

A csemegekukorica (*Zea mays* conv. *saccharata* Koern) terméselemeinek elemzése öntözéses termesztésben

^{1,2}NAGY JÁNOS – ²DEMETER CINTIA – ²BAKOS ZSUZSANNA –
²SZABÓ ATALA – ²SINKA LÚCIA – ²HAJER MOHAMED IBRAHIM SIDAHMED –
²SIMON KÁROLY – ¹ILLÉS ÁRPÁD

Debreceni Egyetem

¹MÉK Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet, Debrecen

²Kerpely Kálmán Doktori Iskola, Debrecen

Összefoglalás

A csemegekukorica termesztés sikerességét számos környezeti és termesztéstechnológiai tényező befolyásolja. A stresszhatások leküzdésére alkalmas genotípusok megválasztása mellett fontos a genotípushoz igazodó precíziós termesztéstechnológia, tápanyagellátás és öntözés. A szántóföldi növények közül a csemegekukorica az egyik legérzékenyebb növény a szárazságra, ezért a sikeres gazdálkodás elengedhetetlen feltétele az öntözéses precíziós termesztéstechnológia alkalmazása. Kísérleteinket három különböző évjárat (2020, 2021, 2022) kontrollált körülményei között végeztük. Június és július hónapokban az öntözést csepegtető berendezéssel végeztük. A GSS csemegekukorica hibrid hektáronkénti nyers szemtömege évente szignifikánsan különbözött. A kedvezőtlen évjáratban, 2022-ben a nyers szemtermés 10,400 t/ha. Ezzel szemben 2021-ben és 2020-ban jelentősen, hektáronként 1,466 és 2,810 tonnával több volt a szemtermés. A csapadék és az öntözésmennyisége alapján az együttes vízhasznosulást elemezve szoros, megbízható összefüggéseket mértünk. 1 mm (csapadékból és öntözésből) származó vízmennyiségre vetítve 2020-ban 27,1; 2021-ben 25,6; és a kedvezőtlen 2022. tenészevben 23,5 kg szemtömeget mértünk.

Kulcsszavak: csemegekukorica, öntözéses termesztés

Analysing the yield elements of sweet maize (*Zea mays* conv. *saccharata* Koern) in irrigation production

^{1,2}J. NAGY - ²C. DEMETER - ²ZS. BAKOS - ²A. SZABÓ - ²L. SINKA -

²HAJER MOHAMED IBRAHIM SIDAHMED - ²K. SIMON - ¹Á. ILLÉS

University of Debrecen

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

²Kerpely Kálmán Doctoral School, Debrecen

Summary

The success of sweet maize cultivation is affected by a number of environmental and technological factors. In addition to choosing the appropriate genotypes to cope with stress effects, it is important to use precision farming techniques, nutrient supply and irrigation adapted to the genotype. Sweet maize is one of the most drought-sensitive crops in arable farming, therefore, the use of precision irrigation farming techniques is essential for successful management. Our experiments were carried out under controlled conditions in three different crop years (2020, 2021, 2022). In June and July, irrigation was carried out with drip irrigation. The raw grain weight per hectare of the GSS sweet maize hybrid differed significantly from year to year. In the unfavourable year 2022, the raw grain yield was 10.400 t/ha. In contrast, in 2021 and 2020, the grain yield was significantly higher, at 1.466 and 2.810 tonnes per hectare, respectively. We measured close, consistent relationships between rainfall and irrigation volume when analysing the combined water use. For 1 mm of water (from precipitation and irrigation), we measured 27.1 kg of grain weight in 2020; 25.6 kg in 2021; and 23.5 kg in the unfavourable growing year 2022.

Keywords: sweet maize, irrigation production

Bevezetés

Figyelembe véve a gyorsan növekvő globális népességet és a csökkenő víz- és földkészleteket, a mezőgazdasági termelésben az emberiség kihívásokkal néz

