

Doktori (PhD) értekezés tézisei

**BIOLÓGIAI ALAPOK ÉRTÉKELÉSE, INNOVATÍV
HASZNOSÍTÁSA A PRECÍZIÓS CSEMEGEKUKORICA (ZEA
MAYS CONVAR. SACCHARATA KOERN.)
TERMESZTÉSBN**

Bakos Zsuzsanna Éva
doktorjelölt

Témavezetők:

Prof. Dr. Nagy János, MTA doktora
professor emeritus

Dr. Micsinai Adrienn, PhD
ügyvezető



DEBRECENI EGYETEM
KERPELY KÁLMÁN DOKTORI ISKOLA

Debrecen

2025

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

A kukorica évezredek óta termesztett növény az amerikai kontinensen. A csemegekukorica a 4. számú kromoszómán bekövetkezett mutáció révén a domináns allél helyett recesszív allél tulajdonsága fejeződik ki. A magvakban található cukor keményítőtörzstörzstörténi átalakulása nem megy végbe, részben gátolt. Ez azt eredményezi, hogy a csemegekukorica keményítőtartaloma alacsonyabb míg cukor tartalma magasabb, így édesebb és zsendőbb állagú (Daniel, 1978, Revilla et al. 2021). A csemegekukorica minőségét elsősorban a cukortartalom határozza meg, amely hibridenként nagy változatosságot mutat (Abadi és Sugiharto 2019).

A globális csemegekukorica termőterület nagyjából 1,6 millió hektár mintegy 20 millió tonna termeléssel és 13,029 tonna / ha az átlagos terméshozam (Anonymous, 2020). A kukorica a világ lakosságának ételmezésében betöltött kiemelt szerepe valamint a termelésének gyors növekedése miatt a világ egyik legfontosabb kultúrnövénye lett (Nagy 2021). A megfelelő hozam és termésbiztonság eléréséhez kiemelkedően fontos a termelési célokhoz és az adott ökológiai feltételekhez leginkább illeszkedő hibridek kiválasztása és elengedhetetlen a harmonikus tápanyagutánpótlás. A növekvő népesség megkerülhetetlenné teszi a stabil, növekvő volumenű kukoricatermést. A csemegekukorica az egész világon széles körben fogyasztott gabona, termése bőségesen tartalmaz tápanyagokat (fehérjék, szénhidrátok, ásványi anyagokat), ételmi rostot valamint fitokemikáliákat, beleértve a karotinoidokat (Parra et al. 2007). A csemegekukorica, mint egészséges ételmezzer kiemelt jelentőségű, az ételmezzeriparban betöltött szerepe folyamatosan növekszik elsősorban beltartalmi értéke miatt (Swapna et al. 2020).

A csemegekukoricát legnagyobb területen, a Tiszántúlon termesztik, ezen belül is Hajdú-Bihar megyében. A fontosabb zöldségnövényekkel ellentétben termőterülete napjainkban sem csökkent, 30,000 - 35,000 hektár. legjelentősebb termelője az USA, az Európai Unió, valamint Thaiföld. Magyarország csemegekukorica termesztése nemzetközi viszonylatban is az élmezőnybe tartozik. Az Európai Unió legnagyobb csemegekukorica-termesztő országa vagyunk megelőzve Franciaországot. A hazai termelés kiemelkedő részét a konzervgyárak, kisebb részét a hűtőipar hasznosítja, azonban évről évre növekszik a frissárúként való fogyasztása is. A csemegekukorica exportjában Magyarország második helyen áll világviszonylatban, az USA után. Hazánkban az egyik legnagyobb tömegben feldolgozott ételmezzeripari nyersanyaggá vált. A csemegekukorica iránt egyre növekvő a kereslet, az éves termés 500,000 tonna, melynek 90-95%-a exportra kerül. A termelői költségek minimalizálása

és a kiváló minőségű csemegekukorica biztosítása céljából a termesztés alapját a precíz tervezés és termesztés biztosítja, melyhez optimális alapot nyújt a különböző csemegekukorica hibridek tenyésztésének ismerete. Magyarországon elsősorban ausztrál és amerikai hibrideket termesztnek. A sikeres terméshozam elérése érdekében a nemesítő cégek a tenésztidő hosszát napokban vagy hőegységre lebontva mellékelik.

A Kerpely Kálmán Doktori Iskola kutatási programjához kapcsolódva célul tűztük ki, hogy

- szántóföldi csemegekukorica kísérletekben meghatározzuk az eltérő évjáratok (2020,2021,2022) hatásait a nyestermésre és a beltartalmi értékekre.
- A kutatás során az évente rendelkezésre álló víz (csapadékvíz + öntözővíz) mennyiségek és a hasznos hőösszegek alapján hatékonysági paraméterek megállapítását.
- Értékelni kívánjuk statisztikai elemzésekkel, a vizsgált években és azok átlagában, a normál édes és a szuperédes csemegekukorica hibridek termés és termésem eredményeit.
- Megvizsgáljuk és értékeljük a nyers szemtermés ásványi anyag, lutein és xanthofill tartalmait, az egészséges táplálkozás szempontjait figyelembe véve.
- Meghatározzuk az élelmiszeripari feldolgozás szempontjaiból fontos szem, csutka és csuhé arányokat.
- Kutatásaink során célunk a csemegekukorica hibridek a lutein bioszintézis molekuláris biológiai markereinek nyomkövetése, célzott génexpressziós vizsgálatokkal, a növények generatív fázisában
- A vizsgálat célja volt az is, hogy a különböző csemegekukorica hibridek között van-e eltérés az arbuskuláris mikorrhiza kolonizációban.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A szántóföldi kísérlet helyszíne, körülményei

A kísérletek elvégzéséhez szükséges levél, termés és gyökér minták a Debreceni Egyetem Böszörményi úti Campusának Bemutató kertjéből kerültek begyűjtésre, amely a 47.5524502, 21,5999328 alatt található. A kísérleti terület rendkívül jó víz és tápanyaggazdálkodási paraméterekkel rendelkező kilugzott mészlepedékes csernozjom talaj. A talaj legfelső 1 méteres rétegének átlagos pH értéke 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 | Érték |
|---|--------|
| Szénsavas mész(m/m%) | 15,33 |
| Humusz (m/m%) | 3,35 |
| Vízben oldható összes só (m/m%) | 0,0065 |
| Magnézium (kálium-klorid oldható) (mg/kg légsz.a.) | 435,5 |
| Kén (kálium-klorid oldható) (mg/kg légsz.a.) | 7,97 |
| Nitrogén-nitrit+nitrát (kálium klorid oldható) (mg/kg légsz.a.) | 5,27 |
| Foszfor-pentoxid (ammónium-laktát oldható) (mg/kg légsz.a.) | 343,8 |
| Kálium-oxid (ammónium-laktát oldható) 8mg/kg légsz.a.) | 274,68 |
| Nátrium (ammónium-laktát oldható) (mg/kg légsz.a.) | 54,23 |

Forrás: Demeter és társai 2021

2.2. Meteorológiai viszonyok

A kísérleti évek időjárását a Debreceni Egyetem Böszörményi úti kampuszán működő automata meteorológiai állomás mérési adatait felhasználva értékeltük. A tenyészidőszakra vonatkozóan (április-szeptember) havi bontásban értékeltük a hőmérsékleti- és csapadékviszonyokat. Összehasonlításként az 1981-2010 közötti 30 éves időszak klímaadatait használtuk, vizsgáltuk kiterjedt a téli félévek időjárására is.

2020-ban 261 mm csapadék hullott a (megelőző) téli félév során. A tenyészidőszakban nagy mennyiségű csapadék hullott, a 447 mm-es érték jelentősen meghaladja a sokévi átlagot. A csapadék többnyire a három nyári hónapban esett, legtöbb, júliusban (149 mm), kedvező vízellátottságot biztosítva a termés szempontjából meghatározó fenológiai fázisokban (virágzás, terméskötés, szemtelítődés).

