők jelentős része eltűnik, így ezzel együtt a mérhető különbségek is eltűnnek.

5. táblázat. *Rhizobium* gümők számának alakulása főgyökéren (db)

Vetési idő (1)	<i>Rhizobium</i> gümők száma főgyökéren (db)					
	(2)					
	2019–2020			2020–2021		
	Tél beállta előtt (3)	Bimbózás (4)	Betakarítás (5)	Tél beállta előtt (3)	Bimbózás (4)	Betakarítás (5)
Szeptember 20. (6)	9,4 a	6,8 a	0,0 a	11,5 a	6,8 a	0,0 a
Október 10. (7)	7,6 b	7,8 a	0,0 a	5,9 b	5,6 a	0,0 a
Október 30. (8)	4,7 c	3,4 b	0,0 a	0,4 c	5,8 a	0,0 a

Table 5. Changes in *Rhizobium* nodules on main root (piece). (1) The date of sowing, (2) The number of *Rhizobium* nodules on the main root (piece), (3) Before winter, (4) Bud formation stage, (5) Harvest, (6) September 20th, (7) October 10th, (8) October 30th

A 7–8. táblázatok a tritikálé növénymagasságát és gyökérhosszúságát ismertetik. A tél beállta előtti időszakban a föld feletti és föld alatti részek növekedése korai vetésben volt a legnagyobb. Legjobb a szeptember 20-i vetés, hiszen ez adja a legjobb talajtakaró hatást. A tritikálé talajvédő hatása már ősszel megjelenik.

6. táblázat. *Rhizobium* gümők számának alakulása oldalgyökéren (db)

Vetési idő (1)	<i>Rhizobium</i> gümők száma mellégyökéren (db)					
	(2)					
	2019–2020			2020–2021		
	Tél beállta előtt (3)	Bimbózás (4)	Betakarítás (5)	Tél beállta előtt (3)	Bimbózás (4)	Betakarítás (5)
Szeptember 20. (6)	9,6 a	27,6 a	2,0 b	7,6 a	13,7 a	2,8 a
Október 10. (7)	6,3 b	9,6 b	0,6 b	0,8 b	13,5 a	0,4 a
Október 30. (8)	0,0 c	11,9 b	7,6 a	0,0 b	11,7 a	1,7 a

Table 6. Changes in *Rhizobium* nodules on lateral root (piece). (1) The date of sowing, (2) The number of *Rhizobium* nodules on the lateral roots (piece), (3) Before winter, (4) Bud formation stage, (5) Harvest, (6) September 20th, (7) October 10th, (8) October 30th

7. táblázat. Vetési idő hatása a tritikálé növénymagasságára (cm)

Vetési idő (1)	Növénymagasság (cm)					
	(2)					
	2019–2020			2020–2021		
	Tél beállta előtt (3)	Bimbózás (4)	Betakarítás (5)	Tél beállta előtt (3)	Bimbózás (4)	Betakarítás (5)
Szeptember 20. (6)	14,8 a	23,5 a	57,0 b	14,3 a	28,7 a	73,0 a
Október 10. (7)	13,6 a	14,6 b	67,8 a	9,0 b	19,9 b	52,0 c
Október 30. (8)	7,2 b	13,2 c	58,0 b	9,1 b	26,3 a	61,4 b

Table 7. The effect of sowing date on plant height of triticale (cm). (1) Date of sowing, (2) Plant height (cm), (3) Before winter, (4) Bud formation stage, (5) Harvest, (6) September 20th, (7) October 10th, (8) October 30th

8. táblázat. Vetési idő hatása a tritikálé gyökérhosszúságára (cm)

Vetési idő (1)	Gyökérhosszúság (cm)					
	(2)					
	2019–2020			2020–2021		
	Tél beállta előtt (3)	Bimbózás (4)	Betakarítás (5)	Tél beállta előtt (3)	Bimbózás (4)	Betakarítás (5)
Szeptember 20. (6)	15,4 a	18,5 a	22,3 a	17,7 a	21,7 b	23,7 a
Október 10. (7)	10,5 b	16,0 a	23,8 a	12,6 b	26,2 a	17,1 c
Október 30. (8)	10,4 b	16,6 a	24,4 a	12,8 b	20,0 c	19,6 b

Table 8. Effect of sowing date on root height of triticale (cm). (1) Sowing date, (2) Root length (cm), (3) Before winter, (4) Bud formation stage, (5) Harvest, (6) September 20th, (7) October 10th, (8) October 30th

Következtetések

A szösösbükkönynek kitűnő a vetésidő reakciója, hiszen a megmérhető növényjellemzők és tulajdonságok jól láthatóan tükrözik a vetésidő változás tendenciáit. Az eltérő időpontban vetett szösösbükköny morfológiai paraméterei jelentős eltéréseket mutattak az általunk vizsgált fenológiai stádiumokban. Ezeknek az eltéréseknek az ismerete agronómiai szempontból azért fontos, mert belőlük következtetni lehet a vegetatív és a generatív biomassza képződés dinamikájára, a növény-talaj kapcsolat jól látható növényállomány fejlődik ki a talaj felszínén, a korán kifejlett fő- és oldalgyökereken nagyszámú gyökérgümő alakul ki.

A szeptemberi vetésben már a tél beállta előtt jól látható növényállomány fejlődik ki a talaj felszínén, a korán kifejlett fő- és oldalgyökereken nagyszámú gyökérgümő alakul ki. A zöldtrágyázás céljából termesztett szösösbükköny ebben a vetésidőben védi legjobban és gazdagítja nitrogénnel a talajt. A vegetatív biomassza (zöldtömeg) képződése is ebben a vetésidőben a legnagyobb, ami fontos a keverék zöldtakarmányok termelésénél is. Hazánkban az őszi takarmánykeverékek közül a Legány-féle (rozs/őszi búza/-szösösbükköny/pannon bükköny/-bíborhere) keveréket már augusztus elejétől vetik (Szentmihályi 1964, Kiss 1965). Az előbbieken említett

keveréktakarmánynál ősszel már egy jól megerősödött állomány fejlődik, ami fontos szempont a téli áttelelés miatt (Székely és Tóth 1961). Az USA csendes-óceáni északnyugati részén hatéves vizsgálat során (2004–2009) beigazolódott, hogy a szeptember közepén elvetett szöszbükköny, és a rozsos bükköny keverékek nagyobb biomassza tömeget produkáltak, mint a vetés 2,5 hetes késleltetése esetén. A vetés 2,5 hetes késleltetése 65%-kal csökkentette az átlagos téli talajtakarást, 50%-kal a biomasszát, és 40%-kal a fedőnövény N-felhalmozódását (Lawson et al. 2015). Az Egyesült Államok déli részén a szöszbükköny termesztésnél az októberi vetés virágzáskor 20%-kal, míg betakarításkor 43%-kal csökkentette a biomassza hozamot. A vetési idő megválasztása hatást gyakorol a vegetatív termésképzésre, ami a takarónövényes termesztésnél jelentős (Teasdale et al. 2004).

A savanyú homoktalajok legfontosabb kalászos gabonája a hosszú évszázadok óta a rozs (*Secale cereale* L.) volt, melynek faji adottságai révén még szélsőséges időjárás esetén is megfelelő a terméshozama. Időközben a tritikálé nemesítés kiváló fajták egész sorát hozta létre, melyek rövid idő alatt átvették a rozs helyét a Nyírség savanyú homoktalajain is. A korai vetésű őszi tritikálé talajvédő hatása már ősszel jelentős, hiszen a föld feletti és alatti részek növekedése gyors.

Az utóbbi időben a fenntartható talajhasználatban a kalászos gabonafélék közül kiemelt szerepet kap a tritikálé, melynek előnye abban rejlik, hogy gyengébb minőségű talajokon, szélsőséges időjárási viszonyok mellett is magas terméshozamot produkál (Sipos és Halász 2008).

IRODALOM

- Antal J.: 2000. Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 284–323.
- Ábrahám É. B.: 2019. A növénytermesztés agrotechnikai elemei. [In: Pepó P. Általános növénytermesztési ismeretek. Integrált növénytermesztés 1.] Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó. Budapest. 233–248.
- Ángyán J.: 1998. Mezőgazdaság: ágazati háttér tanulmány a Nemzeti Környezetvédelmi Program Intézkedési Tervének (NKP-IT) megalapozásához. Készült a KTM PHARE Környezetvédelmi Szektor Program (HU 9402-014-01-L1) keretében a COWI megbízása alapján. Gödöllő. 131.

- Balogh G.*: 1996. Az Európai Unió Phare kísérleti program alap sikeres projektjei Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében 1994–1996. Megyei Fejlesztési Ügynökség. 86–87.
- Borsy Z.*: 1961. A Nyírség természeti földrajza. Budapest.
- Barczy A.–Harrach T.–Nagy V.*: 2015. A minimális talajbolygatás jótékony hatása a talajszerkezetre. Egy németországi tanulmányút tapasztalatai. [In: Madarász B. Környezetkímélő talajművelési rendszerek Magyarországon.] MTA CSFK Földrajztudományi Intézet. Budapest. 4–14.
- Das, A.–Devi, M. T.–Babu, S.–Ansari, M.–Layek, J.–Bhowmick, S. N.–Yadav, G. S.–Singh, R.*: 2018. Cereal-Legume Cropping System in Indian Himalayan Region for Food and Environmental Sustainability. [In: Meena et al. (eds.) Legumes for Soil Health and Sustainable Management.] Springer. Singapore. 33–76.
- Fodor L.*: 2015. Környezetjog. Debrecen. 181–307.
- Gondola I.–Szabóné Cs. K.*: 2010. Szöszösbükköny (*Vicia villosa* Roth.). [In: Gondola I. Az alternatív növények szerepe az Észak-alföldi Régióban.] Nyíregyháza. 131–151.
- Győri V. Z.–Sipos T.*: 2010. Tritikále (x *Triticosecale* Wittmack). [In: Gondola I. Az alternatív növények szerepe az Észak-alföldi Régióban.] Nyíregyháza. 235–246.
- Jessop, R. S.*: 1996. Stress tolerance in newer triticales compared to other cereals. [In: Guedes-Pinto et al. (eds.) Triticale: Today and Tomorrow. Developments in Plant Breeding.] Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. The Netherlands. 419–428.
- Kahnt G.*: 1986. Zöldtrágyázás. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 15–18.
- Kecskés M.*: 1976. Xenogén anyagok, mikroorganizmusok és magasabb rendű növények közötti kölcsönhatások talajbiológiai értékelése. Doktori értekezés. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet Mikrobiológiai Osztálya. Budapest. 225.
- Kemenesy E.*: 1964. Talajművelés. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 164.
- Kiss I.*: 1965. Alapvetően fontos a folyamatos zöldszakarmányozás. Magyar Mezőgazdaság. 20. 29: 15–17.
- Lawson, A.–Cogger, C.–Bary, A.–Fortuna, A. M.*: 2015. Influence of Seeding Ratio, Planting Date, and Termination Date on Rye-Hairy Vetch Cover Crop Mixture Performance under Organic Management. PLoS ONE. 10: 6.
- Lazányi J.*: 1994. Homokjavító vetésforgókkal végzett kísérletek eredményei. DATE Kutató Központja. Nyíregyháza.
- Lazányi, J.*: 1994. Effect of crop rotation on the sustainability of yield and soil organic matter content. Agrokémia és Talajtan. 43: 305–319.
- Meena, R. S.–Lal, R.*: 2018. Legumes and Sustainable Use of Soils. [In: Meena et al. (eds.) Legumes for Soil Health and Sustainable Management.] Springer. Singapore. 1–31.

- Mergoum, M.–Gomez-Macpherson, H.:* 2004. Triticale improvement and production. FAO Plant production and protection paper. 37–49, 119–123.
- Nagy J.–Nagy O.:* 2018. Fenntartható agrárgazdálkodás a klímaváltozás tükrében. Magyar Tudomány. 179. 9: 1327–1335.
- Nagy J.:* 2019. Földhasználat. [In: Pepó P. Általános növénytermesztési ismeretek. Integrált növénytermesztés 1.] Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó. Budapest. 168–190.
- Nagy J.:* 2021. Földműves iskolától, akadémiaától az egyetemig, 100+50 év. [In: Kakuszi-Széles A.–Széles Sándorné (szerk.) Földhasználat kutatások és a precíziós gazdálkodás fejlesztési eredményei Debrecenben.] Debreceni Egyetem MÉK. 22–43.
- Olesen, J. E.–Trnka, M.–Kersebaum, K. C.–Skjelvag, A. O.–Seguin, B.–Peltonen-Sainio, P.–Rossi, F.–Kozyra, J.–Micale, F.:* 2011. Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. European Journal of Agronomy. 34. 2: 96–112.
- Pepó, P.:* 2007. The role of fertilization and genotype in sustainable winter wheat (*Triticum aestivum* L.) production. Cereal Res. Commun. 35. 2: 917–920.
- Pepó P.:* 2017. Gabonanövények termeszthetősége az Ökológiai Gazdálkodásban. Őstermelő. 21. 4: 34–37.
- Pepó P.:* 2019a. A növénytermesztés alapjai. [In: Pepó P. Általános növénytermesztési ismeretek. Integrált növénytermesztés 1.] Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó. Budapest. 11–21.
- Pepó P.:* 2019b. Előszó. [In: Pepó P. Alternatív növények. Integrált növénytermesztés 3.] Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó. Budapest. 5–6.
- Pepó P.–Vad A.–Fekete Á.:* 2019. A tápanyagellátás szerepe az őszi búza termesztésben. Magyar Mezőgazdaság. 74. 8: 26–28.
- Pretty, J.:* 2008. Agricultural Sustainability: Concepts, Principles and Evidence. Philosophical Transactions of the Royal Society B. 363: 447–465.
- Sárvári M.:* 2019. Tápanyag-gazdálkodás. [In: Pepó P. Általános növénytermesztési ismeretek. Integrált növénytermesztés 1.] Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó. Budapest. 249–262.
- Sipos T.–Halász E.:* 2008. A Tritikálé termésdepressziója alacsony vízkapacitású talajon. [In: Iszállyné Dr. Tóth J. A klímaváltozás és a növénynevelés.] 105–107.
- Szentmihályi S.:* 1964. Az őszi keveréktakarmányok jelentőségéről. Magyar Mezőgazdaság. 19. 35: 17–18.
- Székely J.–Tóth J.:* 1961. Szálastakarmányok termesztése és felhasználása. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 1–300.
- Stefanovits P.–Filep Gy.–Füleky Gy.:* 1999. Talajtan. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

- Teasdale, J. R.–Devine, T. E.–Mosjidís, J. A.–Bellinder, R. R.–Beste, C. E.:* 2004. Growth and development of hairy vetch cultivars in the northeastern United States as influenced by planting and harvesting date. *Agron. J.* 96: 1266–1271.
- Vágvölgyi S.–Szabó B.–Kosztyné K. E.:* 2018. A pillangósvirágú takarmánynövények jelentősége a savanyú homoktalajok fenntartható hasznosításában. [In: Nagy J. Hangsúlyok a térfejlesztésben.] 399–409.
- Várallyay Gy.:* 1984. Magyarországi homoktalajok vízgazdálkodási problémái. *Agrokémia és Talajtan.* 33: 159–169.
- Várallyay Gy.–Makó A.–Hermann T.:* 2009. Az Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek (OMTK) helyeinek talajtani jellemzése. [In: Debreczeni B.-né–Németh T. (szerk.) Az Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek (OMTK) kutatási eredményei (1967–2001).] Akadémiai Kiadó. Budapest. 35–96.
- Veres Sz.:* 2019. Növényfiziológiai ismeretek a növénytermesztésben. [In: Pepó P. Általános növénytermesztési ismeretek. Integrált növénytermesztés 1.] Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó. Budapest. 112–137.

A szerzők levelezési címei – Address of the authors:

Kosztyné Krajnyák Edit
Debreceni Egyetem
Kerpely Kálmán Doktori Iskola
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032
krajnyak.edit@nye.hu

Dr. Szabó Béla – Dr. Csabai Judit – Dr. Tóth Csilla –
Irinyiné Dr. Oláh Katalin – Dr. Vágvölgyi Sándor
Nyíregyházi Egyetem
Műszaki és Agrártudományi Intézet
Nyíregyháza
Sóstói u. 31/b.
H-4400

Dr. Pepó Péter
Debreceni Egyetem MÉK
Növénytudományi Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032

A csemegekukorica (*Zea mays* L. convar. saccharata Koern) hibridek betakarítási idejének értékelése a szárazanyag- és a szacharózgyarapodásának dinamikája alapján

NAGY JÁNOS - DEMETER CINTIA - BAKOS ZSUZSANNA - SIMON KÁROLY -
HAJER MOHAMED IBRAHIM SIDAHMED

Debreceni Egyetem MÉK

Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet, Debrecen

Összefoglalás

A világszerte keresett magyar csemegekukorica termelése több év átlagát tekintve 500 ezer tonna, köszönhetően a jól megválasztott precíziós termesztéstechnológiának. A mezőgazdaságban, a csemegekukorica termesztés sikerességét számos tényező befolyásolja, ezért folytonos gyakorlati kihívásokkal találkozunk. A növények cukorfelhalmozódásának dinamikájával kapcsolatban korlátozott mennyiségű adat áll rendelkezésre, különösen abiotikus stressz esetén. A Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar campusán beállított kísérletben vizsgáltuk a köztermesztésben használt csemegekukorica hibridet. A minőségi paraméterek meghatározását a betakarításkor vett szemmintából laboratóriumi körülmények között állapítottuk meg a DE MÉK Agrárműszerközpontjában. A szántóföldi csemegekukorica kísérletünkben négy mintavételi időpontban vett szemmintákban mértük a szárazanyag-tartalmat és a szacharóz mennyiségét. Mérési eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a vizsgált négy csemegekukorica hibrid szárazanyaggyarapodásának dinamikája különböző, minden esetben lineárisan növekvő. Kutatási eredményeink alapján bizonyítottuk, hogy mind a négy hibrid esetében a szárazanyag- és a szacharózhozam a harmadik mintavétel időpontjában volt a legkedvezőbb a betakarítás szempontjából. Az első mintavételi időponthoz képest két hét alatt, a szárazanyaggyarapodás 46%-kal növekedett, a szacharóztartalom háromszorosára nőtt

egy tonna csemegekukorica szemtermésében. Ezt követően a szárazanyag és a szacharóz gyarapodása lelassult.

Kulcsszavak: csemegekukorica hibridek, szárazanyag-gyarapodás, betakarítás, szacharóztartalom

Harvest time evaluation of sweet maize (*Zea mays* L. convar. *saccharata* Koern) hybrids based on dry matter and sucrose yield dynamics

J. NAGY – C. DEMETER – ZS. BAKOS – K. SIMON –

HAJER MOHAMED IBRAHIM SIDAHMED

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

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

Summary

Hungarian sweet maize production, in demand worldwide, averages 500,000 tonnes over several years, thanks to well-chosen precision farming technology. In agriculture, the success of sweet maize production is influenced by many factors, and therefore we are constantly faced with practical challenges. Limited data are available on the dynamics of sugar accumulation in plants, especially under abiotic stress. We investigated a sweet maize hybrid for public cultivation in an experiment set up on the campus of the University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management. Quality parameters were determined from grain samples taken at harvest under laboratory conditions at the Agricultural Instrument Centre of the Faculty. In our sweet maize field experiment, dry matter content and sucrose content were measured in grain samples taken at four sampling times. Based on our measurement results, we found that the dry matter gain dynamics of the four examined sweet maize hybrids were different, all with linear increasing trends. Based on our research results, we demonstrated that dry matter and sucrose yields of all four hybrids were most favourable for harvesting at the third sampling time. Compared to the first sampling date, in two weeks, dry matter yield increased by 46% and sucrose

content tripled in a tonne of sweet maize grain yield. Thereafter, dry matter and sucrose gains slowed down.

Keywords: sweet maize hybrids, dry matter gain, harvest, sucrose content

Bevezetés

Napjaink mezőgazdasága eltérő igényekkel találkozik, egyidejűleg fokozódik az igény a produkció (élelmiszer) növelésére és a negatív környezeti hatások csökkentésére. A csemegekukorica jelentősége közismert. A világszerte keresett magyar csemegekukorica termelése több év átlagát tekintve 500 ezer tonna, köszönhetően a jól megválasztott precíziós termesztéstechnológiának. A csemegekukorica egészséges összetevői révén egyedülálló ízvilága miatt is népszerű zöldségféle (Erdal et al. 2011, Santos et al. 2014). A mezőgazdaságban, a csemegekukorica termesztés sikerességét számos tényező befolyásolja, ezért folytonos gyakorlati kihívásokkal találkozunk. A környezeti stresszhatások leküzdésére alkalmas genotípusok helyes megválasztása és a genotípushoz igazodó tápanyagellátás nagyon fontos lehetőség (Széles et al. 2019, Horváth et al. 2021, Illés et al. 2021) a csemegekukorica termesztésben. A csemegekukorica élelmiszeriparban betöltött szerepe folyamatosan nő beltartalmi értéke miatt (Swapna et al. 2020). Minőségét többek között a mag cukortartalma határozza meg (Abadi és Sugiharto 2019). Feng et al. (2020) kutatási eredményei alapján a csemegekukorica cukortartalma nem változik a főzés során. Xie et al. (2016) szerint a csemegekukorica minősége gyorsan változik a hőmérséklet függvényében, magasabb hőmérsékleten tárolva az oldható cukrok mennyisége csökken. A növények cukorfelhalmozódásának dinamikájával kapcsolatban korlátozott mennyiségű adat áll rendelkezés, különösen abiotikus stressz esetén. A cukorexport és a keményítőképződés minősége és mennyisége, a növények növekedésével és stressztűrő képességével áll összefüggésben (Sulpice et al. 2009, Pilkington et al. 2015). N-hiányos közegben több keményítő halmozódik fel a kukoricában (Peng et al. 2013). A N-addíció serkenti a cukor és a keményítő bioszintézisét és asszimilációját (Scheible et al. 1997). Peng et al. 2014 szerint a cukor elégtelen mobilizációja valamint a levelekből való allokációja valószínűleg hozzájárul a termésnövekedéshez. Pilkington et al. (2015) szerint, a keményítő lebomlási sebességét a hőmérséklet befolyásolja, meleg éjszakákon gyorsabb. A

szacharóz a reproduktív kukoricában a csutkában található, amely átmeneti tárolóként szolgál az asszimilátumok számára. A szacharózt ezt követően bondik fruktózra és glükózra (*Bihmidine et al. 2013*). *Ning et al. (2018)* vizsgálataik szerint a nitrogénhiány a keményítő-szacharóz arány növekedéséhez vezet. N-hiányos növények kalászleveleibe, selymesedéskor a szacharózsztintet a bazális gubacs szakaszban a N-kezelés nem befolyásolta, ezzel szemben a szacharóz-szintje az apikális csutkametszetben magasabb volt. A N-hiányos növények csutkájában - a N-ben elégséges növényekhez képest - alacsonyabb fruktóz- és glükózkoncentráció miatt a cukrok (szacharóz, glükóz és fruktóz) összege alacsonyabb, keményítőkonzentrációja magasabb volt az apikális csutkametszetben, és hasonló a bazális csutkametszetben, mint az N-ben elegendő növényeké, mind reggel, mind este. A magokban (20 DAS) a szénhidrát-koncentráció vizsgálata drámai különbségeket mutatott ki az oldható cukor és a keményítő koncentrációjában ezen időpontok között (az N-hiány jelentősen visszavetette a kukorica növekedését, és nagyobb keményítő-felhalmozódáshoz vezetett a levelekben. A keményítő szintézis versenyez a szacharóz szintézissel (*Stitt és Zeeman 2012*). *Peng et al. (2013, 2014)* nagyobb keményítőkonzentrációt figyelt meg N-hiány esetén a levelekben. A kukoricában található cukor, nagyrészt szacharóz. Az N-ben gazdag talajban fejlődött növényekkel összehasonlítva az alacsony N-elérhetőség csökkentette a csemegekukorica cukortartalmát. A növényfejlődés szabályozásának fontos jelzéseként a cukorjelátvitelt a szénhidrát-anyagcsere kritikus meghatározójaként azonosították a növényfejlődés szinte minden aspektusában, de kevés adat áll rendelkezésre a cukorszintek változásának dinamikájáról (*Jiang et al. 2022*). Az életszínvonal javulásával az emberek egyre magasabb követelményeket támasztanak az élelmiszerek minőségével szemben. Az egészséges élelmiszer alapanyagok előállítását szolgálják a precíziós termelés technológiák fejlesztése, és a termésmodellek és döntéstámogató rendszerek alkalmazása (*Nyéki et al. 2021, Zelenák et al. 2022*). A gabonanövények fő összetevőjeként a keményítőtartalom és minőség közvetlenül befolyásolja a növények gazdasági előnyeit. Az élelmiszeripar keményítő iránti növekvő kereslete és növekvő termőföldvesztés azonban hangsúlyozza a keményítő bioszintézisének és szabályozásának feltárásának szükségességét (*Li et al. 2021*).

Anyag és módszer

A Debreceni Egyetem Mezőgazdaság, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar campusán beállított kísérletben vizsgáltuk a köztermesztésben használt csemegekukorica hibrideket. A minőségi paraméterek meghatározását a betakarításkor vett szemmintából laboratóriumi körülmények között állapítottuk meg a DE MÉK Agrárműszerközpontjában.

2021-ben a kijuttatott tápanyag mennyiség: 90 kg N/ha, 23 kg CaO/ha, 16 kg Mg/ha. A vetés 04. 29., a kelés 05. 14., a hímvirágzás 07. 14., a nővirágzás 07.17., a betakarítás 08. 20-án volt. Az öntözővíz mennyisége csepegtető öntözőrendszerrel 2021-ben 214,2 mm volt. A Debreceni Egyetem Agrár Kampuszán telepített agrometeorológiai mérőállomás mérési programja 10 perces időbeli felbontásban méri a paramétereket: léghőmérséklet, légnedvesség, szélsébség, napsugárzás, csapadék, talajfelszíni hőmérséklet, (+10 cm) talajhőmérséklet (6 és 20 cm mélységben). A csemegekukorica számára kritikus időszakban július 15-től a mérési program kibővült: állomány felszínhőmérséklet infra hőmérővel, PAR globál és reflex, leghőmérséklet, és legnedvesség gradiens (állomány felett 0,5 és 3 méterrel), 3D szónikus anemométer, légnedvesség és szén-dioxid koncentráció mérése LI 850 mérőműszerrel. A 2020–2021 őszi-téli időszak némileg kiegyensúlyozottabb volt, 35 mm-rel meghaladva a sokéves átlagot.

