

A Honey csemegekukorica (*Zea mays* L. convar. *saccharata* Koern) hibrid szárazanyag-, nitrogén- és kalcium-beépülés dinamikájának vizsgálata

BAKOS ZSUZSANNA – ABAKIR ABDALLA RANIA ALRASHEED –

ILLÉS ÁRPÁD – NAGY JÁNOS

Debreceni Egyetem MÉK

Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet, Debrecen

Összefoglalás

A csemegekukorica termesztése hazánkban nagy jelentőséggel bír. Az európai kontinensen Magyarországon termesztik a legtöbbet, az Egyesült Államok után pedig a világ második legnagyobb exportőrei vagyunk. A világszerte keresett magyar csemegekukorica több éves átlaga a jól megválasztott precíziós termesztéstechnológiának köszönhetően eléri az 500 ezer tonnát. A csemegekukorica terméshozama átlagon felüli a precíziós gazdálkodásban, a területek közel 70%-át öntözik.

A 2022-es aszály rendkívüliségében fontos tényező volt, hogy a megelőző téli félévben nem volt elegendő csapadék a talajok mélyebb rétegének feltöltődéséhez. Az április még átlagosan csapadékos volt, ezt követően azonban igen jelentős csapadékhiány alakult ki. A három nyári hónapban összesen 66 mm csapadék esett. A vízhiányt és annak káros hatását fokozta, a hőmérséklet a május–augusztus közötti időszakban a szokásosnál lényegesen magasabban alakult. A vízhiányt a tenyészidőben precíziós csepegtető öntözéssel pótoltuk, a kiöntözött víz mennyisége 344 mm volt. Különösen a nyári hónapok voltak a sokévi átlagosnál sokkal melegebbek, rendre 3,4 °C, 2,4 °C, illetve 2,9 °C-os pozitív hőmérsékleti eltéréseket mutattak. A csemegekukorica terméseredményeinek legjobb mutatója a szárazanyag-beépülés dinamikája.

A fenofázisban mért eredmények alapján megállapítottuk, hogy a tenyészidő három meghatározó intervallumra bontható. A Honey csemegekukorica hibrid az első szakaszban, a keléstől a juvenilis fázisig 18% szárazanyagot produkált, a juvenilis fázistól a virágzásig további 4%-ot. A szárazanyag-beépülés intenzív szakasza a virágzástól az R3

fenofázisig (betakarításig) tartott, összesen 72%. Az üzemi eredményesség érdekében fontos mutató a csemegekukorica szem nedvességtartalmának folyamatos ismerete. Kutatásaink szerint az R3 fenofázisban a növényi részek nedvességtartalmai szoros összefüggést mutatnak, a szem nedvességtartalma volt a legmagasabb. Kutatási eredményeinkkel bebizonyítottuk, hogy a nővirágzástól az R3 (betakarítás) fázisig a szárazanyag-gyarapodás igen intenzív, a teljes hőösszeg-igény a vizsgált hibridnél 840 HU volt.

Kulcsszavak: csemegekukorica, szárazanyag-gyarapodás, kalcium, termés

Analysis of dry matter, nitrogen and calcium incorporation dynamics in Honey sweet maize (*Zea mays* L. convar. saccharata Koern) hybrids

ZS. BAKOS – ABAKIR ABDALLA RANIA ALRASHEED – Á. ILLÉS – 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 cultivation of sweet maize is of great importance in Hungary. Hungary is the largest producer on the European continent and the second largest exporter in the world after the United States. The average annual production of Hungarian sweet maize, which is in demand all over the world, reaches 500,000 tonnes as a result of the properly selected precision cultivation technology. Yields of sweet maize are above average in precision farming, with nearly 70% of the area irrigated.

An important factor in the exceptional nature of the drought of 2022 was the lack of rainfall in the previous winter half-year, which was not sufficient to replenish the deeper layers of the soil. April was still average in terms of rainfall, but thereafter a very significant rainfall deficit developed. A total of 66 mm of rain fell in the three summer months. The water shortage and its adverse effects were exacerbated by significantly higher than normal temperatures between May and August. The water deficit was compensated for during the growing season by precision drip irrigation,

with 344 mm of water being applied. In particular, the summer months were much warmer than the long-term average, with positive temperature differences of 3.4 °C, 2.4 °C and 2.9 °C respectively. The best indicator of sweet maize yields is dry matter incorporation dynamics.