A 2021-es tenyészidőszak az előző évihez hasonlóan, megfelelő talajnedvességi állapottal indult. Áprilisban és májusban végig az évszakhoz képest hűvös időjárás volt jellemző,

áprilisban átlag alatti (33 mm), májusban átlagos csapadékkal (66 mm). Júniusban határozott fordulat következett be az időjárásban. A nyár első hónapját a szokásosnál lényegesen melegebb időjárás jellemezte és kevés csapadék hullott (6 mm) (Gombos és Nagy 2022).

2022-ben még az előző évinél is súlyosabb aszály alakult ki. Igen aszályos tenyészidőszakot követően téli félévben mindössze 150 mm csapadék hullott. Az április átlagosan csapadékos, ezt követően azonban augusztusig minden hónap rendkívül száraz volt. A három nyári hónapban összesen 66 mm csapadék hullott, ami 115 mm-el elmarad az átlagostól. A nyári hónapok rendre 3,4, 2,4, 2,9 °C-os pozitív hőmérsékleti anomáliát mutattak (Gombos és Nagy 2023).

2.3. Laboratóriumi módszerek

2.3.1. Mintavétel, mintaelőkészítés

A vizsgálatainkhoz szükséges levél, gyökér és termés minták begyűjtésére a csemegekukorica generatív szakaszának kezdetétől a betakarításig történtek. A mintákat a legfelső, már teljesen kifejlett levelekből és a termésekből levágott kukoricaszemekből lettek begyűjtve. A mintavétel során az RNS védelme érdekében helyszíni fagyasztást végeztünk folyékony nitrogénben, majd a replikátumok a vizsgálatokig -80 °C-on kerültek betárolásra.

2.3.2. RNS izolálás, cDNS szintézis

A minták homogenizálása majd az ezt követő RNS izolálás folyékony nitrogén alatt történt a polimer óriásmolekula bomlékonysága miatt. A teljes RNS-t az MN - Nucleo Spin RNA Plant, Mini Kit for RNA segítségével nyertük ki a gyártói utasítást követve. A kinyert ribonukleinsav (RNS) minőségét gélelektroforézis után 1%-os agaróz gélen történő elválasztással. A elektroforézis során a DNS fragmentumok a hosszuk szerint vannak megkülönböztetve és integrálódó vegyületek és UV fény alkalmazásával vannak vizualizálva. Ezt követően az A260 / A280 és A260 / A230 arányokat alkalmazva spektrofotometriával értékeltük. Következő lépésben a Thermo Scientific RevertAid First Stand cDNS szintézis kit és Random hexamer primerek felhasználásával 20 µL komplementer DNS-t (cDNS) állítottunk elő.

2.3.3. Kvantitatív PCR

A cDNS kvantifikációjához a Thermo quantStudio 5 készüléket használtuk Applied Biosystems TM SYBR TM Select Master Mix festékkészlet alkalmazásával. A különböző primerkészletek PCR termékeit olvadási görbe analízisnek (Melting Curve Analysis) vetettük alá a nem specifikus amplikonok valamint a primer dimerek jelenlétének kimutására.

2.3.4. Referencia gének értékelése, szekvenálás

A referencia gének konstitutívan expresszált gének csoportjából állnak. Minden sejt számára esszenciális funkciókat kódolnak. Egy szervezet minden egyes sejtjében kifejeződnek, függetlenül a szövet típusától, fejlődési szakaszától, sejtciklus állapotától vagy külső jeltől (Kozera és Rapacz 2013). Jelenlétük nélkülözhetetlen az alapvető sejtfunkciók fenntartásához. Szakirodalmi adatok alapján a referencia gének, amelyekkel génkifejeződésbeli különbségeket összehasonlítottuk a vizsgálataink során az aktin (ACT), a tudulin (TUB), ubiquitin (UBI) és egy tioredoxin-szerű gént (TLG) kódolnak (2.táblázat).

2.táblázat. A vizsgálatainkba bevont háztartásigének

| Gén | Forward primer szekvencia (5'-3') | Reverz primer szekvencia (5'-3') |
|------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| TUB | AGAACTGCGACTGCCTCCAAAGG | AGATGAGCAGGGTGCCCATTC |
| ACT | CATGGAGAACTGGCATCACACCTT | CTCTCTGTTGGCGACACGACTCA |
| UBI | GTTTAAGCTGCCGATGTGCCTG | GACACGACTCATGACACGAACA |
| TLG | GGACCAGAAGATTGCAGAAG | CAGCATAGACAGGAGCAATG |

Forrás: *Mesiass et al. 2014*, Saját szerkesztés

2.3.5. A karotinoid útvonal gének értékelése valós idejű PCR-rel

He et al. 2019 vizsgálatához hasonlóan vizsgáltuk és validáltuk az ismert molekuláris biológiai markereket. A lutein bioszintézis génexpressziójához 8 pár primert és 6 célgént választottunk ki a megelőző vizsgálatokhoz (PSY, PDS, ZDS, LCYB, LCYE CYP97C). A specifikus primerek a karotinoidhoz kapcsolódó kukorica gének amplifikálásához (Sigma-Aldrich) a (3.táblázat) tartalmazza. Az eredményeink azt mutatják, hogy a reakcióink hatékonyak, az olvadáspont-görbe analízis pedig azt, hogy vannak különböző termékek.

3.táblázat. A karotinoid útvonal génexpressziós vizsgálataikhoz használt primerszettek

| Gén | Forward primer szekvencia (5'-3') | Reverz primer szekvencia (5'-3') |
|---------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| PSY | CATCTTCAAAGGGGTCGTCA | CAGGATCTGCCTGTACAACA |
| PDS | GAAATCATCGATGCAACTATGGAA | CTTCGATAGGTGACCTTTGGA |
| ZDS | GTGTGGTAAAAGATCGGACAA | AGAGAGTTGCTCCTTCCAT |
| LCYB | CATCGTAAGGTTCTCGACA | ATGCCGAAGCAGAAGAAGCTC |
| LCYE | TTTACGTGCAAATGCAGTCAA | TGACTCTGAAGCTAGAGAAAG |
| CYP97C | GTTGACATTGGATGTGATTGG | AACCAACCTTCCAGTATGGC |

Forrás: *W. He et al., 2019*, Saját szerkesztés

2.3.6. Elem meghatározása laborvizsgálati módszerrel

Az általunk vizsgált csemegekukorica hibridek minőségi paraméterek meghatározását a betakarításkor vett mintából laboratóriumi körülmények között vizsgáltuk a Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Agrárműszerközpontjában. A beltartalmi értékeinek statisztikai elemzéséhez szükséges mintavételekre véletlenszerűen választottuk ki a növényeket. A laboratóriumi vizsgálatokhoz szükséges minták szállítása folyékony nitrogénben történt, majd a vizsgálatig, $-84\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on, kerültek betárolás. Az elem meghatározás érdekében a csemegekukorica hibridek szemtermésének szárítása kíméletes, alacsony hőmérsékleten zajlott. A szárítás $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on történt majd ezt követően feldolgozásig $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on kerültek betárolásra a minták. A begyűjtést követően szárítószekrényben (Binder FD 720 hőkamra), maximális levegősebességgel azonnal megkezdődött a minták feldolgozása (El-Abady, 2014). A minták elemtartalmának meghatározása céljából az előkészített szemmintákból $0,5\text{ g}$ -ot mértünk be majd ezt követően 5 ml desztillált cc. HNO_3 -at és 3 ml 30% -os H_2O_2 -ot adagoltunk a mintákhoz. A lezárás követően ETHOS Plus Milestone mikrohullámú roncsolóval négy lépésben roncsoltuk a mintákat az Application Note 076 módszerrel. Következő lépésben a roncsolt mintákat tartalmazó edényeket visszahűtöttük, majd 50 ml -es mérőlombiba öntöttük. A méréseket ICAP 7000 spektrofotométerrel (Thermo Scientific) végeztük, mely során az egyes elemekre jellemző hullámhosszú spektrumvonalat mértük.

