

## **Szuperédes csemegekukorica (*Zea mays* L. convar *saccharata* Koern) beltartalmi paramétereinek elemzése eltérő évjáratokban öntözéses termesztésben**

BAKOS ZSUZSANNA - NAGY JÁNOS

Debreceni Egyetem MÉK

Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet, Debrecen

### **Összefoglalás**

A csemegekukorica termesztés eredményességét elsősorban az évjárat hatások jelentős eltérései határozzák meg. Magyarországon, nagyszámú aszályos periódusok indokolják az öntözéses termesztést. Öntözés nélkül a termesztés kockázatos, súlyosan aszályos évben még a költségek megtérülése is bizonytalan. Vizsgálatainkat három eltérő évjáratban (2020, 2021, 2022) végeztük. A tenyészidőszakban (május–augusztus) 2020-ban 138 mm-rel több, míg 2021-ben 65 mm-rel és 2022-ben 140 mm-rel kevesebb csapadék hullott a sokéves átlaghoz képest. A csemegekukorica víz igényét csepegtető öntözéssel biztosítottuk a teljes időszakban. Kísérleti eredményeink alapján a 2022-es extrém száraz évjáratban mért nyersterméshez (11,359 t/ha) viszonyítva 2020-ban hektáronként 5,828 tonnával, 2021-ben 7,127 tonnával nagyobb termést értünk el. Tudományos kutatási eredményeink alapján megállapítottuk, hogy öntözés nélkül a csemegekukorica termesztés kockázatos, azonban az extrém aszályos évjáratokban a nagy hőstressz miatt az öntözés teljes mértékben nem képes az évjáratot kompenzálni.

**Kulcsszavak:** csemegekukorica, évjárat, beltartalom

**Analysis of the yield parameters of super sweet maize  
(*Zea mays* L. convar *saccharata* Koern)  
in different crop years under irrigation**

ZS. BAKOS - J. NAGY

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

**Summary**

The success of sweet maize production is mainly determined by the significant variation in the effects of the crop year. In Hungary, a large number of drought periods justify the use of irrigation. Without irrigation, cultivation is risky, and in a severely drought year, even the return on costs is uncertain. Our tests were carried out in three different years (2020, 2021, 2022). In the growing season (May-August), the rainfall was 138 mm more in 2020, 65 mm less in 2021 and 140 mm less in 2022 compared to the long-term average. The water requirements of sweet maize were met by drip irrigation throughout the period. Based on the experimental results, compared to the yield of 11,359 t/ha in the extreme dry year of 2022, the yield was 5,828 t/ha higher in 2020 and 7,127 t/ha higher in 2021. Based on the results of the scientific research, it has been concluded that sweet maize production without irrigation is risky, but in extreme drought years irrigation cannot fully compensate for the weather effect due to high heat stress.

**Keywords:** sweet maize, crop year, contents

**Bevezetés**

Napjainkban a klímaváltozás következtében az emberiség élelmezése egyre nagyobb kihívást jelent. A kukoricatermesztésnek egyaránt kiemelkedő szerepe van a takarmány és humánfogyasztás szempontjából (Nagy 2021).

A csemegekukorica jelentősége évről évre növekszik. A mezőgazdasági üzemek kiváló termesztéstechnológiát valósítanak meg, a terület közel 70%-

át öntözik. A precíziós csemegekukorica termesztési technológia fejlesztésében jelentős szerepe van a tenyészidőszakban a naprakész időjárási adatok felhasználásának (Gombos és Nagy 2019, 2024; Gombos et al. 2023). Nagyon fontos a felhasználási célnak legjobban megfelelő csemegekukorica hibridek termesztése, ezért jelentős a normálédes és szuperédes csemegekukorica hibridek kutatása és összehasonlító elemzése (Demeter et al. 2021).

A csemegekukorica mint egészséges élelmiszer világszerte kiemelt jelentőségű, elsősorban kiváló beltartalmi értéke miatt (Swapna et al. 2020). A kukorica a világ lakosságának élelmezésében betöltött alapvető szerepe és a termelésének gyors ütemű növekedése miatt a világ egyik legfontosabb kultúrnövénye lett (Nagy 2021).

A csemegekukorica az egész világon fogyasztott gabonaféle, termése bőségesen tartalmaz tápanyagokat, például ételrostot, fehérjét, szénhidrátokat, vitaminokat, ásványi anyagokat és fitokemikáliákat, beleértve a karotinoidokat (Parra et al. 2007). A zöldségek és gyümölcsök kiemelkedő táplálkozásélettani szerepet töltenek be szervezetünk megfelelő működésében. Jelentős vitamin-, ásványi anyag- és antioxidáns-tartalmuk miatt szerepet játszanak számos betegség kockázatának csökkentésében. Teljes kiőrlésű gabonaként a kukorica az egészségvédő élelmiszerek közé tartozik, kutatások szerint segít csökkenteni olyan krónikus betegségek kialakulásának kockázatát, mint a szívbetegség, a vastagbélrák, a 2. típusú cukorbetegség és az elhízás (McRae et al. 2017, Mketinas et al. 2019). A kukoricában található rostok segítik az emésztést és hozzájárulnak a normál testsúly fenntartásához. A lutein a szemben és az agyban található karotinoidok több mint felét teszi ki, ahol védelmet nyújt a fénykárosodás, az oxidatív stressz és gyulladások ellen (Niu et al. 2020). A karotinoidok – különösen a lutein és a zeaxantin – funkcionális pigmentek (Jiao et al. 2018). A luteint és zeaxantint tartalmazó élelmiszerek, például zöldségek és gyümölcsök, csökkentik a rák, az angiocardioopathia és egyéb degeneratív és krónikus betegségek kialakulásának kockázatát (Goula et al. 2017). A szem retinájának makulájában halmozódik fel, ahol védő szerepet játszanak az életkorral összefüggő makuladegeneráció (AMD) és egyéb szembetegségekkel szemben. Sajnos, mivel ezek a vegyületek nem a szervezetben termelődnek, bevitelük elsősorban a karotinoidokban gazdag élelmiszerek fogyasztásától függ (Calvo 2005).