Összefoglalva elmondható, hogy a tenyészidőszakot megelőző őszi-téli hónapokat összességében az átlagosnál melegebb hőmérsékleti viszonyok és a 30 éves átlagot meghaladó csapadékmennyiség jellemezte. Ugyancsak hasonlóság, hogy a téli időszakban nem alakult ki számottevő, tartós hótakaró. A csemegekukorica tenyészidőszakának kezdeti hónapjait tekintve, a tavaszi hónapjaiban (április, május) jellemzőek voltak az átlagosnál hűvösebb hőmérsékleti viszonyok. Az éjszakai minimum hőmérsékletek szinte kivétel nélkül 10 °C alatt, sokszor 5 °C, vagy még az alatt alakultak. Ezen kedvezőtlen hőmérsékleti viszonyok az átlagosnál kevesebb csapadékkal párosulva kedvezőtlenül befolyásolták a csírázást, illetve a korai fejlődés időszakát. A besugárzás havi összegeit tekintve május esetében átlagos, míg áprilisban jelentősebb eltérések jelentkeztek a sokéves átlaghoz képest (2021: -9,4%). Összességében az őszi-téli körülmények és az azt követő tavaszi időszakot is többé-kevésbé azonos feltételek jellemezték a csemegekukorica

fejlődésének szempontjából. A tenyészidőszakok korai időszakára jellemző hasonlóság a vegetatív időszak első két nyári hónapjára (június-július), az intenzív növekedés és a virágzás időszakára, gyökeresen megváltozott és két egymással teljesen ellenkező körülményrendszer eredményezett. A 2021-es év ezen június utolsó dekádjától két alkalommal is kialakult egy kb. 10–10 napos (06. 21–30. és 07. 07–18.), erős hőhullám, amely során a napi átlaghőmérsékletek jellemzően 25 °C, míg a maximum hőmérsékletek 35 °C fölé emelkedtek. Ugyanakkor ezen felül, augusztust is beleértve, többször előfordult néhány rövidebb, pár napos időszak, amikor a hőmérsékleti maximumok 35 °C körül alakultak (1–3. táblázat).

1. táblázat. A tenyészidőszak havi átlaghőmérsékletei (°C)
(Debrecen, 2021)

Tenyészidőszak (1)	2021		
	Átlag- hőmérséklet (°C) (2)	Klímaátlag (1991–2020) (°C) (3)	Eltérés (°C) (4)
Április (5)	9,1	11,8	-2,7
Május (6)	15,1	16,7	-1,6
Június (7)	22,6	20,2	2,4
Július (8)	24,6	21,8	2,8
Augusztus (9)	21,0	21,7	-0,7
Szeptember (10)	16,4	16,5	-0,1

Table 1. Monthly average temperatures during the growing season (°C) (Debrecen, 2021). (1) Growing season, (2) Average temperature (°C), (3) Climate average (1991–2020), (4) Difference, (5) April, (6) May, (7) June, (8) July, (9) August, (10) September

A mintavételezés során ismétlésként 10 növényt mértünk. A kifejlett csemegekukorica csöveket betakarítottuk. A szemeket lemorzoltuk és megmértük szárítószekrényben a szárazanyag-tartalmát.

2. táblázat. *A tenyészidőszak havi csapadékösszegei (mm)*
(Debrecen, 2021)

Tenyészidőszak (1)	2021		
	Havi csapadékösszeg (mm) (2)	Klímaátlag (1991–2020) (mm) (3)	Eltérés (mm) (4)
Április (5)	33,3	45,5	-12,2
Május (6)	66,1	59,3	6,8
Június (7)	6,4	66,8	-60,4
Július (8)	70,2	67,7	2,5
Augusztus (9)	38,2	46,4	-8,2
Szeptember (10)	18,6	47,3	-28,7

Table 2. Monthly rainfall totals for the growing season (mm) (Debrecen, 2021). (1) Growing season, (2) Monthly sum of rainfall (mm), (3) Climate average (1991–2020), (4) Difference, (5) April, (6) May, (7) June, (8) July, (9) August, (10) September

3. táblázat. *A tenyészidőszak havi globálisugárzás összegei (kJ/cm²)*
(Debrecen, 2021)

Tenyészidőszak (1)	2021		
	Havi globálisugárzás összeg (kJ/cm ²) (2)	Klímaátlag (1991–2020) (kJ/cm ²) (3)	Eltérés (%) (4)
Április (5)	44,5	49,1	-9,4
Május (6)	61,7	62,5	-1,3
Június (7)	80,0	66,6	20,1
Július (8)	70,7	67,4	4,9
Augusztus (9)	58,1	59,4	-2,2
Szeptember (10)	44,1	39,3	12,2

Table 3. Monthly global radiation amounts for the growing season (kJ/cm²) (Debrecen, 2021). (1) Growing season, (2) Monthly global radiation sum (kJ/cm²), (3) Climate average (1991–2020), (4) Difference (%), (5) April, (6) May, (7) June, (8) July, (9) August, (10) September

A cukortartalmat HPLC mérőműszerrel mértük. A mérés elve alapján először a minták oldása, derítetése, hígítása, szűrése után folyadék-kromatográfiásan

mértük majd törésmutató indexet alkalmaztunk. A mérés menete: 3–5 g csemegekukorica minta a centrifugacsőbe, a mintához adunk 10 ml acetonitril-víz elegyet, vortexeljük, 0,5–0,5 ml Carrez I és II oldatot adunk hozzá, összerázzuk, így a végtérfigat 20–25 ml. Ezt követően 10 percig centrifugálás 4500 ford/min sebességgel, majd HPLC fiolába szűrés. A mintához 100–100 mg szilárd fruktózt, glükózt és szacharózt adalékoltunk. A folyadékkromatográf Agilent 1200 RI detektorral. Mennyiségi meghatározás kalibrációs görbe segítségével történt. Az eredmények statisztikai értékelése R.3.2.4. statisztikai környezetben készült, egy tényezős varianciaanalízis és Fischer féle, LSD teszt segítségével (*Team* 2016). A grafikonokat MS Excel 2019-es programmal készítettük.

Eredmények

Szántóföldi csemegekukorica kísérletünkben négy mintavételi időpontban vett szemmintából mértünk szárazanyag-tartalmat. Mérési eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a vizsgált négy csemegekukorica szárazanyag-dinamikája különböző. Az S csemegekukorica hibridhez képest az első mérés során az M csemegekukorica hibrid 20%-kal, a G 14%-kal tartalmazott kevesebb, és a D 14%-kal több szárazanyagot. A második mérés alkalmával a S csemegekukorica hibridhez képest az M 23%-kal, a D 11%-kal, a G 22%-kal tartalmazott kevesebb szárazanyagot. A harmadik mérés során a S csemegekukoricához képest az M hibrid 20%-kal, a D 7%-kal, tartalmazott kevesebb szárazanyagot, és a G csemegekukorica hibrid szárazanyag-tartalma 100%-ban megegyezett az S csemegekukoricával. A negyedik mérés alkalmával az S csemegekukorica hibridhez képest az M csemegekukorica hibrid 19%-kal, a D 6%-kal tartalmazott kevesebb szárazanyagot, és a G 3%-kal többet (*1. ábra*).

Az első mérési időpontban az S csemegekukorica hibrid szemnedvességének mértéke 86% volt, és 23 g/100 g szacharózt tartalmazott. Az első méréshez viszonyítva, a második mérés során 15%-kal kevesebb volt a szemnedvesség, és 17%-kal több volt a szacharóztartalom. A harmadik mérés alkalmával a szemnedvesség 19%-kal kevesebb volt, a szacharóztartalom 22%-kal több az első méréshez képest. A negyedik mérés során 21%-kal volt kevesebb a csemegekukorica szemnedvessége, és 30%-kal több a szacharóztartalma 100 grammra mérve. Kutatási eredményeink összhangban vannak *Znidarcic et al.* (2012) megállapításaival, miszerint a csemegekukorica hibridek cukortartalma változó (*2. ábra*).

1. ábra. Csemegekukorica hibridek szem-szárazanyag (S, M, D, G) gyarapodásának dinamikája (%) (Debrecen, 2021)

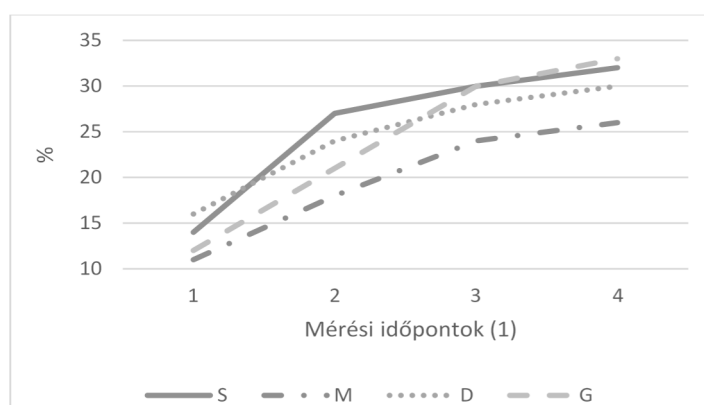


Figure 1. Grain dry matter (S, M, D, G) gain dynamics of sweet maize hybrids (%) (Debrecen, 2021). (1) Measurement times

2. ábra. Az S csemegekukorica hibrid szemnedvességének (%) és szacharóztartalmának (g/100 g) dinamikája (Debrecen, 2021)

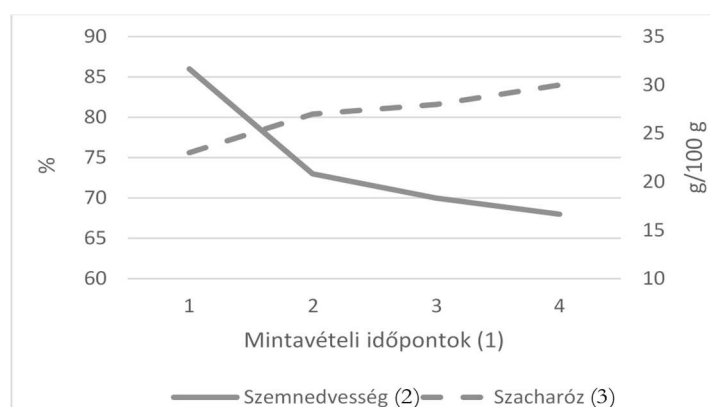


Figure 2. Dynamics of grain moisture (%) and sucrose content (g per 100 g) of sweet maize hybrid S (Debrecen, 2021). (1) Measurement times, (2) Grain moisture, (3) Sucrose

Az első mérési időpontban az M csemegekukorica szemnedvességtartalma 89%, szacharóztartalma 14 g/100 g volt. A második mérés során az elsőhöz viszonyítva a szemnedvesség 8%-kal csökkent, a szacharóztartalom 57%-kal több volt. A harmadik mérés eredményei alapján a szemnedvesség 15%-kal csökkent az első méréshez képest, a szacharóztartalom 79 %-kal nőtt. A negyedik mérés alkalmával a csemegekukorica szemnedvessége 17%-kal alacsonyabb volt, a szacharóztartalom 64%-kal volt több az első méréshez képest. Vizsgálati eredményeink igazolják *Syukur* és *Rifianto* (2013) megállapítását, a betakarítás késleltetésével a cukorkoncentráció csökken (3. ábra).

3. ábra. Az M csemegekukorica hibrid szemnedvességének (%) és szacharóztartalmának (g/100 g) dinamikája (Debrecen, 2021)

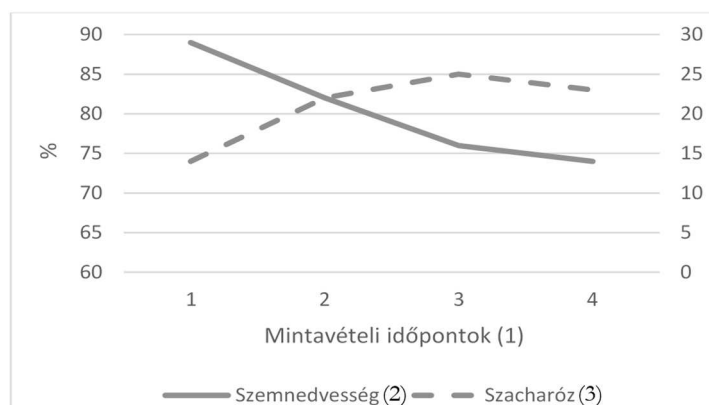


Figure 3. Dynamics of grain moisture (%) and sucrose content (g per 100 g) of sweet maize hybrid M (Debrecen, 2021). (1) Measurement times, (2) Grain moisture, (3) Sucrose

A D csemegekukorica szemnedvessége az első mérési időpontban 84% volt, szacharóztartalma 25 g/100 g. Az első méréshez viszonyítva a második mérési időpontban 10%-kal csökkent a szemnedvesség-tartalma és 16%-kal nőtt a szacharóztartalom. A harmadik mérés eredményei alapján 14%-kal csökkent a szemnedvesség és 24%-kal nőtt a szacharóztartalom az első méréshez képest. A negyedik mérés eredményei alapján a D csemegekukorica szemnedvessége

17%-kal volt kevesebb, és 32%-kal több szacharózt tartalmazott az első méréshez képest (4. ábra).

4. ábra. A D csemegekukorica hibrid szemnedvességének (%) és szacharóztartalmának (g/100 g) dinamikája (Debrecen, 2021)

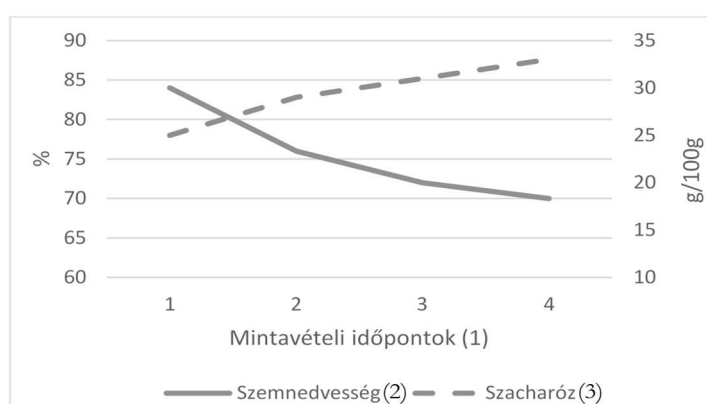


Figure 4. Dynamics of grain moisture (%) and sucrose content (g per 100 g) of sweet maize hybrid D (Debrecen, 2021). (1) Measurement times, (2) Grain moisture, (3) Sucrose

A G csemegekukorica szemnedvessége az első mérési időpontban 88% volt, szacharóztartalma 14 g/100 g. Az első méréshez viszonyítva a második mérés 10%-kal kevesebb szemnedvesség és 79%-kal több szacharózt tartalmazott. A harmadik mérés során a csemegekukorica szemnedvessége 20%-kal alacsonyabb volt, szacharóztartalma 107%-kal több. A negyedik mérésben az elsőhöz képest a szemnedvesség-tartalom 24%-kal alacsonyabb, a szacharóztartalom 121%-kal volt több (5. ábra).

Következtetések

Méréseinket négy eltérő időpontban végeztük négy eltérő genotípusú csemegekukorica hibriden. A D csemegekukorica hibrid 24 g/100 mg szacharózt tartalmazott, ehhez képest az S csemegekukorica az első mérés alkalmával 13%-kal több, míg az M 25%-kal és a G 12%-kal tartalmazott kevesebb cukrot.

5. ábra. A G csemegekukorica hibrid szemnedvességének (%) és szacharóztartalmának (g/100 g) dinamikája (Debrecen, 2021)

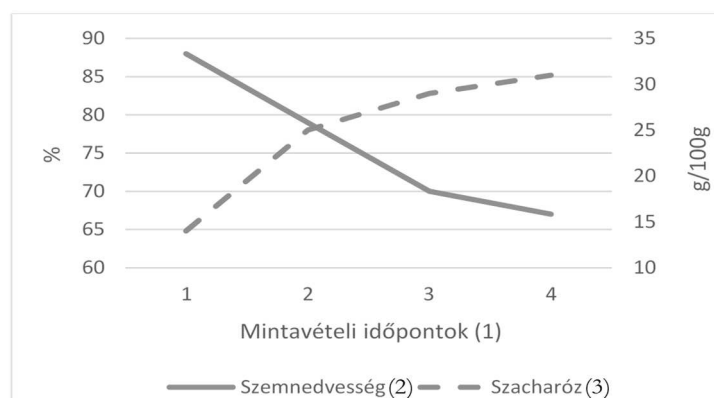


Figure 5. Dynamics of grain moisture (%) and sucrose content (g/100 g) of sweet maize hybrid G (Debrecen, 2021). (1) Measurement times, (2) Grain moisture, (3) Sucrose

A második mérés eredményei alapján a D csemegekukorica hibrid 28 g/100 g szacharózt tartalmazott, ehhez képest az S és G hibrid 7-7%-kal többet, míg az M hibrid 14%-kal kevesebb szacharózt tartalmazott 100 grammonként. A harmadik mérés eredményei szerint a D csemegekukorica hibrid 30 g/100 g szacharózt tartalmazott, ehhez képest az S csemegekukorica hibrid 7%-kal, a G csemegekukorica hibrid 10%-kal több szacharózt tartalmazott, míg az M 13%-kal kevesebbet. A negyedik mintavétel eredményei alapján a D hibrid 16 g/100g szacharózt tartalmazott, ehhez képest az S hibrid 12%-kal, az M 31%-kal, a G 25%-kal tartalmazott kevesebb szacharózt. Kutatási eredményeink összhangban vannak Szabó *et al.* (2022) eredményeivel, vizsgálataink során megállapítottuk, hogy az eltérő csemegekukorica hibridek szárazanyag-beépülési dinamikája változó.

Köszönetnyilvánítás

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

IRODALOM

- Abadi, W.-Suharto, A. N.*: 2019. Uji keunggulan beberapa calon varietas hibrida jagung majis (*Zea mays* L. var. Saccharata). Jurnal Produksi. 7. 5: 939-948.
- Bihmidine, S.-Hunter, C. T.-Johns, C. E.-Koch, K. E.-Braun, D. M.*: 2013. Regulation of assimilate import into sink organs: update on molecular drivers of sink strength. *Frontiers in Plant Science*. 4: 177.
- Erdal, S.-Pamukcu, M.-Savur, O.-Tezel, M.*: 2011. Evaluation of developed standard sweet corn (*Zea mays* sacharata L.) hybrids for fresh yield, yield component and quality parameters. *Turkish Journal of Field Crops*. 16. 2: 153-156.
- Feng, X.-Pan, L.-Wang, Q.-Liao, Z.-Wang, X.-Zhang, X.-Guo, W.-Hu, E.-Li, J.-Xu, J.-Wu, F.-Lu, Y.*: 2020. Nutritional and phytochemical characteristics of purple sweet corn juice before and after boiling. *Plos One*. 15. 5: e0233094.1-18.
- Horváth, É.-Gombos, B.-Szeles, A.*: 2021. Evaluation phenology, yield and quality of maize genotypes in drought stress and non-stress environments. *Agronomy Research*. 19. 2: 408-422.
- Illes, A.-Bojtor, Cs.-Szeles, A.-Mousavi, S. M. N.-Toth, B.-Nagy, J.*: 2021. Analyzing the Effect of Intensive and Low-Input Agrotechnical Support for the Physiological, Phenometric, and Yield Parameters of Different Maize Hybrids Using Multivariate Statistical Methods. *International Journal of Agronomy*. 1-11.
- Jiang, Z.-Chen, Q.-Chen, L.-Liu, D.-Yang, H.-Xu, C.-Hong, J.-Li, J.-Ding, Y.-Sakr, S.-Liu, Z.-Jiang, Y.-Li, G.*: 2022. *International Journal of Molecular Sciences*. 23. 9: 48-64.
- Li, R.-Zheng, W.-Jiang, M.-Zhang, H.*: 2021. A review of starch biosynthesis in cereal crops and its potential breeding applications in rice (*Oryza sativa* L.) *Peer J*. 9: e12678
- Ning, P.-Yang, L.-Li, C.-Fritschi, F. B.*: 2018. Post-silking carbon partitioning under nitrogen deficiency revealed sink limitation of grain yield in maize. *Journal of Experimental Botany*. 69. 7: 1707-1719.
- 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 sitespecific maize yield prediction with machine learning methods. *Precision Agriculture*. 22. 5: 1397-1415.
- Peng, Y.-Li, C.-Fritschi, F. B.*: 2013. Apoplastic infusion of sucrose into stem internodes during female flowering does not increase grain yield in maize plants grown under nitrogen-limiting conditions. *Physiologia Plantarum*. 148: 470-480.
- Peng, Y.-Li, C.-Fritschi, F. B.*: 2014. Diurnal dynamics of maize leaf photosynthesis and carbohydrate concentrations in response to differential N availability. *Environmental and Experimental Botany*. 99: 18-27.

- Pilkington, S. M.-Enck, B.-Krohn, N.-Höhne, M.-Stitt, M.-Pyl, E. T.:* 2015. Relationship between starch degradation and carbon demand for maintenance and growth in *Arabidopsis thaliana* in different irradiance and temperature regimes. *Plant, Cell & Environment*. 38: 157-171.
- Santos, P. H. A. D.-Pereira, M. G.-Trindade, R. D. S.-Cunha, K. S. D.-Entringer, G. C.-Vetorazzi, J. C. F.:* 2014. Agronomic performance of super sweetcorn genotypes in the north of Rio de Janeiro. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*. 14. 1: 8-14.
- Scheible, W. R.-Gonzalez-Fontes, A.-Lauerer, M.-Muller-Rober, B.-Caboche, M.-Stitt, M.:* 1997. Nitrate acts as a signal to induce organic acid metabolism and repress starch metabolism in tobacco. *The Plant Cell*. 9: 783-798.
- Shannon, J. C.:* 1972. Movement of ¹⁴C-labeled assimilates into kernels of *Zea mays* L.: I. Pattern and rate of sugar movement. *Plant Physiology*. 49: 198-202.
- Stitt, M.-Zeeman, S. C.:* 2012. Starch turnover: pathways, regulation and role in growth. *Current Opinion in Plant Biology*. 15: 282-292.
- Sulpice, R.-Pyl, E. T.-Ishihara, H.:* 2009. Starch as a major integrator in the regulation of plant growth. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*. 106: 10348-10353.
- Swapna, G.-Jadesha, G.-Mahadevu, P.:* 2020. Sweet Corn - A future healthy human nutrition food. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 1-7.
- Syukur, M.-Rifianto, A.:* 2013. Sweet Corn. Penebar Swadaya. Jakarta. Indonesia. 124.
- Szabó A.-Ibtissem B.-Zelenák A.:* 2022. Eltérő genotípusú kukorica hibridek szárazanyag-beépülési és vízleadási dinamikájának vizsgálata. *Növénytermelés*. 71. 2: 93-100.
- 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: 1-14
- Xie, Y.-Song, H.-Liu, S.-Jia, L.:* 2016. Effect of different retailing conditions on quality of sweet corn after forced-air cooling and low temperature transportation. XXIX. International Horticultural Congress on Horticulture: Sustaining lives, livelihoods and landscapes (IHC2014): International symposia on postharvest knowledge for the future and consumer and sensory driven improvements to fruits and nuts. *Acta Hort.* 1120: 293-298.
- Zelenák, A.-Szabó, A.-Nagy, J.-Nyéki, A.:* 2022. Using the CERES-Maize Model to Simulate Crop Yield in a Long-Term Field Experiment in Hungary. *Agronomy*. 22. 12: 785.
- Zhao, Y.-Ning, P.-Feng, X.-Ren, H.-Cui, M.-Yang, L.:* 2022. Characterization of stem nodes associated with carbon partitioning in maize response to nitrogen availability. *International Journal of Molecular Sciences*. 23. 8: 4389.

Znidarcic, D.: 2012. Performance and characterization of five sweet corn cultivars as influenced by soil properties. Journal of Food Agriculture and Environment. 10. 1: 495-500.

A szerzők levelezési címe - Address of the authors:

*Dr. Nagy János - Demeter Cintia - Bakos Zsuzsanna - Simon Károly -
Hajer Mohamed Ibrahim Sidahmed
Debreceni Egyetem MÉK
Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032
*nagyjanos@agr.unideb.hu

Eltérő FAO-számú kukorica (*Zea mays* L.) hibridek termésparamétereinek elemzése öntözött állományban

¹NAGY JÁNOS - ¹ZELENÁK ANNABELLA - ¹ILLÉS ÁRPÁD - ¹BOJTOR CSABA -
¹GOMBOS BÉLA - ¹SZABÓ ATALA - ²NYÉKI ANIKÓ - ¹SZÉLES ADRIENN

¹Debreceni Egyetem MÉK

Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet

²Széchenyi István Egyetem MÉK

Biológiai Rendszerek és Élelmiszeripari Műszaki Tanszék, Mosonmagyaróvár

Összefoglalás

A Debreceni Egyetem Látképi Szántóföldi Kísérleti Központjában vizsgáltuk öt eltérő tenyészidejű, FAO-számú (350, 380, 420, 490 és 510) kukorica hibridet. A rendkívül aszályos évjáratban, 2022-ben öntözéssel pótoltuk (456 mm) a csapadékhiányt. Nagyszámú mérések alapján felvételeztük a növénymagasságot, az ezerszemtömeget, a levélterület-indexet, a csőparamétereket. A legnagyobb terméseredményt a FAO 420-as hibrid (H-11) ért el, 18,397 t/ha. A FAO 350 (H-9) és a FAO 380 (H-10) hibridek eredménye (15,657-15,678 t/ha) azonos volt. A FAO 490 (H-12) és az FAO 510 (H-13) hibridek terméseredményei szignifikánsan különbözőek voltak (14,973 és 17,395 t/ha). Kutatási eredményeink bizonyítják, hogy a terméseredményeket döntően az ezerszemtömeg értékek határozzák meg.

Kulcsszavak: kukorica hibridek, FAO-szám, termésparaméterek, öntözés

Evaluation of the yield parameters of maize (*Zea mays* L.) hybrids of different FAO numbers in an irrigated crop stand

¹J. NAGY – ¹A. ZELENÁK – ¹Á. ILLÉS – ¹CS. BOJTOR – ¹B. GOMBOS –

¹A. SZABÓ – ²A. NYÉKI – ¹A. SZÉLES

¹University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and
Environmental Management

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

²Széchenyi István University, Faculty of Agricultural and Food Sciences

Department of Biosystems and Food Engineering, Mosonmagyaróvár

Summary

Five maize hybrids with different maturity and FAO-number (350, 380, 420, 490 and 510) were tested at the Látkép Experiment Site of the University of Debrecen. In 2022, an especially drought year, the rainfall deficit (456 mm) was compensated by irrigation. A large number of measurements were taken to record plant height, thousand grain weight, leaf area index, and ear parameters. The highest yield was obtained with the FAO 420 hybrid (H-11), 18.397 t ha⁻¹. The results of the FAO 350 (H-9) and FAO 380 (H-10) hybrids (15.657–15.678 t ha⁻¹) were identical. The yields of the hybrids FAO 490 (H-12) and FAO 510 (H-13) were significantly different (14.973 and 17.395 t ha⁻¹). The obtained research results show that yields are mainly determined by the thousand grain weight.