Based on the results measured during the phenophase, it was found that the growing season can be divided into three dominant intervals. The Honey maize hybrid produced 18% dry matter in the first stage, from emergence to the juvenile stage, and an additional 4% from the juvenile stage to silking. The intensive stage of dry matter incorporation lasted from silking to the R3 phenophase (harvest), with a total of 72%. Continuous knowledge of the grain moisture content of sweet maize is an important indicator for operational efficiency. Our research showed that, at the R3 phenophase, the moisture contents of plant parts were closely correlated, with the grain moisture content being the highest. Our research results demonstrated that dry matter gain from silking to the R3 (harvest) phase is very intensive, with a total heat requirement of 840 HU for the examined hybrid.

Keywords: sweet maize, dry matter gain, calcium, yield

Bevezetés

A kukorica a világ lakosságának ételmezésében betöltött alapvető szerepe és a termelésének gyors ütemű növekedése miatt a világ egyik legfontosabb kultúrnövénye lett (Nagy 2021). A csemegekukorica termesztése hazánkban nagy jelentőséggel bír. Az európai kontinensen Magyarországon termelik a legtöbbet, az Egyesült Államok után a világ második legnagyobb exportőrei vagyunk. A világszerte keresett magyar csemegekukorica több éves átlaga a jól megválasztott precíziós termesztéstechnológiának köszönhetően eléri az 500 ezer tonnát. Hazánk éghajlati, domborzati és talajtani adottságai megfelelőek a csemegekukorica termesztésére, mára ez a legnagyobb mennyiségben termesztett ipari zöldségféle hazánkban. A szántóföldi növénytermesztés célja, hogy elegendő mennyiségben és megfelelő minőségben állítson elő növényi termékeket. A csemegekukorica termés hozama átlagon felüli a precíziós gazdálkodásban, a területek közel 70%-át öntözik. Magyarországon a betakarított terület 37 288 ha, míg a termésátlag 12 520 kg/ha volt az elmúlt évben (KSH 2022).

A csemegekukorica az egész világon széles körben fogyasztott gabonaféle, termése bőségesen tartalmaz tápanyagokat, például élelmi rostot, fehérjét, szénhidrátokat, vitaminokat, ásványi anyagok és fitokemikáliákat, beleértve a karotinoidokat (Parra et al. 2007). A vegetációs időszak csapadékösszege és a debreceni kísérletek termésátlaga között erős pozitív korreláció mutatható ki (Nagy 2012). A kukorica fejlődésének egyes szakaszaiban ugyanakkor eltérő jelentőségű a csapadék, illetve a -hiány. A kelést követően a vegetatív fázisban a kukorica vízigénye fokozatosan növekszik. A csapadékmentes júniusi időjárás önmagában nem csökkenti a termésátlagot az átlagos érték alá (Gombos és Nagy 2019). A címerhányást közvetlenül megelőző napoktól a szemtelítődés középső szakaszáig tart az az időszak, amelyben a kukorica legérzékenyebb a vízhiány-stresszre (Nielsen et al. 2010). A terméskötés utáni vízellátottsági probléma ezerszem-tömeg csökkenést okoz, míg a korábban jelentkező szárazság elsősorban a szemszám csökkenésben nyilvánul meg (Westgate és Boyer 1986, Smith et al. 2004). A 2022-es rendkívüli évjárat meteorológiai viszonyainak vizsgálata elengedhetetlen a kukorica aszályérzékenységgel kapcsolatos ismeretek bővítésében, a stressztűrés határainak pontosításában. A modern kukoricatermesztés során az időjárás figyelembevétele mellett fontos tényező a modellezés, mellyel a betakarítás előtt meghatározhatjuk a várható termésmennyiséget (Nyéki et al. 2021). A környezeti stresszviszonyok leküzdésére alkalmas genotípusok helyes megválasztása és a genotípushoz igazodó tápanyagellátás nagyon fontos, mivel ezek nagyban meghatározzák a termesztés hatékonyságát (Széles et al. 2019).

2022-ben az előző évi, 2021-es kutatásunk módszertanát követtük, az időjárási viszonyokat illetően (Gombos és Nagy 2022). A hőmérsékleti és csapadékviszonyokat a tenyészidőszakban elsődlegesen havi, majd dekád bontásban értékeltük. A dekadhőmérséklet esetében az anomália, a csapadék esetében a tényleges értékek elemzése volt célravezetőbb, a grafikus megjelenítésnél ezért ezeket alkalmaztuk. Az időjárás alakulásának részletes bemutatásához felhasználtuk a csapadék, valamint a középhőmérséklet, minimum és maximum hőmérséklet napi adatait is. A kukorica fenofázisonként változó éghajlati igényének, illetve a kritikus tényezőinek figyelembevételével értékeltük a 2022-es év tenyészidőszakának meteorológiai viszonyokat (Gombos és Nagy 2023).