szembe, az élelmezésbiztonság és az ökológiai fenntarthatóság fenntartása terén. A népesség növekedésével, az egészségtudatos táplálkozás elterjedésével az emberek egyre magasabb követelményeket támasztanak az élelmiszerek minőségével, szemben is. A minőségi termelésnek sokszor gátat szabnak a fokozott stressznek kitett növények, valamint a csökkenő mezőgazdasági területek a mennyiségi korlátokat feszegetik. A csemegekukorica jelentősége a mezőgazdaságban közismert, élelmiszeriparban betöltött szerepe fokozódik, egészséges népszerű zöldségféle (*Erdal et al. 2011, Santos et al. 2014*). A csemegekukorica szemekben magas az endospermiumában a cukortartalom. A csemegekukorica minőségében a szemek cukrossága, édessége a mérvadó, ezt befolyásolja a szemekben lévő cukor és keményítő mennyisége (*Okumura et al. 2014*). A precíziós termesztéstechnológia használatával a csemegekukorica termesztés az elmúlt évek átlagában – a nagy környezeti anomáliák mellett is – stabil. A csemegekukorica termesztés sikerességét számos tényező befolyásolja, melyek közül az aszály okozta csapadék visszapótlása kulcsfontosságú. A precíziós öntözés alkalmazása fontos szerepet játszik a magasabb terméshozam elérésében (*Barmeier et al. 2017*). A csemegekukorica csövekben a morfológiai paraméterek, azaz a csőhosszúság, a friss tömeg és a csőenkénti szemek száma mintegy 40%-kal nőtt az öntözés hatására, 9,35 t/ha termést eredményezett (*Aydinsakir et al. 2013*). *Illés et al. (2022)* a kísérletükben kapott eredmények azt mutatták, hogy az öntözéses kezelések fontos kísérleti tényezők, ami befolyásolja a csemegekukorica termésmutatóit. A vizsgálat kimutatta, hogy az öntözési körülmények között a hibridek fenológiai és termésindexei is változnak. Általánosságban elmondható, hogy az öntözővíz-kezelések jelentősen befolyásolták a kukorica termésterjesztését és mennyiségi jellemzőit, beleértve a csőhosszt, a csőtömeget, a szemszámot és a cukortartalmat meghatározó paramétereket. Az egészséges élelmiszerek előállításához precíziós gazdálkodási technológiát igényel. Főbb precíziós műveletek közé tartozik a tápanyagellátás, az öntözés, a vetés és a betakarítás. Ezek a tényezők mind a hatékony termesztés és feldolgozás előfeltételei (*Demeter et al. 2021*). A környezeti stresszhatások leküzdésére alkalmas genotípusok helyes megválasztása és a genotípushoz igazodó tápanyagellátás alapvető fontosságú tényező a sikeres termesztés érdekében (*Széles et al. 2019, Horváth et al. 2021, Illés et al. 2021*). Az eltérő genotípusú csemegekukoricák produkciójával kapcsolatban korlátozott mennyiségű adat áll rendelkezés, különösen abiotikus stressz esetén. A

szárazanyag-képződés a növények stressztűrő képességével áll összefüggésben (Sulpice et al. 2009, Pilkington et al. 2015). A gabonanövények fő összetevőjeként a keményítőtartalom és minőség közvetlenül befolyásolja a növények gazdasági előnyeit, mely genotípusonként eltérő. A víz kétélű fegyver, ha nincs, amikor kell, az végzetes lehet, viszont, ha van, de nem megfelelő a minősége és nem jól van alkalmazva, visszafordíthatatlan károkat okozhat a növénytermesztésben. A precíziós öntözés egy olyan mezőgazdasági művelet, ahol az öntözők optimalizálják a víz térbeli és időbeli alkalmazását a hozam maximalizálása és a környezeti hatások minimalizálása érdekében, valamint a hagyományos öntözőrendszerekhez képest akár 50%-kal is csökkenthetik a vízfelhasználást (Delgado és Bausch 2005, Sadler et al. 2005). Szabó et al. (2023) csemegekukorica kísérletükben az öntözés kedvezően befolyásolta a szárazanyag-beépülését és a terméshozamot. A víz keménysége, az oldott kalcium és magnézium koncentrációja emelte a termesztőközeg pH értékét. A kedvező lágy víz, vagy savazó hatású termékkel kezelt víz ellenben csökkentette a pH értékeket a gyökérszónában. Az elmúlt évtizedekben a globális klímaváltozás hatásai hazánkban erőteljesen jelentkezték. A jelenségek közül az éves csapadék mennyiségének csökkenését, időbeni ingadozását, az évi középhőmérséklet növekedését, valamint a szélsőséges időjárási folyamatok gyakoriságának és hatásuk erősségének mélyülését lehet kiemelni. Évente átlagosan mintegy két hónap csapadékmennyisége hiányzik, nem hullik le a korábbi időszakhoz képest, miközben a feladatunk az, hogy nagyobb mennyiségű és jobb minőségű termést állítsunk elő a szántóföldjeinken. A szántóföldi növények közül a kukorica az egyik legszélsőségesebben reagáló növény a csapadékhiányra. Dhaliwal és Williams (2022) kísérletükben bizonyították, hogy a csemegekukorica termesztése tartós 30 °C fölött termésvesztéshez vezetett, és minden további +1 °C-kal történő hőmérsékletnövekedés a virágzási fenológiai időszak alatt 0,5%-kal csökkentette a terméshozamot öntözött körülmények között, továbbá 2%-os termésvesztésért számoltak a csak csapadékos körülmények között történő kísérletben. Ez a tanulmány olyan célkitűzéseket jelölt ki, ami hangsúlyozza annak fontosságát, hogy szükségyszerű fejleszteni a növények alkalmazkodási stratégiáját a jövőben történő növénytermesztésének fenntartása érdekében. A helyes hibrid megválasztása mellett legalább kiemelten fontos a termőhelyre és hibridre adaptált, optimális minőségű agrotechnika a szárazság kedvezőtlen hatásainak mérséklésében. A kukorica relatíve nagy vízigényű növény (a vegetációs periódusában a felvett víz