Keywords: maize hybrids, FAO number, yield parameters, irrigation

Bevezetés

A kukoricatermesztéssel foglalkozó kutatások eredményei már a korábbi években rámutattak arra, hogy a termés és a termésnövekedés több tényező együttes hatásának eredménye, melyek közül a fajta csak egy termesztési tényező. Ebből következtethető, hogy a hibridek térhódítását, a bennük rejlő terméspotenciál kialakítását csak a modern agrotechnikát alkalmazó kutatások teszik lehetővé. Több évtizedes kísérleti eredmények, illetve a martonvásári

kutatók által kialakított termesztési eljárások az 1960-as évektől kezdve váltak a magyar kukoricatermesztés alkotó elemeivé (Györfly 1979).

A mezőgazdaság az édesvízi készlet legnagyobb felhasználója, amely a jelenlegi vízkivételek mintegy 75%-át teszi ki (Wallace 2000, Howell 2001). A kukorica alapvető fiziológiás funkciója alapján, magas vízigényű növények közé tartozik (Bocz et al. 1996). A növény vízháztartásának meghatározásához alkalmas az NDVI és SPAD mérési eredmények vizsgálata. A kukoricatermés mennyiségét legfőbb mértékben a növény számára rendelkezésre álló vízmennyiség határozza meg (Gombos és Nagy 2021). Annak ellenére, hogy a kukorica C4-es növény, (amely alapvetően jó hő- és szárazságtűrő) nehezen viseli el a szélsőségesen aszályos időjárást (Berzsenyi 2012). Ezzel a megállapítással egyetértve Pepó (2007) szerint a tartamkísérleti eredményeiben öntözés nélkül az évjárat vízellátottsága jelentősen befolyásolta a kukorica terméseredményét. Az éghajlati időjárási feltételeket a kontinentális és gyakran szélsőséges viszonyok jellemzik. Különösen igaz ez a csapadék mennyiségére és annak eloszlására, de szélsőséges viszonyok tapasztalhatók a hőmérsékleti értékek alakulásában mind a vegetációs perióduson belül, mind azon kívül (Gombos és Nagy 2019). Öntözéssel kiegészítve az esetlegesen fellépő csapadékhiányt terméstöbblet érhető el (Nagy 2007). A mai kutatások kitérnek arra, hogy az öntözés ellenében is termésnövekedés léphet fel, aminek oka lehet az évjárat és az optimális tápanyag-ellátottság hiánya. Nyéki et al. (2021) szerint nélkülözhetetlen a tápanyag- és vízellátottság összehangolása. Különösen a szemtelítődés fázisában fellépő vízstressz kritikus a kukorica fejlődése szempontjából (Monneveux et al. 2006). A hazánkban termesztett kukorica genotípusok halmozott hasznos hőösszeg igénye, 1100–1400 °C (Menyhért 1985, Gombos és Nagy 2021). A rövidebb tenészeitű hibridek megjelenésének és az éghajlatváltozás köszönhetően a kukoricatermesztés az északi égtáj felé egyre jobban kitolódik, már a Balti államokban és Svédországban is sikeresen termesztethetők (Swensson 2004).

A potenciális terméshozamot nagymértékben olyan tényezők sajátos kombinációja határozza meg, mint a napsugárzás, talajtípus, hőmérséklet, növényesűrűség, egy adott genotípus genetikai potenciálja, biotikus és abiotikus korlátok (Ittersum és Rabbinge 1997, Liu et al. 2016, Ndhlave et al. 2017). A gazdálkodó által realizált hozamot azonban gyakrabban befolyásolja a rossz mezőgazdasági gyakorlat (Liu et al. 2016). Széles et al. (2018) szerint az éghajlatváltozás új kihívás elé állítja a kukorica termesztőket, ami minden

egyes termelés technológiai elem újragondolását teszi szükségessé. Az eredményes termesztés alapja az adaptív genotípus megválasztása, továbbá a termőhelynek és az alkalmazott hibrid igényeinek megfelelő agrotechnika alkalmazása (Pepó et al. 2016).

A környezeti stresszviszonyok leküzdésére alkalmas genotípusok helyes megválasztása és a genotípushoz igazodó tápanyagellátás nagyon fontos, hiszen ezek nagyban meghatározzák a termesztés hatékonyságát (Széles et al. 2019). Marton (2014) vizsgálatai szerint optimális körülmények között alig van különbség az új és régi hibridek termése között. Az új hibridek prioritása akkor érezhető leginkább, amikor az időjárási feltételek nem kedveznek a kukorica számára. A kukorica szemtermése függ az alkalmazott genotípus genetikai potenciáljától, a talaj jellemzőitől, a szántóföldi kezelési gyakorlattól és az agroklimatikus tényezőktől (Jocković et al. 2010, Đalović 2014). A kukorica termése többnyire erősen és pozitívan korrelál a szemek számával. A növényenkénti szemek száma a növényenkénti csövek számától és a kukoricacsövön lévő érett szemek számától függ (Vazin et al. 2010). Bășa et al. (2016) szerint az aszály nagyobb negatív hatást gyakorolt a szem csutka arányt illetően, mint az aszály okozta termés depresszió. Továbbá Ferdoush et al. (2017) eredményeiben az ANOVA-teszt kimutatta a vizsgált paraméterek alapján, hogy az eltérő genotípusok között szignifikáns különbség van, úgymint növénymagasság (cm), csőhossz (cm), csőátmérő, szemsor-arány, szemszám, ezerszemtömeg. Islam et al. (2020) tanulmányában a vizsgált paraméterek alapján nagyfokú genetikai fejlődést figyeltek meg a növénymagasság, szem-sor szám, ezermagtömeg és szemtermés eredményeiben a genotípusokat illetően.

Anyag és módszer

Kukoricahibridek paraméterei

A FAO 350 hibrid (H9) magas, átlagosan 307,2 cm, erős szárú, szárátmérője 20,42 mm. A cső 130 cm-es átlagmagasságban ered a szárról, hosszú, kúpos, végéig berakott csővel rendelkezik. Szép csöveket fejleszt, ezermagtömege 394 gramm. Agronómiai tulajdonságai kedvezőek, kelési erélye, korai fejlődése és szárszilárdsága jó. Biológiai érettségét korán, augusztus végén (08. 31.) elérte. Levélfelület-indexe (LAI) 4,4; átlagos csőhossza 19,7 cm, átlagos csőátmérője 47,2 mm, sorok száma 14, szemek száma 527, átlagos csősúly

237 g, átlagos szemsúly 211 g (15,18% sz.n.). Betakarításkori szemnedvesség-tartalma 16,6%.

A FAO 380-as hibrid (H10) fenotípusát tekintve tetszetős, kompakt felépítésű, átlagos növénymagassága 329 cm. A cső átlagosan 126 cm magasságban ered a szárról. Szép, telt csöveket fejleszt, ezermagtömege 427 gramm. Szárátmérője átlagosan 20 mm. Agronómiai tulajdonságai kedvezőek, kelési erélye, korai fejlődése és szárszilárdsága jó. Biológiai érettségét augusztus 1-én (08. 01.) érte el. Levélfelület-indexe (LAI) 3,7; átlagos csőhossza 21,3 cm, átlagos csőátmérő 52,3 mm, átlagos csősúly 289 g, átlagos szemsúly 261 g (15,59% sz.n.). Sorszám 17, szemek száma 604. Betakarításkori szemnedvesség-tartalma 16,4%.

A FAO 420-as hibrid (H11) kompakt felépítésű, átlagos növénymagassága 321 cm. A cső 133 cm-es magasságban ered a szárról. Szép csöveket fejleszt, ezermagtömege 454 gramm volt. Jó gyökér- és szártulajdonságokkal rendelkezik, szárátmérője átlagosan 20,60 mm. Agronómiai tulajdonságai kedvezőek, kelési erélye, korai fejlődése és szárszilárdsága jó. Biológiai érettségét korán, szeptember elején (09. 03.) elérte. Levélfelület-indexe (LAI) 3,9; átlagos csőhossza 20,5 cm, átlagos csőátmérő 52,7 mm, átlagos csősúly 290 g, átlagos szemsúly 257,80 g (15,70% sz.n.). Sorszám 16, szemek száma 558,2. Betakarításkori szemnedvesség-tartalma 17%.

A FAO 490-es hibrid (H12) átlagos növénymagassága 318 cm. A cső 128,4 cm-es magasságban ered a szárról. Szép csöveket fejleszt, ezermagtömege 405 gramm. Jó gyökér- és szártulajdonságokkal rendelkezik, szárátmérője átlagosan 20,49 mm. Agronómiai tulajdonságai kedvezőek, kelési erélye, korai fejlődése és szárszilárdsága jó. Biológiai érettségét korán, augusztus közepén (08. 24.) elérte. Levélfelület-indexe (LAI) 5,0; átlagos csőhossza 20 cm, átlagos csőátmérő 51 mm, átlagos csősúly 265 g, átlagos szemsúly 240 g (15,40% sz.n.). Sorszám 15, szemek száma 585. Betakarításkori szemnedvesség-tartalma 17,1%.

A FAO 510-es hibrid (H13) termetét tekintve magas, átlagosan 317 cm, erős szárú, szárátmérője átlagosan 19 mm. A cső 129 cm-es átlagmagasságban ered a szárról, stabil struktúrája van, hosszú, kúpos, végéig berakott csővel rendelkezik. Szép csöveket fejleszt, ezermagtömege 382 gramm. Agronómiai tulajdonságai kedvezőek, kelési erélye, korai fejlődése és szárszilárdsága jó. Biológiai érettségét korán, szeptember elején (09. 06.) elérte. Levélfelület-

indexe (LAI) 4,7; átlagos csőhossza 21 cm, átlagos csőátmérő 51,8 mm, átlagos cső súly 299 g, átlagos szemsúly 265 g (17,62% sz.n.). Sorszama 17, szemek száma 665,4. Betakarításkori szemnedvesség-tartalma 18,9%.

Meteorológiai viszonyok és hatásuk

Az igen száraz 2021-es tenyészidőszakot követő téli félévben is kevés csapadék hullott. A hat hónap alatti 144 mm csapadék 70 mm-rel kevesebb a sokévi átlagnál. Az időszak kissé hidegebb, de napfényben lényegesen gazdagabb volt a szokásosnál (*1. táblázat*). A talajok mélyebb rétegének feltöltődése nem volt kielégítő. A januártól márciusig összesen lehullott 32 mm csapadék, napos, szeles időjárással párosulva a talajok felső rétegének kiszáradását is határozottan elindította. Mindez előre vetítette egy akár súlyosabb aszály kialakulásának lehetőségét.

1. táblázat. *A hőmérséklet, a csapadék (Debrecen-Látókép) és a napfénytartam (Debrecen, 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 (-0,9)	152 (+104)	141 (-67)

Table 1. Monthly and semi-annual characteristics of temperature, precipitation (Debrecen-Látókép) and sunshine duration (Debrecen, OMSZ) in 2022. (1) Period, (2) Mean temperature (°C), (3) Precipitation (mm), (4) Sunshine duration (hours), (5) Winter period (months X-III), (6) Summer period (months IV-IX), (7) April, (8) May, (9) June, (10) July, (11) August, (12) September

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 az április mutatott legnagyobb negatív hőmérsékleti anomáliát, a 9,0 °C-os középhőmérséklet 2,2 °C-kal maradt el az átlagostól, de kevésbé volt hűvös, mint a 2021-es április. Májusban viszont már meleg, száraz időjárás uralkodott a hónap elejétől kezdődően. A vetés és a kelés szempontjából összességében kedvezőek voltak a feltételek 2022 tavaszán. 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. A levegő hőmérséklete néhány nap kivételével több fokkal a talajhőmérséklet alatt maradt, jól látható a talaj hőmérsékleti többlete. A teljes nyári időszak igen meleg és rendkívül száraz volt. A dekádonkénti adatok (*1. ábra*) mutatják, hogy a száraz periódus már május elején elkezdődött és augusztus végén ért véget. Az átlagosnál lényegesen melegebb időszak június elejétől szeptember első dekádjáig tartott, csupán 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 elmarad a 2021-es 72 mm-es igen alacsony értéktől, és csupán egy alkalommal volt ennél kisebb nyári csapadékösszeg 1951 óta (1962-ben 55 mm). Csupán 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. 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 ($\max \geq 30^\circ\text{C}$) száma a nyári időszakban. A nyár folyamán rendkívül súlyos aszály alakult ki Debrecen térségében (illetve Magyarország nagy részén). A nagyüzemi kukoricatermesztés kezdete óta nem volt az idejéhez hasonló mértékű termés kiesés. A térség kiváló minőségű és vízgazdálkodású csernozjom talajain nagy területet érintően teljesen megsemmisült a kukorica termése.

1. ábra. A dekád középhőmérsékletek eltérése a sokévi átlagtól (a) és a csapadékösszegek (b) 2022 tenyészidőszakában Debrecen-Látóképen

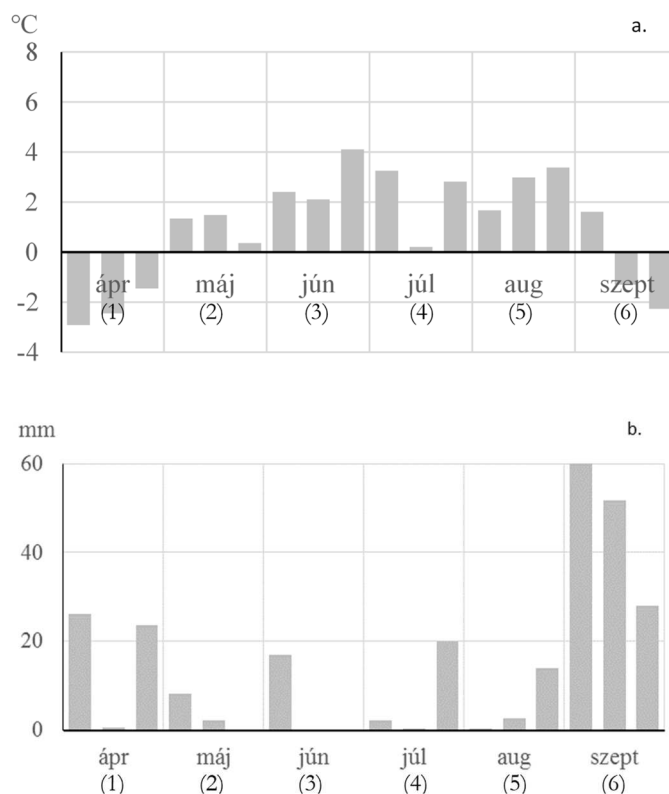


Figure 1. Deviation of the decadal mean temperatures from the long-term average (a) and precipitation totals (b) in the 2022 growing season in Debrecen-Látókép. (1) April, (2) May, (3) June, (4) July, (5) August, (6) September

A tartamkísérletben alkalmazott agrotechnika

Elővetemény betakarítás: 2021. 10. 01. + szárzúzás. Talajelőkészítés: 2021. 10. 11. Szántás: 2022. 03. 02. Kombinátor, szántáslezárás: 2022. 03. 29. Műtrágyaszórás: 135 kg N/ha + 35 kg P₂O₅ + 25 kg K₂O, kombinátor. Vetés: 2022. 04. 26. Kelés: 2022. 05. 06–11. Növényápolás: 2022. 05. 24. Szántóföldi kultivátor. Növényvédelem: 2022. 06. 29. (Mospilan 300 g/ha, KARATE ZEON 5 CS rovarölő szer 0,2 l/ha). Öntözés: 2022. 05. 27.–08. 11-ig (28 alkalommal).

Kijuttatott vízmennyiség a tenyészidőszak során: 456 mm. 2022. 06. 10 tápoldat: Megasol narancssárga 3,5 kg N, 5 kg P₂O₅, 40 kg K₂O. 2022. 07. 12 tápoldat: Megasol narancssárga 1,75 kg N, 2,5 kg P₂O₅, 20 kg K₂O. Betakarítás: 2022. 10. 10.

Statisztikai értékelés

Az eredmények statisztikai értékelése során az egyes hibridek közötti szignifikáns különbségek megállapításához egytényezős varianciaanalízist, valamint Fisher-féle legkisebb szignifikáns különbség (LSD) tesztet használtunk. Az eltérő betűvel jelzett értékek egymástól statisztikailag különböznek. A statisztikai elemzéshez és az ábrák elkészítéséhez Minitab 21 statisztikai szoftvert és MS Excel 365 szoftvert alkalmaztunk.

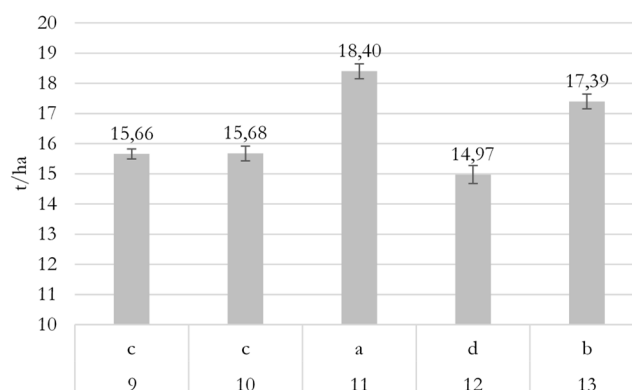
Eredmények

A kukorica hibridek termésparamétereinek komplex értékelése során megállapítottuk, hogy a vizsgált öt hibrid közül négy a termés mennyiségében egymástól statisztikailag különbözik. A vizsgált hibridek két termőképességi kategóriába, egy alacsonyabb, 15-16 t/ha termésmennyiséget elérő (H9, H10 és H12), valamint egy magasabb, 17 t/ha feletti terméseredményekkel rendelkező (H11 és H13) csoportba sorolhatók be. A vizsgált hibridek átlagos termésmennyiségét a H11 hibrid 12%-kal, a H13 pedig 6%-kal haladta meg (2. ábra).

A kutatás során vizsgáltuk a termésmennyiséget meghatározó főbb termésalkotó paramétereket. Az egy csövön lévő szemek tömegének értékelése alapján megállapítottuk, hogy statisztikailag igazolt mértékű különbséget alacsonyabb egyedi szemtömeg értékekkel a H9 hibridnél mértünk (211,11 g/cső), a többi vizsgált hibrid egymástól szignifikánsan nem különbözött (3. ábra).

Az egyes vizsgált kukorica hibridek betakarításkori szemnedvességének értékelése alapján megállapítottuk, hogy a H13 hibrid szignifikánsan magasabb (12-16%) nedvességtartalmat ért el a betakarítás időpontjában a többi vizsgált hibridhez képest, amelyek között ellenben statisztikailag igazolható különbségeket nem mértük (4. ábra).

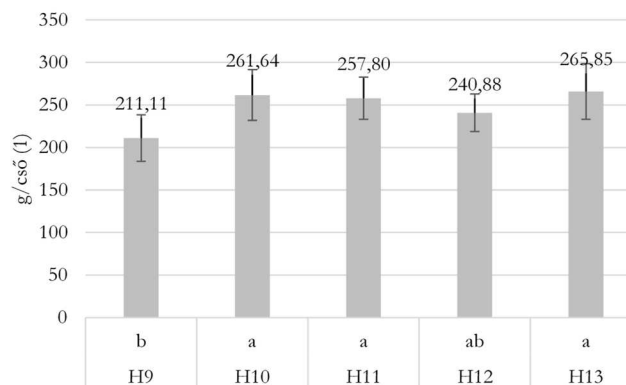
2. ábra. *Eltérő kukorica hibridek termésmennyisége*
(Debrecen-Látókép, 2021)



Megjegyzés: az eltérő betűvel jelzett értékek egymástól szignifikánsan különböznek.

Figure 2. Yield of different maize hybrids (Debrecen-Látókép, 2021). Note: means that do not share a letter are significantly different.

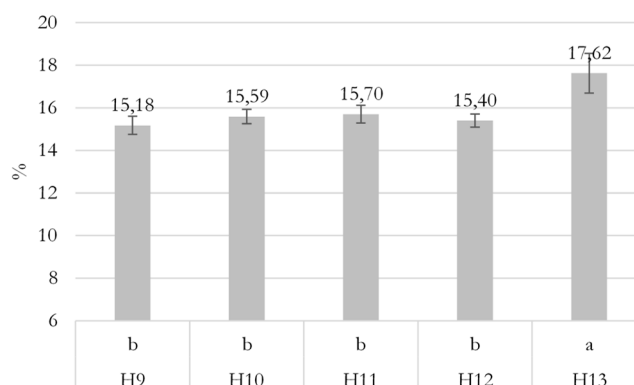
3. ábra. *Eltérő kukorica hibridek szemtömege*
(Debrecen-Látókép, 2021)



Megjegyzés: az eltérő betűvel jelzett értékek egymástól szignifikánsan különböznek.

Figure 3. Kernel weight of different maize hybrids (Debrecen-Látókép, 2021). (1) g per ear, Note: means that do not share a letter are significantly different.

4. ábra. *Eltérő kukorica hibridek betakarításkori szemnedvessége (Debrecen-Látókép, 2021)*



Megjegyzés: az eltérő betűvel jelzett értékek egymástól szignifikánsan különböznek.

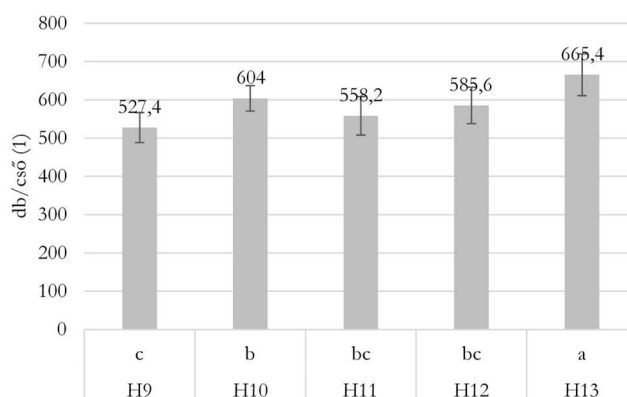
Figure 4. Grain moisture content of different maize hybrids (Debrecen-Látókép, 2021). Note: means that do not share a letter are significantly different.

A kukorica hibridek egyedi szemszámának értékelése során megállapítottuk, hogy a vizsgált hibridek három csoportba sorolhatók, alacsony (550 db/cső alatt – H9), közepes (550–650 db/cső – H10, H11, H12), valamint magas (650 db/cső felett – H13). A szemszám és a szemtömeg összehasonlítása során a H9 esetében mindkét paraméterben alacsony, míg a H13-ban magas értékeket mértünk, együttesen meghatározva az elérhető termésmennyiségek nagyságát (5. ábra).

A kukorica hibridek csőtömege a kutatásunk alapján a szemtömeg változásaival azonos dinamikai jellemzőkkel rendelkezett, a kísérletben a csutkatömeg változásai nem módosították szignifikáns mértékben az egyes kukorica hibridek között meglévő különbségeket. A méréseink alapján a szemtömeg és a csőtömeg értékelése során egyaránt megállapítható a három eltérő nagyságrendi kategória a hibridek egyedi produkciójában (6. ábra).

A kutatás során értékeltük az egyes kukorica hibridek ezerszemtömegét. A méréseink alapján a H9 és H13 kukorica hibridek alacsonyabb ezerszemtömeg értékekkel rendelkeztek, statisztikailag igazolt mértékben eltérve a H11 hibrid magas, 454,66 g értékétől. A H10 és H12 hibridek mért értékei egymástól és a többi hibridtől sem különböztek szignifikánsan (7. ábra).

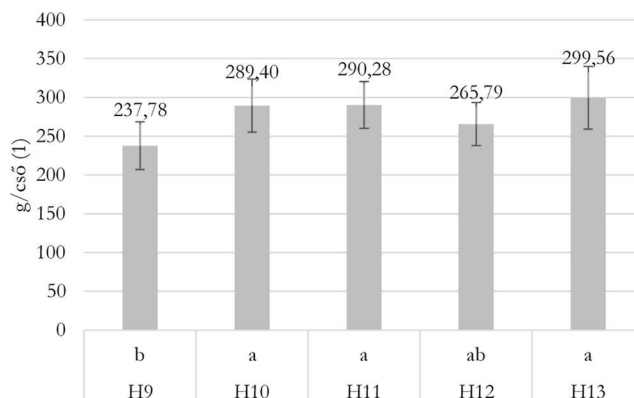
5. ábra. *Eltérő kukorica hibridek egyedi szemszáma*
(Debrecen-Látókép, 2021)



Megjegyzés: az eltérő betűvel jelzett értékek egymástól szignifikánsan különböznek.

Figure 5. Kernel number of different maize hybrids (Debrecen-Látókép, 2021). (1) Number per ear, Note: means that do not share a letter are significantly different.

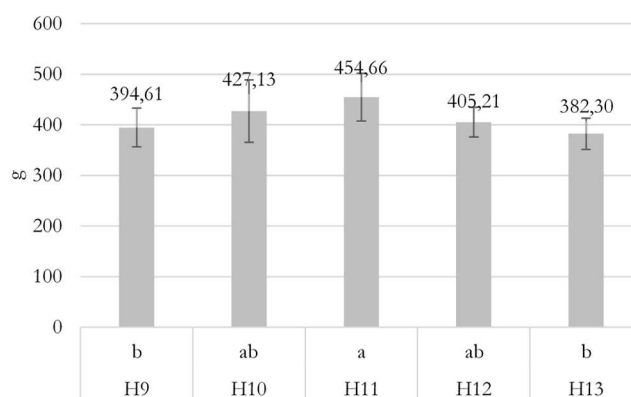
6. ábra. *Eltérő kukorica hibridek egyedi csőtömege*
(Debrecen-Látókép, 2021)



Megjegyzés: az eltérő betűvel jelzett értékek egymástól szignifikánsan különböznek.

Figure 6. Cob weight of different maize hybrids (Debrecen-Látókép, 2021). (1) g per ear, Note: means that do not share a letter are significantly different.

7. ábra. *Eltérő kukorica hibridek ezerszemtömege (Debrecen-Látókép, 2021)*



Megjegyzés: az eltérő betűvel jelzett értékek egymástól szignifikánsan különböznek.

Figure 7. 1000-grain weight of different maize hybrids (Debrecen-Látókép, 2021). Note: means that do not share a letter are significantly different.

Köszönetnyilvánítás

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

IRODALOM

- Băşa, A. G.–Ion, V.–Dumbravă, M.–Temocico, G.–Epure, L. J.–Ştefan, D.*: 2016. Grain Yield and Yield Components at Maize under Different Preceding Crops and Nitrogen Fertilization Conditions. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 10: 104–111.
- Berzsenyi Z.*: 2012. Kukorica. [In: Radics L. (szerk.) *Fenntartható szemléletű szántóföldi növénytermesztés* 2.] Agroinform Kiadó. 11–101.
- Bocz E.–Kováts A.–Ruzsány L.–Szabó M.*: 1996. Kukorica. [In: Bocz et al. *Szántóföldi Növénytermesztés*.] Mezőgazda Kiadó. Budapest. 361–413.
- Dalović, I.*: 2014. More Important Morphological Traits and the Content of Mineral Elements in Maize at the Different Levels of Fertilization (In Serbian). Ph.D. Thesis. University of Novi Sad. Faculty of Agriculture. Novi Sad. Serbia.