A csemegekukorica fontos A-provitamin-forrás az emberek számára. Az A-vitamin-hiány károsítja az immunrendszert és vakságot okozhat, különösen igaz ez a fejlődő országokban élő gyermekeknél, ahol az élelmiszerek korlátozottan állnak rendelkezésre. A megoldás a növények – mint például a kukorica – bioerősítése. A biofortifikáció fenntartható módot kínál az A-vitamin-hiány és más mikrotápanyag-hiányos táplálkozási problémák megelőzésére (Yang *et al.* 2018). A csemegekukorica beltartalmi értéke kiváló, míg a takarmánykukorica keményítőtartalma magas (Revilla *et al.* 2021). A kukoricaszem cukortartalma hibridenként nagymértékben eltérő (Abadi és Sugiharto 2019). A csemegekukoricának jelentős a tápértéke, kitűnő ízanyagai mellett táplálkozás-élettani jelentőségét magas fehérje- és szénhidrát-, illetve vitamintartalma (elsősorban B1-, B2-, B3-, C- és E-vitamin) adja, így fontos szerepe van az idegrendszer és az anyagcsere megfelelő működésében, a bőr védelmében, a csontok, fogak és vérerek egészségének megőrzésében. A csemegekukorica az antioxidánsok és más fitokemikáliák, például a melatonin és triptofán gazdag forrása. A melatonin fokozza az agyból származó neurotróf faktor génexpresszióját, ami az idegsejtek működését javítja és az agy öregedésgátló hatása van az agysejtekre (Chumpiyya *et al.* 2016). A kukoricában található sokféle bioaktív anyag közül ki kell emelni a luteint és a zeaxantint. A lutein tartós fogyasztása hozzájárul számos krónikus betegség kialakulásának csökkentéséhez, gyulladáscsökkentő hatással bír. A karotinoidok a másodlagos anyagcsere által szintetizált pigmentek legnagyobb csoportja, több mint 600 szerkezet jellemzi. Ezek olyan zsírban oldódó antioxidánsok, amelyeket a növények a szabad gyökök károsító hatásaitól való védelem érdekében termelnek (Messias *et al.* 2014). A karotinoidoknak nélkülözhetetlen szerepe van a fotoszintézisben és a fényvédelemben is (Maiani *et al.* 2009).

A speciális kukoricaalapú funkcionális élelmiszerek diverzifikációja még korlátozott. A jövőben várhatóan a funkcionális élelmiszerek fontos alkotóeleme lesz (Aqil és Aqil 2020).

### Anyag és módszer

Kísérletünket a Debreceni Egyetem agrárkampuszán a Bemutatókertben mészlepedékes csernozjom talajon állítottuk be, amely a 47,5524502, 21,5999328 alatt található. A kísérleti terület kilugzott csernozjom talaj, amely jó víz- és tápanyaggazdálkodási paraméterekkel rendelkezik. A talaj felső 1 méteres rétegének pH értéke átlagosan 7,59 egység. Arany-féle kötöttségi száma 45,8 (1. táblázat).

1. táblázat. A vizsgált terület talajának főbb kémiai tulajdonságai a felső 0–100 cm-es szelvényben (Debrecen, 2021)

Kémiai tulajdonság (1)	Érték (2)
Vízben oldható összes só (m/m%) (3)	0,0065
Szénsavas mész (m/m%) (4)	15,33
Humusz (m/m%) (5)	3,35
Nitrogén-nitrit+nitrát (kálium klorid oldható) (mg/kg légsz.a.) (6)	5,27
Magnézium (kálium-klorid oldható) (mg/kg légsz.a.) (7)	435,5
Kén (kálium-klorid oldható) (mg/kg légsz.a.) (8)	7,97
Kálium-oxid (ammónium-laktát oldható) (mg/kg légsz.a.) (9)	274,68
Nátrium (ammónium-laktát oldható) (mg/kg légsz.a.) (10)	54,23
Foszfor-pentoxid (ammónium-laktát oldható) (mg/kg légsz.a.) (11)	343,8