A karotinoidk (lutein, zeaxantin) mennyiségének meghatározásához a Moros et al. (2002) módszert alkalmaztuk. A mintáinkat szárazjég hozzáadása mellett megdaráltuk majd a vizsgálatig $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on tároltuk. A vizsgálat során $0,6\text{ g}$ darált mintát mértünk 50 ml -es centrifugacsőbe és 6 ml 100% -os etanolt hozzáadását követően 30 másodpercig vortexeltük a mintákat majd 5 percig hűtött ultrahang kádban ultrahangoztuk. Következő lépésben hozzáadtunk 3 ml 10% -os NaCl oldatot és 10 ml hexánt, majd ismét vortexeltük a mintákat 30 másodpercig. A fázisok szétválásáig 5000 rpm -en centriugáltuk a mintákat 3 percig. A felső, hexános fázist bepárlócsőbe pipettáztuk. A hexános szétválasztást még kétszer megismételtük egészen az alsó, vizes-alkoholos fázis elszíntelenedéséig. Az összegyűjtött hexános frakciókat nitrogénáram alatt szobahőmérsékleten, sötétben szárazra pároltuk. A bepárolt mintákhoz 2 ml $0,1\%$ Butil Hidroxil Toloult (BHT) tartalmazó metanolt (MeOH) adtunk majd vortexeltük és ultrahang segítségével feloldottuk, majd az oldatot $0,22\text{ }\mu\text{m}$ -es pórusátmérőjű fecskendőszűrőn HPLC fiolába szűrtük. A nagy teljesítményű folyadékkromatográfia (HPLC) vizsgálatig a minták $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on kerültek betárolásra.

A csemegekukorica minták nedvességtartalmát is vizsgáltuk. A szemmintákat szárazjég jelenlétében ledaráltuk ezt követően a darált minta megközelítőleg 1/3-át 40 ml-es EPA fiolába helyeztük. A szárazjég elszublimálásáig a mintákat nyitott edényben tároltuk szobahőmérsékleten majd lemértük a fiola tömegét. A fiolákat ezután 500 mbar vákuumot alkalmazva 70 °C-os vákuumszárítószekrénybe helyeztük, majd 3 óra elteltével a vákuumot lecsökkentettük 100 mbar-ra és egy éjszakán át szárítottuk. A szárítószekrényből kivéve a fiolákat légmentesen lezártuk és szobahőmérsékletre visszahűlve meghatároztuk a pontos tömegüket.

2.4. A kísérletben vizsgált hibridek

A vizsgálatainkhoz mindhárom kísérleti évben négy eltérő genotípusú csemegekukorica hibrid került kiválasztásra (4.táblázat). A vizsgált négy hibridből, a normál édes Honey és a szuperédes GSS6924 hibridek laboratóriumi eredményei megbízható összehasonlítás alapját képezték, a részletes statisztikai értékelésekhez

4.táblázat. *Csemegekukorica hibridek 2020-2022*

| Jelölés | 2020 | 2021 | 2022 |
|---------|--|--|--|
| | Hibridek | | |
| H1 | Honey normál édes (Martonvásár) | Honey normál édes (Martonvásár) | Honey normál édes (Martonvásár) |
| H2 | GSS6924 szuperédes (Syngenta) | GSS6924 szuperédes (Syngenta) | GSS6924 szuperédes (Syngenta) |
| H3 | Dessert R80 szuperédes (Unicorn) | Dessert R80 szuperédes (Unicorn) | Dessert R80 szuperédes (Unicorn) |
| H4 | SV1899 szuperédes (Semini) | SV1899 szuperédes (Semini) | SV1899 szuperédes (Semini) |

2.5. A kísérlet termelés technológiája, 2020, 2021, 2022

Mind a három kísérleti évben, mind a négy vizsgált csemegekukorica hibrid esetében az elvetett magszám 55.000/ha. A vetés ideje 2020.05.22., 2021.04.29., 2022.05.12. A megvalósított precíziós termeléstehnológiát csepegtető öntözéssel egészítettük ki.

| A technológia elemei: | | | |
|-----------------------|------------------------------------|------------|------------------------------------|
| 2019.09.12 | Sárgázás | 2021.04.29 | Vetés |
| 2019.10.15 | Őszi szántás | 2021.05.21 | Gyomirtás |
| 2020.03.28 | Szántás elmunkálás | 2021.08.20 | Betakarítás |
| 2020.04.03 | Műtrágyaszórás | 2021.11.03 | Szárazás |
| 2020.05.20 | Magágykészítés | 2021.11.09 | Szárbonó Natur NOVA, MCIRO |
| 2020.05.22 | Vetés | 2021.11.10 | Tárca |
| 2020.06.05 | Gyomirtás | 2021.11.17 | Lazítás |
| 2020.06.29 | Sorközművelés | 2021.11.24 | Szántás |
| 2020.08.19 | Betakarítás | 2022.03.10 | Szántás elmulasztása |
| 2021.03.09 | Talajmintavétel (0-30 cm) | 2022.04.11 | Műtrágyaszórás |
| 2021.03.18 | Talajmintavétel (0-200 cm) | 2022.04.11 | Kombinátorozás műtrágyaszórás után |
| 2021.03.30 | Műtrágyaszórás | 2022.05.02 | Talajmintavétel |
| 2021.03.30 | Kombinátorozás műtrágyaszórás után | 2022.05.12 | Vetés |
| 2021.04.23 | Ásóborona vetés | 2022.05.27 | Gyomírás |
| 2021.04.26 | Kombinátorozás vetés előtt | 2022.07.31 | Betakarítás |

A kísérlet során alkalmazott gyomirtószer, Laudis 5 l/ha. A folyamatos vízellátást vezérelhető csepegtető öntöző rendszerrel biztosítottuk. Az öntözővíz 2020-ban 45 mm; 2021-ben 268 mm; 2022-ben 304mm volt. A kísérletben a N műtrágya Mg-ot is tartalmazott (5.táblázat).

5.táblázat. A kísérletben alkalmazott műtrágya (kg/ha) 2020-2022

| Év | N | CaO | Mg |
|-------------|-----|-----|----|
| 2020 | 80 | 21 | 15 |
| 2021 | 90 | 23 | 16 |
| 2022 | 101 | 26 | 18 |

2.6. Statisztikai módszerek

A különféle értékek közötti szignifikáns különbségek meghatározására a Fisher-féle legkisebb szignifikáns különbség (LSD) tesztet alkalmaztuk. A változók közötti korrelációt a Pearson-féle korrelációs együtthatóval jellemeztük. Ezt a korrelációs mátrixot használtuk a főkomponens-elemzés kiindulópontjaként. A főkomponens elemzés (PCA) alkalmazhatóságát, amely egy többváltozós statisztikai eljárás, Kaiser–Mayer–Olkin teszttel határoztuk meg (Dzhuiban és Shirkey 1974). A teszt kritikus értéke 0,5. Ha bármelyik változó MSA (Measure of Sampling Adequacy) értéke meghaladja ezt az értéket, az alkalmas elemzésre. A főkomponensek száma úgy került beállításra, hogy a korrelációk variancia együtthatója 80% felett legyen. Az egynél kisebb sajátértékű komponenseket figyelmen kívül hagytuk, ezeket csak az ábrázolásban használtuk. A korreláció analízis során a következő rövidítéseket alkalmaztuk: növénymagasság (nm), szárátmérő (szárát), termés (term), csőátmérő (csőát),

csőhossz (csőho), szemtömeg (szem), csutka (csutka) illetve az ásványi anyagok tekintetében magnézium (Mg) a kálium (K), vas (Fe), foszfor (P), kalcium (Ca), cink (Zn). A kísérleti eredmények statisztikai értékelése R 3.2.4. statisztikai környezetben (Teams 2016a), az RStudio (Team2016b) grafikus felület használatával, „gplots” (Warnes et. al., 2015), „autó” (Fox és Wesiberh 2011) és „agricolae” (De Mendiburu, 2016) csomag és Minitab LLC. (PA, USA) és statisztikai szoftver segítségével jellemeztük.