- Ferdoush, A.-Haque, M. A.-Rashid, M. M.-Bari, M. A. A.*: 2017. Variability and traits association in maize (*Zea mays* L.) for yield and yield associated characters. Journal of the Bangladesh Agricultural University. 15. 2: 193–198.
- Gombos B.-Nagy J.*: 2019. Az időjárás értékelése kukorica (*Zea mays* L.) tartamkísérletek eredményei alapján. Növénytermelés. 68. 2: 5–24.
- Gombos B.-Nagy Z.*: 2021. A kukorica éghajlatigénye. [In: Nagy J. (szerk.) Kukorica – A nemzet aránya.] Szaktudás Kiadó. Budapest. 165–172.
- Győrffy B.*: 1979. Fajta-, növényszám- és műtrágyahatás a kukoricatermesztésben. Agrártudományi Közlemények. 38: 309–331.
- Howell, T. A.*: 2001. Enhancing Water Use Efficiency in Irrigated Agriculture. Agron. J. 93: 281–289.
- Islam, S.-Ferdausi, A.-Sweety, A.-Das, A.-Ferdoush, A.-Haque, M.*: 2020. Morphological characterization and genetic diversity analyses of plant traits contributed to grain yield in maize (*Zea mays* L.). Journal of Bioscience and Agriculture Research. 25: 2047–2059.
- Ittersum, van M. K.-Rabbinge, R.*: 1997. Concepts in production ecology for analysis and quantification of agricultural input-output combinations. Field Crops Res. 52: 197–208.
- Jocković, Đ.-Stojaković, M.-Ivanović, M.-Bekavac, G.-Popov, R.-Đalović, I.*: 2010. NS maize hybrids – Today and tomorrow. Ratar. Povrt. 47: 325–333.
- Liu, Z.-Yang, X.-Lin, X.-Hubbard, K. G.-Lv, S.-Wang, J.*: 2016. Narrowing the agronomic yield gaps of maize by improved soil, cultivar, and agricultural management practices in different climate zones of Northeast China. Earth Interact. 20: 1–18.
- Marton L. Cs.*: 2014. A kukorica termésátlagok alakulása a világban és itthon. Az MTA Agrártudományi Kutatóközpont közleménye. Martonvásár. 24. 2: 4–5.
- Menyhért Z.*: 1985. A kukoricatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 599.
- Monneveux, P.-Sanchez, C.-Beck, D.-Edmeades, G. O.*: 2006. Drought tolerance improvement in tropical maize source populations: evidence of progress. Crop Science. 46: 180–191.
- Nagy J.*: 2007. Kukoricatermesztés. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Ndhleve, S.-Nakin, M. D. V.-Longo-Mbenza, B.*: 2017. Impact of supplemental irrigation as a climate change adaptation strategy for maize production: A case of the Eastern Cape Province of South Africa. Water. SA 2017. 43: 222–228.
- Nyéki, A.-Kerepesi, C.-Daróczy, B.-Benczúr, A.-Milics, G.-Nagy, J.-Harsányi, E Kovács, A.-Neményi, M.*: 2021. Application of spatio-temporal data in site-specific maize yield prediction with machine learning methods. Precision Agriculture. 22: 1397–1415.
- Pepó P.*: 2007. A kukorica (*Zea mays* L.) termesztés ökológiai feltételeinek és agrotechnikai elemeinek értékelése. Acta Agronomica Óváriensis. 49. 2: 169–175.

- Pepó P.-Sárvári M.-Tóttin Á.-Vad A.*: 2016. Kukoricatermesztés korszerűen. Magyar Mezőgazdaság. 71. 13: 24-26.
- Swensson, C.*: 2004. Use of maize in the Nordic and Baltic countries. NJF Seminar 475. Maize in a cooler climate - from seed to feed. September 24-25, 2014. Kristianstad. Sweden. 9-15.
- Széles, A.-Horváth, É.-Vad, A.-Harsányi, E.*: 2018. The impact of environmental factors on the protein content and yield of maize grain at different nutrient supply levels. Emirates Journal of Food and Agriculture. 764-777.
- 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.
- Vazin, F.-Hassanzadeh, M.-Madani, A.-Nassiri-Mahallati, M.-Nasri, M.*: 2010. Modeling light interception and distribution in mixed canopy of common cocklebur (*Xanthium strumarium*) in competition with corn. Planta Daninha. 28: 455-462.
- Wallace, S.*: 2000. Increasing agricultural water use efficiency to meet future food production. Agriculture, Ecosystems & Environment. 82. 1-3: 105-119.

A szerzők levelezési címe - Address of the authors:

*Dr. Nagy János - Zelenák Annabella - Illés Árpád - Bojtor Csaba -
Dr. Gombos Béla - Szabó Atala - Dr. Széles Adrienn
Debreceni Egyetem MÉK
Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032
*nagyjanos@agr.unideb.hu

Dr. Nyéki Anikó
Széchenyi István Egyetem MÉK
Biológiai Rendszerek és Élelmiszeripari Műszaki Tanszék
Mosonmagyaróvár
Vár tér 2.
H-9200

Talajművelési rendszerekre adaptált precíziós kukorica (*Zea mays* L.) vetési rendszerek hatásai a kukorica kelési dinamikájára

¹SOJNÓCZKI ISTVÁN - ²NAGY JÁNOS

¹KITE Zrt., Nádudvar

²Debreceni Egyetem MÉK

Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet, Debrecen

Összefoglalás

Az elmúlt évek szemléletmódváltást hoztak a talajművelés tekintetében. Egyre több gazdálkodó változtat a hagyományos forgatásra építő szemléletmódján és átáll különböző forgatás nélküli megoldásokra. Sok esetben ezek elővetemény és terület függvényében csak részlegesen. Sokszor érzékelik a gazdaságok más agrotechnológia szükségese, ha változtatunk a talajművelési gyakorlaton, akkor a vetés kivitelezési módját is változtatni kell.

Kutatásunk a különböző talajművelési rendszereket és a környezetre gyakorolt hatásait vizsgálja. Ezzel összefüggésben vizsgáljuk a forgatásos/hagyományos és többféle forgatás nélküli talajművelési rendszert, továbbá vizsgáljuk a különböző talajművelési rendszerek által létrehozott környezeti feltételek között a kukorica hibridek kelési idejét. A vizsgálatokat többtényezős, hosszú távú talajművelési szántóföldi kísérletben végeztük. Bemutatjuk különböző vetéstechnológiai megoldások vizsgálatát. Azonos vetőgépre három különböző vetőkocsi terhelő rendszert szereltünk. Ezekkel a megoldásokkal azonos kukorica hibrid azonos vetőmag tétele lett elvetve több évjáratban. A környezeti feltételek hatásainak vizsgálata mellett felvételeztük az egyes rendszerek hatását a kelési folyamatokra.

Kutatási eredményeink bizonyítják, hogy a környezeti feltételekhez automatikusan, azonnali alkalmazkodásra képes precíziós vetőkocsi terhelő rendszerek hatására

kialakuló kukoricakelés szignifikánsan egyöntetűbb és gyorsabb, mint a mechanikus rendszerek esetében.

Kulcsszavak: kelésdinamika, kukoricavetés, talajművelés, vetőkocsi terhelő rendszerek

The effects of precision maize (*Zea mays* L.) sowing systems adapted to tillage systems on the emergence dynamics of maize

¹I. SOJNÓCZKI -²J. NAGY

¹KITE Zrt., Nádudvar

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

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

Summary

Recent years have brought a change of approach to soil management. An increasing number of farmers are changing their approach from the conventional approach to a variety of no-tillage solutions. In many cases, these are only partial, depending on the previous crop and the given area. Often farms perceive the need for a different agrotechnology, if they change tillage practices, they also have to change their sowing methods.

This research looks at different tillage systems and their effects on the environment. In this context, we will investigate conventional and multiple no-tillage systems, and the emergence time of maize hybrids under the environmental conditions created by different tillage systems. The studies were conducted in a multi-factorial, long-term tillage field experiment. We present the investigation of different sowing technology solutions. Three different sowing carriage loading systems were mounted on the same sowing machines. With these solutions, the same seed lot of the same maize hybrid was sown in several crop years. In addition to investigating the effects of environmental conditions, the effects of each system on emergence were recorded.

Our research results demonstrate that maize emergence under the influence of precision seeder loading systems, which can automatically and instantaneously adapt

to environmental conditions, is significantly more uniform and faster than that of mechanical systems.

Keywords: emergence dynamics, maize sowing, soil tillage, sowing carrier load systems

Bevezetés

A kukorica termesztés során a vetés az egyik legfontosabb technológiai művelet. A vetés célja, hogy kedvező feltételeket teremtsenek a vetőmag csírázásához (Staggenborg 2004). Jónak tekintjük a vetést, ha az egyes vetőmagokat megfelelő talajkörnyezetbe kerülnek. Fontos kíváncsi, hogy az elvetett vetőmagok egyenletes vetési mélységben és távolságban helyezkedjenek el az egyenletes homogén fejlődés érdekében. Az ilyen vetés minőség minimalizálja a növények egymással való versengését a rendelkezésre álló vízért, tápanyagért és napfényért. (Morrison 1989, Karayel és Özmerzi 2008). A vetési heterogenitás jelentősen befolyásolja a kukorica növénymagasságát, levélfelületi indexét, a szóranyag-felhalmozódást és a szemtermést (Raghavan et al. 1978, Liu et al. 2004, Lawles et al. 2012). Az egyenetlen növénykeletés oka általában a heterogén vetőmag elhelyezés, a változó talajviszonyok, az ültetés utáni talajtömörödés, a kukorica vetőmag minősége és a felszínen lévő szármaradványok magas mennyisége (Graven és Carter, 1991, Ford és Hicks 1992).

A kukorica üzemi termőképességét elsősorban az éghajlat, a meteorológiai és talajviszonyok, valamint az agrotechnológiai gyakorlat határozza meg (Romaneckas 2020). A kukorica vetési ideje, a kelési dinamika, valamint a kelés homogenitása befolyásolja a növényállomány fejlődését, valamint a termés hozamot (Nagy 2021). A kukorica kelésére nagy hatással van a talajban található nedvesség, valamint a vetésmélységben a talajhőmérséklet (Hayhoe 1987). Ezeket a feltételeket, ezeknek a kelés szempontjából optimális szintjét a talajművelési rendszer befolyásolja. Ahogy éghajlatunk egyre szélsőségesebbé válik, a növénytermesztés időjárási kitettsége egyre erősebb. Az egyes biotikus és abiotikus hatások erősítésében, vagy éppen tompításában a talajművelési rendszer által létrehozott állapot hatással van (Diaz-Zorita et al. 2002). A talajművelés és a szármaradvány-kezelés

jelentősen befolyásolják a talaj fizikai tulajdonságait, ami nagymértékben befolyásolja a növény növekedését és termelékenységének mértékét (*Ranbir et al. 2018*).

A fent említett különböző talajművelési rendszerek hatására létrejövő állapotok mellett is szavatolnia kell a vetőgépeknek a vetés megfelelő minőségét. A szemenként vetőgépek mélységszabályozó és leszorítóerő-beállító alkatrészekkel vannak felszerelve, amelyek segítik a vetőgép csoroszlyatárcsájának talajba hatolását, az egyenletes vetésmélység szavatolását, valamint az egyenletes és robbanásszerű kelést. Az általánosan használt, kukorica vetésére alkalmas gépek vetőszerkezetei talajkövető módon vannak a gép vázához rögzítve. A függesztő karok között elhelyezett rugók további lefelé irányuló nyomást biztosítanak, hogy a csoroszlyatárcsák a talajba a kívánt mélységig behatoljanak. A változó talajviszonyoknak megfelelően még ugyanazon a területen is nehéz mindig megfelelő leszorítóerőt biztosítani, mely csak a rugók cseréjével vagy a rugóhelyzet folyamatos ember általi visszaállításával történhet (*Weatherly és Bowers 1997*). Tömörebb talajú területeken előfordulhat, hogy nem elegendő a leszorítóerő a kívánt mélység eléréséhez; de puha talajú területeken, túl nagy lenyomást gyakorolhat a felső talaj felszínére a vetőszerkezet (*Kiani 2010, Fulton et al. 2015*).

Az aktív vetőkocsi terhelés szabályzó rendszereket úgy fejlesztették ki, hogy a mechanikus tekeresrugókat hidraulikus vagy pneumatikus hengerekre vagy lérugókra cserélik (*Poncet 2016*). Ezeken túl a fejlettebb rendszerek rendelkeznek precíziós mérő egységgel, mely folyamatosan méri a vetőkocsi által a talajra kifejtett leszorítóerőt. A rendszer vezérlője pedig automatikusan, valós időben állítja be a változó talajviszonyoknak megfelelően az alkalmazandó leszorító erőt. Vizsgálatainkban egy ilyen rendszerrel is felszerelt vetőgép agronómiai hatásait elemezzük.

Anyag és módszer

A kísérlet helyszíne és alapelrendezése

A kísérletet Magyarország keleti régiójában Nádudvaron (47° 25' 49,3" N, 21° 12' 33,5" E) végeztük. Itt négy különböző talajművelési rendszert állítottunk be 2016 őszén, melyeket azóta is folyamatosan alkalmazunk egymás mellett.

Az első területrészen hagyományos (traditional) forgatásra alapuló talajművelési rendszert használunk, ahol az alpművelő gép eke (Rabe Cormoran), szántási mélység 30 cm, felszínen nincs visszamaradó szármaradvány.

A második területrészen fogatás nélküli redukált talajművelési rendszert (Reduced) alkalmazunk. Itt az alpművelő eszközök kis meredekségi szögű késsel szerelt középnyúló gépek (Gaspardo Artiglio), melyek keverő hatással rendelkeznek. Ennél az alpművelésnél teljes felületen művelünk, a lazítási mélység szempontjából 30 cm mély művelést alakítunk ki. Jellemző rá a felszínen visszamaradó maximálisan 15%-nyi szármaradvány-mennyiség.

A harmadik területrészen a talajvédő (Protect) művelési rendszert alkalmazzuk, mely esetében egyeneskéses talajlazítókkal dolgozunk (Orthman Digger), teljes felületet lazítunk maximálisan 30 cm mélyen. Ezután az alpművelési technológia után 30% feletti szármaradvány-borítottság marad.

A negyedik területrészen a biológiai (Biological) talajművelési rendszert használjuk, melynek alpművelési eljárása sávos művelés (Orthman ST6). Ekkor a teljes felület 40%-át műveljük meg 30 cm szélesen és 28 cm mélyen, a felszínen maradó szármaradvány-mennyiség meghaladja a 30%-ot.

Ezek az alpművelések ősszel történnek, majd tavasszal egy elmunkálás/magágykészítési munkálat után történt a vetés (1. ábra).

1. ábra. A kísérleti helyszín elrendezése (Nádudvar)

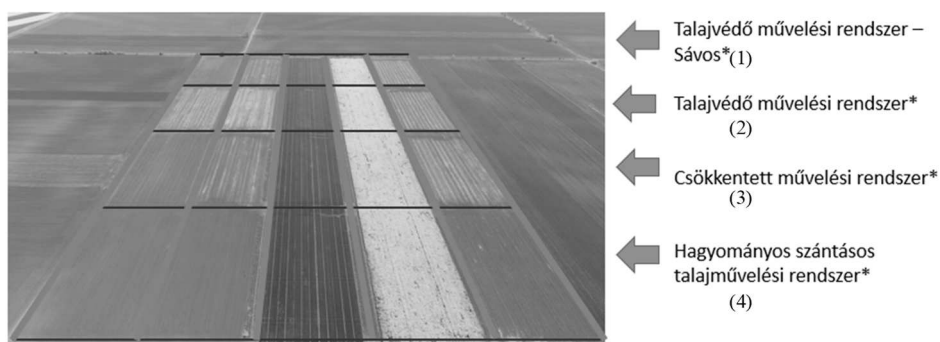


Figure 1. Layout of the experimental site (Nádudvar). (1) Protective tillage system - Strip*, (2) Protective tillage system*, (3) Reduced tillage system*, (4) Conventional ploughing tillage system*

A kukorica termesztése 2020 tavaszán repce elővetemény után történt, 2021 tavaszán pedig kukorica elővetemény után. Mindkét szezomban Fornád (FAO-420) kukorica hibrid vetése történt.

A vetés során alkalmazott vetőgépet három különböző rendszerű vetőkocsi terhelő rendszerrel szereltem fel (2. ábra).

2. ábra. A beépített különböző vetőkocsi terhelő rendszerek
(mechanikus húzó rugó, mechanikus nyomó rugó, hidraulikus vezérelt)

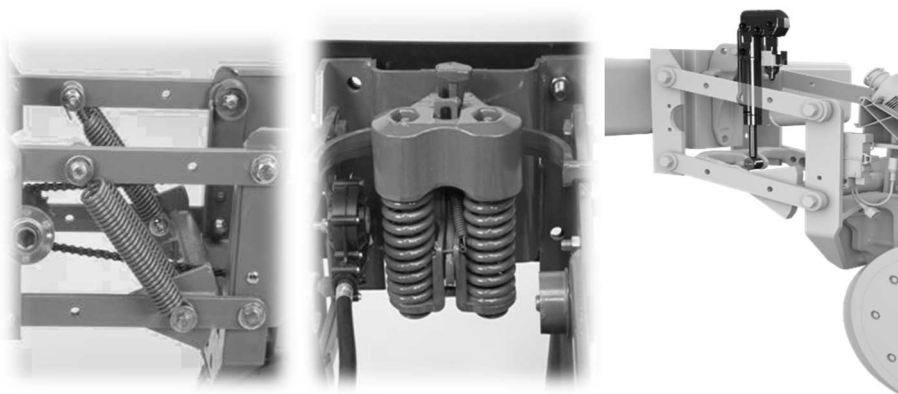


Figure 2. The different sowing carrier load systems installed (mechanical tension spring, mechanical compression spring, hydraulically controlled)

Az első beállítás esetében húzórugós mechanikus rendszerrel. Itt azonos terhelő erő kifejtésére alkalmas a megoldás. A terhelő erő változtatása csak körülményes és időigényes átszereléssel lehetséges. A második beállítás nyomórugós rendszer volt. Itt a vetőkocsi terhelés változtatás egy állítókar segítségével tud megtörténni, akkor, ha a gépkezelő úgy gondolja, hogy szükséges ezt megtennie. Ez nem mért adatokra támaszkodó változtatás és igényli a gép üzemeltetőjének munkáját és idejét az állítások megtételéhez. A harmadik beállítás során a vetőgépre egy precíziós vetőkocsi beállító rendszert építettem. Ebben az esetben mérőszenzor került a vetőcsoroszlyák melletti mélységhatároló kerék állító mechanizmusába, mely minden vetőkocsi esetében külön-külön méri a talajjal történő érintkezést. Érzékelési szempontból lehet optimális kapcsolat, ha a mélységhatároló kerekek folyamatosan követik a talajt és egyenletes a talajra kifejtett nyomásérék.

Túlzott a talajterhelés, ha a talajra kifejtett nyomás túlzó, alacsony a terhelés, ha mélységhatároló kerék és a talaj kapcsolata nem megfelelő és a nyomás érték alacsony, ingadozó. A mérőrendszeren túl vezérlő és beavatkozó szerkezetet is beépítettem, mely során minden vetősorra egy hidraulikus munkahenger segítségével lehet a mért állapotnak, tehát a talaj minőségnek megfelelő különböző terhelőerőt alkalmazni (2. ábra).

Mérési módszerek

A különböző talajművelési rendszer alá vont parcellákon mértük a talajban a talaj hőmérsékletet és talajnedvességet. A hőmérséklet szenzorok mérési mélysége 5 cm-es rétegben a vetési mélységben a vetett sor vonalában volt, amit a letelepítés során GPS koordináták alapján határoztunk meg. A szenzorok elméleti mérési tartomány: -55 °C és $+125\text{ °C}$ közötti, a mérési felbontásuk $0,0625\text{ °C}$. A nedvességszenzorok telepítései művelésenként 5 cm mélységben történt. Az alkalmazott szenzorok típusa: EC-5 (gyártó: DECAGON), melynek a mérési tartomány 0–100% közötti és a felbontása: 0,01%. Ezen szenzorok adattovábbító egységgel rendelkeztek és 10 percenként végzett méréseik adatait egy központi adatgyűjtő egységbe továbbították. A vizsgált kísérleti területen meteorológiai adatok mérése is megtörtént 10 perces felbontásban. Ekkor léghőmérséklet $^{\circ}\text{C}$ értékben, (szenzor felbontása: $0,01\text{ °C}$), csapadékmennyiség mm mértékegységben (szenzor felbontása $0,2\text{ mm}$) mérést végeztünk.

Meghatároztuk a talajművelési rendszerekben különböző időszakokban a szármaradvány felszínborítottságát. Ennek a mérésnek az első lépéseként multispektrális kamerával szerelt drónnal mértük fel a területet. Az így elkészült felvételek elemzését ArcGis térinformatikai szoftver segítségével végeztük. Eredményként felszínfedési %-ot kaptunk.

A vetés mindkét szezomban különböző vetéstechnológiai rendszerekkel történt. Két különböző mechanikus terhelési megoldású vetőszerkezettel, valamint precíziós automatikus állítású rendszerrel. A vetés után az első kelések megjelenésekor kelésvételezést végeztünk. Ekkor az első kikelt egyedeket megjelöltük úgy, hogy a kikelt növény mellé színezett pálcát szúrtunk a talajba. Ezen mérés után 24 óra elteltével megismételtük a felvételezést, ekkor más színnel jelöltünk. Ezt a mérési sorozatot hat napon keresztül folytattuk.

A mért adatok feldolgozása és statisztikai értékelése Microsoft Excel 365 programmal, valamint SPSS for Windows szoftverekkel történt. A szignifikáns

differencia meghatározásához varianciaanalízist alkalmaztunk. A valószínűségi szint a mezőgazdasági gyakorlatban alkalmazott $P=0,05$ volt.

Eredmények

Időjárási viszonyok elemzése alapján a két évjárásban végzett vizsgálatok helyszínén eltéréseket tapasztaltunk. A különbözőségeket a levegő és a talaj hőmérsékletének ($^{\circ}\text{C}$), a levegő relatív páratartalmának (%), a szélességnek (m/s), a globál-sugárzásnak (W/m^2) és a csapadékmennyiségnek (mm) a napi értékei igazolták, amelyeket a telepített automata meteorológiai állomás mért és rögzített.

Az egyik legfontosabb tényező a csapadék. A mért értékeket két részre bontottuk. A termesztési szezon előtti időszakra (3. ábra) és a tenyészidőszakban lehullott mennyiségre (4. ábra).

3. ábra. Csapadékmennyiségek a tenyészidőszakot megelőzően

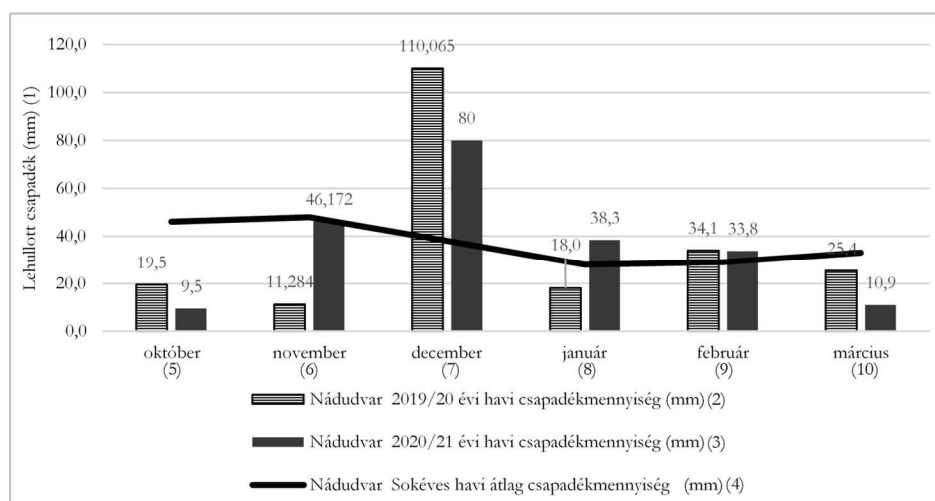


Figure 3. Precipitation amounts before the growing season. (1) Precipitation (mm), (2) Monthly amount of precipitation (mm) in 2019/2020, Nádudvar, (3) Monthly amount of precipitation (mm) in 2020/2021, Nádudvar, (4) Multiple-year monthly average amount of precipitation (mm), (5) October, (6) November, (7) December, (8) January, (9) February, (10) March

A tenyésztés előtt lehullott átlagos sokéves csapadék mennyiség 222 mm volt. A 2019/20-as szezonban 218 mm csapadékmennyiség hullott, a 2020/21-es szezonban pedig úgyszintén 218 mm. Láthatóak azonban anomáliák a csapadék eloszlását illetően. Októberben mindkét évjáratban az átlagosnál kevesebb, míg decemberben az átlagosnál nagyobb csapadékmennyiséget mértünk.

A tenyésztés alatt lehullott csapadékmennyiségből látható, hogy a két termesztési szezon teljesen eltérő volt. Míg a 30 éves átlag a kísérlet helyszínén 309 mm, addig a 2020-as termesztési szezonban 265 mm, és a 2021-es termesztési szezonban 216 mm volt. Nem csak az szembetűnő, hogy átlag alatti csapadékmennyiségek hullottak, hanem a csapadékeloszlás is különböző volt. 2020-ban szárazabb periódusban zajlott a kukorica vetése és korai fejlődése. 2021-ben a korai időszakban volt inkább kedvezőbb a csapadékelátás, majd a tenyésztés későbbi részén elmaradt a csapadék mennyisége a sok éves átlagtól. Különösen a június volt extrém száraz – a sok éves átlag 66 mm –, csak 9 mm hullott.