*Table 1.* Main soil chemical properties of the study area in the upper 0–100 cm section (Debrecen, 2021). (1) Chemical characteristics, (2) Values, (3) Total water-soluble salt (m/m%), (4) Calcareous lime (m/m%), (5) Humus (m/m%), (6) Nitrogen+nitrite+nitrate (KCl-soluble) (mg/kg air-dry matter), (7) Magnesium (KCl-soluble) (mg/kg air-dry matter), (8) Sulphur (KCl-soluble) (mg/kg air-dry matter), (9) Potassium-oxide (Ammonium lactate soluble) (mg/kg air-dry matter), (10) Sodium (Ammonium lactate soluble) (mg/kg air-dry matter), (11) Phosphorus-pentoxide (Ammonium lactate soluble) (mg/kg air-dry matter)

#### Laborvizsgálati módszerek

A minőségi paramétereket meghatározását a betakarításkor vett mintából laboratóriumban vizsgáltuk a Debreceni Egyetem MÉK Agrárműszerközpontjában. A csemegekukorica beltartalmi értékeinek statisztikai elemzéséhez a mintavételekre véletlenszerűen választottuk ki a növényegyedeket. Teljes

csőhosszúságban, a cső alapi részétől egészen a cső csúcsi részéig éles késsel magmintákat vettünk.

Az ásványielem meghatározására a csemegekukorica szemtermésének szárítása során kíméletes alacsony hőmérsékletet alkalmaztunk (50 °C) majd 24 °C fokon tároltuk a mintákat feldolgozásig. Mértük a csemegekukorica minták nedvességtartalmát. A minták állományból történő begyűjtése után azonnal megkezdődött a szárítószekrényben (Binder FD 720 hőkamra) a szárítás maximális levegősebességgel. Csemegekukorica szemminták elemtartalmának meghatározásához az előkészített mintából 0,5 g-ot mértünk be, erre 5 ml desztillált cc. HNO<sub>3</sub>-at és 3 ml 30%-os H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-ot adagoltunk. Lezártuk és ETHOS Plus Milestone mikrohullámú roncsolóval és az Application Note 076 módszerrel négy lépésben roncsoltuk. A roncsolás befejezése után az edényeket lehűtöttük, tartalmukat felnyitás után 50 ml-es mérőlombikba öntöttük. A méréseket induktív plazmagerjesztésű atomemissziós ICAP 7000 spektrofotométerrel (Thermo Scientific) végeztük.

A laborvizsgálatokhoz a friss mintákat folyékony nitrogénben szállítottuk, majd feldolgozásig, -84 °C-on fagyaszttva tároltuk. A csemegekukorica mintákat szárazjéggel együtt megdaráltuk, majd a megdarált minta kb. 1/3 részét 40 ml-es EPA fiolába tettük. A szárazjég elszublimálásáig nyitott edényben, szobahőmérsékleten tároltuk. A szobahőmérséklet elérése után azonnal lemértük a fiola tömegét. A fiolákat ezután 70 °C-os vákuumszáritószekrénybe helyeztük, 500 mbar vákuumot alkalmazva, 3 óra elteltével a vákuumot 100 mbar-ra csökkentettük és egy éjszakán át ezen a nyomáson szárítottuk. A szárítószekrényből kivéve légmentesen lezártuk, mikor szobahőmérsékletre lehűlt, lemértük a pontos tömegét. A karotinoidok mennyiségének meghatározásakor a *Moros et al.* (2002) módszert alkalmaztuk. A vizsgálatokhoz 0,6 g darált mintát mértünk be 50 ml-es centrifugacsőbe. Hozzáadtunk 6 ml 100%-os etanolt, vortexeltük 30 másodpercig, majd hűtött ultrahang kádban ultrahangoztuk 5 percig. Hozzáadtunk 3 ml 10%-os NaCl oldatot és 10 ml hexánt, és vortexeltük 30 másodpercig. Centrifugáltuk 3 percig a fázisok szétválásáig 5000 rpm-en. A felső, hexános fázist átpipettáztuk bepárlócsőbe. A hexános extrakciót még kétszer megismételtük, az alsó vizes-alkoholos fázis elszintelenedéséig. Az összegyűjtött hexános frakciókat nitrogénáram alatt szárazra pároltuk szobahőmérsékleten, sötétben. A bepárolt maradékhoz 2 ml 0,1% BHT-t tartalmazó MeOH-t adtunk. Vortex, és

ultrahang segítségével feloldottuk, majd az oldatot 0,22 µm-es pórusátmérőjű fecskendőszűrőn át HPLC fiolába szűrtük. HPLC vizsgálatig fagyasztóban, -18 °C-on tároltuk.

#### *Klimatikus tényezők*

A kísérleti évek időjárását a Debreceni Egyetem agrárkampuszán elhelyezett automata meteorológiai állomás mérési adatai alapján elemezzük. 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 csemegekukorica 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 (2. táblázat), 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 (3. 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 (2. táblázat). Áprilisban és májusban végig az évszakhoz képest hűvös időjárás uralkodott (3. 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 csapadék (mm) havi és féléves összegei  
a 2020–2022 időszakban  
(Debrecen, Agrárkampusz)

Időszak (1)	2020	2021	2022
Téli félév (X–III.) (2)	261 (+47)	246 (+32)	150 (-64)
Nyári félév (IV–IX.) (3)	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)

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

Table 2. Monthly and half-yearly precipitation (mm) amounts in the period 2020–2022 (Debrecen, Agricultural Campus). (1) Period, (2) Winter half-year (X–III), (3) Summer half-year (IV–IX), (4) April, (5) May, (6) June, (7) July, (8) August, (9) September

2022-ben még súlyosabb aszály alakult ki. Ebben fontos szerepe volt annak, hogy a téli időszakban a talajok mélyebb rétegei nem tudtak átnedvesedni. 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 hullott, ami 115 mm-el elmarad az átlagostól (2. táblázat). 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 (3. táblázat). Szeptember folyamán igen sok eső esett, több mint a megelőző öt hónapban, így a teljes tenyészidőszak csapadékösszege – megtévesztő módon – már nem utal szélsőségesen száraz viszonyokra.