Egyedülálló ízvilága mellett a csemegekukorica egészséges összetevői, magas tápértéke miatt népszerű zöldségféle (Erdal et al. 2011, Santos et al.

2014, *Huzsvai et al.* 2021). Az egészséges táplálkozásban betöltött szerepe egyre fontosabbá válik a magas karotinoid tartalmú új hibridek miatt (*Demeter et al.* 2021). A különböző felhasználási célok indokolják a kukorica hibridek beltartalmi jellemzőinek és az agrotechnikai tényezők minőséget befolyásoló hatásának ismeretét. A környezeti stresszviszonyok leküzdésére alkalmas genotípusok helyes megválasztása és a genotípushoz igazodó tápanyagellátás nagyon fontos, mivel ezek nagyban meghatározzák a termesztés hatékonyságát (*Széles et al.* 2019). A friss csemegekukorica elsősorban magas beltartalmi értéke és íze miatt egyre közkedveltebb (*Swapna et al.* 2020). Napjainkban a csemegekukorica magas cukortartalma és alacsony keményítőtartalma miatt fontos zöldségnek számít (*Mousavi et al.* 2022). A csemegekukorica fontos cukrai közé tartozik a szacharóz, a fruktóz, a glükóz és a maltóz (*Nemeskéri et al.* 2019). Az egészségtudatos fogyasztók számára fontos élelmiszer, mert a K-, P-, Mg-, Ca-, Fe-, Zn- és Na-tartalmának köszönhetően fontos szerepet játszik az anyagcserében, a bőr védelmében, valamint a csontok és fogak egészségében. A csemegekukorica cukor, rost, ásványi anyagok és különféle vitaminok gazdag forrása, amelyek fontos szerepet játszanak az emberi táplálkozásban (*Williams II* 2012). A csemegekukorica tartalmaz néhány bioaktív növényi vegyületet, amelyek közül néhánynak egészségügyi előnyei is lehetnek. A csemegekukorica – mint sok gabona – több antioxidánst, valamint sokféle vitamint és ásványi anyagot tartalmaz, de ez a mennyiség nagymértékben változik csemegekukorica fajtaként. Általában a pattogatott kukorica ásványi anyagokban, a csemegekukorica pedig vitaminokban gazdag (*Dewanto et al.* 2002). Jelentős kutatások folynak a csemegekukorica minőségi összetételének meghatározására, az összetételt befolyásoló tényezők vizsgálatára, elemzésére. A csemegekukorica gazdag különféle vitaminokban, amelyek B-, A- és C-vitamint tartalmaznak, valamint ásványi anyagokat is tartalmaz, például kalciumot, foszfort, vasat, káliumot és mangánt. Ennek a zöldségnek a káliumtartalma jelentős (*Khan et al.* 2018). Fontos az ásványianyag-, xantofil- és fenolsav-tartalom meghatározása is. A kutatások kimutatták, hogy a csemegekukoricának magasabb a magnézium-, foszfor- és káliumszintje, mint a többi kukoricának (*Prasanthi et al.* 2017). A kutatás célja egy államilag elismert normálédes csemegekukorica variáns szemtermésének szárazanyag- és Ca-beépülés dinamikájának vizsgálata és az eredmények közvetlen hasznosítása a gyakorlat számára.

Anyag és módszer

Kísérletünket a Debreceni Egyetem MÉK Bemutatókertjében mészlepedékes csernozjom talajon végeztük. Jelen kutatásban vizsgálatainkat a Honey csemegekukorica hibrid bevonásával végeztük, öntözött körülmények között a 2022. évben. A fajtafenntartó az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet Martonvásár és 1998-ban került regisztrálásra. Igen korai, S-2 tenyészidővel 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 (*Net1*). Az agronómiai paraméterek mellett termésmennyiséget és esszenciális tápelemtartalmat is vizsgáltunk. Az általunk vizsgált értékek meghatározása a betakarításkor vett szemmintákból történt laboratóriumi körülmények között a DE MÉK Agrárműszerközpontjában. A kukorica fenofázisonként változó éghajlati igényének, illetve a kritikus tényezők figyelembevételének módszerével értékeltük, a 2022-es év tenyészidőszakának meteorológiai viszonyokat (*Gombos és Nagy 2019*). A kutatás célja egy államilag elismert normálédes csemegekukorica variáns szemtermésének szárazanyag beépülés dinamikájának vizsgálata és az eredmények közvetlen hasznosítása a gyakorlat számára.