2.7. Mikorrhiza kolonizáció vizsgálat

A gyökerekben a mikorrhiza kolonizáció meghatározása speciális tinta/ecet festési eljárással történik, amelynek során a tárolt mintákból vett részmintákat 10%-os KOH-ban főzzük, majd 5%-os ecetsavas oldatban 5%-os tintában tovább forraljuk. Ezt követően vízzel történő mosás után 10%-os ecetsavas oldatban mossuk őket. Végül mintánként harminc db 1 cm-es gyökérdarabot helyezünk mikroszkópos tárgylemezre. A kolonizáció becslése mikroszkóppal, Trouvelot és mtársai (1986) módszere alapján történik, amelynek során minden egyes gyökérdarab esetében megbecsüljük a gyökér teljes kolonizációját, valamint a kolonizált gyökértöredéken belüli arbuszkulum- és vezikulumtartalmat. A teljes kolonizáció értéke 0-5, az arbuszkulum- és vezikulum tartalom 0-3 között becsült.

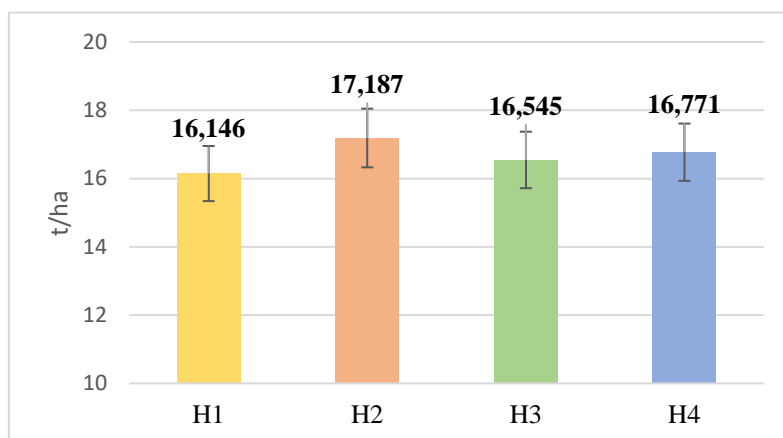
A mikorrhiza kolonizációt jellemző paraméterek:

- F%: A mikorrhiza gyakorisága, a gyökérdarab bármilyen kolonizációval rendelkező %ának aránya.
- M%: A kolonizáció teljes intenzitása a teljes gyökérben, azaz mennyire elterjedt a kolonizáció a gyökérben.
- A%: Az arbuszkuláris kolonizáció intenzitása a teljes gyökérben.
- V%: A vezikulum kolonizáció intenzitása a teljes gyökérben.

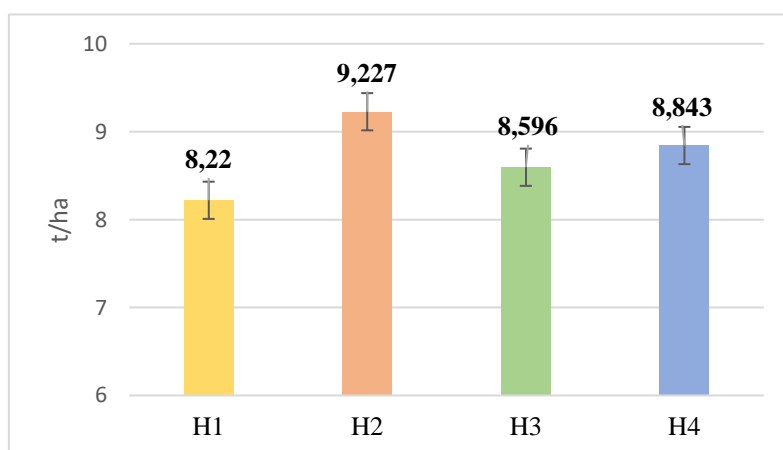
3. EREDMÉNYEK

3.1. Csemegekukorica hibridek összehasonlító eredményei 2020-ban

2020 a csemegekukorica számára megfelelő, átlagos évjárat volt. Az elővetemény betakarításától a vetés idejéig jelentős, 261 mm csapadék hullott. A H1 hibrid nyerstermése hektáronként 16,146 tonna volt, a kedvező évjáratban (1.ábra). A nyers szemtermés aránya közepes eredményt mutatott, 51% (2.ábra). A H2 hibrid nyerstermése a legkedvezőbb volt a vizsgált hibridek közül, 17,187 t/ha. Kiemelkedő volt a nyers szem aránya is, 57% (9,22 t/ha). A csutka aránya szintén kedvező, 39% és a csuhé aránya is, 7%. A H3 hibrid nyers termése volt a legkisebb (16,545 t/ha). A szem (52%) és a csutka (40%) átlagos, a csuhé aránya (8%) kedvezőbb volt. A H4 hibrid eredményei, a kiváló évjárat ellenére átlagosnak értékelhető. A nyerstermés 16,771 tonna és a nyers szemtermés 8,843 tonna volt hektáronként. A szem (53%) és a csutka aránya (38%) kedvező, azonban a csuhé (9%) aránya a legmagasabb volt.



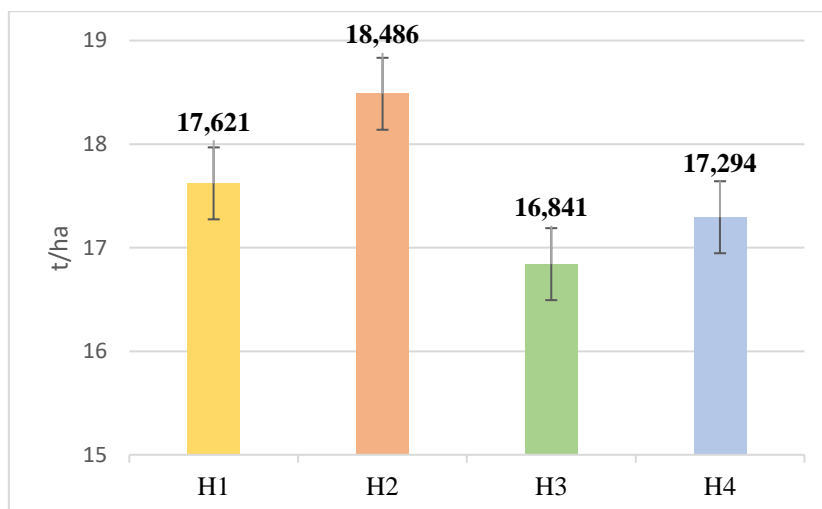
1.ábra. Csemegekukorica hibridek nyerstermése (cső+csuhé) t/ha Debrecen, 2020



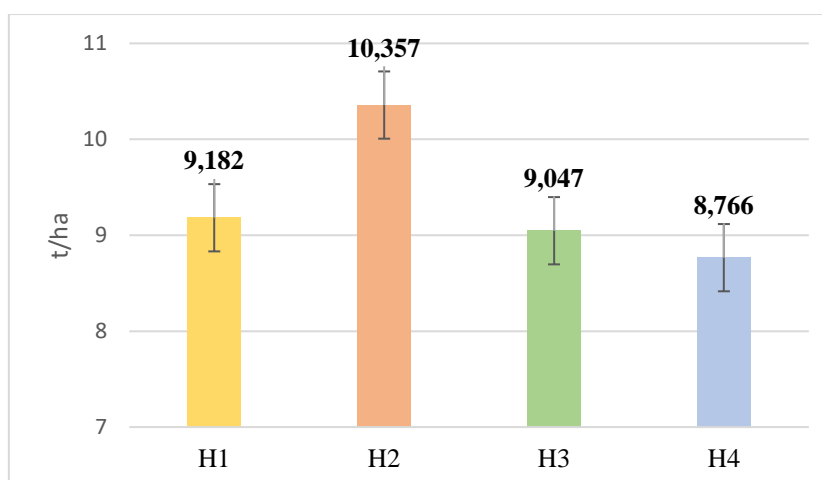
2.ábra. Csemegekukorica hibridek nyers szemtermése, t/ha Debrecen, 2020

3.2. Csemegekukorica hibridek összehasonlító eredményei 2021-ben

2021 a csemegekukorica termesztés számára átlagost meghaladó, kedvező évjáratnak bizonyult. Az elővetemény betakarítástól a vetés idejéig 246 mm csapadék hullott. A H1 hibrid nyerstelemése 17,621 t/ha (3.ábra) és a szemtermése 9,185 t/ha (52%) közepesnek számít (4.ábra). A csutka mennyisége magas (40%), a csuhé aránya közepes (8%). A H2 szuperédes hibrid nyerstelemése a legmagasabb, 18,486 t/ha. A nyers szemtermés arány kiváló, 57% (10,557 t/ha). A csutka aránya legalacsonyabb, a legkedvezőbb (36%), a csuhé is a legalacsonyabb (7%). A H3 hibrid nyerstelemése a legalacsonyabb a négy hibrid között (16,841). A nyers szem (53%) és a csutka aránya (38%) is kedvező volt. A csuhé mennyisége átlagos volt (9%). A H4 hibrid hektáronkénti nyers termése (17,294 tonna), átlagos volt. A szem (51%) és a csutka (39%) aránya kedvezőbb, viszont a csuhé aránya a legmagasabb volt (10%), ami egyezik a feldolgozó ipari adatokkal.