3. táblázat. A hőmérséklet (°C) havi és féléves középértékei  
a 2020–2022 időszakban  
(Debrecen, Agrárkampusz)

Időszak (1)	2020	2021	2022
Téli félév (X-III.) (2)	5,4 (+1,2)	4,3 (+0,1)	4,2 (0,0)
Nyári félév (IV-IX.) (3)	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)

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

Table 3. Monthly and half yearly mean temperature (°C) values for the period 2020–2022 (Debrecen, Agricultural Campus). (1) Period, (2) Winter half-year (X-III), (3) Summer half-year (IV-IX), (4) April, (5) May, (6) June, (7) July, (8) August, (9) September

### Eredmények

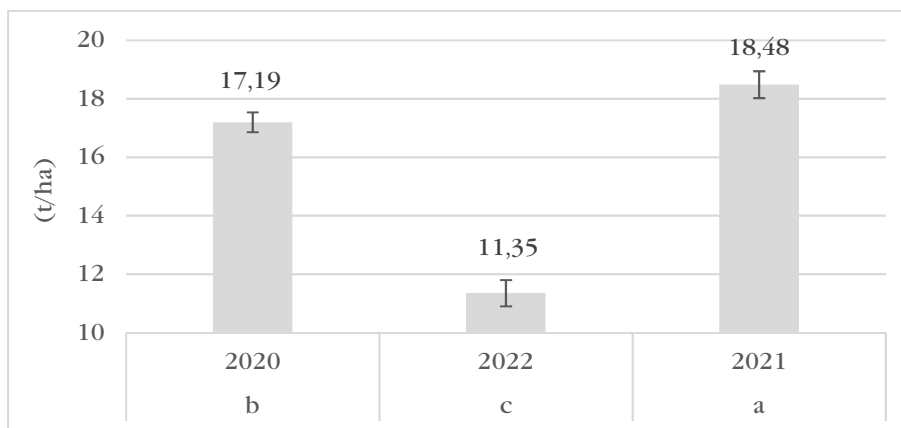
A szuperédes nyers csemegekukorica feldolgozása elsősorban a konzerviparban történik (konzerv, fagyasztott), de másodsorban már a friss fogyasztása is növekszik. A termelők a konzervipar számára a nyers kukoricacsövet csuhéjjal, szerződés alapján, ütemezve szállítják. A feldolgozóüzem a csuhé nélküli nyers csőtömeg mennyisége alapján fizet, ezért a termelő számára a legfontosabb mutató a nyers csuhé nélküli termés.

A csemegekukorica termesztésben a legnagyobb befolyásoló tényező az évjárat. Az évjáratot leginkább a lehullott csapadékkal és a növények számára rendelkezésre álló hasznos hőösszeggel jellemezhetjük. Kísérleti eredményeinket három évjáratban 2020, 2021, 2022-ben értékeltük. Az összehasonlítás alapjául a 2022-es extrém száraz évjárat eredményeit használtuk, amikor a nyers (csuhé nélküli) termés 11,359 t/ha volt. 2022-ben az aszály kialakulását segítette, hogy a téli időszakban mindössze 150 mm csapadék hullott, amely nem töltötte fel a talaj mélyebb rétegeit. 2022-ben

május, június, július, augusztus hónapokban 105 mm csapadék hullott, ez 140 mm-rel kevesebb a sokévi átlaghoz képest. A nyári hónapokban jelentős volt a hőstressz, a sokévi átlaghoz képest júniusban 3,4; júliusban 2,4 és augusztusban 2,9 °C-kal kevesebb volt. 2022. eredményeihez viszonyítva 2020-ban a termés hektáronként 5,828 tonnával volt nagyobb. 2020-ban a tenyészidőszakban nagy mennyiségű csapadék hullott (399 mm) és az eloszlása is nagyon kedvező volt, különösen a három nyári hónapban. A hőmérséklet is kedvező, a sokévi átlagnak megfelelő volt. 2021. áprilisban és májusban az évszakhoz képest hűvös időjárás uralkodott, áprilisban átlag alatti, 33 mm csapadékkal. Május csapadékelátása kiváló volt (66 mm). Júniust meleg időjárás jellemezte, mindössze 6 mm csapadékkal. Júliusban a csapadék mennyisége (70 mm) meghaladta a sokéves átlagot. A nyári hónapokban magas hőmérséklet uralkodott, a kiváló eredmények a hatékony csepegtető öntözésnek köszönhető.

A termés 2020-hoz viszonyítva hektáronként 2021-ben 1,299 tonnával magasabb, 2022-ben a súlyosan aszályos évjáratban 4,828 tonnával alacsonyabb volt (1. ábra).