4. ábra. Csapadék mennyiségek a tenyésztés alatt

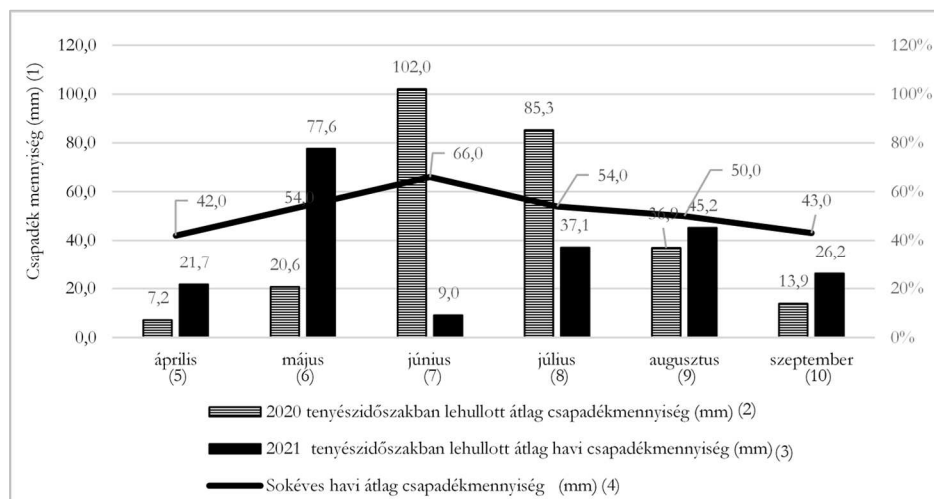


Figure 4. Precipitation during the growing season. (1) Amount of precipitation (mm), (2) Average monthly amount of precipitation (mm) in the growing season of 2020, (3) Average monthly amount of precipitation (mm) in the growing season of 2021, (4) Multiple-year monthly average amount of precipitation (mm), (5) October, (6) November, (7) December, (8) January, (9) February, (10) March

Jelentős gyakorlati jelentősége a bázishőmérsékletnek, vagy másképp a minimum hőmérsékletnek van, amely felett a kukorica növény fejlődik, növekszik, illetve amely alatt a növény fejlődési sebessége nullának tekinthető (Narwal et al. 1986, Gregory 1997). A csírázásra vonatkozó vizsgálatoknál a bázishőmérsékletre 8–10 °C (Alessi et al. 1971, Reed et al. 2019). Növekvő hőmérséklet mellett a kukorica egyre gyorsabban csírázik, leggyorsabban az optimális 31–35 °C-os tartományban. Ezekből az értékekből kalkulált hasznos hőösszeg esetében látható, hogy a 2020-as tenyészidőszak inkább melegebb volt a korai fejlődési periódusban, a 2021-es pedig hűvösebb volt a tenyészidőszak első részében, majd melegebb lett a későbbiekben (5. ábra).

5. ábra. Hasznos hőösszegek (°C) a tenyészidő során (2020–2021, Nádudvar)

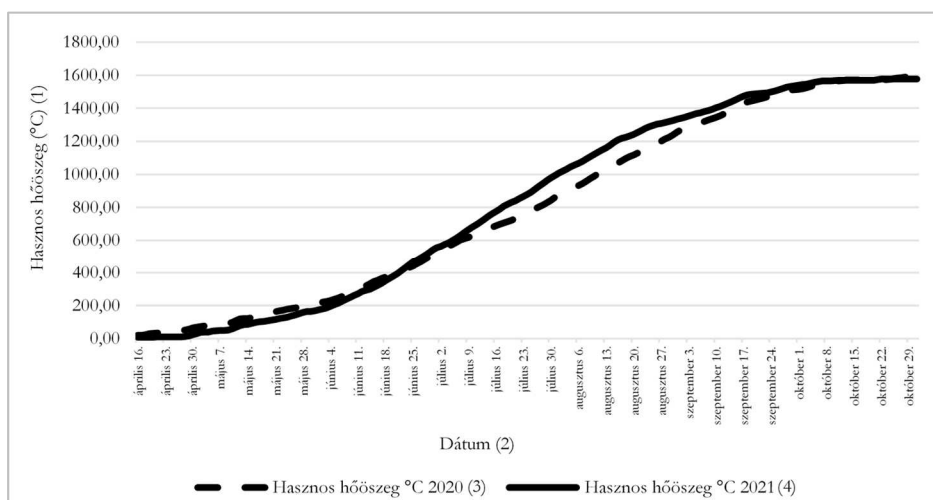


Figure 5. Useful heat sums (°C) during the growing season (2020–2021, Nádudvar). (1) Useful heat sum (°C), (2) Date, (3) Useful heat sum (°C) 2020, (4) Useful heat sum (°C) 2021

Az alkalmazott talajművelési rendszerek között az egyik legegységesebb különbség, hogy a különböző eljárások után marad-e fenn a talaj felszínén származék. Ennek az állapotnak a vizsgálatát és elemzését végeztük (6. ábra). A két évjáratban eltérő elővetemény előzte meg a kukoricaállományt. 2020-ban repce elővetemény volt, majd azt takarónövény-állomány követte,

és annak terminálása után történtek meg a talajművelések. 2021-ben kukorica elővetemény után került ismételten kukorica főnövény. Az eredmények azt mutatják, hogy felszínborítottsági százaléktételek átlagait tekintve szignifikánsan eltérnek a művelések mindkét évjáratban. A statisztikai elemzés az egyes éveken belül történt mérések eredményeit hasonlítja egymáshoz (az azonos betűvel jelölt átlagok $p=5\%$ -os valószínűségi szinten nem különböznek egymástól).

6. ábra. Az egyes talajművelési rendszerek mintatereinek felszínborítottsági (%) átlagai

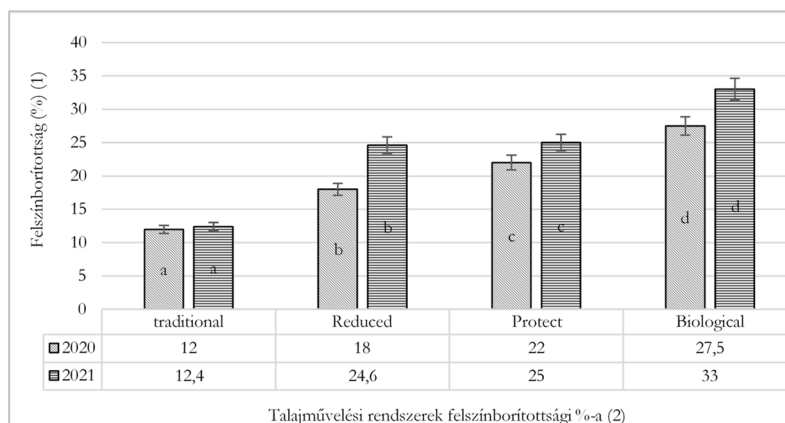


Figure 6. Surface cover (%) averages for samples of each tillage system. (1) Surface cover (%), (2) Surface cover % of different tillage systems

Az egyes művelési módok vizsgálati területeinek hőmérsékleti adatait is vizsgáltuk a vetést megelőző és a kelésig tartó periódusban. Mérési adataink a különböző talajművelési rendszerek parcelláinak 5 cm mélységben mért hőmérsékleti adataiból származnak a 2020. április 14-től május 25-ig, illetve a 2021. április 14-től május 25-ig tartó periódusból. Ezen időintervallumon belül 10 percnként történt hőmérsékletmérés, így nagyszámú, 4608 db adat állt rendelkezésre parcellánként (7. ábra). Az eredmények összehasonlítása az egyes években mért értékek között történt meg. A hagyományos és a redukált rendszer esetében szignifikánsan nem különböztek a talajművelési rendszerek. Azonban ezektől és egymástól is statisztikailag eltértek ($P<0,05$) a talajvédő, valamint a biológiai talajművelési rendszer parcellái.

7. ábra. Az egyes talajművelési módokban mért átlaghőmérséklet (°C) vetési mélységben

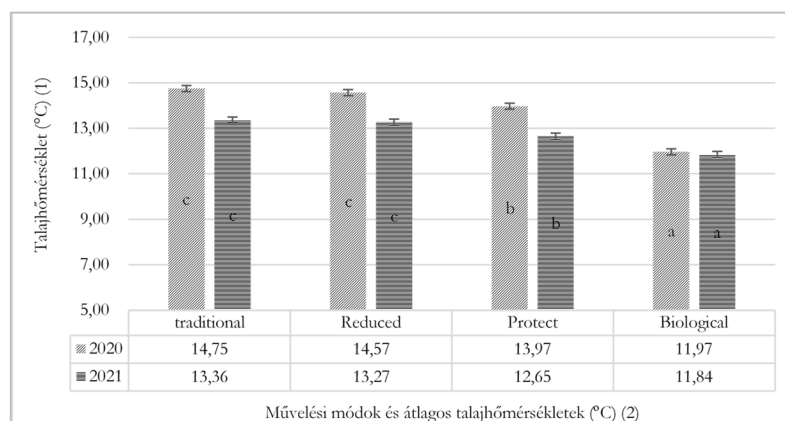


Figure 7. Average temperature (°C) measured in each tillage system at sowing depth. (1) Soil temperature (°C), (2) Tillage methods and average soil temperature (°C)

Különösen szembetűnő az időintervallumon belül azon időszakok aránya, amikor 8 °C alá csökken a vetési mélységben mért talajhőmérséklet. Ezt a hőmérsékleti határt tartja a legtöbb szakirodalom olyan küszöbértéknek, mely alatt leáll a kelőfélben lévő kukorica csírázása, kelése (Norwal *et al.* 1986).

A mérések alapján látható, hogy a 8 °C alatti órák száma alapján szignifikánsan különböznek ($P < 0,05$) az egyes művelési rendszerek. Ez az állapot mindkét évszám esetében megfigyelhető volt. A legkedvezőbb a hagyományos talajművelési rendszer. Ebben a rendszerben a vizsgált perióduson belül rövidebb ideig volt 8 °C hőmérsékleti időszak. A különböző forgatás nélküli talajművelési rendszerekben mért talajhőmérsékleti anomália ideje úgy növekszik, ahogy növekedett a felszín származvány-borítottsági %-a (8. ábra).

Kelési idők szempontjából eltéréseket tapasztaltunk az egyes kezelések között. Az első növények kelése szignifikánsan különbözött ($P < 0,05$) az egyes parcellákon mindkét évszámban. A bemutatott kevésbé származványos és melegebb parcellákon korábbi időpontban keltek az elvetett növények. Az első kelő növények mindkét évszámban a hagyományos talajművelési rendszerben jelentek meg, majd egy nap késéssel a redukált rendszer parcelláin, majd még

egy nap múlva kezdődött a kelés a további művelési rendszerek parcelláin (9. ábra).

8. ábra. A vetési mélységben mért 8 °C alatti órák száma

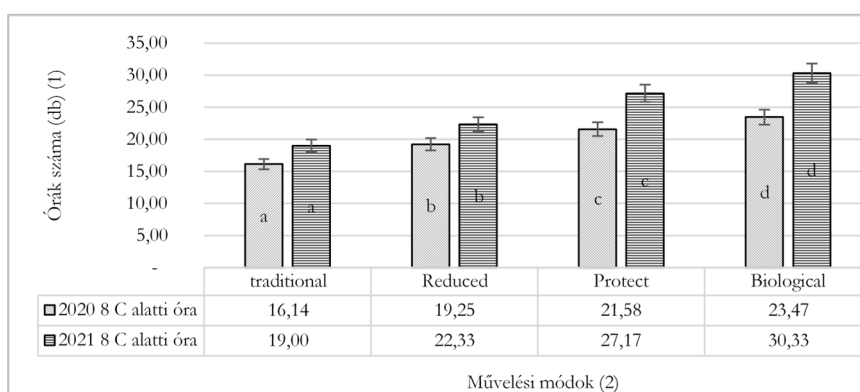


Figure 8. Number of hours below 8 °C at sowing depth. (1) Number of hours, (2) Tillage methods

9. ábra. A különböző kezelések kelési ciklusai

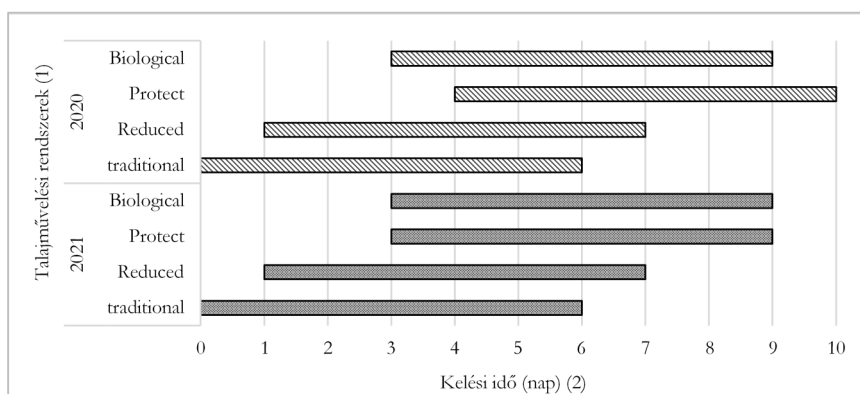


Figure 9. Emergence cycles of different treatments. (1) Tillage systems (2) Emergence times (number of days)

A kutatási eredmények alapján elemeztük a kelésdinamikát a vizsgált 2020-as és 2021-es időszakokban. A továbbiakban az egyes kezelések parcelláinak kelésdinamikai különbségeit mutatjuk be a még nem kelt növények arányának vizsgálatával a kelési napok függvényében. A

hagyományos (traditional) forgatásos alapművelésre épülő talajművelési rendszer esetében mindkét vizsgált évjárat esetében szignifikáns ($P < 0,05$) különbségeket mértünk a mechanikus vetőkocsi terhelő rendszerekkel szerelt vetőgépekkel vetett parcellák és a hidraulikus vezérelt egységgel szerelt gép között (10–11. ábra).

A 2020-as szárazabb vetési szezon esetében látható, hogy a két mechanikus terhelő rendszerrel elvetett parcella esetében a kelési napok kelési dinamikája között nincs szignifikáns különbség (10. ábra). A 2021-es optimálisabb vetési szezonban a különböző vetőkocsi terhelő rendszerek által létrehozott állapotok hatására a kukorica első két kelési napja esetében szignifikáns különbség ($P < 0,05$) alakult ki az egyes kezelések között. A vezérelt rendszerrel vetett állomány megelőzte a húzó és a nyomó rendszerekkel vetett állományokat (11. ábra).

10. ábra. Kelésdinamika összehasonlítása (2020)
(nem kelt növények aránya, hagyományos talajművelés)

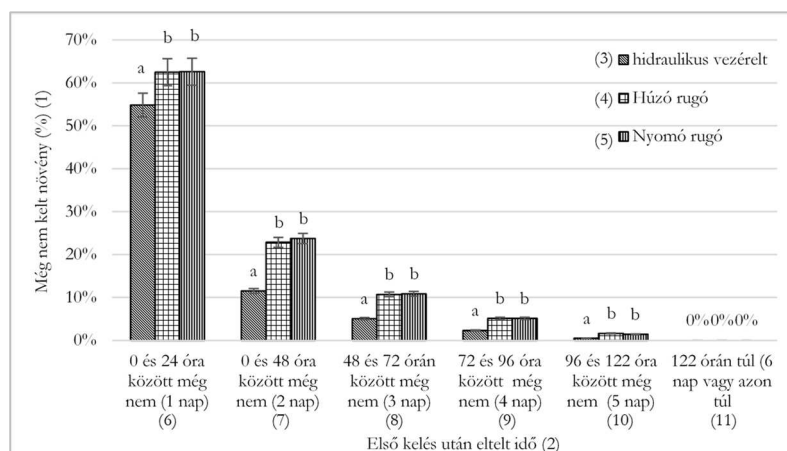


Figure 10. Comparison of emergence dynamics (2020) (proportion of non-emergence, conventional tillage). (1) Non-emergence (%), (2) Time since first emergence, (3) Hydraulically controlled, (4) Mechanical tension spring, (5) Mechanical compression spring, (6) Non-emergence between 0 and 24 hours (1 day), (7) Non-emergence between 0 and 48 hours (2 days), (8) Non-emergence between 48 and 72 hours (3 days), (9) Non-emergence between 72 and 96 hours (4 days), (10) Non-emergence between 96 and 122 hours (5 days), (11) Non-emergence for 122 and beyond

11. ábra. Kelésdinamika összehasonlítása (2021)
(nem kelt növények aránya, hagyományos talajművelés)

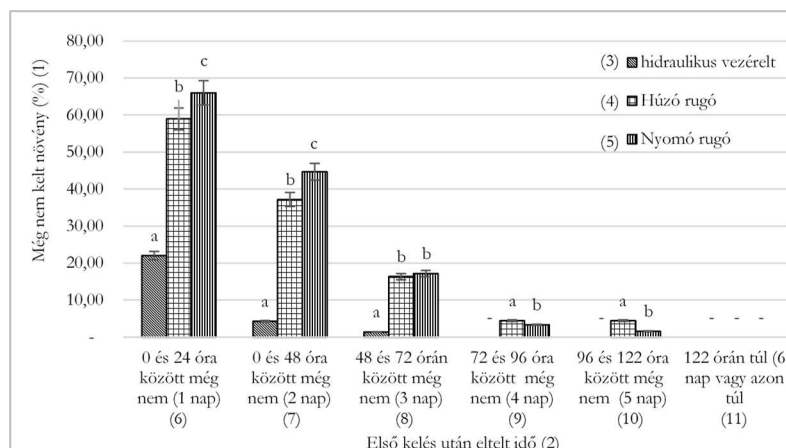


Figure 11. Comparison of emergence dynamics (2021) (proportion of non-emergence, conventional tillage). (1) Non-emergence (%), (2) Time since first emergence, (3) Hydraulically controlled, (4) Mechanical tension spring, (5) Mechanical compression spring, (6) Non-emergence between 0 and 24 hours (1 day), (7) Non-emergence between 0 and 48 hours (2 days), (8) Non-emergence between 48 and 72 hours (3 days), (9) Non-emergence between 72 and 96 hours (4 days), (10) Non-emergence between 96 and 122 hours (5 days), (11) Non-emergence for 122 and beyond

A csökkentett (reduced) talajművelési rendszer területén kialakult kelési dinamika alapján megállapítható, hogy szignifikáns eltérés alakult ki az egyes rendszerekkel elvetett kezelések között.

A 2020-as szárazabb vetési szezonban a két mechanikus terhelő rendszerrel elvetett parcella esetében a kelési napok kelési dinamikája között nincs szignifikáns különbség, míg a vezérelt rendszerrel vetett parcellák esetében nagyobb arányban keltek hamarabb a növények (12. ábra). A 2021-es optimálisabb vetési szezon esetében a különböző vetőkocsi terhelő rendszerek által létrehozott állapotok hatására a kukorica első három kelési napja esetében szignifikáns különbség ($P < 0,05$) alakult ki az egyes kezelések között. A vezérelt rendszerrel vetett állomány megelőzte a húzó és a nyomó rendszerekkel vetett állományokat. A negyedik nap után a fennmaradó kelések esetében a hidraulikus vezérelt és a nyomó rugó azonos eredményt hozott ($P < 0,05$) (13. ábra).

12. ábra. Kelésdinamika összehasonlítása (2020)
(nem kelt növények aránya, csökkentett talajművelés)

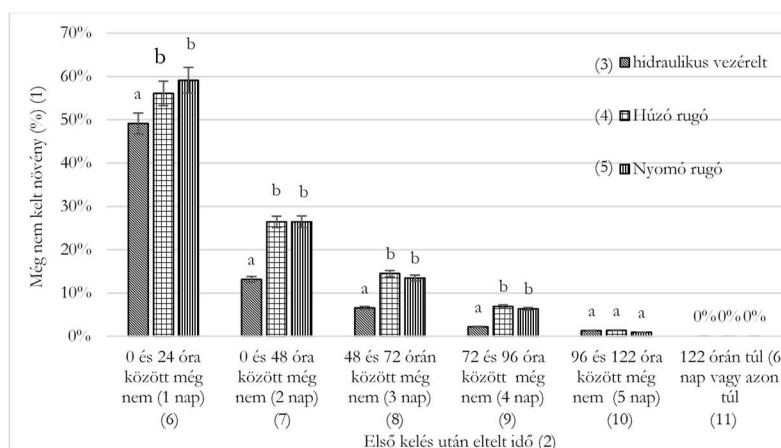


Figure 12. Comparison of emergence dynamics (2020) (proportion of non-emergence, reduced tillage).

13. ábra. Kelésdinamika összehasonlítása (2021)
(nem kelt növények aránya, csökkentett talajművelés)

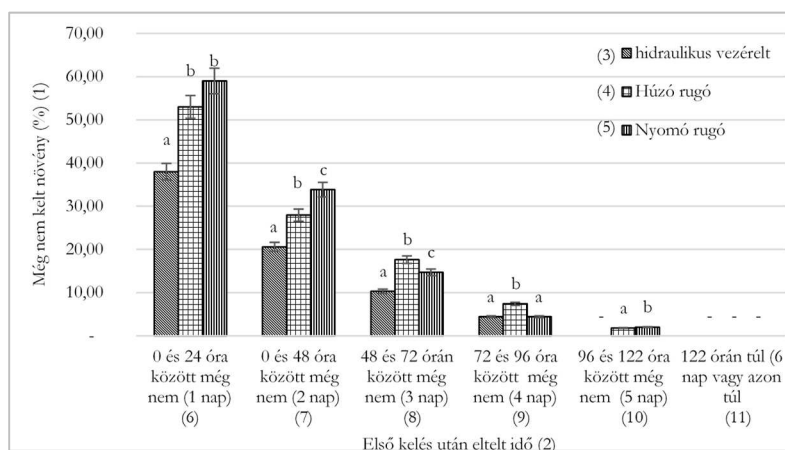


Figure 13. Comparison of emergence dynamics (2021) (proportion of non-emergence, reduced tillage).

(1) Non-emergence (%), (2) Time since first emergence, (3) Hydraulically controlled, (4) Mechanical tension spring, (5) Mechanical compression spring, (6) Non-emergence between 0 and 24 hours (1 day), (7) Non-emergence between 0 and 48 hours (2 days), (8) Non-emergence between 48 and 72 hours (3 days), (9) Non-emergence between 72 and 96 hours (4 days), (10) Non-emergence between 96 and 122 hours (5 days), (11) Non-emergence for 122 and beyond

A talajvédő (protect) művelési rendszerbe vont vizsgálati parcellákon is szignifikáns eltérés tapasztalható a mechanikus és a vezérelt rendszer által kialakult kelési dinamikák között. Különösen szembetűnő a különbség a 2020-as szárazabb, a kelés szempontjából szélsőségesebb feltételeket teremtő szezon esetében (14–15. ábra).

A kelési dinamika a 2020-as szezonban az első négy nap esetében a vezérelt rendszer tekintetében szignifikánsan ($P < 0,05$) jobb a mechanikus rendszerekhez viszonyítva. A mechanikus rendszerek hatására kialakult kelési dinamika az első két napban nem különbözik egymástól (14. ábra). A 2021-es szezonban hasonló összefüggések láthatóak ebben a művelésben, mint a 2020-as esetében (15. ábra).

14. ábra. Kelésdinamika összehasonlítása (2020)
(nem kelt növények aránya, talajvédő talajművelés)

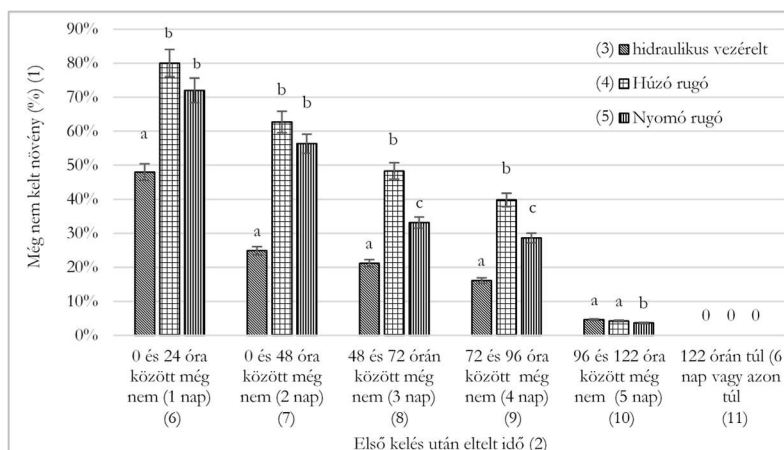


Figure 14. Comparison of emergence dynamics (2020) (proportion of non-emergence, protective tillage). (1) Non-emergence (%), (2) Time since first emergence, (3) Hydraulically controlled, (4) Mechanical tension spring, (5) Mechanical compression spring, (6) Non-emergence between 0 and 24 hours (1 day), (7) Non-emergence between 0 and 48 hours (2 days), (8) Non-emergence between 48 and 72 hours (3 days), (9) Non-emergence between 72 and 96 hours (4 days), (10) Non-emergence between 96 and 122 hours (5 days), (11) Non-emergence for 122 and beyond

15. ábra. Kelésdinamika összehasonlítása (2021)
(nem kelt növények aránya, talajvédő talajművelés)

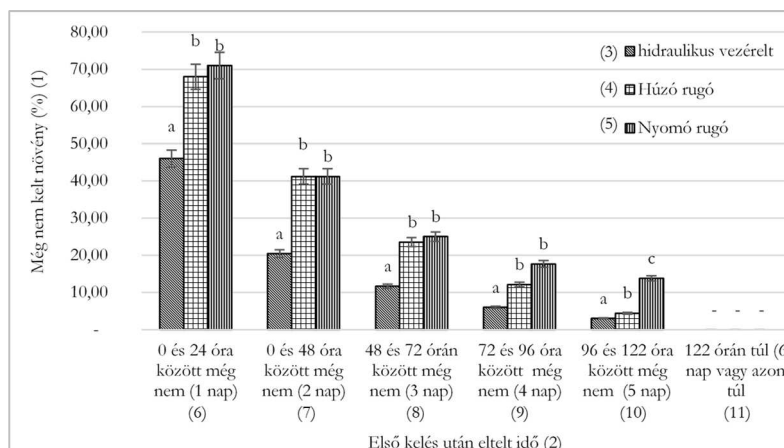


Figure 15. Comparison of emergence dynamics (2021) (proportion of non-emergence, protective tillage). (1) Non-emergence (%), (2) Time since first emergence, (3) Hydraulically controlled, (4) Mechanical tension spring, (5) Mechanical compression spring, (6) Non-emergence between 0 and 24 hours (1 day), (7) Non-emergence between 0 and 48 hours (2 days), (8) Non-emergence between 48 and 72 hours (3 days), (9) Non-emergence between 72 and 96 hours (4 days), (10) Non-emergence between 96 and 122 hours (5 days), (11) Non-emergence for 122 and beyond

A biológiai (biological) talajművelési rendszer kísérleti parcelláinak 2020-as és 2021-es kelési képe is szignifikáns ($P < 0,05$) különbségeket mutat a hidraulikus vezérelt talajterhelő rendszerrel felszerelt vetőgéppel vetett növényállományok javára (16–17. ábra).

Következtetések

A vizsgált talajművelési rendszerek esetében a kukorica vetését megelőző és az azt követő periódusban a vetési mélységben mért talajhőmérsékletek szignifikánsan különböztek egymástól. Elsősorban a felszínen található szármagványok miatt, melyek a mért hőmérsékletekhez hasonlóan szignifikánsan eltértek az egyes művelések esetében.