mennyisége 570–690 mm), valamint a vízellátás szempontjából kritikus időszakok (virágzás–termékenyülés–korai szemfejlődés) a gyakran aszályos nyári hónapokra esnek (Pepó 2023). A csemegekukorica termesztés fő kihívása a magas minőségű szemtermés elérése az erőforrás-felhasználás hatékonyságának javításával, megfelelve a fenntarthatósági követelményeknek. Az optimális betakarítás szempontjából a szemnedvesség alapvető paraméter a csemegekukorica technológiai érettségének meghatározásához (Rogers et al. 2000).

Anyag és módszer

A Debreceni Egyetem MÉK Campusán beállított kísérletben vizsgáltuk a köztermesztésben használt szuperédes csemegekukorica hibrideket (GSS, MESS). A kísérlet elrendezését tekintve kéttényezős, sávos, négy ismétlésben beállított kisparcellás, ahol a mintavételezés során ismétlésenként 10 növényt mértünk. A kísérletben alkalmazott növényvédőszer Laudis 2 l/ha, a kijuttatott öntözővíz mennyisége 2020-ban 104 mm, 2021-ben 283 mm, 2022-ben: 337 mm volt. A csepegtető öntözés távvezérelt megoldással került beállításra. A kijuttatott műtrágya mennyisége 2020-ban, 80 kg/ha N, 21 kg/ha CaO, 15 kg/ha Mg, 2021-ben a kijuttatott N mennyisége 90 kg/ha, 23 kg/ha CaO és 16 kg/ha Mg, 2022-ben a N kijuttatott mennyisége 101 kg/ha, 25 kg/ha, CaO 26,25 kg/ha és 18, 75 kg/ ha Mg. A vetés 60 200/ha tőszámmal történt 2020. 05. 08.-án, 2021. 04. 29-én és 2022. 05. 12-én. A Messenger F1 egy szuperédes csemegekukorica hibrid, amelyet szántóföldi termesztésre ajánlanak. Tenyészideje körülbelül 85–87 nap a keléstől számítva. Középkorai szuperédes hibrid. A növény 240 cm-t is elérheti. A 21 cm hosszú, közepes vastagságú csövek homogének, jól termékenyülő tulajdonságúak. A kiváló termőképesség mellett őrzi a fajta a GSS 1477 F1 és GSS 5649 F1 hibrideknél jól ismert minőségi tulajdonságokat is egyaránt.

Meteorológiai viszonyok

A kísérleti évek időjárását a Debreceni Egyetem Agrárkampusán elhelyezett automata meteorológiai állomás mérési adatait felhasználva mutatjuk be. A tenyészidőszakra vonatkozóan (április-szeptember) havi bontásban értékeltük a hőmérsékleti- és csapadékviszonyokat. Referenciaként az 1981–2010 közötti 30 éves időszak klímaátlagait használtuk. Mivel a tenyészidőszakot megelőző periódus közvetett hatással van a kukorica termésére, vizsgáltuk a téli félévek időjárását is.