A 2022-es tenyészidőszak időjárása

A tenyészidőszak 18,9 °C-os középhőmérséklete az átlagosnál magasabban (+1,4 °C) alakult. Május elejétől szeptember elejéig kivétel nélkül minden dekád pozitív hőmérsékleti anomáliát mutatott. Előtte áprilisban és szeptember utolsó két dekádjában viszont a szokásosnál hűvösebben alakult az időjárás. A tenyészidőszak alapvetően igen száraz volt. A növény szempontjából meghatározó időszakban jelentős csapadékhiány mutatkozott. Áprilisban még megfelelő volt a vízellátottság, majd száraz hónapok sorozata következett. A rendkívüli vízhiányt a tenyészidőben precíziós csepegtető öntözéssel pótoltuk, a vízmennyisége 344 mm volt. A nyáron lehullott 66 mm csapadék volt az átlagosnak, alig több mint egy harmada (36%-a) esett (*1. ábra, 1. táblázat*).

1. ábra. A dekád középhőmérsékletek eltérése a sokévi átlagtól (a) és a csapadékösszegek (b) 2022 tenyészidőszakában (Debrecen agrár kampusz, 2022)

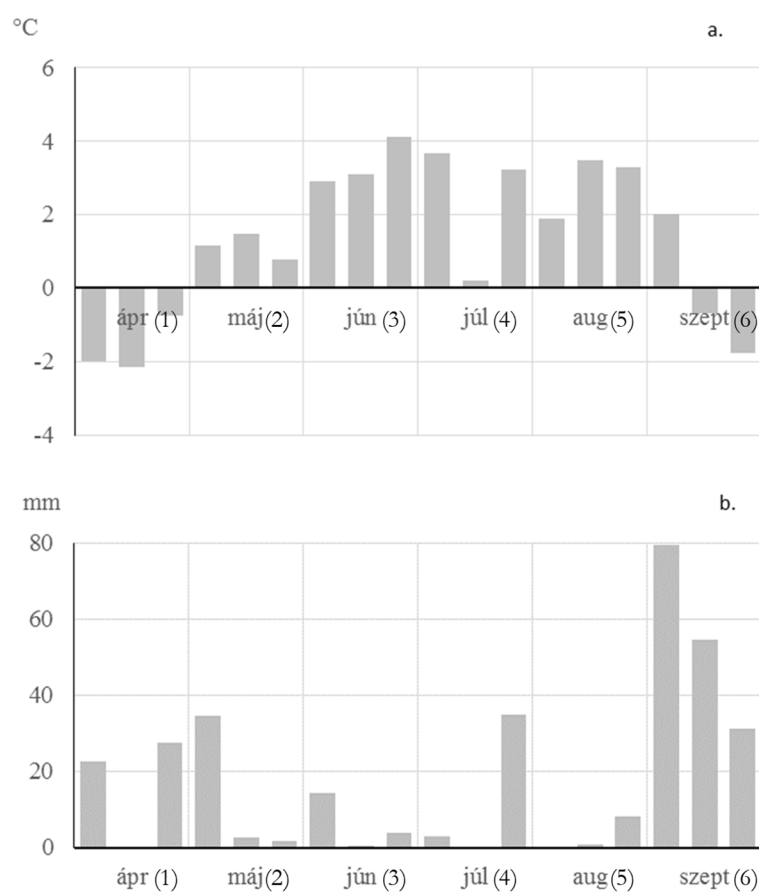


Figure 1. 10-day precipitation sums (b) and anomalies of the 10-day average air temperature values (a) in the growing season (Debrecen agricultural campus, 2022). (1) April, (2) May, (3) June, (4) July, (5) August, (6) September

1. táblázat. A hőmérséklet, a csapadék (Debrecen agrár kampusz) és a napfénytartam (Debrecen Repülőtér, OMSZ) havi és féléves jellemzői 2022-ben

| Időszak (1) | Közép- hőmérséklet (°C) (2) | Csapadék (mm) (3) | Napfény- tartam (óra) (4) |
|-------------------------|-----------------------------------|----------------------|---------------------------------|
| Téli félév (X-III) (5) | 4,2 (0,0) | 150 (-64) | 891 (+217) |
| Nyári félév (IV-IX) (6) | 18,9 (+1,4) | 320 (-26) | 1566 (+50) |
| Április (7) | 9,6 (-1,6) | 50 (-3) | 177 (-37) |
| Május (8) | 17,7 (+1,1) | 39 (-25) | 275 (+25) |
| Június (9) | 22,7 (+3,4) | 19 (-47) | 358 (+89) |
| Július (10) | 23,7 (+2,4) | 38 (-28) | 312 (+26) |
| Augusztus (11) | 23,7 (+2,9) | 9 (-40) | 303 (+14) |
| Szeptember (12) | 15,8 (-0,4) | 165 (+116) | 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 agricultural campus 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