16. ábra. Kelésdinamika összehasonlítása (2020)
(nem kelt növények aránya, biológiai talajművelés)

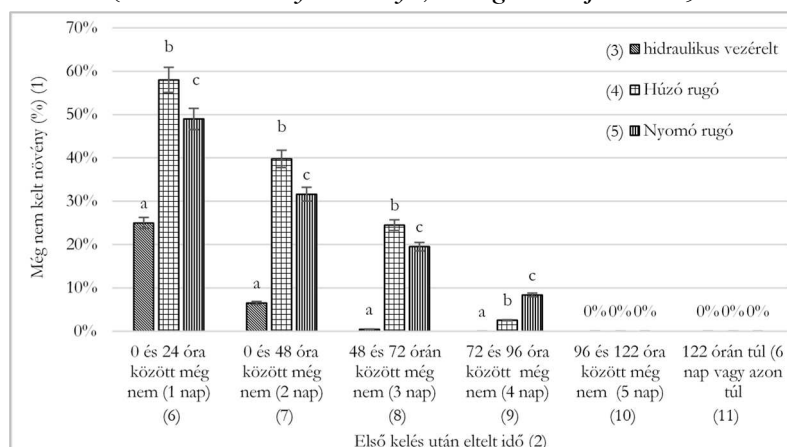


Figure 16. Comparison of emergence dynamics (2020) (proportion of non-emergence, biological tillage).

17. ábra. Kelésdinamika összehasonlítása (2021)
(nem kelt növények aránya, biológiai talajművelés)

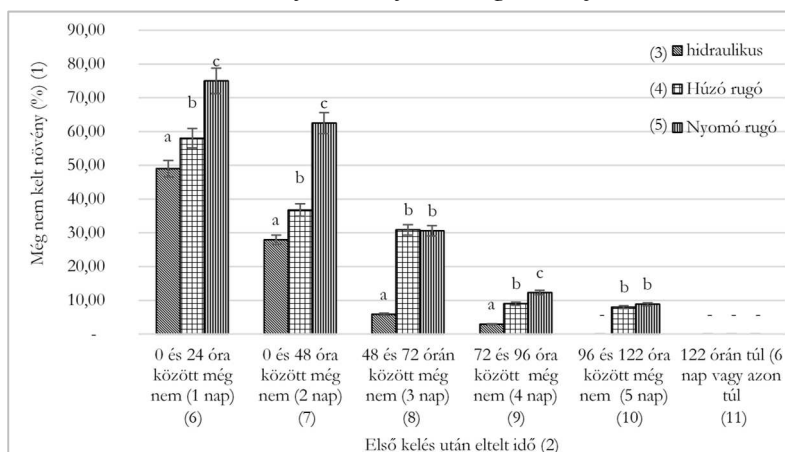


Figure 17. Comparison of emergence dynamics (2021) (proportion of non-emergence, biological tillage).

(1) Non-emergence (%), (2) Time since first emergence, (3) Hydraulically controlled, (4) Mechanical tension spring, (5) Mechanical compression spring, (6) Non-emergence between 0 and 24 hours (1 day), (7) Non-emergence between 0 and 48 hours (2 days), (8) Non-emergence between 48 and 72 hours (3 days), (9) Non-emergence between 72 and 96 hours (4 days), (10) Non-emergence between 96 and 122 hours (5 days), (11) Non-emergence for 122 and beyond

Különösen szembetűnő a 8 °C alatti hőmérsékleti időszakok gyakorisága az egyes kezelések között. Kutatásunk bizonyítja, hogy az egyre nagyobb számaradvány mennyiséget hagyó talajművelési rendszerek esetében egyre nagyobbak ezek az időszakok. Ezek a hatások megmutatkoznak a kukorica kelése folyamán. A kukoricanövények kelés idején igen érzékenyek a hőmérsékletre. Az eltérő talajművelési rendszerek alá vont, és egymástól hőmérsékleti szempontból is különböző kezelések parcelláinak első kukorica kelései eltérőek. A melegebb területeken korábban kelnek a növények és a hidegebb területeken jobban elnyúlik a kelési periódus. Kutatási eredményeink értékelése alapján megállapítottuk, hogy a vizsgálatban résztvevő különböző vetőgép vetőkocsi terhelő rendszerekkel elvetett kezelések megbízható eltérést mutattak. A különbség mind az első növények kelési napjában, mind pedig a kelési dinamika elhúzódásában és a kevésbé egyöntetű kelésben nyilvánult meg. A mechanikus rendszerek a talajban lévő szerkezeti eltéréseket nem tudják működési módjuk miatt lekövetni. Ezen rendszerek szignifikánsan rosszabb kelési dinamikát mutatnak, és elhúzódóbb kelést eredményeznek egy precíziós rendszerű, a talaj állapotáról mért adatokkal rendelkező – és ezek alapján beavatkozásra képes – vetőkocsi terhelő rendszerhez képest.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány alapjául szolgáló kutatást az Innovációs és Technológiai Minisztérium által meghirdetett Kooperatív Doktori Program KDP-2020 támogatta.

IRODALOM

- Al-Darby-Lowery, B.:* 1987. Seed zone soil temperature and early corn growth with three conservation Tillage systems. *Soil Science Society of America Journal.* 51. 3: 768-774.
- Alessi, J.-Power J. F.:* 1979. Corn Emergence in Relation to Soil Temperature and Seeding Depth. *Agronomy Journal.* 63. 5: 717-719.
- Aziz, I.-Mahmood, T.-Islam, K. R.:* 2013. Effect of long term no-till and conventional tillage practices on soil quality. *Soil and Tillage Research.* 131: 28-35.
- Diaz-Zorita, M.-Perfect, E.-Groveb, J. H.:* 2002. Disruptive methods for assessing soil aggregation. A review. *Soil and Tillage Research.* 64. 1: 3-22.

- Duwick, D. N.*: 1997. What is yield? Proceedings of a symposium for developing drought and low N-tolerant maize. 25–29.
- Fasoula, V. A.–Fasoula, D. A.*: 2000. Honeycomb breeding: Principles and applications. [In: Janick, J. (ed.) Plant Breeding Reviews.] 18: 177–250.
- Ford, J. H.–Hicks, D. R.*: 1992. Corn growth and yield in uneven emerging stands. J. Prod. Agric. 5. 1: 185.
- Fulton, J.–Poncet, A.–McDonald, T.–Knappenberger, T.–Shaw, J.–Balkcom, K.*: 2015. Considerations for site-specific implementation of active downforce and seeding depth technologies on row-crop planters. Land. Technik.
- Germán, A.–Bollero, D. G.–Bullock, S. E.–Hollinger, K.*: 1996. Soil Temperature and Planting Date Effects on Corn Yield, Leaf Area, and Plant Development. Agronomy Journal. 3: 385–390.
- Graven, L. M.–Carter, P. R.*: 1991. Seed quality effect on corn performance under conventional and no-tillage systems. J. Prod. Agric. 4. 3: 366.
- Hayhoe, H. N.–Dwyer, L. M.–Balchin, D.–Culley, J. L. B.*: 1993. Tillage effects on corn emergence rates. Soil and Tillage Research. 26. 1: 45–53.
- Hill, P.*: 2000. Crop response to tillage systems. In Conservation Tillage Systems and Management. Iowa State Univ. Ames. Iowa.
- Karayel, D.–Özmerzi, A.*: 2008. Evaluation of three depth-control components on seed placement accuracy and emergence for a precision planter. Appl. Eng. Agric. 24. 3: 271–276.
- Kiani, S.*: 2010. Automatic on-line depth control of seeding units using a non-contacting ultrasonic sensor. Int. J. Nat. Eng. Sci. 6. (2).
- Lawles, K.–Raun, W.–Desta, K.–Freeman, K.*: 2012. Effect of delayed emergence on corn grain yields. J. Plant Nutrit. 35. 3: 480–496.
- Liu, W.–Tollenaar, M.–Stewart, G.–Deen, W.*: 2004. Impact of planter type, planting speed, and tillage on stand uniformity and yield of corn. Agron. J. 96. 6: 1668–1672.
- McMasters, G.–Wilhelm, W.*: 1997. Growing degree-days: one equation, two interpretations. Agricultural and Forest Meteorology. 87. 4: 291–300.
- Morrison, Jr.–Jhon, E.*: 1989. Factors affecting plant establishment with a no-tillage planter opener. Appl. Eng. Agric. 5. 3: 316–318.
- Nagy J.*: 2021. Kukorica. Szaktudás Kiadó. Budapest. 391.
- Narwal, S. S.–Poonia, S.–Singh, G.–Malik, D. S.*: 1986. Influence of sowing dates on the growing degree days and phenology of winter maize. Agricultural and Forest Meteorology. 38. 1–3: 47–57.
- Poncet, A.*: 2016. Optimization of standard depth control systems to improve row-crop planter performance in the Southeast US. Ph.D. Dissertation. Auburn University.

- Raghavan, G. S. V.-McKyes, E.-Gendron, G.-Borlum, B. H.:* 1978. Effects of soil compaction on development and yield of corn (maize). *Can. J. Plant Sci.* 58. 2: 435-443.
- Ranbir, S.-Minakshi, S.-Ajay, S.:* 2014. Effect of Tillage and Crop Residue Management on Soil Physical Properties. *Journal of Soil Salinity and Water Quality.* 10. 2: 200-206.
- Reed, H. K.-Heather, D. K.-Curran, W. S.-Tooker, J. F.-Duiker, S. W.:* 2019. Planting Green Effects on Corn and Soybean Production. *Agronomy Journal.* 111. 5: 2314-2325.
- Romaneckas, K.-Avizienyte, D.-Adamaviciene, A.-Buragiene, S.-Kriauciuniene, Z.-Sarauskis, E.:* 2020. The impact of five long-term contrasting tillage systems on maize productivity parameters. *Agricultural and Food Science.* 29. 1: 6-17.
- Staggenborg, S. A.:* 2004. Effect of planter speed and seed firmers on corn stand establishment. *Appl. Eng. Agric.* 20. 5: 573-580.
- Tokatlidis, I. S.-Koutroubas, S. D.:* 2004. A review of maize hybrids' dependence on high plant populations and its implications for crop yield stability. *Field Crops Research.* 88. 2-3: 103-114.
- Tolleraar, M.:* 1992. Is low plant density a stress in maize? *Maydica.* 37: 305-311.
- Weatherly, E. T.-Bowers Jr, C. G.:* 1997. Automatic depth control of a seed planter based on soil drying front sensing. *Trans. ASAE.* 40. 2: 295-305.

A szerzők levelezési címe - Address of the authors:

Sojnoczki István
KITE Zrt.
Nádudvar
Bem József u. 1.
H-4181
sojni@kite.hu

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

A precíziós csepegtető öntözés hatása a csemegekukorica (*Zea mays conv. saccharata* Koern) normalizált differenciált vegetációs index, levélterületi index és SPAD értékeire szántóföldi kísérletben

SZABÓ ATALA - ILLÉS ÁRPÁD - BAKOS ZSUZSANNA - NAGY JÁNOS
Debreceni Egyetem MÉK
Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet, Debrecen

Összefoglalás

Napjainkban a csemegekukorica termesztése az egyre fokozódó éghajlatváltozás miatt nehézségeket okoz. Ezt a kutatást öntözött és nem öntözött feltételek mellett végeztük a Debreceni Egyetem Böszörményi úti Campus Bemutatókert területén. A vizsgált csemegekukorica hibridek az SF1379 és a Honey volt. A csemegekukorica állomány alakulásának nyomon követésére precíziós eszközöket alkalmaztunk. A levélterületi-indexet (LAI), SPAD értékeket és a Normalizált Differenciált Vegetációs Index-et (NDVI) két fenológiai szakaszban felvételeztük. A csuhé, csutka, szem szárazanyag-termelés alakulását betakarítás előtt és betakarításkor mértük. A kísérlet eredményei azt mutatták, hogy az LAI, SPAD, NDVI és szárazanyag értékei jelentősen nőttek az öntözés hatására.

Gyakorlatban hasznosítható eredményekkel szolgálhatunk a csemegekukorica-termelők számára, amellyel felhívjuk a figyelmet a precíziós öntözés alkalmazására. A csemegekukorica termesztése optimális, precíz technológiát igényel és öntözött körülmények között hatékony és jövedelmező.

Kulcsszavak: csemegekukorica, öntözés, LAI, NDVI, SPAD, szárazanyag

**Effect of precision drip irrigation on the Normalized
Difference Vegetation Index, Leaf Area Index and SPAD
readings of sweet maize (*Zea mays* conv. *saccharata* Koern)
in a field experiment**

A. SZABÓ - Á. ILLÉS - ZS. BAKOS - J. NAGY

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

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

Summary

Nowadays, growing sweet maize is difficult due to increasing climate change. This research was carried out under irrigated and non-irrigated conditions at the University of Debrecen, Böszörményi út Campus Demonstration Garden. The examined sweet maize hybrids were SF1379 and Honey. Precision instruments were used to monitor the development of the sweet maize population. Leaf area index (LAI), SPAD values and Normalized Differential Vegetation Index (NDVI) were measured in two phenological stages. The evolution of dry matter production of husk, cob and grain was measured before and at harvest. The obtained experiment results showed that LAI, SPAD, NDVI and dry matter values increased significantly with irrigation.

We can provide practical results for sweet maize growers to raise awareness on the use of precision irrigation. Sweet maize production requires optimal, precise technology and is efficient and profitable under irrigated conditions.

Keywords: sweet maize, irrigation, LAI, NDVI, SPAD, dry matter

Bevezetés

A csemegekukorica (*Zea mays* L. cv. *saccharata*) sokoldalú, változatos felhasználású növény, amelyet leginkább friss vagy konzerv zöldségként használnak, de az alkohol-feldolgozó iparban is hasznosítják (Basava 2012,

Singh et al. 2014). Magyarországon jelentős a csemegekukorica fogyasztás (*Nagy* 2021). Az Európai Unióban Magyarország Franciaország után a második legnagyobb csemegekukorica-termelő ország (*Orosz et al.* 2009). A KSH szerint a termésátlag 12 520 kg/ha, a betakarított terület 37 288 ha volt Magyarországon (*KSH* 2022). Különösen a világ száraz és félszáraz régióiban az öntözés a fenntartható mezőgazdaság fontos termesztéstechnológiai eleme. Délkelet-Törökországban a tenyészidőszakban ritka a csapadék június és szeptember között, ezért öntözésre van szükség a terméshozam fenntartásához és növeléséhez (*Oktem* 2008). A vizet csepegtető öntözéssel juttatják a talajba, elérve így a talaj kellő szellőzöttségét, levegőzöttségét és a felvehető nedvességet (*Merry* 2003). A vegetatív szakaszban a kukorica viszonylag toleráns a vízterheléssel szemben, de a címerhányáskor, nővirágzáskori fenofázisban már érzékenyen reagál a növény (*Fischer et al.* 1984). A vízmegőrzés és a termésmaximalizálás egyaránt csepegtető öntözéssel érhető el (*Cetlin és Bilgel* 2002). A csőhozamot szignifikánsan befolyásolta az öntözés mértéke (*Basava et al.* 2012). Ha egy félszáraz éghajlaton csemegekukoricát termesztünk, javasolható a csepegtető öntözés ütemezése 100% Epan-on nitrogéntrágyázással alkalmazva, a jobb terméshozam elérése érdekében (200 kg/ha) (*Basava et al.* 2012). *Costa et al.* (1988) azt vizsgálták, hogy a 180 mm-ről 520,60 mm-re megnövelt vízkijuttatás megnövekedett hozamot eredményezett, ezek az eredmények összhangban vannak a 0,8 Epan-os csepegtető öntözéssel kapott eredményekkel. Az öntözővíz alkalmazása növelte a csemegekukorica hozamát (*Viswanatha et al.* 2002). Statisztikailag szignifikáns kapcsolat volt a friss csőhozam és az öntözési kezelések között ($p < 0,01$), azonban a termés csökkent a hiányos öntözésnek köszönhetően (*Oktem* 2008). A kukoricatermés az öntözővízmenyiség csökkentésével – több tanulmány szerint is – csökkenő tendenciát mutatott (*Pandey et al.* 2000, *Viswanatha et al.* 2002). A szem tömegének és számának csökkenése a hiányos öntözés okozta termésnövekedéssel (22,6–26,4%) volt összefüggésben (*Pandey et al.* 2000). A vízterhelési körülmények között a szem tömege 18%-kal és a szemszáma 10%-kal csökkent, így a szemtermés 37%-kal csökkent. A csővenkénti szemek számát, a cső hosszát és a csemegekukorica terméshozamát negatívan befolyásolja a hiányos öntözés (*Rivera-Hernández et al.* 2010, *Aydinsakir et al.* 2013). Az évjárat és az öntözési kezelések

befolyásolták a SPAD és az NDVI értékeket, valamint a növény magasságát, a cső tömegét, valamint a cső hosszát és átmérőjét (*Nemeskéri et al. 2017*). A termésnövekedés alakulása, továbbá a vízstresszre adott válaszok nyomon követése és a termés kiértékelése megvalósítható távérzékelési technológiákkal (*Stone et al. 2001, Weber et al. 2012*). Vezeték nélküli és webes technológiákat alkalmazva a web alapú rendszer összekapcsolja a különböző precíziós érzékelőket. Az adatbányászat felhasználható az adatbázis elemzésére a környezeti változók jövőbeli előrejelzésére is, hogy a növénytermesztést a jövőben optimálisan lehessen megvalósítani (*Nyéki et al. 2020*). A vegetációs fenofázis monitorozását gyakran a normalizált differenciált vegetációs index (NDVI) segítségével végzik (*Stone et al. 2001*). A levélterületi index és az NDVI mérsékelten nőtt a csemegekukorica növekedése során, de a SPAD nem változott jelentősen (*Nemeskéri et al. 2019*). Teljes öntözésnél (100%) a levélterületi index elérte a maximális értéket, 30%-os hiánynál pedig a legalacsonyabb értéket (*Oktem 2008*). Öntözés nélküli körülmények között csökkent a cső tömege növényenként, emellett a SPAD, NDVI és LAI is (*Nemeskéri et al. 2019*). Csökkentette a levelek terjeszkedési sebességét, így a maximális egyedi levélterületet és a LAI-t korai vízhiány esetén, míg a késői vízhiány leginkább a levél öregedését elősegítette (*Stone et al. 2001*). *Wang et al. (2016)* szignifikáns összefüggést állapítottak meg a terméshozam és az NDVI értékek között a kukorica nővirágzás előtti időszakában. A SPAD, az NDVI és a morfológiai paraméterek között az éghajlati viszonyok szoros összefüggést mutattak ki (*Sinka et al. 2021*). A vízgazdálkodásnak a célja az egységnyi vízre jutó hozam maximalizálása a legkisebb veszteség mellett, valamint a természetes utánpótlás megőrzésére és az ökológiai fenntarthatóság biztosítására (*Viswanatha et al. 2002*). *Kazemeini et al. (2014)* és *Andrade et al. (2005)* kimutatták, hogy a vízstressz csökkentette a kukorica magasságát, a levélterület-indexet, a csövenkénti sorokat és szemeket, az ezerszemtömeget, a szem- és terméshozamot, a betakarítási indexet. Ez a feltevés arra a következtetésre jutott, hogy a kukoricatermés csökkenése valószínűleg a fényelfogás csökkenésével és a levelek öregedésének felgyorsulásával járt együtt, és ennek következtében csökkent a fotoszintetikus sebesség mellett a szárazanyag-termelés (*Igbadun et al. 2007*). *Illés et al. (2022)* a kapott eredmények azt mutatták, hogy a csutka szárazanyag-tartalmában nem volt kimutatható különbség az öntözött és nem öntözött

kezelések között. A korrelációs analízis kimutatta, hogy a termésindexek közül a szárazanyag-tartalom növekedése a csutka nedvességtartalmának csökkenését eredményezte öntözött és nem öntözött kezelésekben. Az öntözővíz mennyisége hozzájárult a szárazanyag-felhalmozódáshoz. A vízhiány átlagosan 35%-kal csökkentette a szárazanyagot ($P < 0,01$). Terméshozamát tekintve a 100%-os öntözött kezelésben szemtermése 1450 és 1280 g/m² volt 1998-ban és 1999-ben (*Karam et al.* 2003).

Anyag és módszer

A kísérletet a Debreceni Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Karán végeztük. Az egyik vizsgált csemegekukorica hibrid az SF1379 hibrid volt, melynek legfőbb tulajdonságai: középkorai (75–77 napos), nagyméretű csöveket nevelő szuperédes csemegekukorica fajta. Erős növekedésű, vírusrezisztens hibrid. Az élénksárga színű, kiváló minőséget adó szemek 16–18 soros/cső (*Net1*). A másik hibrid a Honey, melynek tulajdonságai: egy államilag elismert normálédes csemegekukorica variáns. A fajtafenntartó az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet Martonvásár és 1998-ban lett beregisztrálva. Igen korai, S-2 tenyészedővel rendelkezik. A növény átlagos magassága 173 cm. A cső hosszúsága 21 cm, átmérője 43 mm, átlagtömege 247 g, szemsorok száma 14–16. A szemek színe sárga, a csővég túlnőhet a csuhéleveleken (*Net2*). A kísérletet öntözött és nem öntözött körülmények között állítottuk be. A precíziós csepegtető öntözés minden második soron történt. Az öntözés távvezérléses megoldással került beállításra, talajszensorok segítségével. Az öntözés akkor kezdődött, amikor a talaj nedvességtartalma 35 cm mélységben 45 m/m% alá csökkent. A kijuttatott vízmennyiség 337 mm volt a tenészedőszak alatt (*1–2. ábra*). A talaj nedvességtartalmának mérésére talajérzékelőket használtunk különböző rétegekben. Az alkalmazott műtrágya: 101,25 N kg/ha, 26,25 CaO kg/ha, 18,75 MgO kg/ha, 2021. 11. 04-én került kijuttatásra. A kombinátorozást a műtrágyázás után 2022. 04. 12-én végeztük el. A vetés 55 000/ha tőszámmal történt 2022. 05. 12-én. A betakarítást 2022. 08. 01-én végeztük. A klimatikus viszonyokat tekintve a tavasz száraz, csapadékhiányos volt.

1. ábra. Nedvességmennyiségi arányok eltérő talajrétegekben (m/m%)
(Debrecen, 2022)

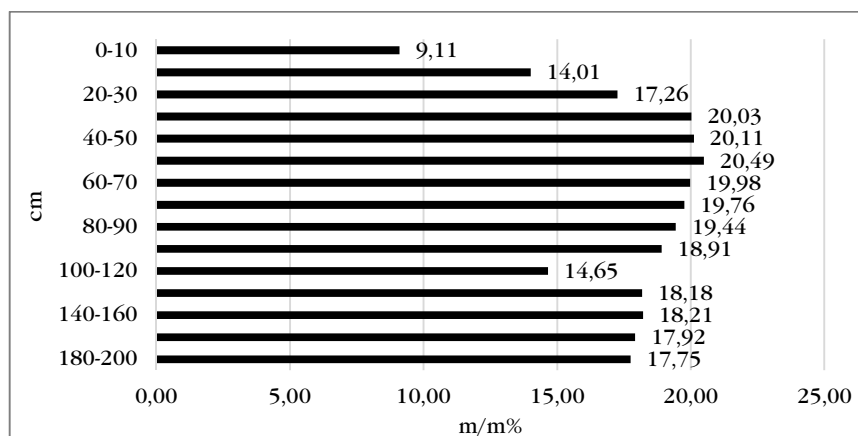


Figure 1. Moisture content ratios in different soil layers (m/m%) (Debrecen, 2022).

2. ábra. Időjárási viszonyok alakulása
(Debrecen, 2022)

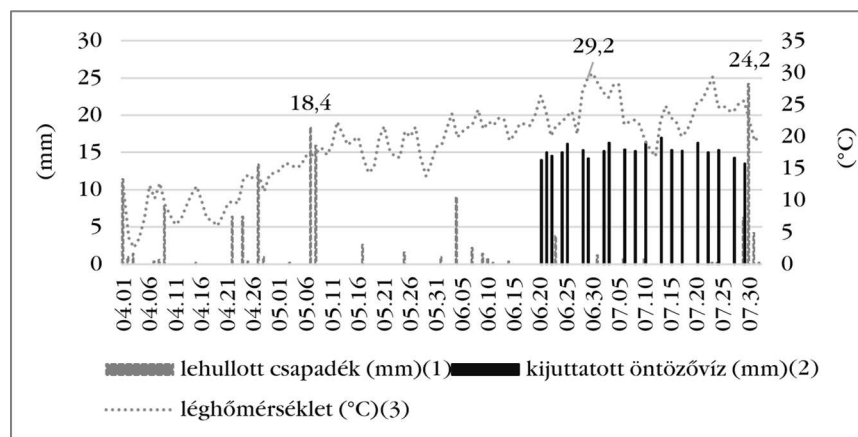


Figure 2. Weather conditions (Debrecen, 2022). (1) Precipitation (mm), (2) Applied irrigation water (mm), (3) Air temperature (°C)

A nyári hónapokat tovább súlyosbította a szárazság és az extrém aszály (2. ábra). A kísérleti terület talaj tulajdonsága a jó minőségű, meszes csernozjom talajtípusok közé sorolható. A mérést két alkalommal végeztük LAI és NDVI mérőeszközökkel, 2022. 06. 20-án (1. időpont) a 8–10 leveles állapotban és 2022. 07. 08-án (2. időpont) a növirágzási időszakban, amikor a kukorica elérte a maximális magasságot. A méréseket négy ismétlésben, 10–10 növényen végeztük, majd az értékeket átlagoltuk. A LAI méréseket az SS1 SunScan Canopy Analysis System (Delta-T Devices Ltd., Cambridge, UK) segítségével, az NDVI-t GreenSeeker kézi eszköz használatával végeztük. A statisztikai analíziseket a Minitab Statistical környezetben végeztük. A szárazanyag-beépülési vizsgálathoz 4–4 csövet használtunk fel. A szárítás 60 °C-on történt három napon keresztül, súlyállandóságig szárítottuk.

Eredmények

Az elvégzett varianciaanalízis kimutatta, hogy az öntözés jelentős hatással volt a LAI értékekre, illetve a LAI értékek és a mintavételi idők között szignifikáns különbség volt (1. táblázat).