2020-ban 261 mm csapadék hullott a (megelőző) téli félév során. Mivel a 2019-es év megfelelő vízellátottságú volt, a lehullott csapadék a talajok mélyebb rétegeinek feltöltődését is biztosította. A tenyészidőszakban igen nagy mennyiségű csapadék hullott (*1. táblázat*).

1. táblázat. A 2020–2022 időszak csapadékának (mm) havi és féléves összegei és az 1981–2010-es időszak átlagértékeitől való eltérések alakulása

Időszak (1)	2020	2021	2022
Téli félév (2) (X-III.)	261 (+47)	246 (+32)	150 (-64)
Nyári félév (3) (IV-IX.)	447 (+101)	232 (-114)	320 (-26)
Április (4)	17 (-36)	33 (-20)	50 (-3)
Május (5)	45 (-19)	66 (+2)	39 (-25)
Június (6)	119 (+53)	6 (-60)	19 (-47)
Július (7)	149 (+83)	70 (+4)	38 (-28)
Augusztus (8)	70 (+21)	38 (-11)	9 (-40)
Szeptember (9)	47 (-1)	19 (-29)	165 (+116)

Table 1. Monthly and half-year sums of precipitation (mm) in the period of 2020–2022 in brackets the differences from the climatic normal values of 1981–2010. (1) Period, (2) Winter half-year, (3) Summer half-year, (4) April, (5) May, (6) June, (7) July, (8) August, (9) September

A 447 mm-es érték jelentősen meghaladja a sokévi átlagot. Az eloszlása is kifejezetten kedvező volt a kukorica számára, a csapadék zöme a három nyári hónapban esett, legtöbb júliusban (149 mm), optimális vízellátottságot biztosítva a termés szempontjából meghatározó fenológiai fázisokban (virágzás, terméskötés, szemtelítődés). Hőmérsékleti szempontból is kedvező volt a 2020-as évjárat (*2. táblázat*). Csupán a május volt az átlagosnál számottevően hűvösebb. A június és július a sokévi átlagnak megfelelően alakult, az augusztust és a szeptembert mérsékelt pozitív hőmérsékleti anomália jellemezte.

A 2021-es tenyészidőszak az előző évihez hasonlóan, kedvező talajnedvességi állapottal indult. Az átlagnál kissé csapadékosabb téli félévben a talajok a teljes szelvényükben telítődtek a szántóföldi vízkapacitásukig. Áprilisban és májusban végig az évszakhoz képest hűvös időjárás uralkodott (*2. táblázat*), áprilisban átlag alatti (33 mm), májusban átlagos csapadékkal (66 mm). Júniusban

határozott fordulat következett be az időjárás jellegében. A nyár első hónapját a szokásosnál lényegesen melegebb időjárás jellemezte és alig hullott csapadék (6 mm). A csapadékhiány csak átmenetileg mérséklődött a lokális záporok következtében. A térség nagy részétől eltérően a kísérleti területen a júliusi csapadék (70 mm) kissé meghaladta a sokévi átlagot. A tenyészidőszak hátralevő része is száraz volt. Súlyos aszály kialakulásában fontos szerepe volt a nyári magas hőmérsékletnek. A június után a július is 3,3 °C-kal volt melegebb a sokévi átlagnál és augusztus első felében is folytatódott a kánikula.

2. táblázat. A 2020–2022 időszak hőmérsékletének (°C) havi és féléves középértékei és az 1981–2010-es időszak átlagértékeitől való eltérések alakulása

Időszak (1)	2020	2021	2022
Téli félév (2) (X-III.)	5,4 (+1,2)	4,3 (+0,1)	4,2 (0,0)
Nyári félév (3) (IV-IX.)	17,7 (+0,2)	18,1 (+0,6)	18,9 (+1,4)
Április (4)	10,8 (-0,4)	9,1 (-2,1)	9,6 (-1,6)
Május (5)	14,0 (-2,6)	15,1 (-1,5)	17,7 (+1,1)
Június (6)	19,7 (+0,4)	22,6 (+3,3)	22,7 (+3,4)
Július (7)	21,0 (-0,3)	24,6 (+3,3)	23,7 (+2,4)
Augusztus (8)	22,6 (+1,8)	21,0 (+0,2)	23,7 (+2,9)
Szeptember (9)	18,2 (+2,0)	16,4 (+0,2)	15,8 (-0,4)