Laborvizsgálatok

Ásványi elem meghatározás céljából a vizsgált csemegekukorica hibrid szemtermésének szárítására kémleletes, alacsony hőmérsékleten került sor. A szárítás 50 °C-on, a tárolás feldolgozásig 24 °C-on történt. A begyűjtött minták – ismétléseként 10 db – begyűjtést követően azonnal szárítószekrénybe kerültek. A csemegekukorica minták nitrogén- és kalciumtartalmának meghatározása során előkészített átlagmintából 0,5 g-ot mértünk be, majd 5 ml desztillált cc. HNO₃ és 3 ml 30%-os H₂O₂-t adagoltunk. Ethos Plus Milestone mikrohullámú roncsolóval és Application Note 076-os módszerrel négy lépésben roncsoltuk a mintákat. A roncsolást követően a minták lehűtöttük, majd 50 ml-es mérőlombikba öntöttük. A méréseket atomemissziós ICAP 7000 spektrofotométerrel (Thermo Scientific) folytatva, a plazma fényemissziója által az egyes elemekre jellemző hullámhosszú spektrumvonalát mértük. Az egyes elemek több hullámhosszon adnak mérhető jelet, ezek közül a legoptimálisabbat választottuk ki, ahol volt spektrumvonal

átfedés. Ezt követően az optimális készülék-paramétereket figyelembe véve ICP-OES készülékkel mértük a mintaoldatokat majd számítógépes program segítségével értékeltük a kapott adatokat. A csemegekukorica minták nedvességtartalmát az AOAC Official Method 934.01 Moisture in animal feed alapján, a mintáink mennyiségéhez és a laboratóriumi körülményekhez megfelelően módosítva vizsgáltuk. A kukoricamintákat szárazjéggel összedaráltuk, majd a darálék kb. 1/3 részét behelyeztük egy 40 ml-es EPA fiolába. A minták tárolása szobahőmérsékleten történt a szárazjég elszublimálásáig. A fiola tömegét a szobahőmérséklet elérését követően lemértük. A kapott értékből kiszámítható a nedvességtartalom kiszámításához szükséges kiindulási mintatömeg. Ezt követően a fiolák 70 °C-os vákuumszárítószekrénybe kerültek 500 mbar vákuumot alkalmazva, amit 3 óra elteltével 100 mbar nyomásra csökkentettünk és egy éjszakán keresztül így szárítottuk a mintákat. A szárítószekrényből kivéve a fiolákat légmentesen lezártuk, és miután visszahűltek szobahőmérsékletre, lemértük a minták pontos tömegét.

Eredmények

A csemegekukorica terméseredményeinek legjobb mutatója a szárazanyag-beépülés dinamikája. A fenofázisban mért eredmények alapján megállapítottuk, hogy a tenyészidő három meghatározó intervallumra bontható. A Honey csemegekukorica hibrid az első szakaszban – a keléstől a juvenilis fázisig – 18% szárazanyagot, a juvenilis fázistól a virágzásig további 4%-ot produkált. A szárazanyag-beépülés intenzív szakasza (összesen 72%) a virágzástól az R3 fenofázisig (betakarításig) tartott. Elemeztük a szárazanyag-beépülés ütemét a hasznos hőösszegek (HU) függvényében. Megállapítottuk, hogy a keléstől a nővirágzásig átlagosan 10% szárazanyag-beépüléshez 23 HU, míg az intenzív szakaszban a hímvirágzástól a betakarításig (R3) 11 HU volt szükséges. A teljes hőösszeg-igény 840 HU volt (2. ábra). Az üzemi eredményesség érdekében fontos mutató a csemegekukorica szem nedvességtartalmának folyamatos ismerete. A megbízhatóság érdekében betakarításkor (R3) megmértük a növényi részek (szem, csuhé, csutka, szár, címer) nedvességtartalmát. Legmagasabb (87%) a szem nedvességtartalma volt (3. ábra).