1. táblázat. *Varianciaanalízis eredményei a LAI × öntözés és a LAI × mintavételi időpontok között*

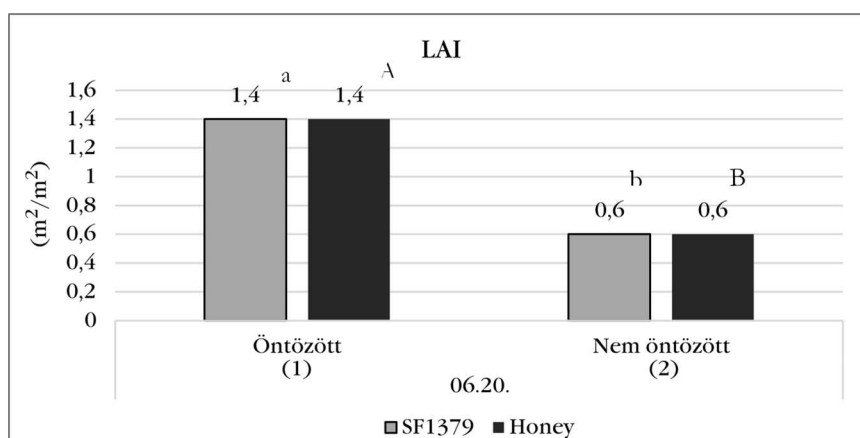
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Öntözés (1)	1	31,862	31,8623	79,00	0
Mintavételi időpont (2)	1	41,412	41,4122	102,68	0
Error	37	14,923	0,4033		
Lack-of-Fit	1	10,302	10,3023	80,26	0
Pure Error	36	4,621	0,1284		
Total	39	88,198			

Table 1. ANOVA results between LAI × irrigation and LAI × sampling dates. (1) Irrigation, (2) Sampling date

A paraméterek a Least Significant Difference (LSD) teszten alapultak. A két hibrid mérési eredményeit felhasználva az elemzés azt mutatta, hogy a LAI öntözött körülmények között volt a magasabb, 1,4 LAI értékkel az SF1379

hibridnél. Az SF1379 és a Honey hibrid között volt statisztikailag kimutatható különbség öntözött és nem öntözött körülmények között is. A LAI nem öntözött kezelésben alacsonyabb volt (3. ábra).

3. ábra. A LAI értékelése öntözött és nem öntözött körülmények között az 1. mintavételi időpontban (2022. 06. 20., Debrecen)



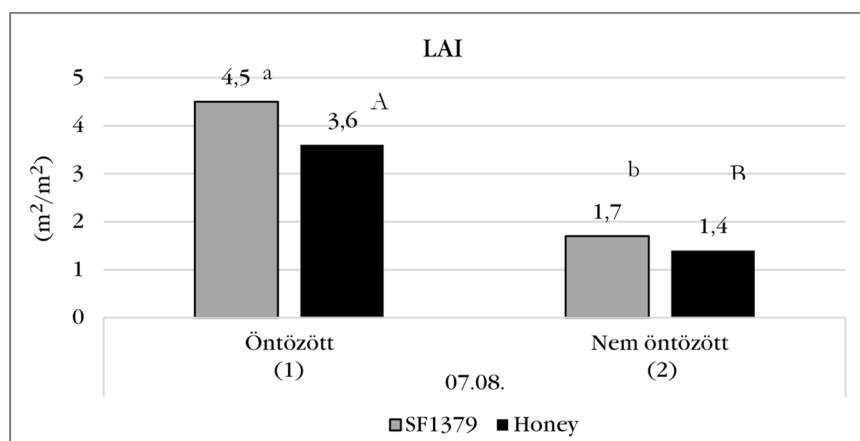
Megjegyzés: az azonos kisbetűs betűk között nincs szignifikáns különbség. Az azonos nagybetűs betűk között nincs szignifikáns különbség.

Figure 3. Evaluation of LAI under irrigated and non-irrigated conditions at sampling date 1 (20.06.2022, Debrecen) (1) Irrigated, (2) Non-irrigated, Note: no significant difference between the same lower case letters. No significant difference between letters with the same capital letters.

A kutatási eredmények elemzése azt mutatta, hogy a LAI öntözött körülmények között volt a magasabb 4.5 LAI értékkel, az SF1379 hibridnél. Az SF1379 és a Honey hibrid között volt statisztikailag kimutatható különbség öntözött és nem öntözött körülmények között egyaránt. A LAI a legalacsonyabb értéket nem öntözött kezelés mellett a 2. mintavételi időpontban érte el (4. ábra).

Az elvégzett varianciaanalízis kimutatta, hogy az öntözés jelentős hatással volt az NDVI értékekre, illetve a mintavételi időkre (2. táblázat).

4. ábra. A LAI értékelése öntözött és nem öntözött körülmények között a 2. mintavételi időpontban (2022. 07. 08., Debrecen)



Megjegyzés: az azonos kisbetűs betűk között nincs szignifikáns különbség. Az azonos nagybetűs betűk között nincs szignifikáns különbség.

Figure 4. Evaluation of LAI under irrigated and non-irrigated conditions at sampling date 2 (08/07/2022, Debrecen) (1) Irrigated, (2) Non-irrigated, Note: no significant difference between the same lower case letters. No significant difference between letters with the same capital letters.

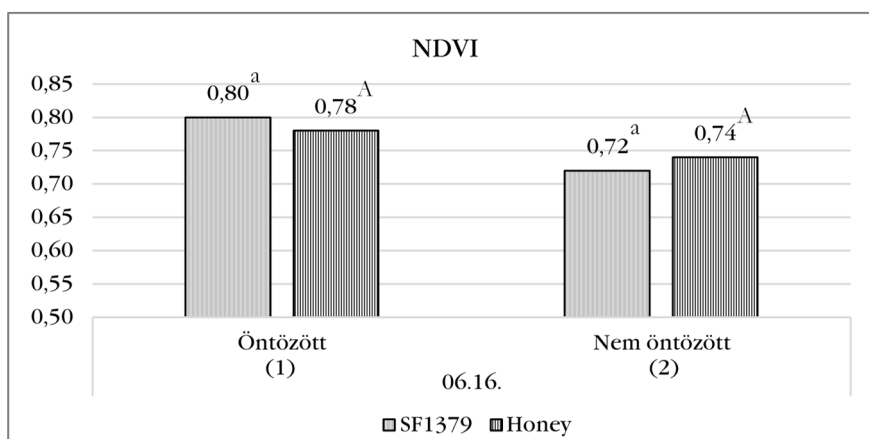
2. táblázat. *Varianciaanalízis eredményei az öntözés × NDVI és az öntözés × mintavételi időpontok között*

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Öntözés (1)	1	0,051337	0,051337	9,93	0,005
Mintavételi időpont (2)	1	0,148838	0,148838	28,78	0
	21	0,108621	0,005172		
Lack-of-Fit	1	0,000938	0,000938	0,17	0,681
Pure Error	20	0,107683	0,005384		
Total	23	0,308796			

Table 2. Results of analysis of variance between irrigation × NDVI and irrigation × sampling dates. (1) Irrigation, (2) Sampling date

Az első mérési időpontban a kutatási eredmények alapján az elemzés azt mutatta, hogy az NDVI öntözött körülmények között volt a legmagasabb, 0,80 értékkel az SF1379 hibridnél. Nem volt statisztikailag kimutatható szignifikáns különbség a két hibrid és két kezelés között sem (5. ábra).

5. ábra. Az NDVI értékelése öntözött és nem öntözött körülmények között az 1. mintavételi időpontban (2022. 06. 16., Debrecen)



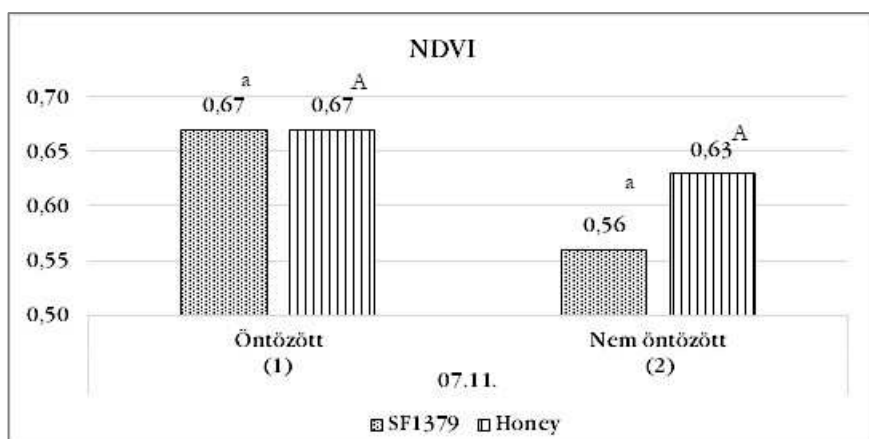
Megjegyzés: az azonos kisbetűs betűk között nincs szignifikáns különbség. Az azonos nagybetűs betűk között nincs szignifikáns különbség.

Figure 5. Evaluation of NDVI under irrigated and non-irrigated conditions at sampling date 1 (16/06/2022, Debrecen) (1) Irrigated, (2) Non-irrigated, Note: no significant difference between the same lower case letters. No significant difference between letters with the same capital letters.

A második mérési időpontban az elemzés azt mutatta, hogy az NDVI öntözött körülmények között volt a legmagasabb. Nem volt statisztikailag szignifikáns különbség a két hibrid és a két kezelés között sem. Az öntözés hatással volt NDVI-értékek alakulására, azonban a vegetációs fázisban van egy NDVI- görbe, és a 2. mérési időpontban már átlépte az inflexió pontját (6. ábra).

Az elvégzett varianciaanalízis kimutatta, hogy az öntözés jelentős hatással volt az SPAD értékekre (3. táblázat).

6. ábra. Az NDVI értékelése öntözött és nem öntözött körülmények között a 2. mintavételi időpontban (2022. 07. 11., Debrecen)



Megjegyzés: az azonos kisbetűs betűk között nincs szignifikáns különbség. Az azonos nagybetűs betűk között nincs szignifikáns különbség.

Figure 6. Evaluation of NDVI under irrigated and non-irrigated conditions at sampling date 2 (11/07/2022, Debrecen) (1) Irrigated, (2) Non-irrigated, Note: no significant difference between the same lower case letters. No significant difference between letters with the same capital letters.

3. táblázat. *Varianciaanalízis eredményei a SPAD × öntözés és a SPAD × mintavételi időpont között*

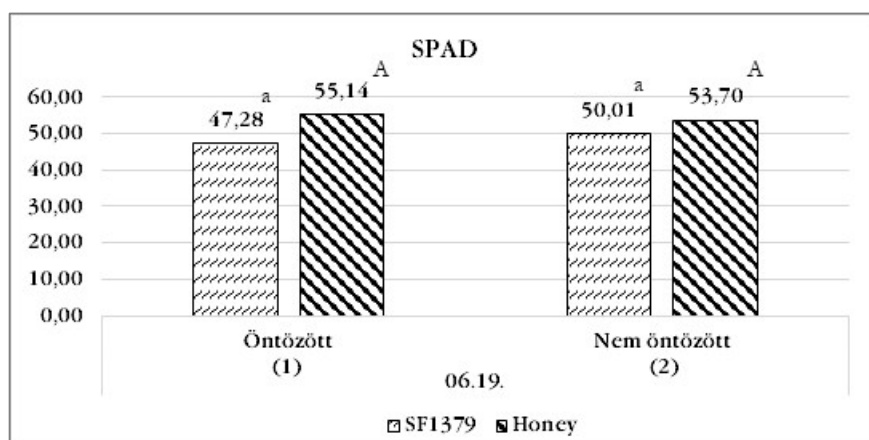
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Öntözés (1)	1	231,95	231,949	14,39	0,002
Mintavételi időpont (2)	1	65,44	65,439	4,06	0,064
Lack-of-Fit	1	181,61	181,609	53,67	0
Pure Error	13	43,99	3,384		
Total	16	537,64			

Table 3. Analysis of variance results between SPAD × irrigation and SPAD × sampling time. (1) Irrigation, (2) Sampling time

Az öntözés hatással volt a SPAD értékek alakulására, az 1. időpontban mért értékek között nem volt statisztikailag kimutatható szignifikáns különbség

egyik hibrid és egyik kezelés között sem. A legnagyobb SPAD érték 55,14 volt öntözött körülmények között a Honey hibrid esetében (7. ábra).

7. ábra. A SPAD értékelése öntözött és nem öntözött körülmények között az 1. mintavételi időpontban (2022. 06. 19., Debrecen)



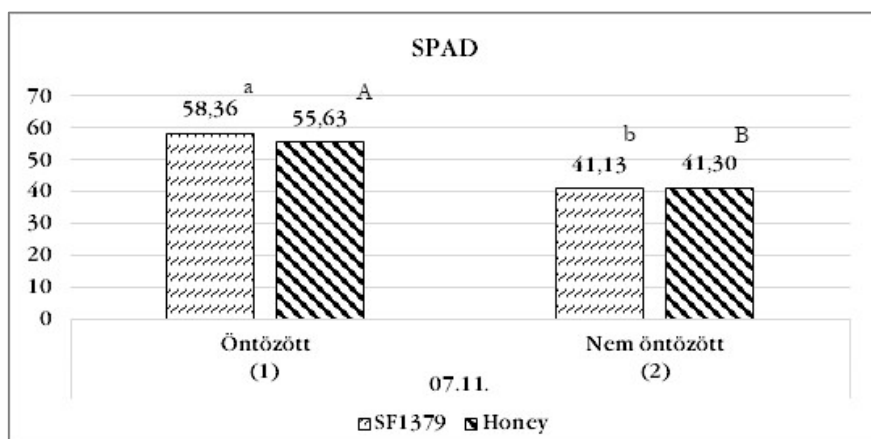
Megjegyzés: az azonos kisbetűs betűk között nincs szignifikáns különbség. Az azonos nagybetűs betűk között nincs szignifikáns különbség.

Figure 7. Evaluation of SPAD under irrigated and non-irrigated conditions at sampling date 1 (19 June 2022, Debrecen) (1) Irrigated, (2) Non-irrigated, Note: no significant difference between the same lower case letters. No significant difference between the same upper case letters

A 2. időpontban mért eredmények között volt statisztikailag kimutatható szignifikáns különbség. A legnagyobb SPAD értéket 58,36 volt az SF1379 hibridnél öntözés hatására (8. ábra).

A szárazanyag-produkció alakulása a betakarítás előtti és betakarításkori időpontban eltérően alakult. A betakarításhoz közeledve növekvő tendencia figyelhető meg mindkét hibrid esetében. Az öntözés kedvezően befolyásolta a szárazanyag-beépülését (9. ábra). A betakarításkor a nagyobb nedvességtartalom a Honey hibrid esetében volt (84%), az SF1379 hibrid esetében kevesebbet, 62%-ot mértünk. A betakarítás az érettségi jelek vizsgálata alapján került betakarításra. Az öntözött kezelésben az SF1379 hibridnek 8,205 t/ha, a Honey hibridnek 9,223 t/ha volt a termés hozama.

8. ábra. A SPAD értékelése öntözött és nem öntözött körülmények között a 2. mintavételi időpontban (2022. 07. 11., Debrecen)



Megjegyzés: az azonos kisbetűs betűk között nincs szignifikáns különbség. Az azonos nagybetűs betűk között nincs szignifikáns különbség.

Figure 8. Evaluation of SPAD under irrigated and non-irrigated conditions at sampling date 2 (11/07/2022, Debrecen) (1) Irrigated, (2) Non-irrigated, Note: no significant difference between the same lower case letters. No significant difference between letters with the same capital letters.

9. ábra. A szárazanyag-produkció (g/növény) (2022, Debrecen)

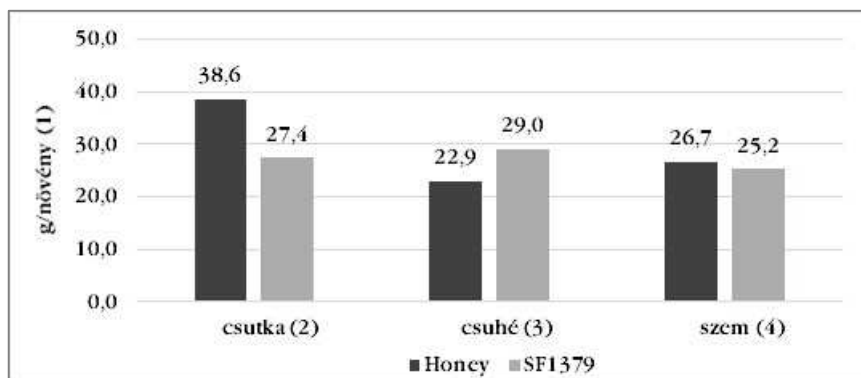


Figure 9. Dry matter production (g/plant) (2022, Debrecen) (1) g per plant, (2) Cob, (3) Husk, (4) Grain

Következtetés

Az öntözés hatással volt a LAI, SPAD, NDVI értékekre és a hozamra. A szárazanyag-termelést tekintve a Honey hibrid volt, ami több szárazanyagot tudott felhalmozni a tenyészidőszak alatt, az öntözés segítségével. Az öntözés hatását tekintve az SF1379 hibridben 154%-kal, a Honey hibridben 144%-kal növelte a LAI értékeket. A SPAD értékekben az SF1379 hibridnél 15%-os, a Honey hibridnél 16%-os növekedést jelentett. Hasonló értékeket eredményezett az NDVI vizsgálat is, ahol az SF1379 hibrid esetében 15%-kal, a Honey hibridnél mintegy 5%-kal növelte az öntözés hatása az értékeket és a termést.

A kiváló minőségű csemegekukorica fontos a feldolgozóipar számára, ezért az öntözés alkalmazása elengedhetetlen a csemegekukorica megfelelő növekedéséhez. Nem gazdaságos a csemegekukorica öntözés nélküli termesztése.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmányi kutatás a TKP2020-IKA-04 számú projekt a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a 2020-4.1.1-TKP2020 pályázati program, valamint az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-22-3 kódszámú Új nemzeti Kiválóság Programjának szakmai támogatásával készült.

IRODALOM

- Andrade, F. H.-Sadras, V. O.-Vega, C. R. C.-Echarte, L.:* 2005. Physiological determinants of crop growth and yield in maize, sunflower and soybean: their application to crop management, modeling and breeding. *Journal of crop improvement*. 14. 1-2: 51-101.
- Aydinsakir, K.-Erdal, S.-Buyuktas, D.-Bastug, R.-Toker, R.:* 2013. The influence of regular deficit irrigation applications on water use, yield, and quality components of two corn (*Zea mays* L.) genotypes. *Agric. Water Manag.* 128: 65-71.
- Basava, S.-Devi, K. S.-Sivalakshmi, Y.-Babu, P. S.:* 2012. Response of sweet corn hybrid to drip-fertigation. Part I: *Plant Science*.
- Cetin, O.-Bilgel, L.:* 2002. Effects of different irrigation methods on shedding and yield of cotton. *Agricultural Water Management*. 54. 1: 1-15.

- Costa, J. O.–Ferreira, L. G. R.–Souza, F. D.: 1988. Yield of maize under different levels of water stress. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 23: 1255–1261.
- Fischer, K. S.–Palmer, F. E.: 1984. Tropical Maize. [In: Goldsworthy, P. R. and Fischer, N. M. (eds.) *The Physiology of Tropical Field Crops*.] Wiley. New York. 213–248.
- Igbadun, H. E.–Tarimo, A. K.–Salim, B. A.–Mahoo, H. F.: 2007. Evaluation of selected crop water production functions for an irrigated maize crop. *Agricultural Water Management*. 94: 1–10.
- 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.
- Karam, F.–Breidy, J.–Stephan, C. –Rouphael, J.: 2003. Evapotranspiration, yield and water use efficiency of drip irrigated corn in the Bekaa Valley of Lebanon. *Agricultural Water Management*. 63. 2: 125–137.
- Kazemeini, S. A.–Bahrani, M. J.–Pirasteh-Anosheh, H.–Momeni, S. M. M.: 2014. Maize growth and yield as affected by wheat residues and irrigation management in a no-tillage system. *Arch. Agron. Soil Sci*. 60: 1543–1552.
- KSH: 2022. Average yield of major vegetables [kg/hectare] https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0019.html. September 10, 2022.
- Merry, R. E.: (2003). “Dripping with success”: The challenges of an irrigation redevelopment project. *Irrig. Drain. J. Int. Comm. Irrig. Drain*. 52: 71–83.
- Nagy J.: 2021. *Kukorica*. Szaktudás Kiadó. Budapest. 20.
- Nemeskéri, E.–Molnár, K.–Rácz, C.–Dobos, A. C.–Helyes, L.: 2019. Effect of water supply on spectral traits and their relationship with the productivity of sweet corns. *Agronomy*. 9. 2: 63.
- Nemeskéri E.–Molnár K.–Dobos A. Cs.: 2017. Csemegekukorica (*Zea mays* L. *convar. saccharata*) sztóma működése, és hatása a növekedésre és terméskomponensekre eltérő vízellátás alatt [Stomatal behaviour and its influence on the growing and yield components of sweet corn (*Zea mays* L. *convar. saccharata*). *Növénytermelés*. 66: 75–95.
- Net1: <https://orosco.hu/termek/sf-1379-f1/> (letöltve: 2022. 12. 07.)
- Net2: <https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/79608/kukorica06.pdf/39a935ce-2532-47f0-b338-66159456d1d0> (letöltve: 2022. 01. 04.)
- Nyéki, A. É.–Teschner, G.–Ambrus, B.–Neményi, M.–Kovács, A. J.: 2020. Architecting farmer-centric internet of things for precision crop production. *Hungarian Agricultural Engineering*. 38: 71–78.
- Oktem, A.: 2008. Effect of water shortage on yield, and protein and mineral compositions of drip-irrigated sweet corn in sustainable agricultural systems. *Agricultural Water Management*. 95. 9: 1003–1010.
- Orosz, F.–Jakab, S.–Losak, T.–Slezak, K.: 2009. Effect of fertilizer application to sweet corn (*Zea mays* L.) grown on sandy soil. *Journal of Environmental Biology*. 30. 6: 933–938.

- Pandey, R. K.-Maranville, J. W.-Admou, A.:* 2000. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment: I. Grain yield and yield components. *Agricultural Water Management*. 46. 1: 1-13.
- Rivera-Hernández, B.-Carrillo-Ávila, E.-Obrador-Olán, J. J.-Juárez-López, J. F.-Aceves-Navarro, L. A.:* 2010. Morphological quality of sweet corn (*Zea mays* L.) ears as response to soil moisture tension and phosphate fertilization in Campeche, Mexico. *Agricultural Water Management*. 97: 1365-1374.
- Singh, I.-Langyan, S.-Yadava, P.:* 2014. Sweet corn and corn-based sweeteners. *Sugar Tech*. 16. 2: 144-149.
- Sinka, L.-Zsembeli, J.-Ragán, P.-Duzs, L.-Hájos, M. T.:* 2021. Effect of different seedling growing methods on the SPAD, NDVI values and some morphological parameters of four sweet corn (*Zea mays* L.) hybrids. *Agriculture/Pol'nohospodárstvo*. 67: 4.
- Stone, P. J.-Wilson, D. R.-Jamieson, P. D.-Gillespie, R. N.:* 2001. Water deficit effects on sweet corn. II. Canopy development. *Australian Journal of Agricultural Research*. 52. 1: 115-126.
- Viswanatha, G. B.-Ramachandrappa, B. K.-Nanjappa, H. V.:* 2002. Soil- plant water status and yield of sweet corn as influenced by drip irrigation and planting methods. *Agricultural Water Management*. 55: 85-91.
- Wang, R.-Cherkauer, K.-Bowling, L.:* 2016. Corn response to climate stress detected with satellite-based NDVI time series. *Remote Sensing*. 8. 4: 269.
- Weber, V.-Araus, J. L.-Cairns, J. E.-Sanchez, C.-Melchinger, A. E.-Orsini, E.:* 2012. Prediction of grain yield using reflectance spectra of canopy and leaves in maize plants grown under different water regimes. *Field Crop. Res*. 128: 82-90.

A szerzők levelezési címe - Address of the authors:

*Szabó Atala - Illés Árpád - Bakos Zsuzsanna - Dr. Nagy János
Debreceni Egyetem MÉK
Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032
*szabo.atala@agr.unideb.hu

SZEMLE**Review****50 éve kezdődött Szegeden a durumbúza
nemesítése és kutatása**

MATUZ JÁNOS - BEKE BÉLA
Gabonakutató Kft., Szeged

Összefoglalás

A szegedi Gabonakutató Közhasznú Kft. jogelődjében, a Gabonatermesztési Kutatóintézetben a durumbúza nemesítését és kutatását Barabás Zoltán, Erdei Péter és Szániel Imre kezdték 1972-ben. A CYMMIT anatóliai állomásról származó télálló (járó típusú, hidegtűrő, de tavaszi jellegű) hasadó F₂, F₃, F₄ nemzedékek szelektálásával kezdődött a program, amelynek eredménye 1980-ban két államilag elismert durumfajta lett: a GK Minaret és GK Basa. Még a CYMMIT anyag szelektálása idején olasz, francia, orosz, román és szlovák durum fajták, törzsek keresztezésével a magyar klímának jobban megfelelő nemesítési alapanyagot hoztak létre. E kombinációk hasadó nemzedékeinek szelektálásával születtek a következő államilag elismert őszi durumfajták: 1985-ben GK Pannondur, 1992-ben GK Tiszadur, 1993-ban GK Novodur, 1996-ban a GK Bétadur, 2001-ben GK Diadur, GK Selyemdur és 2015-ben a GK Julidur.

A GK Minaret és GK Basa köztermesztésbe vonásával és azt követő fajtákkal kezdődött meg a hazai durum feldolgozó (malom) és felhasználó (szárzészta) ipar, valamint a piaci érdeklődés a hazai durumtermesztésre. Ez így összességében a faj meghonosodását jelentette Magyarországon és lerakta alapjait az egész vertikumnak (nemesítés-köztermesztés-feldolgozás-szárzészta, durumbúza és szemolina export).

Kulcsszavak: őszi durumbúza nemesítés

The breeding of durum wheat began in Szeged 50 years ago

J. MATUZ - B. BEKE
Cereal Research Ltd., Szeged

Summary

In the legal predecessor of the Cereal Research Ltd. Co. in Szeged, the breeding and research of durum wheat began in 1972 at the Cereal Research Institute on the initiative of Zoltán Barabás, Péter Erdei and Imre Szániel. The program began with the selection of winter-hardy (facultative type, cold-tolerant, but spring-type) segregating F₂, F₃, F₄ generations from the CYMMIT Anatolian station, which in 1980 resulted in two state-recognized durum varieties: GK Minaret and GK Basa. Even at the time of the selection of the CYMMIT material, was created a breeding material that better suited the Hungarian climate by crossing Italian, French, Russian, Romanian and Slovak durum varieties and strains. The following state-recognized autumn durum varieties were born by selecting the segregating generations of these combinations: GK Pannondur in 1985, GK Tiszadur in 1992, GK Novodur in 1993; in 1996 GK Bétadur, in 2001 GK Diadur, GK Selyemdur and in 2015 GK Julidur.

With the introduction of GK Minaret and GK Basa and subsequent varieties into public cultivation, the domestic durum processing (mill) and consumer (dry pasta) industry and market interest in domestic durum cultivation began. Overall, this meant the establishment of durum in Hungary and laid the foundations for the entire vertical (breeding-public cultivation-processing-dried pasta, wheat and semolina export).