1. ábra. Csemegekukorica nyerstermése (csuhé nélkül) (t/ha)  
(Debrecen, 2020–2022)

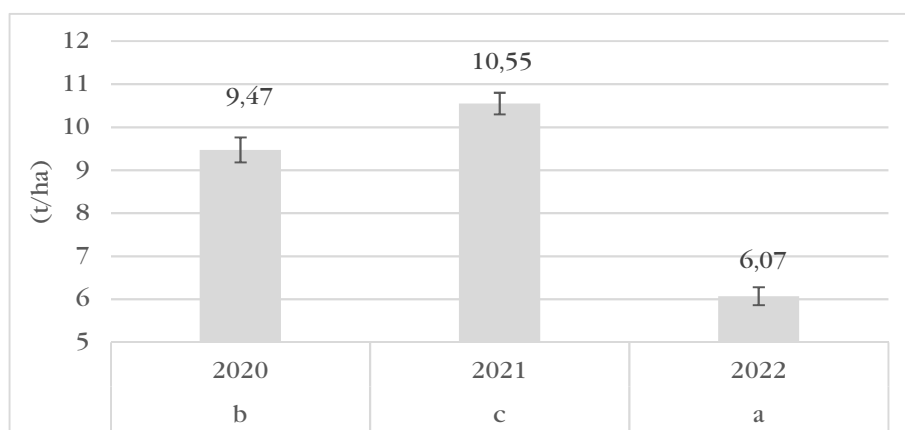


Megjegyzés: az eltérő betűvel jelzett értékek egymástól statisztikailag különböznek.

Figure 1. Sweet maize raw yield (without husk) (t/ha) (Debrecen, 2020–2022). Note: values with different lettering are statistically different from each other.

A konzervgyárak és a hűtőipari vállalatok számára fontos, hogy a feldolgozáshoz folyamatosan rendelkezésre álljon a friss csemegekukorica. A nyersszemtermés mennyisége és aránya elsősorban az évjáratoktól függ. A folyamatos betakarítást és szállítást pedig a természetendő hibridek megválasztásával és a vetésidő szakaszolásával igyekeznek biztosítani, ebben a termelő és a termeltető szoros együttműködése szükséges. Kísérleti eredményeink szerint a nyersszemtermés mennyisége is elsősorban az évjárathatástól függ. A 2022-es extrém aszályos évjáratban elért nyersszemterméshez (6,067 t/ha) viszonyítva hektáronként 2020-ban 3,410 tonnával, 2021-ben 4,484 tonnával volt nagyobb az eredmény (2. ábra).

2. ábra. Csemegekukorica nyersszem-termése (t/ha)  
(Debrecen, 2020–2022)



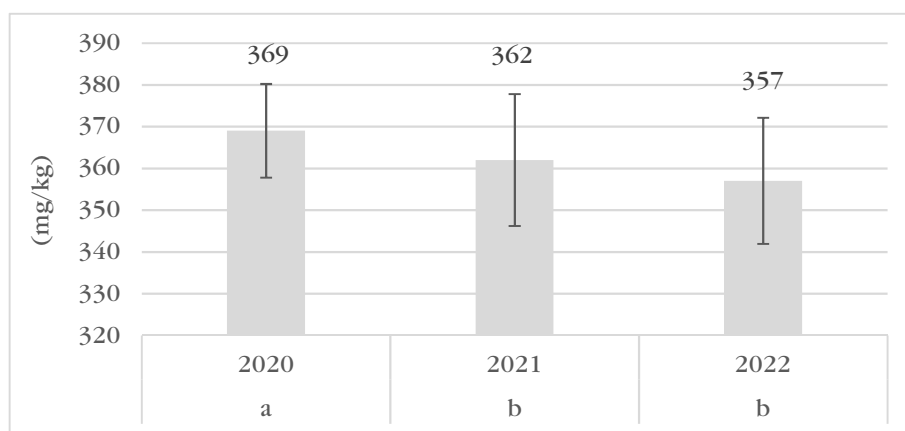
Megjegyzés: az eltérő betűvel jelzett értékek egymástól statisztikailag különböznek.

Figure 2. Raw grain yield of sweet maize (t/ha) (Debrecen, 2020–2022). Note: values with different lettering are statistically different from each other.

A csemegekukorica egyre népszerűbb egészséges élelmiszer. Táplálkozási értéke, fehérjetartalma a borsóhoz hasonlítható. A szuperédes csemegekukorica jelentősége kiemelkedő, mert keményítőtartalma 10%-tól kevesebb, viszont szacharóztartalma jelentős (25–30%). A nagy mennyiségű oldható rost csökkentheti a koleszterinszintet. Kísérleteinkben az évjárattól függően eltérő volt a csemegekukoricaszem Ca- és K-tartalma. Kedvező évjáratban

(2020) a Ca-tartalom (369 mg/kg) jelentős volt. Az aszályos 2021-ben és 2022-ben a Ca-tartalom alacsonyabb volt és egymástól szignifikánsan különböztek (3. ábra).