2. ábra. A Honey csemegekukorica szárazanyag-beépülési dinamikája (%) (Debrecen, 2022)

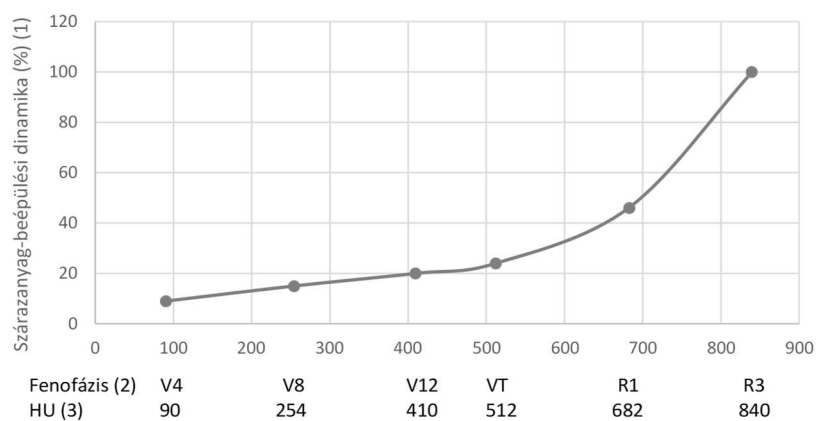


Figure 2. Dry matter incorporation dynamics of Honey sweet maize (%) (Debrecen, 2022). (1) Dry matter incorporation dynamics (%), (2) Phenophase, (3) Heat units

3. ábra. A Honey csemegekukorica betakarításkori nedvességtartalma növényi részenként (%) (Debrecen, 2022)

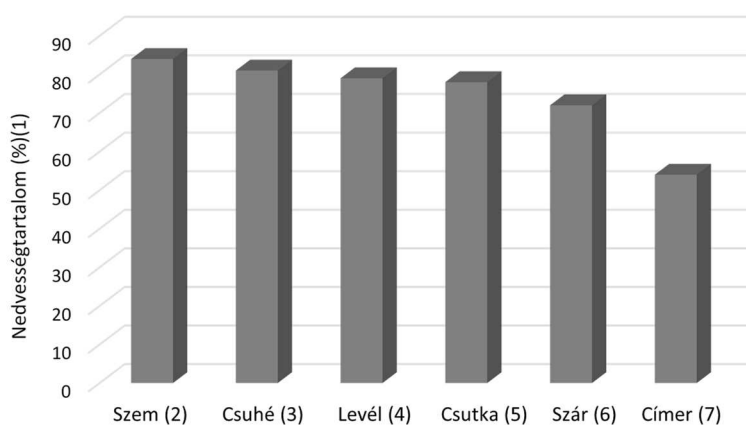


Figure 3. Moisture content of Honey sweet maize at harvest for each plant part (%) (Debrecen, 2022). (1) Moisture content (%), (2) Grain, (3) Husk, (4) Leaf, (5) Cob, (6) Stem, (7) Tassel

A csemegekukorica termelők számára a jövedelmezőség szempontjából a legfontosabb a nyerste termés (cső+csuhé) mennyisége (21,15 t/ha). A feldolgozóipar számára a nyers szemtermés (6,95 t/ha) mennyisége (4. ábra).

4. ábra. A Honey csemegekukorica nyerste termés (cső+csuhé), összes szárazanyag-tartalma és nyers szemtermése (t/ha) (Debrecen, 2022)

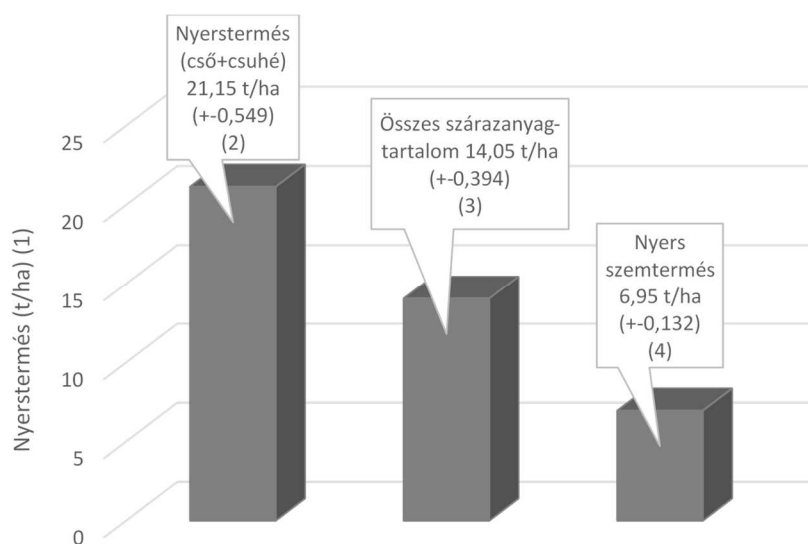


Figure 4. Raw yield (ear + husk), total dry matter and raw grain yield of Honey sweet maize (t/ha) (Debrecen, 2022). (1) Raw yield (t/ha), (2) Raw yield (ear+husk), (3) Total dry matter content, (4) Raw grain yield