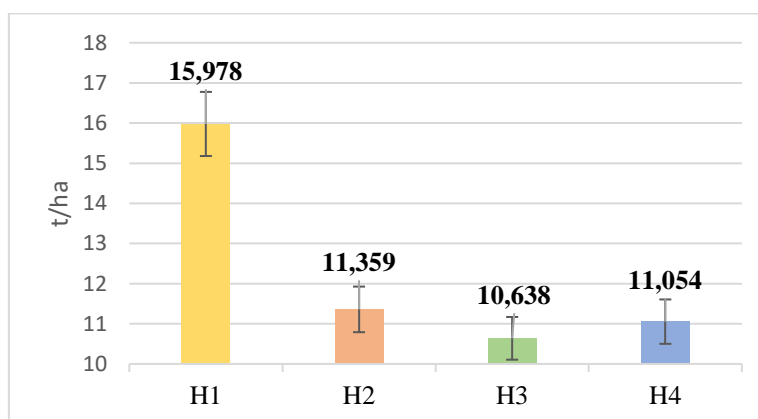
3.ábra. Csemegekukorica hibridek nyerstelemése (cső+csuhé) t/ha Debrecen, 2021



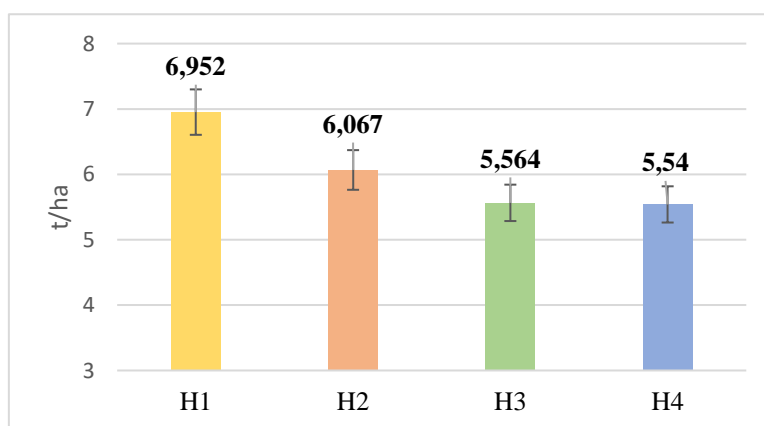
4.ábra. Csemegekukorica hibridek nyers szemtermése, t/ha Debrecen, 2021

3.3. Csemegekukorica hibridek összehasonlító eredményei 2022-ben

2022 a csemegekukorica termesztés, ezen belül a szuperédes hibridek számára rendhívül kedvezőtlen volt. Az elővetemény betakarításától a vetésig eltelt időszakban mindössze 150 mm csapadék hullott. A H1 normál édes csemegekukorica hibrid igen jól szerepelt a súlyos aszályos évjáratban. Különösen a nyers termése (5.ábra) volt kiemelkedő (15,978 t/ha), azonban a szemtermés (6.ábra) aránya (44%) nagyon kedvezőtlen, a hektáronként 6,952 tonna, ez közepes eredménynek számít. A csutka aránya (46%) nagyon magas, a csuhé aránya a legmagasabb (10%). A H2 szuperédes csemegekukorica termése a súlyos aszály miatt alacsony (11,359 t/ha), ennek ellenére a nyers szemtermése (6,067 t/ha) aránya kedvező 53%. A csuhé aránya közepes (8%). A H3 hibrid nyerstermése a legalacsonyabb, 10,635 t/ha. A nyers szemtermés mennyisége (5,564 t/ha) és aránya kedvező (52%). A csutka aránya közepes (39%) és a csuhé is (9%). A H4 szuperédes csemegekukorica nyers termése figyelembe véve az országos átlagokat, nem kedvezőtlen (11,054 t/ha). Azonban a nyers szemtermés (5,540 t/ha) aránya csak 50%, a csutka aránya is kedvezőtlen, átlag fölötti (41%).



5.ábra. Csemegekukorica hibridek nyerstermése (cső+csuhé) t/ha Debrecen, 2022



11.ábra. Csemegekukorica hibridek nyers szemtermése, t/ha Debrecen, 2022

3.4. Normál édes és szuper édes csemegekukorica hibridek eredményeinek értékelése eltérő évjáratokban (2020, 2021, 2022)

A normál édes (H1) és szuperédes (H2) csemegekukorica hibridek terméseredményeit és beltartalmi értékeit három különböző évjáratban vizsgáltuk és hasonlítottuk össze. 2020-ban mind a csapadék mennyisége mind az eloszlása és a hőmérsékleti viszonyok átlagosak, 2021-ben megfelelőek voltak. A 2022-es év súlyosan aszályos volt, kedvezőtlen csapadék mennyiséggel és magas hőmérsékleti értékekkel. A normál édes és a szuperédes csemegekukorica hibridek eredményei lényeges különbséget mutattak a vizsgált három évjáratban. 2021-ben a normál édes csemegekukorica esetében, az aszályos évhez (2022) viszonyítva, a nyerstermés (cső + csuhé) 10%-kal, a nyers szemtermés (9,185 t/ha) 32%-kal volt magasabb. A csutka mennyisége szignifikánsan nem különbözött, a csuhé viszont kedvezőbb volt (-16%). Az aszályos év adataihoz viszonyítva az ásványi anyag tartalmak szignifikánsan nagyobb értékeket mutattak: +5% K, +6% Ca, +7% Mg, +8% Zn. A cukortartalom 35%-kal és a lutein tartalom 27%-kal volt magasabb. A szuperédes csemegekukorica termése 2021-ben (18,486 t/ha) mintegy 60%-kal haladta meg az aszályos 2022-es eredményeket. Legnagyobb kiesés az aszály miatt a nyers szemtermésben (-74%) volt. Kedvezőtlen volt 2022-ben a csutka (+49%) és a csuhé (+50%) aránya is. A növények átlagosan 13%-kal voltak alacsonyabbak. A beltartalmi értékeket vizsgálva megállapítottuk, hogy jelentősen csökkent a Mg és a Zn 6-6%-kal, valamint a K 9%-kal. Kisebb, de nem szignifikáns értékeket mutattak: Ca, Fe és P. A cukor tartalom (-22%) és a lutein (-51%) jelentősen alacsonyabb volt. Új eredmény, hogy a magyar nemesítésű, normál édes hibrid alkalmazkodó képessége kedvezőtlen évjáratban jobb, mint a szuperédes hibridé. 2020-ban a normál édes csemegekukorica hibrid Ca (+71%) és Fe (+12%) tartalma szignifikánsan magasabb volt. A K, a Mg, a Zn és P tartalmak megbízhatóan nem különböztek. A kedvezőbb évjáratban megbízhatóan magas volt a cukortartalom (+10%) és lutein (+11%). 2020-ban 2022 évjáratához viszonyítva a szuper édes csemegekukorica eredményei a cső átmérőt és Ca tartalmat kivéve szignifikánsan nagyobb értékeket mutattak. 2022-ben mért nyersterméshez (11,359 t/ha) képest 2020-ban 51%-kal nagyobb volt a termés. A kedvezőbb évjárat hatására kiváló volt a nyers szemtermés (9,227 t/ha) is, 47%-kal meghaladva a 2022-es év eredményét. A magas terméshez nagyobb csutka (51%) és nagyobb csuhé (+40%) mennyiségek tartoztak és a növények magasabbak voltak (+14%). Az aszály hatása a beltartalmi értékekben is megmutatkozott, a Fe és Zn 9-9%-kal, a Mg 18%-kal, a K 20%-kal volt kevesebb. A lutein koncentráció is lényegesen kisebb (31%) volt.