Table 2. Monthly and half-year means of air temperature (°C) in the period of 2020–2022 in brackets the differences from the climatic normal values of 1981–2010. (1) Period, (2) Winter half-year, (3) Summer half-year, (4) April, (5) May, (6) June, (7) July, (8) August, (9) September

2022-ben még az előző évinél is súlyosabb aszály alakult ki. Ebben fontos szerepe volt annak, hogy a téli időszakban a talajok mélyebb rétegei nem töltődtek fel vízkészlettel. A téli félévben mindössze 150 mm csapadék hullott, egy igen aszályos tenyészidőszakot követően. Az április átlagosan csapadékos, ezt követően azonban augusztusig minden hónap igen száraz volt. A három nyári hónapban összesen 66 mm csapadék esett, ami 115 mm-el elmarad az átlagostól. A vízhiányt és annak káros hatásait fokozta, hogy az időjárás a szokásosnál lényegesen melegebb volt. A nyári hónapok rendre 3,4; 2,4; 2,9 °C-os pozitív hőmérsékleti anomáliát mutattak. Szeptember folyamán igen sok eső esett, több

mint a megelőző öt hónapban, így a teljes tenyészidőszak csapadékösszege – megtevesztő módon – nem utal szélsőségesen száraz viszonyokra.

Eredmények

Kedvező évjáratban, 2020-ban a GSS szuperédes csemegekukorica hibrid betakarított termése 22,06 t/ha volt. A betakarított hozam főbb termései a szem, csutka, csuhé. A termés arányait tekintve 60%-a szem, 34%-a csutka volt. A szem:csutka arány kedvező (1:0,57) volt. Kedvező környezeti körülményeknek köszönhetően a csuhé aránya – a betakarítási és a piaci költségek szempontjából – rendkívül alacsony (6,3%) volt (1. ábra).

1. ábra. GSS csemegekukorica hibrid szem, csutka és csuhé aránya (t/ha) (%) (Debrecen, 2020)

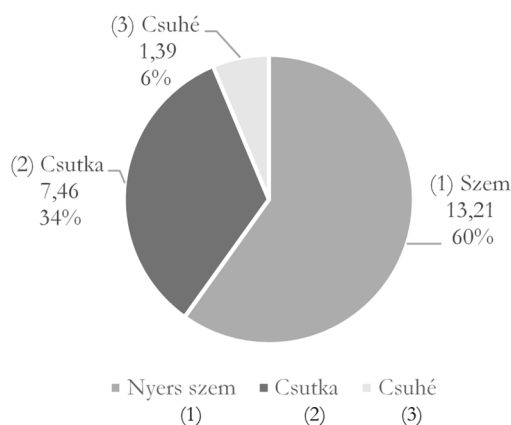


Figure 1. Grain, cob and husk ratio of the GSS sweet maize hybrid ($t\ ha^{-1}$) (%) (Debrecen, 2020). (1) Raw grain, (2) Cob, (3) Husk

2020-ban a kedvező évjárat hatás ellenére a MES szuperédes csemegekukorica betakarított termése lényegesen kisebb, 20,168 t/ha volt. A betakarított termés 53%-a szem és 41%-a csutka volt. A szem:csutka arány kedvezőtlen (1:0,78) volt. Ugyanakkor a vizsgált hibrid csuhé aránya a vizsgált évek közül ebben az évben volt a legkedvezőbb, 6,1% (2. ábra).

2. ábra. MES csemegekukorica hibrid szem, csutka és csuhé aránya (t/ha) (%) (Debrecen, 2020)

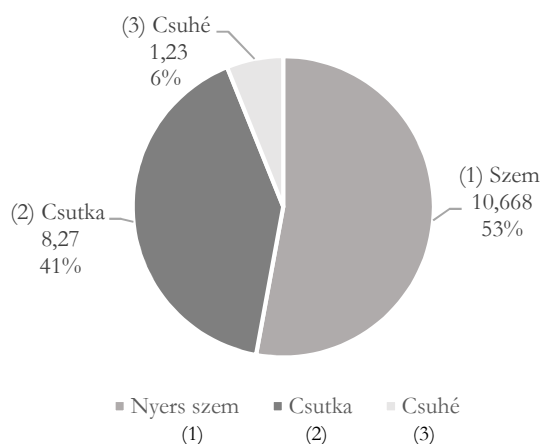


Figure 2. Grain, cob and husk ratio of the MES sweet maize hybrid ($t\ ha^{-1}$) (%) (Debrecen, 2020). (1) Raw grain, (2) Cob, (3) Husk

2021-ben a GSS csemegekukorica betakarított termése csak kismértékben volt alacsonyabb 2020-hoz képest, 21,276 t/ha. A betakarított termés 56%-a szem, 35%-a csutka. A szem:csutka arány megfelelő volt, de 2,8%-kal volt magasabb a 2020-as értékekhez képest (3. ábra).