3. ábra. Csemegekukorica szem Ca-tartalma (mg/kg)  
(Debrecen, 2020–2022)



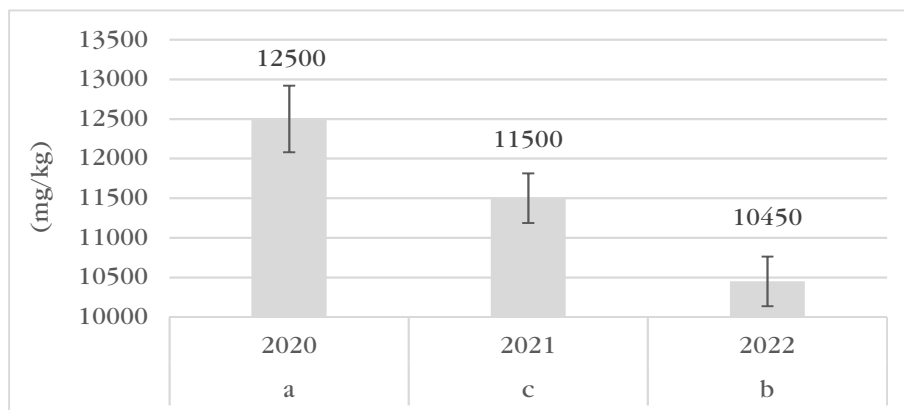
Megjegyzés: az eltérő betűvel jelzett értékek egymástól statisztikailag különböznek.

Figure 3. Ca content in sweet maize kernels (mg/kg) (Debrecen, 2020–2022). Note: values with different lettering are statistically different from each other.

A K-tartalom hasonló tendenciát mutatott az évjáratok hatására (4. ábra), de minden vizsgált évben egymástól szignifikánsan különbözött (2020-ban 12 544 mg/kg, 2021-ben 11 429 mg/kg, 2022-ben 10 450 mg/kg).

A csemegekukorica P-tartalma értékes ásványi anyag, fontos az egészséges táplálkozásban. Kísérleteinkben a laborvizsgálati eredmények alapján megállapítottuk, hogy a csemegekukorica szem P-tartalma a vizsgált évjáratokban szignifikánsan különbözött. A 2022-es aszályos évjáratához (3257 mg/kg) képest a kedvező 2020-ban 3454 mg/kg és 2021-ben 3361 mg/kg volt a Ca tartalom (5. ábra).

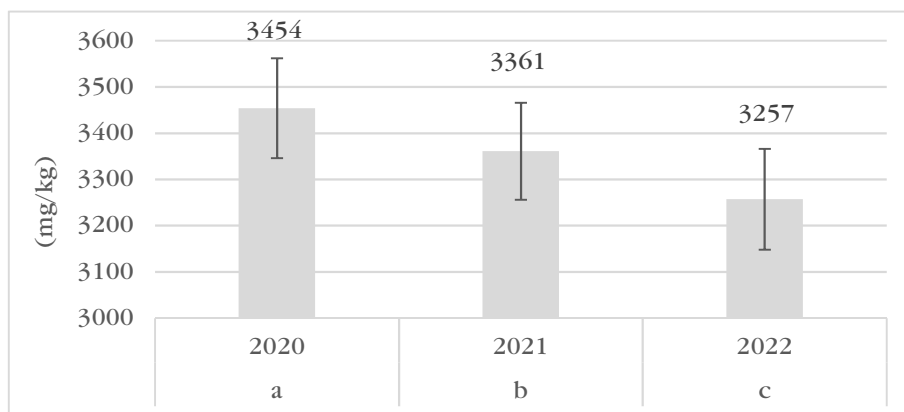
4. ábra. Csemegekukorica szem K-tartalma (mg/kg)  
(Debrecen, 2020–2022)



Megjegyzés: az eltérő betűvel jelzett értékek egymástól statisztikailag különböznek.

Figure 4. K content in sweet maize kernels (mg/kg) (Debrecen, 2020–2022). Note: values with different lettering are statistically different from each other.

5. ábra. Csemegekukorica szem P-tartalma (mg/kg)  
(Debrecen, 2020–2022)

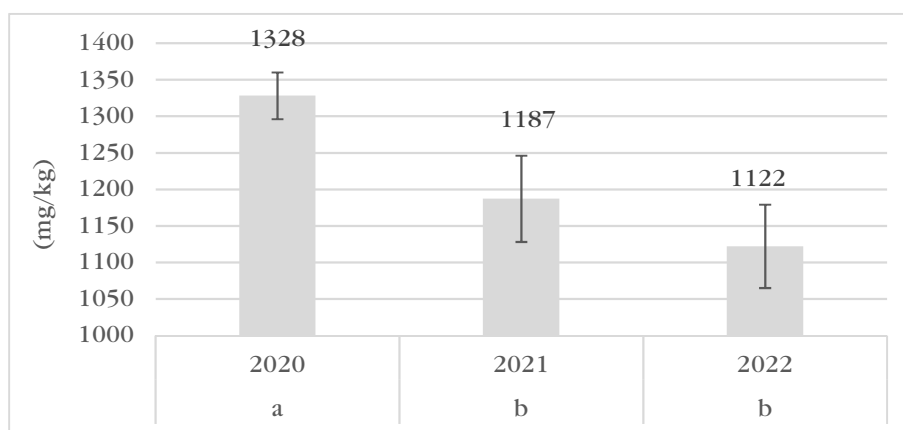


Megjegyzés: az eltérő betűvel jelzett értékek egymástól statisztikailag különböznek.