A csemegekukorica hibrid szár és levél Ca-beépülési dinamikája szoros összefüggést mutatott, ugyanakkor a vizsgálati eredmények szerint a levél Ca-tartalma a tenyészidőszak folyamán közel lineáris volt, addig a szárban a Ca-beépülés 60%-a a tenyészidőszak utolsó szakaszában (R1-R3) történt (5. ábra).

5. ábra. A Honey csemegekukorica Ca-beépülési dinamikája (%)
(Debrecen, 2022)

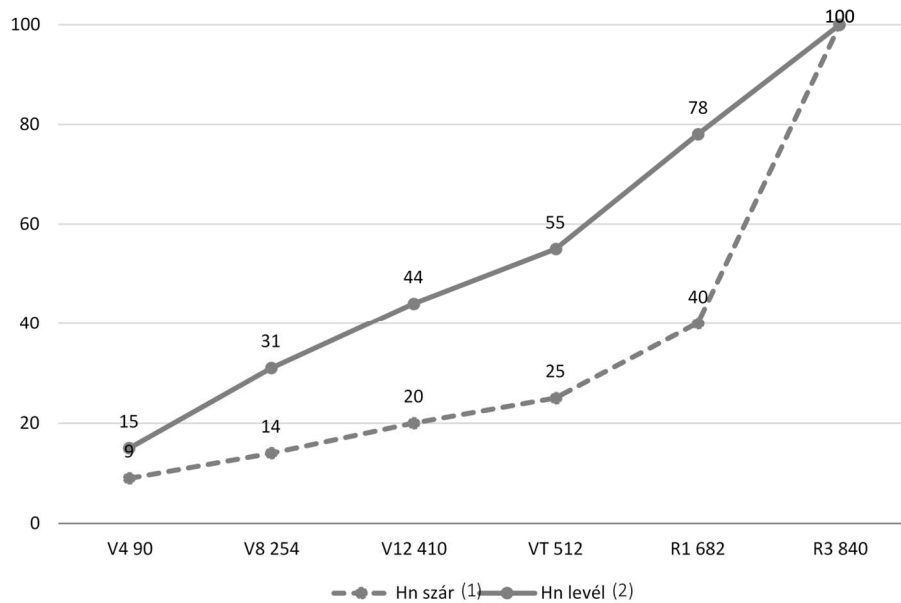


Figure 5. Ca incorporation dynamics of Honey sweet maize (%) (Debrecen, 2022). (1) Hn stem, (2) Hn leaf

Következtetések

A 2022-es aszály rendkívüliségében fontos tényező volt, hogy a megelőző téli időszakban a talajok mélyebb rétegei nem tudtak átnedvesedni. A téli félévben mindössze 150 mm csapadék hullott, egy igen aszályos tenyészidőszakot követően, így nagyon alacsony volt a talajok tavaszi induló vízkészlete. Az április még átlagosan csapadékos volt, ezt követően azonban igen jelentős csapadékhány alakult ki. A három nyári hónapban összesen 66 mm csapadék hullott, ami 115 mm-rel elmaradt az átlagostól. A csemegekukorica termesztés jövedelmezősége szempontjából legfontosabb mutató a hektáronkénti betakarított nyers termés (cső+csuhé). A gyakorlatban az érés fenofázisában a termelők a nedvességtartalmat mérik. Kutatásaink szerint az R3 fenofázisban a növényi részek nedvességtartalmai

szoros összefüggést mutatnak, a szem nedvességtartalma volt a legmagasabb. Kutatási eredményeinkkel bebizonyítottuk, hogy a nővirágzástól az R3 (betakarítás) fázisig a szárazanyag- és a Ca-gyarapodás igen intenzív, a teljes hőösszegigény a vizsgált hibridnél 840 HU volt.