Key words: breeding of winter durum wheat

Bevezetés

Hazánkban is sokan kedvelik az olasz típusú, tojásnélküli száraztésztákat. De nem mindenki előtt ismeretes, hogy ezeknek az alapanyaga nem a nálunk közönségesen ismert malmi búza, hanem egy másik búzafaj, a keményszemű durum búza. Ez a búzafaj a *Triticum durum Desf.*, bár kinézetre nagyon hasonlít a közönséges búzára, de ennek csak 28 kromoszómája (tetraploid)

van, míg a közönséges búzának 42 (hexaploid). A durumbúza őszi változatait főleg a mediterrán zónában, Közép- és Kelet-Európában termesztik. A II. világháború előtt többször próbálkoztak hazai meghonosításával, de télálló fajták hiányában ez akkor nem volt sikeres (Szunics 1986).

Szegeden 1972-ben indult meg a durum búza honosítása, nemesítése ezzel megteremtve a magyarországi durum búza köztermesztésbe vonásának lehetőségét. E program elindítása Barabás Zoltán, Erdei Péter és Szániel Imre nevéhez fűződik. Nekik köszönhető, hogy mára meghonosodott hazánkban is a durum termesztése és nemesítése.

A program indulásakor a cél olyan durum fajták nemesítése vagy honosítása volt, amelyek:

- termőképessége hasonló a kenyér (aestivum) búzához,
- jól alkalmazkodnak a magyar ökológiai viszonyokhoz (télállóságuk, betegség ellenállóságuk, és megdőlés ellenállóságuk jó, nem szorulnak meg stb.),
- minőségük megfelel a tésztaipar követelményeinek, azaz szemtermésük üveges, szép borostyánsárga színű, bétakarotin tartalmuk 6 mg/kg feletti.

Ezek a célok mostanáig sem változtak, és jelenleg is a szegedi durumbúza nemesítés ezek megvalósítására irányul.

A szegedi durum búza nemesítés módszerei

A program a CYMMIT anatóliai állomásról származó télálló (járó típusú, hidegtűrő, de tavaszi jellegű) genetikailag hasadó F₂, F₃, F₄ nemzedékek szelektálásával kezdődött (Beke és Barabás 1981, Beke és Szebellédy 1981). A szelekció a klasszikus pedigré módszer szerint történt. Az összes szelektált vonalnak levizsgálták télállóságát, termőképességét, megdőlés ellenállóságát és tésztaipari minőségét. E vizsgálatok a közönséges búza nemesítésénél használtak szerint történtek, kivéve a minőséget. A durumok tésztaipari minőségének meghatározásához Pálvölgyi et al. (1982ab) elsősorban Franciaországból adaptálták a módszereket (sárga és barna index, bétakarotin tartalom, főzési minőség) és műszereket (aleurográf, Minolta stb.). A durum búza hazai szabványosításában, minősítésében, ipari, kereskedelmi kereteinek megteremtésében, majd köztermesztésbe vonásában jelentős szerepet vállalt az akkori Gabona és Malomipari Vállalat (GMV) is, szorosan együttműködve a Gabonakutató Intézettel.

A szegedi durum búza nemesítés eredményei

A CYMMIT anyag szelektálásából született az első két államilag elismert őszi durum búza – a GK Basa és a GK Minaret – 1980-ban (*Beke és Barabás* 1981). Még a CYMMIT anyag szelektálása idején megkezdődött a hazai éghajlatnak jobban megfelelő nemesítési alapanyag megteremtése olasz, francia, orosz, román és szlovák durum fajták, törzsek keresztezésével. Az így létrejött kombinációk hasadó nemzedékeinek szelektálásával születtek a következő államilag elismert őszi durumfajták: 1985-ben GK Pannondur, 1992-ben GK Tiszadur, 1993-ban GK Novodur, 1996-ban a GK Bétadur (*Beke és Matuz* 1996), 2001-ben GK Diadur, GK Selyemdur és 2015-ben a GK Julidur (*1. táblázat*).

1. táblázat. Államilag minősített szegedi durum búzafajták

Fajta neve (1)	Minősítés éve (2)	Minősítés megszűnésének éve (3)	Pedigree (4)
Őszi durumok (5)			
GK Minaret	1980	2007	Fata-Sel185.1//61.300/Leeds
GK Basa	1980	2003	Karabasah//61.300/Leeds
GK Pannondur	1985	1993	SzD7 F3
GK Tiszadur	1992	2003	Leukomeljan 2/Minaret
GK Novodur	1993	2003	Parus/* ² Minaret
GK Bétadur	1996		Bd546/Pannondur
GK Diadur	2001	2003	S.Basa/* ² Basa//Minadur
GK Selyemdur	2001		Novodur/Coopdur
GK Julidur	2015		BD546/Pnd//Hrdf/Bétadur
Tavaszi durumok (6)			
Lajtadur*	1990	2003	NR66/85
Multidur**	1990	2011	Rugby/Coopdur//Edmore
Semperdur*	1998	2003	Astrodur/Kamilaroi

Megjegyzés: *Ausztriából, **Franciaországból honosítva.

Table 1. Registered durum varieties from Szeged, and their pedigree. (1) Name of variety, (2) Year of registration, (3) Year of the cancelling of the registration, (4) Pedigree, (5) Winter durums, (6) Spring durums, Note: Adapted from *Austria, **from France.

Közülük a GK Bétadur és GK Selyemdur szabadalmat, a GK Julidur fajtaoltalmat kapott. E fajták télállósága és termőképessége mindnek jobb, mint a legelőször minősített GK Basa és GK Minaret fajtáké. Jelenleg a hazai köztermesztésben a GK Bétadur és GK Julidur fajták találhatók meg, míg a GK Selyemdur Szlovákiában, melynek bázis vetőmagjait (Elit, I. fok) a GK Kft. állítja elő.

A GK Minaret és GK Basa köztermesztésbe vonásával és azt követő fajtákkal kezdődött meg a hazai durum feldolgozó (malom) és felhasználó (szárzástésza) ipar valamint a piaci érdeklődés a hazai durumtermesztésre. Ez így összességében a faj meghonosodását jelentette Magyarországon és lerakta alapjait az egész vertikumnak (nemesítés-köztermesztés-feldolgozás-szárzástésza, búza és szemolina export).

Az őszi durumbúzák télállósága még mindig nem éri el a közönséges kenyérbúzákéét. Ezért kezdettől fogva felmerült az, hogy tavaszi durumokat kellene nemesíteni és honosítani a gyengébb télállóság miatti kockázat elkerülésére. Bár sikerült a KITE közreműködésével három tavaszi durum búzát – Lajtadur, Semperdur (Ausztria), Multidur (Franciaország) – honosítani, a tavaszi durum kísérletek során bebizonyosodott, hogy a tavasziak termesztése több kockázattal jár, mint az őszi durumoké. A tavaszi durumok optimális vetésideje február közepétől március közepéig tart, de ez esetben is kb. 20 %-kal kevesebbet teremnek, mint az ősziak (Beke és Matuz 1996). Március végi, áprilisi vetés esetén várható 1–2,5 t/ha termés amellet, hogy kevés, még rosszabb minőségű is.

A nemesítéssel egy időben a durumbúzák sajátságainak (fagy és télállóság, betegség rezisztencia, minőség, agrotechnikai igény, felhasználási lehetőségek stb.) kutatása is elkezdődött. Ezek eredményeiről Barabás Z. (1990), Erdei P. (1981, 1984), Beke B. (1981, 1983, 1996, 1997, 2000), Szániel I. (1981), Pálvölgyi L. (1982), Matuz J. (1996, 1997, 2002), Bóna L. (1992), Sági F. (1990), Sallai J.-né (1983) és munkatársaik számos cikket közöltek bel- és külföldi szaklapokban és konferenciákon, közülük a lényegesebbeket az irodalomjegyzék tartalmazza.

A Gabonakutató durum nemesítési programjának kétségtelenül a legsikeresebb fajtája a GK Bétadur, amelynek állami fajtaelismerésére 1996-ban került sor, majd 1998-ban 214.970 lajstrom számon bejegyezve, szabadalmi oltalmat is kapott. A GK Bétadur Szerbiában és Horvátországban

is hivatalos fajtalistára került és több évig volt ott a köztermesztésben a 2000-es évek elején. A Bétadur nemesítése, szelekciója során már fontos szerepet játszott az, hogy több éves tapasztalat volt a durumok hazai köztermesztésével, piaci, illetve ipari (malom és tészta) elvárásokról: ezek közül a legfontosabbak a termőképesség mellett, a megbízható tél- és fagyállóság, azaz a termésbiztonság, a magas karotin tartalom, az üvegeesség, és a grízhozam voltak. A GK Bétadur pedigében BD546-kiváló minőségű törzs és a már bizonyítottan kiváló télállóságú, jó termőképességű GK Pannondur szerepel. A Bétadur a nevét a magas béta-karotin tartalmáról kapta, ami dominánsan a gríz (szemolina) és a száraztészta (tojás nélküli) kiemelkedő sárga színében jelentkezik.

A GK Bétadur elismerését követően a GKI a bajai DIAMANT Malom Kft.-vel, majd később a JÚLIA Malommal megszervezte és a mai napig is működtet, egy zártrendszerű termeltetést, melynek célja az, hogy ellenőrzött vetőmag (fajtaazonos, fémzárolt) kihelyezéssel, végtermék visszavásárlási kötelezettséggel biztosítsa az alapanyagot a kimondottan erre a célra épített durum malomban. Ez az együttműködés 2000-ben Agrár Innovációs Díjat nyert. Ennek a zárt rendszernek a fajta háttérét évtizedekig a GK Bétadur jelentette és napjainkban is meghatározó a termelés biológiai alapjának szempontjából.

Az elmúlt évtizedeket áttekintve nagyon ritka, hogy egy búzafajta 25 évet töltsön el a köztermesztésben figyelembe véve azt, hogy nagy a fajtaválaszték a durumok esetében is, hiszen évről évre kerülnek elismerésre, behozatalra (EU-csatlakozás) új fajták. GK Bétadur a hivatalos durumbúza szaporítások területét tekintve évekig az első helyen állt, de még napjainkban is az első 6 helyen belül foglal helyet és vetésterülete is több ezer hektárra tehető úgy, hogy a konkurens fajták mellett a GK Kft. új fajtájának a GK Julidurnak is (2015) nőtt a vetésterülete Magyarországon és Szlovákiában is.

A GK Bétadur már 26 éve a köztermesztésben van, annak köszönhetően, hogy termesztése kiszámíthatóan megbízható, minősége kiváló, vetőmagellátása stabil. A köztermesztés szempontjából az elsődleges elvárás a durum fajták esetében is elsősorban a hektáronkénti hozam, de a hozam mellett az értékesíthetőség szempontjait is figyelembe véve a minőség a meghatározó. A GK Bétadur átlagos termésátlaga évjárattól és vetésterülettől függően 5,0–6,0 t/ha, amit igazolhatóan az állami fajtakísérletekben eltöltött 19 évnyi standardként való pozíciója is alátámaszt (2. táblázat).

2. táblázat. GK Bétadur termésátlagai (t/ha) az állami fajtakísérletekben (NÉBIH) 2001–2019 között, amikor a kísérletek standard fajtája volt

Évek (1)	Termés (t/ha) (2)
2001–2003	5,71
2004–2006	6,42
2007–2009	5,36
2010–2012	5,98
2013–2015	6,22
2016–2019	5,58
19 év átlaga (3)	5,87

Table 2. GK Bétadur yield averages (t per ha) in the state variety experiments (NÉBIH) between 2001–2019, when it was the standard variety of experiments. (1) Years, (2) Yield (t ha⁻¹), (3) Average of 19 years

A GK Bétadúr minősége is kiegyensúlyozott, amellelt meg van az a jó tulajdonsága is, hogy aratása során 13,5–16,0%-os víztartalom esetén előforduló 20–30 mm-es csapadék nem rontja le nagymértékben a szemek üvegeességét. Így a malomipari elvárásoknak megfelel, ami általában az üveges szemek arányára minimum 60%-os szintet vár el.

Mivel a GK Bétadur termesztése évtizedeken (25 év) keresztül nyomon követhető (vetőmag előállítás, termeltetési szerződések) szerényen számolva is több mint 600 ezer tonna termése került malomipari feldolgozásra, ami az átlagos 66%-os kiórlési mutatót alapul véve 400 ezer tonna száraz tésztaipari (szemolina) alapanyag értékesítését tette lehetővé, de piacképes minősége miatt, „búzaként” is sok esetben került exportálásra Európa több országába.

A Gabonakutató Kft őszi durumbúza fajtáinak termőképessége jól megítélhető a NÉBIH kísérletek eredményeiből: az elmúlt három év adatait tartalmazza a 3. táblázat.

A 3. táblázatban látható, hogy a malmi búzához hasonlóan évjáráttól, termőhelytől függően változik a durumok termésszintje. Az üzemi tapasztalatok alapján megfelelő agrotechnikával általános a 4–5 t/ha termés, de gyakran előfordul a 6 t/ha vagy a fölötti átlag is.

3. táblázat. A GK durumfajták termése (t/ha) a NÉBIH
őszi durum kísérleteiben 2019–2021

Év (1)	Fajta (2)	Kísérleti helyek (3)				Jász- boldog- háza	Átlag (4)
		Szombat- hely	Tordas	Szék- kutas	Abauj- szántó		
2019	GK Bétadur	7,36		3,50	4,92	4,92	5,18
	GK Selyemdur	7,90		3,51	5,05	5,43	5,47
	GK Julidur	8,39		3,41	5,04	5,29	5,53
	<i>T. aestivum</i> st.	8,74		5,57	6,53	5,96	
2020	GK Selyemdur	8,05	6,18	3,84	6,64	7,05	6,35
	GK Julidur	8,10	6,25	4,26	6,14	7,71	6,49
2021	GK Selyemdur	8,54	3,96	10,15	6,15	8,43	7,45
	GK Julidur	8,35	3,91	9,93	5,87	7,88	7,19

Table 3. Yield (t per ha) of GK durum varieties in NÉBIH winter durum trials 2019–2021. (1) Year, (2) Variety, (3) Experimental sites, (4) Mean

A durumbúzák termesztésekor a jövedelmezőség szempontjából azonban a termésmennyiségnél szinte fontosabb a minőség. Ha ugyanis a termés minősége nem éri el a szabványban előírtakat (60% üvegeesség, 78 kg hl-tömeg, a szemtermés bétakarotin tartalma legalább 6 mg/kg stb.) akkor csak takarmánybúzáként lehet értékesíteni. A szegedi durumok minősége megfelel a tésztaipar követelményeinek. Nedves sikértartalmuk általában 30% feletti és sárgapigment tartalmuk is magas (4. táblázat). Mind a három fajta tésztaipari minősége a NÉBIH vizsgálatai szerint egészen kiváló.

A jó minőségi paramétereket a durumok csak akkor hozzák, ha az érés után az aratásig nem áznak meg. Ezért az aratás szervezésekor arra kell ügyelni, hogy amint megérett a durum, kb. 16%-os nedvességtartalomnál azonnal arassuk. Ha aratás előtt az érett durum többször megázik, nagyon lecsökkenhet a szemek üvegeessége, és ilyen esetben már nem felel meg a malomipari követelményeknek és a tésztagyártóknak (a szemolína kihozatal az aestivumok szintjére esik le 35–45%), ilyen esetben csak takarmány búzáként értékesíthető.

4. táblázat. A Gabonakutató őszi durum fajtáinak minősége 2019-ben és 2020-ban, öt termőhely átlagában, a NÉBIH kísérleteiben

Minőségi tulajdonság (2)	Fajta (1)					
	GK Julidur		GK Bétadur		GK Selyemdur	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
Hektoliter tömeg (kg/Hl) (3)	79,9	82,2	77,5		80,1	81,4
Szemolina (%) 500–160 µm korpa nélküli őrleményre (4)	84,7	85,9	86,1		85,5	86,1
Nedves sikértartalom (%) (5)	36,7	33,7	32,2		35,7	33,3
Sárga pigment (mg/kg) teljes őrleményből (6)	8,3	7,5	7,3		8,2	7,5
Fehérjetartalom 100% szárazanyagra (%) (7)	16,9	15,0	16,8		16,8	14,9

Table 4. Quality of registered winter durum wheats of CR Ltd, 2019 and 2020 in the state trials. (1) Variety, (2) Quality character, (3) Mass (Hl per kg), (4) Yield of semolina (%), (5) Wet gluten content (%), (6) Pigment content ppm, (7) Protein content (%)

A szegedi őszi durumbúzák köztermesztésben való elterjedtségét mutatja az 5. táblázat. Ebből látható, hogy bár a szaporításokban sok fajta vesz részt, a Bétadur vezető szerepét remélhetően a GK Julidur fajta veszi át.

Az elmúlt 20 év alatt a durumok vetésterülete és termésátlaga is ingadozó (KSH 2021), amint látható az 1. ábrán.

A 2007 évi alig 8 ezer hektáros vetésterület mostanra jelentősen megnőtt: 2016 óta mindig 25 ezer hektár felett volt, sőt 2018-ban elérte a 44 ezer hektárt. A termésátlag a 2003 évi mélypontról, a hektáronkénti 2,1 tonnáról az utóbbi nyolc évben mindig 4 tonna fölé emelkedett, de volt 5 t/ha feletti is 2016-ban. Az ingadozások ellenére a durumbúza termesztése, ha jól csinálják, jelentős bevételt jelent, mert itthon és külföldön kelendő árucikk. Egyes számítások szerint a hazai tézstaipar és az export szükségletének fedezésére kb. 50 ezer hektáron kellene durumbúzát termeszteni.

5. táblázat. A szegedi őszi durum fajták rangsora és aránya a vetőmag szaporításokban (2012–2022, NÉBIH)

Év (1)	Fajta (db) (2)	Rangsor (3)			% arány (4)		
		GK	GK	GK	GK	GK	GK
		Bétadur	Selyemdur	Julidur	Bétadur	Selyemdur	Julidur
2012	12	1	5		43,37	7,19	
2013	9	1	4		38,50	5,05	
2014	12	1	6		42,50	5,64	
2015	13	1	6	13	33,60	5,80	0,01
2016	15	2	12	14	18,10	1,64	0,05
2017	16	1		12	25,40		0,91
2018	23	4		8	11,50		6,09
2019	20	2	20	5	10,37	0,15	8,38
2020	18	5	18	2	7,67	0,29	14,33
2021	18	5	16	2	6,43	0,27	13,99
2022	21	4	21	5	7,99	0,26	7,40

Table 5. Ranking and proportion of Szeged winter durum varieties in seed propagation between 2012–2022 (NÉBIH). (1) Year, (2) Number of varieties (pcs), (3) Rank, (4) % ratio

A szegedi és martonvásári durumnemesítési programnak eredményeként az elmúlt évtizedek alatt a termesztésbe vont durum fajták száma is megszorodott: 2022-ben a Nemzeti Fajtalistán három szegedi és nyolc martonvásári őszi durumbúza fajta szerepel. A vetőmagszaporításokban 21 durumfajta vett részt: három szegedi, négy martonvásári és 14 külföldi fajta.

A Gabonatermesztési Kutatóintézet (jelenleg Gabonakutató Kft.) durum kutatási programjának legfontosabb eredménye az, hogy a durum búza termesztése és a nemesítése is meghonosodott Magyarországon, és lerakta alapjait a nemesítés-köztermesztés-feldolgozás-száraztésza, búza- és szemolina-export vertikumnak.

1. ábra. Az őszi durumbúza vetésterületének (1000 ha) és átlagtermésének (t/ha) változása Magyarországon (2001–2020)

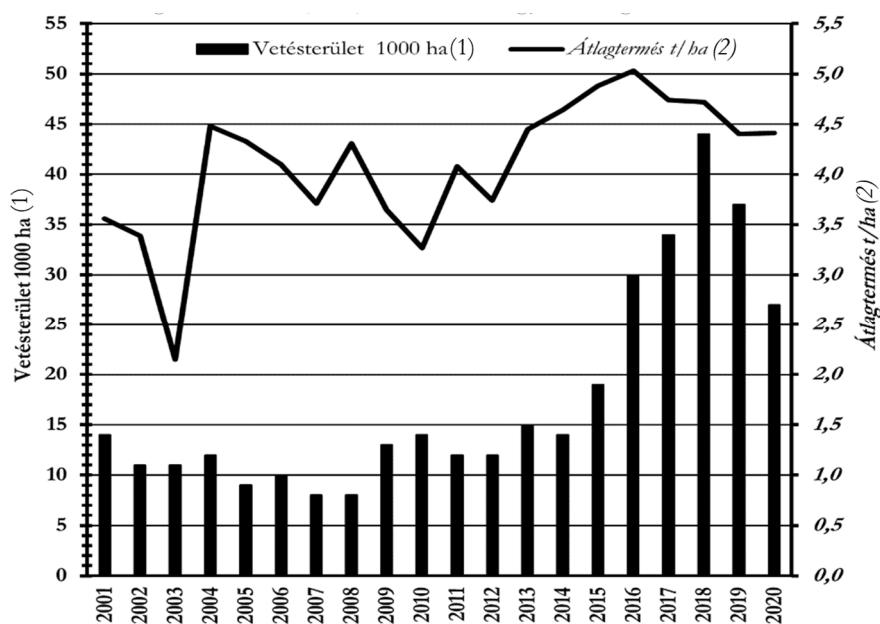


Figure 1. Changes in the sown area (ha) and average yield (t per ha) of winter durum wheat in Hungary between 2001 and 2020. (1) Sown area, (2) Average yield (kg ha⁻¹)

IRODALOM

- Barabás Z.-Barna J.: 1990. Kenyér és durumbúza fajták fehérjének nutritív minősége lizin kiegészítéssel. *Növénytermelés*. 39: 215–226.
- Beke, B.-Barabás, Z.: 1981. The first Hungarian durum wheat varieties. *Cereal Res. Commun.* 9: 115–117.
- Beke, B.-Matuz, J.: 1996. Breeding of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) in Szeged, Hungary. *Cereal Res. Commun.* 24: 49–52.
- Beke, B.-Matuz, J.: 1997. Durum wheat breeding at the Cereal Research Institute, Szeged, Hungary. [In: Braun et al. (eds.) *Wheat: Prospects for Global Improvement.*] Proceedings of the 5th International Wheat Conference, 10–14 June 1996. Ankara, Turkey. Kluwer Academic Publishers. 65–70.
- Beke, B.-Sutka, J.: 1983. Combining ability for frost resistance in durum wheat, *Cereal Res. Commun.* 11: 221–227.

- Beke, B.–Szebellédy, T.: 1981. Selection of winter durum wheats (*T. durum* Desf.) in Hungary. Cereal Res. Commun. 9: 47–54.
- Beke, B.–Matuz, J.–Cseuz, L.: 2000. Results of durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) breeding in Szeged, Hungary. Options Méditerranéennes. Serie A: Séminaires Méditerranéennes Numéro 40. Durum wheat improvement in the Mediterranean region: New challenges. 493–495.
- Beke, B.–Matuz, J.–Szebellédy, T.–Kovács, Zs.–Bóna, L.: 1997. Durum wheat breeding. Annual Wheat Newsletter. 43: 111–113.
- Bóna, L.–Wright, R. J.–Baligar, V. C.: 1992. Acid soil tolerance of *Triticum aestivum* L. and *Triticum durum* Desf. genotypes. CRC. 20. 1–2: 95–101.
- Cseuz, L.–Matuz, J.–Beke, B.: 2000. Annual effect on grain quality of winter durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) in Szeged, Hungary. Options Méditerranéennes. Serie A: Séminaires Méditerranéennes Numéro 40. Durum wheat improvement in the Mediterranean region: New challenges. 133–135.
- Erdei, P.–Gyenes, I.: 1981. Effect of fertilizers on grain yield quality and quality of durum wheats. Cereal Res. Commun. 9: 119–128.
- Erdei P.–Sallai J.-né–Péter A.-né: 1984. A műtrágyázás hatása a GK Basa durum búza minőségére. Növénytermelés. 33. 2: 165–169.
- KSH: 2021. https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_omn007_b.html?down=1065
- Matuz J.–Beke B.: 1996. A szegedi durumbúzák termőképessége és minősége. Növénytermelés. 45: 579–582.
- Matuz, J.–Beke, B.: 1996. Inheritance of quality traits in two durum wheat (*Triticum durum* Desf.) crosses. Cereal Res. Commun. 24: 203–210.
- Matuz, J.–Beke, B.: 1997. Durum wheat (*Triticum durum* Desf.) breeding in Szeged, Hungary. International Wheat Quality Conference Manhattan, Kansas, USA. May 18–22, 1997. Abstracts. 52.
- Matuz, J.–Beke, B.: 2002. Breeding of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) in Szeged, Hungary. Hungarian Agricultural Research. 2: 4–6.
- Matuz J.–Beke B.–Kovács Zs.: 1997. Az évjárat hatása a durumok minőségére és az őszi durum búzák (*Triticum durum* Desf.) minőségének öröklődése F1, F2 és F3 nemzedékben. Növénytermelés. 46: 1–11.
- NÉBIH: 2021. <https://portal.nebih.gov.hu/-/fajtakiserleti-eredmenyek>
- NÉBIH: 2022. <https://portal.nebih.gov.hu/-/vetomag-felugyeleti-szakterulet-jegyzetek-listak-statisztikak-adatbazisok>
- Pálvölgyi L.: 1982a. Durumbúzák tézstaipari minőségének értékelése grafikonos módszerrel. Növénytermelés. 31: 41–47.
- Pálvölgyi L.: 1982b. Durumbúzák felhasználási értékének vizsgálati módszerei. Növénytermelés. 31: 263–268
- Pálvölgyi, L.–Szánuel, I.–Beke, B.: 1982. Estimates of pasta quality of durum wheat by diagram method. Cereal Res. Commun. 10: 197–203.

- Sági, F.-Beke, B.-Sági, L.*: 1990. Somaclonal variation in durum wheat (*T. durum* Desf.) Biotechnology in Agriculture and Forestry. Ed. by Y.P.S. Bajaj. Berlin-Heidelberg. Springer. 494-510.
- Sallay J.-Erdei P.-Gyenes I.*: 1983. Szempontok a durum átvételi minőségének meghatározásához. Növénytermelés. 32: 131-135.
- Szániel I.-Pálvölgyi L.-Autran, J. C.*: 1981. Durumbúzák minősége különböző termőhelyeken. Növénytermelés. 30: 219-227.
- Szunics L.*: 1986. A durum búza Magyarországon a hazai szakirodalom tükrében. Növénytermelés. 35: 259-267.

A szerzők levelezési címe - Address of the authors:

*Dr. Matuz János - Dr. Beke Béla
Gabonakutató Nonprofit Kft.
Szeged
Alsó Kikötő sor 9.
H-6726
*jmatuz@gabonakutato.hu



NAGY JÁNOS főszerkesztő

a Magyar Tudományos Akadémia doktora,
Debreceni Egyetem prorektora, Széchenyi-díjas egyetemi tanára,
az Aradi, a Nagyváradi, a Kijevi, a Kaposvári Egyetem
és a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem „Honoris causa doktora”
az Ukrán Agrártudományi Akadémia külföldi tagja
Szakterülete: növénytermesztés, földművelés