Figure 5. P content in sweet maize kernels (mg/kg) (Debrecen, 2020–2022). Note: values with different lettering are statistically different from each other.

A csemegekukoricaszemek Mg-tartalmát az évjáratok kevésbé befolyásolták, az aszályos években az értékek megbízhatóan nem különböztek, 2021-ben 1184 mg/kg és 2022-ben 1122 mg/kg. A kedvező évjáratban 2020-ban jelentősebb Mg-értéket mértünk (1328 mg/kg) és szignifikánsan különbözött a két aszályos évben mért tartalomtól (6. ábra).

6. ábra. Csemegekukorica szem Mg-tartalma (mg/kg)  
(Debrecen, 2020–2022)

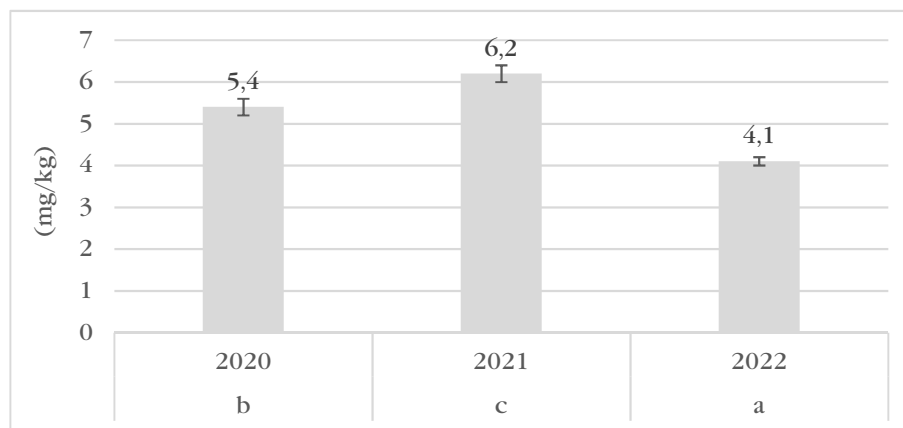


Megjegyzés: az eltérő betűvel jelzett értékek egymástól statisztikailag különböznek.

Figure 6. Mg content in sweet maize kernels (mg/kg) (Debrecen, 2020–2022). Note: values with different lettering are statistically different from each other.

A szuperédes csemegekukorica, a nemesítés eredményeként, beltartalmi értékei egyre jobbak. Az újabb csemegekukorica hibridek luteintartalma a sikeres nemesítői munka eredményeként jelentősen nagyobb értékeket mutatnak. A vizsgált években a luteintartalom a vizsgált évjáratokban szignifikánsan eltérő volt 2020-ban 5,4 mg/kg, 2021-ben 6,2 mg/kg, és még aszályos évjáratban 2022-ben is 4,1 mg/kg (7. ábra).

7. ábra. Csemegekukorica szem luteintartalma (mg/kg)  
(Debrecen, 2020–2022)



Megjegyzés: az eltérő betűvel jelzett értékek egymástól statisztikailag különböznek.

Figure 7. Lutein content in sweet maize kernels (mg/kg) (Debrecen, 2020–2022). Note: values with different lettering are statistically different from each other.

### Következtetések

A csemegekukorica termesztés fejlesztése pontos szakmai tevékenységet és precíziós termesztéstechnológiát igényel Magyarországon. Jelenleg a vetésterületének több mint 70%-án öntöznek és kiváló csemegekukorica vetőmagok állnak a termelők rendelkezésére. A precíziós termesztéstechnológiát alkalmazó kiváló gazdaságokban a terméseredményeket elsősorban az évjáráthatás, az árbevételeket pedig a felvásárlási ár határozza meg.

Három különböző évjáratot vizsgálva számszerűsítettük az egyes évek termésre és beltartalmi értékre gyakorolt hatását. A korszerű szántóföldi kísérletben minden feltétel biztosítva volt. A szántóföldi kísérlet megbízhatóságát növelte, hogy minden évben a tenyészidőszakban folyamatosan csepegtető-öntözőrendszer alkalmazásával kiegészítettük a hiányos csapadék-ellátottságot. 2020-ban 48 mm, 2021-ben 214 mm, a súlyosan aszályos 2022-ben 334 mm volt a kiöntözött vízmennyiség. Az évjáráthatásokat egyrészt a lehullott csapadék és az öntözővíz együttes mennyiségére vetített terméseredményekkel jellemeztük. A súlyosan aszályos 2022-ben összes vízmennyiség 1 mm-ére 14

kg, 2020-ban 22 kg és a kedvező 2021-ben 27 kg nyers szemtermés jutott. Másrészt értékeltük a tenyészidőszakban rendelkezésre álló hasznos hőösszegek hatását. A legnagyobb terméseredményt mutató 2021-ben a HU 1010 volt. 2020-ban és 2022-ben az értékek alacsonyabbak voltak és szignifikánsan nem különböztek (825 és 840 HU).

