

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 lemorzsoltuk 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)

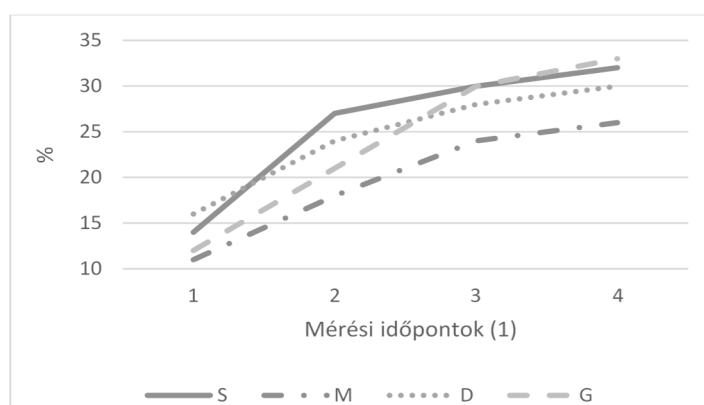


Figure 1. Grain dry matter (S, M, D, G) gain dynamics of sweet maize hybrids (%) (Debrecen, 2021). (1) Measurement times

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

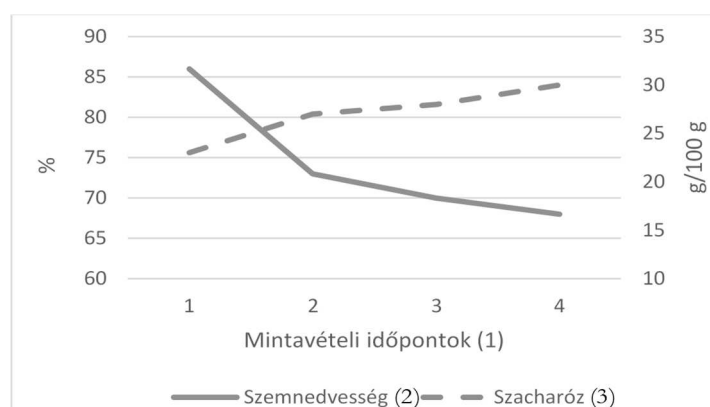


Figure 2. Dynamics of grain moisture (%) and sucrose content (g per 100 g) of sweet maize hybrid S (Debrecen, 2021). (1) Measurement times, (2) Grain moisture, (3) Sucrose

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)

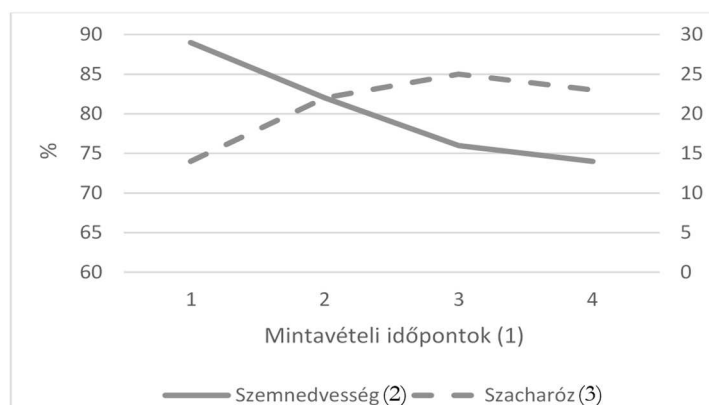


Figure 3. Dynamics of grain moisture (%) and sucrose content (g per 100 g) of sweet maize hybrid M (Debrecen, 2021). (1) Measurement times, (2) Grain moisture, (3) Sucrose

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)

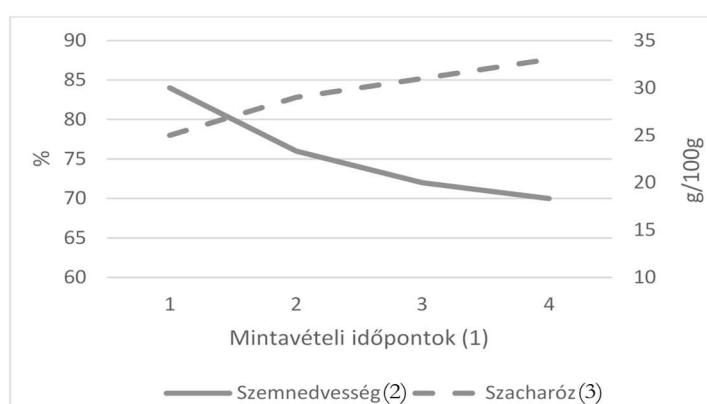


Figure 4. Dynamics of grain moisture (%) and sucrose content (g per 100 g) of sweet maize hybrid D (Debrecen, 2021). (1) Measurement times, (2) Grain moisture, (3) Sucrose

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)

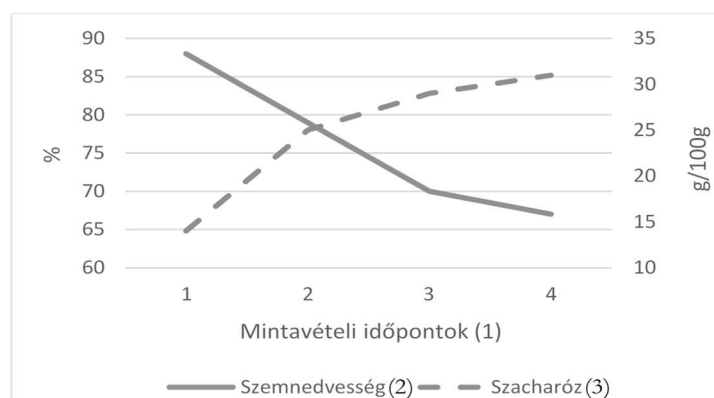


Figure 5. Dynamics of grain moisture (%) and sucrose content (g/100 g) of sweet maize hybrid G (Debrecen, 2021). (1) Measurement times, (2) Grain moisture, (3) Sucrose

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.-Széles, 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