3.5. Az évjáráthatás értékelése

Az évjárat hatásokat értékelve megállapítottuk, hogy a vizsgált évjáratok mindegyikében, mind a lutein, mind a zeaxanthin tartalmak szignifikánsan különböztek. Az aszály hatására mind a lutein, mind a zeaxanthin szintézis csökkent. Az aszály káros hatása nagyobb volt a normálédes csemegekukorica hibridnél.

Összegzésként a mért paraméterek alapján elvégeztük az összefüggés értékeléseket a genotípusok és az évek átlagában. Az összefoglalást a korrelációk erőssége alapján készítettük. A termés erős pozitív összefüggést mutatott a szemtömeggel, a csutkával, a szacharózzal, a luteinnel, közepes pozitív kapcsolat volt a csuhé, K, Mg, Zn, P, zeaxanthin, gyenge pozitív a Fe, fruktóz tartalmakkal és csak a Ca tartalommal volt gyenge negatív összefüggés.

A szemtömeg különböző erősséggel pozitív kapcsolatban volt az összes paraméterrel. A szemtömeg erős pozitív összefüggést mutatott a szacharózzal, a luteinnel, a zeaxanthinnal, közepes pozitív kapcsolatot a csutkával, Fe, K, P-ral, gyenge pozitív volt az összefüggés a csuhé, Mg, Ca, Zn és fruktóz tartalmakkal.

A csutka és a csuhé paraméterek hasonló korrelációs értékeket mutattak. A csutka erős pozitív összefüggésben volt a csuhé, Mg, Zn értékekkel, gyenge pozitív összefüggést mutatott a K, P, fruktóz, szacharóz, lutein, zeaxanthin és gyenge negatív korrelációt a Ca, Fe esetében.

A csuhé paramétereinek összefüggése alig különbözött a csutka adataitól, kivéve, hogy csuhé közepes negatív korrelációt mutatott nem csak a Ca, hanem a Fe esetében is.

Az ásványi elemek korrelációs elemzése alapján megállapítottuk, hogy erős pozitív összefüggést mutatnak a Ca értékek Fe, K adataival, a Fe a K-mal, luteinnel, a K a luteinnel, a Mg a Zn-vel, a Zn a fruktózzal, a P a szacharózzal, a luteinnel, a zeaxanthinnal. Az ásványi elemek többsége között gyenge pozitív kapcsolatot találtunk, néhány esetben nagyon gyenge negatív kapcsolatot. Erős negatív kapcsolatot csak a Ca esetében találtunk, a Mg és Zn összefüggésben. Erős pozitív kapcsolat volt a fruktóz és a szacharóz valamint a zeaxanthin között, a szacharóz és a lutein, valamint a lutein és a zeaxanthin között.

3.6. Csemegekukorica hibridek molekuláris biológiai markereinek értékelése

A laboratóriumi vizsgálatokhoz a szükséges levél, termés és gyökér mintákat a szántóföldi csemegekukorica kísérletekből a Debreceni Egyetem Böszörményi úti Campusának bemutatókertjéből gyűjtöttük be. A minták RNS tartalmának megóvása érdekében helyszíni fagyasztást végeztünk folyékony nitrogénben, majd a replikátumok a vizsgálatig -80 °C-on

kerültek betárolásra. A totál RNS-t az MN-NucleonSpin RNA Plant, MiniKit for RNA segítségével nyertük ki.

A háztartási gének konstitutívan expresszált gének csoportjából állnak. Minden sejt számára esszenciális funkciókat kódolnak. Egy szervezet minden egyes sejtjében kifejeződnek, függetlenül a szövet típusától, fejlődési szakasztól, sejtciklus állapotától vagy külső jeltől. Szakirodalmi adatok alapján a referencia gének, amelyekkel génkifejeződésbeli különbségeket összehasonlítottuk a vizsgálataink során az aktin (ACT), a tudulin (TUB), ubiquitin (UBI) és egy tioredoxin-szerű gént (TLG) kódolnak.

3.7. Gyökérfestés és arbuskuláris mikorrhiza kolonizáció intenzitásának értékelése

Az eredmények alapján megállapítottuk, hogy az egyes csemegekukorica hibridek között eltérések voltak a kolonizáció mértékében. Az F%, M% és A% esetén is a H3 hibrid mutatott magasabb értékeket, a legalacsonyabb értékeket pedig legtöbb esetben a H4 hibrid mutatta. A V% esetén vegyesebb volt a kép, ám a V% értékek alacsonyabbak voltak és a vezikulumok mennyiségének értékelése során a gyökérben található spórák mennyisége is módosíthatja az eredményeket. Az F%, M% és A% esetén a két időpontban vett mintákban hasonló eltéréseket mértünk a hibridek között, ami megerősíti a hibridek közötti eltérések jelentőségét.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A fenntartható élelmiszer rendszerek egyszerre veszik figyelembe az egészséges táplálkozást, a természetes ökoszisztémák védelmét gazdasági, környezeti és társadalmi szempontokból (Alcamo és társai, 2003).

Szakály (2024) szerint nem tekinthető fenntarthatónak az élelmiszer fogyasztási struktúra akkor, ha az élelmiszer tápanyagsűrűsége nem kielégítő és hiánybetegségeket okoz. Két kiemelt dimenzió a környezet és az egészség. A gyümölcs – és zöldségfélék, hüvelyesek fogyasztásának meg kell kétszereződni ahhoz, hogy az étrend a jövőben egészségügyi és környezeti előnyöket jelentsen az emberek számára. Igaz ez az állítás a csemegekukoricára is, mert jelenleg egy főre vetítve a hazai átlagos fogyasztás mindössze évi 2 kg. A csemegekukorica fogyasztás az emberi szervezetre jótékony hatású, egész évben lehetne az étrend része. Rendszeres fogyasztásával számos betegség kialakulása megelőzhető, vitamin, ásványi anyag- és rost tartalma magas, azonban általános a közvélemény, miszerint magas a cukortartalma, ezért ellenjavalt a fogyasztása. Ez a vélemény nem hiteles. Összehasonlításként, amíg egy cső csemegekukoricában 6-7 g cukor található, addig egy közepes banánban 15 g.

A vizsgált három év (2020, 2021, 2022) meteorológiai adatbázisa lehetővé tette három évjáratban (átlagos, kedvező, aszályos) négy csemegekukorica hibrid terméseredményeinek és minőségi paramétereinek értékelését. Az évjárat hatások elemzését Hudák és Gombos (2023) kutatásaihoz hasonlóan az elővetemény betakarításától a vetés idejéig eltelt időszak vízellátottság értékelésével kezdtük és bizonyítottuk, hogy ez az időszak rendkívül fontos a talaj mélyebb rétegeinek feltöltődése miatt. A vizsgált években a kelés időszakában a vízellátottság szempontjából a 2021-es év volt a legkedvezőbb. ezzel szemben 2022-ben az elővetemény betakarításától a vetésig eltelt időszakban mindössze 150 mm csapadék hullott, a kedvezőtlen évjárat hatásokat Gombos és Nagy (2021) munkái is igazolják. Ez követően mind a három évben elvégeztük tenyészidőszakok részletes elemzését. Az évjárat hatás jól jellemezhető a keléstől számítva a nővirágzáshoz szükséges hasznos hőösszegekkel: 2020-ban 485 HU, 2021-ben 637 HU és 2022-ben 668 HU. Az évjárat lefontosabb mutatója a nyerstermés mennyisége. A vizsgált négy hibrid átlagában 2020-ban 16,662 t/ha, 2021-ben 17,561 t/ha 2022-ben 12,257 t/ha volt a nyerstermés. A feldolgozóipar számára legfontosabb eredmény a nyers szemtermés mennyisége, amely ugyan olyan évjárat hatást mutatott, mint a cső + csuhé adatok. A nyers szemtermés hektáronként 2020-ban 8,722 tonna, 2021-ben 9,338 tonna és 2022-ben 6,031 tonna volt.