2021-ben a MES csemegekukorica betakarított termés 19,335 t/ha volt. A betakarított termés 51%-a szem, 40%-a csutka. A vizsgált évben a nyers terméshozamok és a termés elemek paraméterei csak kisebb mértékben voltak alacsonyabbak (4. ábra). A csuhé aránya lényegesen nagyobb, 8,6%.

A vizsgált évek közül a legkedvezőtlenebb évjáratban, 2022-ben a GSS csemegekukorica betakarított termése lényegesen alacsonyabb, 17,366 t/ha-t eredményezett. A betakarított termés 60%-a nyers szem, 31%-a csutka. Az alacsonyabb termés ellenére – hektáronként 1,466 tonnával kevesebb – a szem:csutka arány kedvező (1:0,51), de a nyers csuhé aránya a legnagyobb volt a vizsgált években, 9,5% (5. ábra).

3. ábra. GSS csemegekukorica hibrid szem, csutka és csuhé aránya (t/ha) (%)
(Debrecen, 2021)

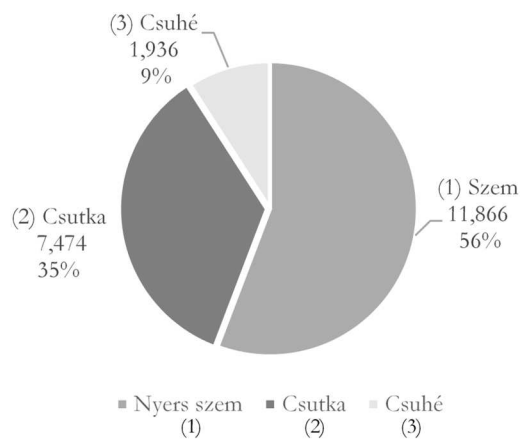


Figure 3. Grain, cob and husk ratio of the GSS sweet maize hybrid ($t\ ha^{-1}$) (%) (Debrecen, 2021).
(1) Raw grain, (2) Cob, (3) Husk

4. ábra. MES csemegekukorica nyers szem, csutka és csuhé aránya (t/ha) (%)
(Debrecen, 2021)

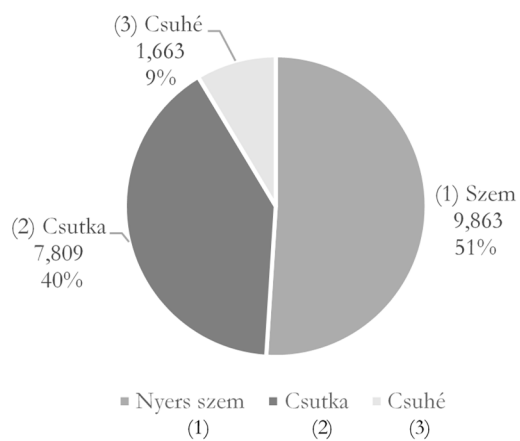


Figure 4. Grain, cob and husk ratio of the MES sweet maize hybrid ($t\ ha^{-1}$) (%) (Debrecen, 2021).
(1) Raw grain, (2) Cob, (3) Husk

5. ábra. GSS csemegekukorica nyers szem, csutka és csuhé aránya (t/ha) (%) (Debrecen, 2022)

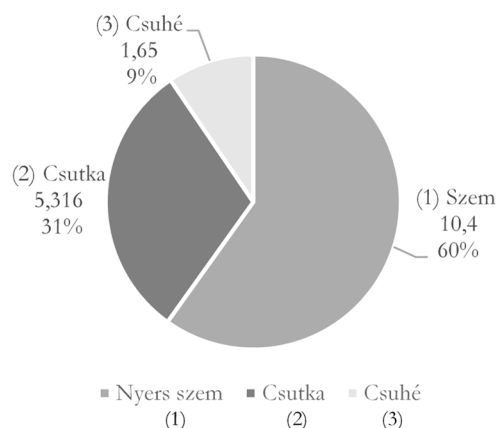


Figure 5. Grain, cob and husk ratio of the GSS sweet maize hybrid ($t\ ha^{-1}$) (%) (Debrecen, 2022). (1) Raw grain, (2) Cob, (3) Husk