Köszönetnyilvánítás

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

IRODALOM

- Demeter, C.-Nagy, J.-Huzsvai, L.-Zelenák, A.-Szabó, A.-Széles, A.:* 2021. Analysis of the content values of sweet mays (*Zea mays* L. convar *saccharata* Koern.) in percision farming. *Agronomy*. 11. 2596: 1-12.
- Dewanto, V.-Wu, X.-Liu, R. H.:* 2002. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50. 17: 4959-4964.
- Erdal, S.-Pamukcu, M.-Savur, O.-Tezel, M.:* 2011. Evaluation of developed standard sweet corn (*Zea mays* *saccharata* L.) hybrids for fresh yield, yield component and quality parameters. *Turkish Journal of Field Crops*. 16. 2: 153-156.
- Gombos B.-Nagy J.:* 2019. Az időjárás értékelése kukorica (*Zea mays* L.) tartamkísérletek eredményei alapján. *Növénytermelés*. 68. 2: 5-23.
- Gombos B.-Nagy J.:* 2022. A látóképi kukorica tartamkísérlet 2021-es tenyészidőszakának agrometeorológiai jellemzőinek elemzése. *Növénytermelés*. 71. 1: 7-20.
- Gombos B.-Nagy J.:* 2023. A kukoricatermesztési kísérletek meteorológiai viszonyai a Debreceni Egyetem agrár kampuszán a 2022-es tenyészidőszakban *Növénytermelés*. 72. 1: 5-19.
- Huzsvai, L.-Fejér, P.-Illés, Á.-Bojtor, Cs.-Bojté, Cs.-Horváth, É.-Demeter, C.:* 2021. Analysis of sweet corn nutritional values using multivariate statistical methods. *Acta Agraria Debreceniensis*. 103-108.
- Khan, A. A.-Hussain, A.-Ganai, M. A.-Sofi, N. R.-Hussain, S. T.:* 2018. Yield, nutrient uptake and quality of sweet corn as influenced by transplanting dates and nitrogen levels. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 7. 2: 3567-3571.
- KSH:* 2022. Average yield of major vegetables [kg/hectare]. https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0019.html (letöltve: 2022. szeptember 10.)

- Mousavi, S.-Illés, Á.-Bojtor, C.-Demeter, C.-Bakos, Z.-Vad, A.-Abakeer, R.-Sidahmed, H.-Nagy, J.:* 2022. Quantitative and qualitative yield in sweet maize hybrids. *Braz. J. Biol.* 84: 1-9.
- Nagy, J.:* 2012. The effect of fertilization and precipitation on the yield of maize (*Zea mays* L.) in a long-term experiment. *Időjárás.* 116. 1: 39-52.
- Nagy J.:* 2021. Kukorica. A nemzet aránya - Élelmiszer, takarmány, bioenergia. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest. 516.
- 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.
- Net1:* <https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/79608/kukorica06.pdf/39a935ce-2532-47f0-b338-66159456d1d0> (letöltve: 2022. január 4.)
- 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 site-specific maize yield prediction with machine learning methods. *Precision Agriculture.* 22: 1397-1415.
- OMSZ:* 2019. Magyarország hőmérsékleti viszonyai.
- Pálfai I.:* 2002. Magyarország aszályossági zónái. *Vízügyi Közlemények.* 84. 3: 323-357.
- 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.
- Prasanthi, P. S.-Naveena, N.-Rao, M. V.-Bhaskarachary, K.:* 2017. Compositional variability of nutrients and phytochemicals in corn after processing. *J. Food Sci. Technol.* 54. 5: 1080-1090.
- Santos, P. H. A. D.-Pereira, M. G.-Trindade, R. D. S.-Cunha, K. S. D.-Entringer, G. C.-Vettorazzi, J. C. F.:* 2014. Agronomic performance of super-sweet corn genotypes in the north of Rio de Janeiro. *Crop Breeding and Applied Biotechnology.* 14. 1: 8-14.
- Smith, W. C.-Betran, J.-Runge, E. C. A. (eds.):* 2004. Corn. Origin, History, Technology, and Production. Hoboken. NJ. John Wiley. 949.
- 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.
- Széles, A.-Fejér, P.-Harsányi, E.-Huzsvai, L.:* 2019. Evaluation of Changes Caused by Genotypes and Weather on the Protein and Oil Content of Maize Grains in the Continental Climate of Central European Hungary. *Journal of Agriculture Food and Development.* 5: 22-32.

- 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.
- Westgate, M. E.-Boyer, J. S.:* 1986. Reproduction at low silk and pollen water potentials in maize. *Crop Science*. 26: 951-956.
- Williams II, M. M.:* 2012. Agronomics and economics of plant population density on processing sweet corn. *Field Crops Research*. 128: 55-61.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

*Bakos Zsuzsanna – Sidahmed Hajer Mohamed Ibrahim –
Dr. Illés Árpád – Dr. Nagy János
Debreceni Egyetem MÉK
Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032
*bakos.zsuzsi82@gmail.com