Elvégeztük a négy eltérő genotípusú csemegekukorica hibrid összehasonlító értékelését is. Három év átlagában a legnagyobb nyerstermést (cső + csuhé) a normál édes (H1) hibrid érte el (16,582 t/ha). A szuperédes hibridek közül a H4 és a h2 eredménye (15,039 - 15,677 t/ha) szignifikánsan nem különbözött. Egy tonnával kisebb nyerstermést hozott a H3 szuperédes csemegekukorica (14,675 t/ha). A nyers szemtermés eredmények ettől eltérően alakultak, a H2 szuperédes csemegekukorica hibrid (8,551 t/ha) megelőzte a H1 normál édes hibridet (8,118 t/ha). A H3 és a H4 szuperédes csemegekukorica hibridek nyers szemtermése három év átlagában megbízhatóan nem különbözött (7,716 - 7,736 t/ha). Eredményeink megegyeznek Pepó és társai (2019) valamint Demeter és társai (2020) vizsgálati eredményeivel a hibridek ökológiai érzékenységét illetően.

A genotípusok összehasonlító elemzésének eredményei, különböző évjáratok (aszályos, átlagos, kedvező) összesített adatai alapján, megegyezett Horváth és társai (2021) megállapításával, különösen az aszály kedvezőtlen hatásainak paramétereit illetően. A genotípusok vízhasznosító képességét fajlagos értékekkel jellemeztük. Adatbázist képeztünk az egyes genotípusok nyers szemtermésnek három éves eredményeiből és a három év alatt rendelkezésre álló víz (csapadék + öntözővíz) mennyiségekből.

Kutatási eredményeink értékelése szerint a szuperédes (H2) csemegekukorica hibrid vízhasznosítása volt a legjobb, 1 mm vízzel 21 kg nyers szemtermést produkált. A normálédes (H1) hibrid vízhasznosítása is kedvező volt, három év összesített adatbázisa alapján (19,8 kg nyers szemtermés / 1 mm víz). A H3 és H4 (szuperédes) hibridek hatékonysága kisebb volt és egymástól megbízhatóan nem különböztek (18,8 - 18,9 kg nyers szemtermés / 1 mm víz). Az összefüggések megegyeztek Samarah és társai (2009) kutatási eredményeivel, különösen a genotípusok és a vízstressz összefüggéseit illetően a H1 (normál édes) és a H2 (szuperédes) csemegekukorica hibridek szélesebb adatbázisa (terméseredmények, beltartalmi értékek) lehetővé tette a kutatási eredmények és vizsgálatok megbízható statisztikai értékelését.

Szántóföldi kísérletek eredményei alapján értékeltük az összefüggéseket az évjáratok között és a hibrid x évjárat kapcsolatokat. Kutatási eredményeink szerint az évjárat szignifikáns hatással volt a terméseredményekre. Az eredmények igazolják Ilker (2011) és Nagy és társai (2021) évjárat hatás elemzéseit. A normál édes hibrid termés eredménye szignifikánsan a legnagyobb volt 2021-ben, ehhez képest hektáronként 2020-ban több mint egy tonnával, 2022-ben az aszályos évjáratban közel két tonnával kevesebb termést takarítottunk be. A szuperédes hibrid hasonló összefüggéseket mutattak a vizsgált évjáratokban, azzal a különbséggel, hogy az aszály

hatása súlyosabb volt, a terméseredmény 6-7 t/ha-ral volt alacsonyabb. A nagyobb genetikai termőképesség, gyenge aszálytűréssel párosult.

Kísérleti eredményeink alapján értékeltük a feldolgozó ipar számára fontos termés paramétereket, az eltérő évjáratokban. A normál édes csemegekukorica hibrid nyers szemtömeg eredményei kedvezőbb évjáratokban hektáronként 8-9 tonna volt. A szuperédes csemegekukorica hibrid nyers szemtömege kedvező évjáratban meghaladta a 10 t/ha, azonban az aszályos évben a kedvezőtlen körülmények hatására négy tonnával kisebb értéket mértünk. A szuperédes csemegekukorica nagyobb érzékenységét a klimatikus viszonyokra a szemtömeg adatok szórásának intervalluma is bizonyítja. A variancia analízis értékei szerint az évek és a hibridek közötti eltérések is szignifikánsak voltak. A különböző genotípusú csemegekukorica hibridek nyerstermés eredményeiben az évek eltérő hatását mérték Marshall és Tracy (2003), valamint Mousavi és társai (2024) is. A hibrid x év hatás is megbízhatóan különbözött.

Normál édes és szuperédes csemegekukorica hibridek terméselemeinek elemzése alapján megállapítottuk, hogy a legnagyobb különbségeket a nyers csutkatömeg értékek mutatták, mind az évjáratok, mind a hibridek között. Az élelmiszeripari feldolgozás során gazdasági szempontból a kisebb csutkatömeg kedvezőbb. Nagy és társai (2023) szerint is a terméselemek aránya évjáratonként eltérő az egyes csemegekukorica hibridek esetében.

Varianciaanalízis eredményei alapján megállapítottuk, hogy a hibridek közötti értékek szerint a normál édes és a szuperédes csemegekukorica hibridek csutkatömege 2022-ben, az aszályos évjáratban, nagymértékben, szignifikánsan eltérő volt. Jelentősen, 39%-kal volt kedvezőbb a szuperédes csemegekukorica csutkatömege, mint a normál édes hibridé. A csemegekukorica termelők a friss termést csövesen, csuhéval szállítják a feldolgozó üzembe. Mindkét fél számára előnyös, ha bő termő, jó minőségű csemegekukorica hibrideket használnak a termelők, lehetőleg nem nagy csuhé tömeggel. A csuhé tömege alapvetően függ a termesztett csemegekukorica hibrid genotípusától és az évjáratától is jelentős. A variancia analízis elemzés alapján megállapítottuk, hogy a normál édes csemegekukorica hibrid csuhétömege jelentősen (40-60%-kal) nagyobb aszályos évjáratban mint kedvező évjáratban. A két hibrid, a vizsgált évek átlagában megbízhatóan különbözött.

Megállapítottuk, Aylswirth (1986) és Szabó és társai (2021) kutatási eredményeivel megegyezően, hogy az évjáratok közötti különbség szignifikáns. Ugyan akkor a szuperédes csemegekukorica nyers csuhétömege a kedvező és a kedvezőtlen, aszályos évjáratban egyaránt megbízhatóan, lényegesen alacsonyabb.

A csemegekukorica hibridek fenológiai felvételezési adatait statisztikailag is értékeltük. A növények magassága, a vizsgált években jelentős különbségeket mutattak, de három év átlagában a két hibrid nem különbözött. Szignifikáns volt az évek közötti különbség, a két hibrid átlagában. Ge és társai (2012) és Daryanto és társai (2016) szerint is az évjárat, elsősorban a kritikus fenofázisokban a hőstressz okozza a növény fenometriai adatainak jelentős eltéréseit. A normál édes csemegekukorica növényállomány volt a legmagasabb 2021-ben, a kedvező évjáratban (280 cm). Ugyanakkor aszály hatására lényegesen alacsonyabb állománymagasságot (200 cm) mértünk a normálédes hibridnél. Az évek és a hibridek közötti eltérések szignifikáns különbségeket az aszályos, 2022-ben mutattak, mind a normál édes, mind a szuper édes hibridek esetén.