2022-ben a MES szuperédes csemegekukorica betakarított termése 16,765 t/ha volt. A betakarított termés 59%-a szem, 32%-a csutka. Az alacsonyabb termés ellenére a szem:csutka arány kedvező, (1:0,53), de a csuhé aránya szignifikánsan magasabb volt, 9,2% (6. ábra).

Összességében megállapítottuk, hogy a három év közül mindkét hibrid esetében 2022-ben a kedvezőtlen évjáratban volt a legkevesebb a termés mennyisége, ugyanakkor 2020-ban szignifikánsan magasabb volt. A GSS csemegekukorica esetében 2020-hoz viszonyítva, 2021-ben mindössze 4%-kal, 2022-ben azonban 21%-kal szignifikánsan volt alacsonyabb a termés mennyisége. A MES csemegekukorica esetében 2020-hoz viszonyítva, 2021-ben 13%-kal, 2022-ben 17%-kal volt szintén kevesebb a termés mennyisége (3. táblázat).

6. ábra. MES csemegekukorica hibrid nyers szem, csutka és csuhé aránya (t/ha) (%) (Debrecen 2022)

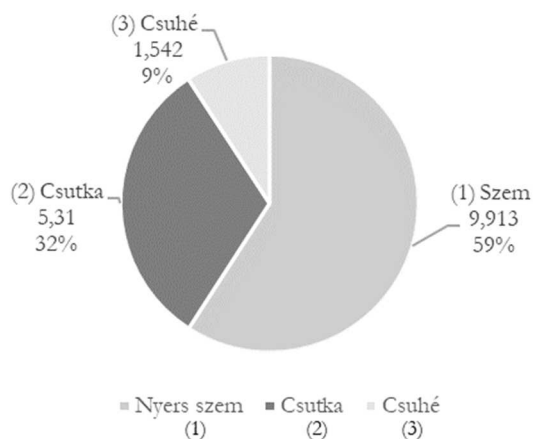


Figure 6. Grain, cob and husk ratio of the MES sweet maize hybrid (t ha⁻¹) (%) (Debrecen, 2022). (1) Raw grain, (2) Cob, (3) Husk

3. táblázat. A csapadék és az öntözővíz hasznosulása a csemegekukorica termésében eltérő évjáratban (kg/mm) (Debrecen, 2020, 2021, 2022)

Hibrid (1)	Évek (2)	Nyers szem (kg/mm) (3)
GSS	2020	27,1
	2021	25,6
	2022	23,5
MES	2020	22,2
	2021	21,5
	2022	22,5

Table 3. Rainfall and irrigation water utilisation efficiency in sweet maize yield in different crop years (kg mm⁻¹) (Debrecen, 2020, 2021, 2022). (1) Hybrids, (2) Years, (3) Raw grain (kg mm⁻¹)

Következtetések

Megállapítottuk, hogy a három év közül mindkét hibrid esetében 2022-ben a kedvezőtlen évjáratban volt a legkevesebb a termés mennyisége, ugyanakkor 2020-ban szignifikánsan magasabb volt. A GSS csemegekukorica esetében 2020-hoz viszonyítva, 2021-ben mindössze 4%-kal, 2022-ben azonban 21%-kal szignifikánsan volt kevesebb a termés mennyisége. A MES csemegekukorica esetében 2020-hoz viszonyítva, 2021-ben 13%-kal, 2022-ben 17%-kal volt szintén kevesebb a termés mennyisége.

Li et al. (2021) vizsgálati eredményeivel megegyezően bizonyítottuk az öntözővíz mennyiségének fontosságát a természetes csapadék kiegészítéseként, a tenyészidőszak során. Vizsgálatainkban a nagyobb mennyiségű öntözővíz késleltette fenológiai fejlődést és elhúzódo vegetatív növekedési szakaszt eredményezett, míg a kevesebb kijuttatott öntözővíz mennyiséggel a vegetatív fejlődési szakasz jelentősen lerövidült és korai érettséghez vezetett. Saját kutatási eredményeink alapján bizonyítottuk, hogy ezzel szemben az évjárathatás elsődleges és szignifikáns. A hatékony precíziós kukoricatermesztés alapja a tápanyag- és vízgazdálkodás összehangolása és a szántóföldi tartamkísérletekben elért új tudományos eredmények gyakorlati alkalmazása (*Széles et al.* 2018, 2019; *Nyéki et al.* 2021).