### Köszönetnyilvánítás

A TKP2021-NKTA-32 számú projekt a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában

### IRODALOM

- Abadi, W.–Sugiharto, A. N.:* 2019. Uji keunggulan beberapa calon varietas hibrida jagung manis (*Zea mays* L. var. saccharata). Jurnal Produksi Tanaman. 7. 5: 939–948.
- Aqil, S.–Aqil, M.:* 2020. Prospect of specialty maize as functional food to support food diversification in Indonesia. IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci. 484. 012118.
- Calvo, M.:* 2005 Lutein: A valuable ingredient of fruit and vegetables, Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 45. 7–8: 671–696.
- Chumpiyya, S.–Plaingarm, W.–Tencomnao, T.:* 2016. Neuroprotective Effect of Rice and Corn Extracts Against H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> - Induced Neurotoxicity in HT22 Murine Hippocampal Neuronal Cells. Med. Health. 11: 151–170.
- Demeter C.–Széles A.–Illés Á.–Bojtor Cs.–Szabó A.–Bakos Zs.–Zelenák A.–Nagy J.:* 2021. Normálédes és szuperédes csemegekukorica (*Zea mays* L. convar. saccharata Koern) hibridek beltartalmi értékeinek összehasonlító elemzése. Növénytermelés. 70. 2: 5–10.
- Gombos B.–Nagy J.:* 2019. Az időjárás értékelése kukorica (*Zea mays* L.) tartamkísérletek eredményei alapján. Növénytermelés. 68. 2: 5–23.
- Gombos, B.–Nagy, J.:* 2024. An empirical and a dynamic-empirical model for the estimation of maize seedbed temperature. Időjárás / Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service. 128. 1: 41–57.
- Gombos, B.–Nagy, Z.–Hajdu, A.–Nagy, J.:* 2023. Climate change in the Debrecen area in the last 50 years and its impact on maize production. Időjárás / Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service. 127. 4: 485–504.

- Goula, A. M.-Ververi, M.-Adamopoulou, A.-Kaderides, K.:* 2017. Green ultrasound-assisted extraction of carotenoids from pomegranate wastes using vegetable oils. *Ultrasonics Sonochemistry*. 34: 821-830.
- Jiao, Y.-Li, D.-Chang, Y.-Xiao, Y.:* 2018. Effect of Freeze-Thaw Pretreatment on Extraction Yield and Antioxidant Bioactivity of Corn Carotenoids (Lutein and Zeaxanthin). *Journal of Food Quality*. 1-8. doi:10.1155/2018/9843503
- Maiani, G.-Castón, M. J. P.-Catasta, G.-Toti, E.-Cambrodón, I. G.-Bysted, A.-Schlemmer, U.:* 2009. Carotenoids: Actual knowledge on food sources, intakes, stability and bioavailability and their protective role in humans. *Molecular Nutrition and Food Research*. 53. Suppl. 2: 194-218. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200800053>
- McRae M. P.:* 2017. Health benefits of dietary whole grains: An umbrella review of meta-analyses. *J. Chiropr. Med*. 16. 1: 10-18.
- Messias, R. S.-Galli, V.-Delmar dos Anjos e Silva, S.-Rombaldi, C. V.:* 2014. Carotenoid Biosynthetic and Catabolic Pathways: Expression and Carotenoid Content in Grains of Maize Landraces. *Nutrients*. 6: 546-563.
- Miketinas, D. C.-Bray, G. A.-Beyl, R. A.-Ryan, D. H.-Sacks, F. M.-Champagne, C. M.:* 2019. Fiber intake predicts weight loss and dietary adherence in adults consuming calorie-restricted diets: The POUNDS Lost (Preventing Overweight Using Novel Dietary Strategies). Study. *The Journal of Nutrition*. 149. 10: 1742-1748.
- Moros, E. E.-Darnoko, D.-Cheryan, M.-Perkins, E. G.-Jerrell, J.:* 2002. Analysis of xanthophylls in corn by HPLC. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50. 21: 5787-5790.
- Nagy J.:* 2021. *Kukorica. A nemzet aranya - Élelmiszer, takarmány, bioenergia. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest.* 516.
- Niu, G.-Guo, Q.-Wang, J.-Zhao, S.-He, J.-Liud, L.:* 2020. Structural basis for plant lutein biosynthesis from  $\alpha$ -carotene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 202001806. doi:10.1073/pnas.2001806117
- Parra, D. L. C.-Saldivar, S. O.-Liu, R. H.:* 2007. Effect of processing on the phytochemical profiles and antioxidant activity of corn for production of masa, tortillas, and tortilla chips. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55. 10: 4177-4183.
- Rasmussen, P. H.-Johnson, E. J.:* 2009. Xanthophyll (lutein, zeaxanthin) content in fruits, vegetables and corn and egg products. *Journal of Food Composition and Analysis*. 22. 1: 9-15.
- Revilla Anibas, C. M.-Tracy, W. F.:* 2021. Sweet Corn Research around the World 2015-2020. *Agronomy*. 11. 3: 534. <https://doi.org/10.3390/agronomy11030534>

- 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. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.907.452>
- Yang, R. C.-Yan, Z. G.-Wang, Q. F.-Li, X. Q.-Feng, F. Q.:* 2018. Marker-assisted backcrossing of lcyE for enhancement of proA in sweetcorn. *Euphytica.* 214, 130.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

\*Bakos Zsuzsanna – Dr. Nagy János  
Debreceni Egyetem MÉK  
Földhasznosítás, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet  
Debrecen  
Böszörményi út 138.  
H-4032  
\*bakos.zsuzsi82@gmail.com