IRODALOM

- 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.
- Barmeier, G.-Hofer, K.-Schmidhalter, U.*: 2017. Mid-season prediction of grain yield and protein content of spring barley cultivars using high-throughput spectral sensing. *Eur. J. Agron.* 90: 108-116.
- Delgado, J. A.-Bausch, W. C.*: 2005. Potential use of precision conservation techniques to reduce nitrate leaching in irrigated crops. *J. Soil Water Conserv.* 60: 379-387.
- Demeter, C.-Nagy, J.-Huzsvai, L.-Zelenák, A.-Szabó, A.-Széles, A.*: 2021. Analysis of the content values of sweet maize (*Zea mays* L. Convar Saccharata Koern) in precision farming. *Agronomy.* 11. 12: 2596.

- Dhaliwal, D. S.–Williams, M. M.*: 2022. Evidence of sweet corn yield losses from rising temperatures. *Scientific Reports*. 12. 1: 18218.
- 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.
- 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.
- Illés, Á.–Bojtor, Cs.–Széles, A.–Mousavi, S. M. N.–Tóth, 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. Paper: ID 6682573.
- 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.
- Li, Y.–Cui, S.–Zhang, Z.–Zhuang, K.–Wang, Z.–Zhang, Q.*: 2020. Determining effect of water and nitrogen input on maize (*Zea mays* L.) yield, water- and nitrogen use efficiency: A global synthesis. *Scientific Reports*. 10: 9699.
- Net1.*: 2023. <https://agrarium7.hu/cikkek/14-a-kukorica-ontozeses-termesztese>
- Nyéki, A.–Kerepesi, C.–Daróczy, B.–Benczúr, A.–Milics, G.–Nagy, J.–Harsányi, E.–Kovács, A.–Neményi, M.*: 2021. Application of spatio-temporal data insite specific maize yield prediction with machine learning methods. *Precision Agriculture*. 22: 1397–1415.
- Okumura, R. S.–Vidigal Filho, P. S.–Scapim, C. A.–Marques, O. J.–Franco, A. A. N.–Souza, R. S.–Reche, D. L.*: 2014. Effects of nitrogen rates and timing of nitrogen topdressing applications on the nutritional and agronomic traits of sweet corn. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 12. 2: 391–398.
- 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.
- Rogers, B.–Stone, P.–Shaw, S.–Sorensen, I.*: 2000. Effect of sowing time on sweet corn yield and quality. *N. Z. J. Agric. Res.* 30: 55–61.
- Sadler, E. J.–Evans, R. G.–Stone, K. C.–Camp, C. R.*: 2005. Opportunities for conservation with precision irrigation. *J. Soil Water Conserv.* 60: 371–378.
- 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.

- Sulpice, R.-Pyl, E. T.-Ishihara, Het.:* 2009. Starch as a major integrator in the regulation of plant growth. Proceedings of the National Academy of Sciences. USA. 106: 10348-10353.
- Szabó A.-Illés Á.-Bakos Zs.-Nagy J.:* 2023. A precíziós csepegtető öntözés hatása a csemegekukorica (*Zea mays* conv. *saccharata* Koern) normalizált differenciált vegetációs index, levélterületi index és SPAD értékeire szántóföldi kísérletben. Növénytermelés. 72. 1: 107-122.
- Széles, A.-Horváth, É.-Vad, A.-Harsányi E.:* 2018. The impact of environmental factors on protein content and yield of maize grain at different nutrient supply levels. Emirates Journal of Food 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.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

Dr. Nagy János – Illés Árpád
Debreceni Egyetem MÉK
Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032
*nagyjanos@agr.unideb.hu

Demeter Cintia – Bakos Zsuzsanna – Szabó Atala – Sinka Lúcia –
Hajer Mohamed Ibrahim Sidahmed – Simon Károly
Debreceni Egyetem
Kerpely Kálmán Doktori Iskola
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032