A szár átmérő adatok, statisztikai értékelés alapján, kedvező évjáratban mindkét típusú hibridnél nagyobb értékeket mutatnak, mint aszályos évjáratban. A vizsgált három évjáratban, az átlagos szár átmérő adatok szignifikáns különbséget mutattak. Három évjáratban a vizsgált két hibrid szár átmérő adatai két, megbízhatóan különböző csoportba tartoztak. Az egyik csoportok 2020-ban a normál édes, 2021-ben mind a két hibrid, míg a másik csoportot 2020-ban szuperédes és az aszályos évben (2022) mind a két típusú hibrid szár átmérő adatai képezték.

A vizsgált évek átlagában megbízhatóan különböztek a normál édes és a szuper édes csemegekukorica hibridek csőhossz adatai. A szignifikancia értékek alapján az évek és a hibridek közötti eltérések megbízható különbségeket mutattak, kivéve a normálédes 2020-ban és a szuper édes 2021-ben mért csőhossz értékei.

A csőátmérő a vizsgált évek átlagában a normál édes és a szuperédes csemegekukorica hibridek szignifikánsan különböztek. A varianciaanalízis értékei szerint az évek és a hibridek közötti eltérések megbízható különbséget mutattak.

A szántóföldi csemegekukorica kísérletek megbízható paramétereket szolgáltatottak a beltartalmi értékekről, saját adataink felhasználásával vizsgáltuk az évjáratok és a hibrid x évjáratok kapcsolatot. Eredményeink értékelését segítették Gu és társai (2015), Xiong és társai (2017), Ray és társai (2019), akik kutatásaikban szignifikáns összefüggést mutattak ki az ásványi anyag tartalmak és évjáratok között. A variancia analízis eredménye szerint a vizsgált évek átlagában, a normál édes és a szuperédes csemege kukorica Ca, Fe, K, Mg, Zn tartalma szignifikánsan különbözött. A P tartalomban nem volt különbség. Az évjárathatásokat értékelve megállapítottuk, hogy a Fe, a K, a Mg, tartalak megbízhatóan nem különböztek.

A csemegekukorica cukortartalma a termesztők számára már a hibridek megválasztásakor fontos szempont. A csemegekukorica hibridek cukortartalmát, annak változását széles körben kutatják (Long 1988, Marshall és Tracy 2003). Kutatási eredményeink egybeesnek Huzsavi és társai (2021) által meghatározott kölcsönhatásokkal. Betakarításkor vizsgáltuk a normálédes és a szuper édes csemegekukorica fruktóz és szacharóz tartalmát. A variancia analízis értékei szerint, a vizsgált évek átlagában a normálédes és szuperédes csemegekukorica fruktóztartalma szignifikánsan különbözött, azonban a szacharóz tartalom nem. Az évjárathatásokat értékelve megállapítottuk, hogy a vizsgált évjáratok mind a fruktóz, mind a szacharóz tartalmakra szignifikánsan hatottak. A kedvezőbb évjáratokban megbízhatóan magasabb cukortartalmakat mértünk. Kísérleteinkben az aszály jelentősen csökkentette a cukortartalmakat, 2021-hez viszonyítva 2022-ben a fruktóz 2,2%-kal, a szacharóz 6,6%-kal volt kevesebb.

Az egészséges táplálkozás szempontjait figyelembe véve elemeztük a csemegekukorica lutein és a zeaxanthin tartalmát. Az egészséges táplálkozásban a friss csemegekukoricának növekszik a jelentősége (Erdal és társai, 2011). A kutatási eredmények hasznosítása az egészséges táplálkozásban és a gyógyításban is egyre nagyobb teret kapnak. A zeaxanthin gyógyító adagolását a tumoros sejtek ellen elsőként Rosen és társai (2018) szabadalmaztatták.

A varianciaanalízis értékei szerint a vizsgált évek átlagában a szuperédes csemegekukorica lutein tartalma megbízhatóan nagyobb volt, mint a normál édes hibridé.

Az évjárathatásokat értékelve megállapítottuk, hogy a vizsgált évjáratok mindegyikében, mind a lutein, mind a zeaxanthin tartalmak szignifikánsan különböztek. Az aszály hatására mind a lutein, mind a zeaxanthin szintézis csökkent, lényegesen alacsonyabb értékeket mutattak. Az aszály káros hatása nagyobb volt a normálédes csemegekukorica hibridnél.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Kutatási eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a vizsgált három év átlagában a szuperédes csemegekukorica hibridek szemtermése és beltartalmi értékei kedvezőbbek. A nyers szemtermés 6%-kal, a Ca tartalom 20%-kal, a Fe tartalom 10%-kal, K tartalom 12%-kal, a lutein tartalom 16%-kal magasabb, mint a normál édes csemegekukoricáé.

2. Különösen az élelmiszeripari feldolgozás szempontjából fontos eredmény, hogy – három év átlagában – a szuperédes csemegekukorica hibrid szem: csutka (59:41) aránya és csuhé (7,7%) aránya megbízhatóan kedvezőbb, mint a normál édes csemegekukorica hibridé (szem: csutka= 54:46, csuhé 9,5%).

3. Bizonyítottuk az eltérő évjáratok hatását a csemegekukorica hibridek nyers szemtermésére. A rendelkezésre álló víz (csapadék + öntözővíz) hasznosítására jellemző paramétereket állapítottunk meg. 1 mm vízmennyiségre kedvezőbb évjáratban 24 kg, átlagos évjáratban 22 kg és aszályos évjáratban 14 kg nyers szemtermés jutott. A hasznos hőmennyiségeket elemezve megállapítottuk, hogy 1 tonna nyers szemterméshez átlagos évjáratban 95 HU, kedvezőben 108 HU, aszályos évjáratban 139 HU volt szükséges.

4. A szántóföldkísérletben mért paraméterek közötti összefüggés elemzések alapján értékeltük a korrelációk erősségét. Erős pozitív összefüggést mutatott a csemegekukorica nyers termése a szemtömeggel, a csutkával, a szacharózzal, a luteinnel. Közepes pozitív összefüggés volt a csuhéval, zeaxanthinnal és a Mg, K, P, Zn elemekkel. Gyenge pozitív volt a fruktozzal és a vas tartalommal és csak a Ca tartalommal volt gyenge negatív összefüggés.

Methodikai eredmények

Vizsgálataink során célzott génexpressziós vizsgálatokkal nyomonkövettük a csemegekukorica hibridek lutein bioszintézisének molekuláris biológiai markereit a növények generatív fázisában. Igazoltuk, hogy mintagyűjtésre, az RNS izolálására és mennyiségi meghatározására kialakított módszereink alkalmasak. A három referenciagén: ACT (aktin), TUB (tubulin) és UBI (ubiquitin) specifikus PCR reakciók kielégítő eredményeket mutattak. Azonosítottuk a karotinoid/lutein bioszintézis útvonal génjeit. Eredményeink lehetőséget adnak hatékony, tömeges minta feldolgozására és értékelésére.

Vizsgálatainkban a csemegekukorica hibridek között eltérések voltak a kolonizáció mértékében. Az F% (a mikorrhiza gyakorisága, a gyökérdarab bármely kolonizációval rendelkező %-ának aránya), M% (a kolonizáció teljes intenzitása a teljes gyökérben, azaz mennyire elterjedt a kolonizáció a gyökérben) és A% (az arbuszkoláris kolonizáció intenzitása

a teljes gyökérben) esetén a két időpontban vett mintákban hasonló eltéréseket mértünk a hibridek között, ami bizonyítja a hibridek közötti különbségeket.

6. AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTHATÓSÁGA

1. Kísérleti eredményeink bizonyítják, hogy a természetű csemegekukorica hibrid megválasztásakor szükséges és a legfontosabb termesztési (fővetés, másodvetés) és feldolgozási, kereskedelmi (friss fogyasztás, konzerv, hűtőipari) alapvető szempontok figyelembevétele.
2. Kutatási eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a jobb stressztűrő képességű normál édes csemegekukorica hibridek termesztése akkor indokolt, ha a termesztés technológia félintenzív, a talaj tavaszi felmelegedése lassú és elsősorban korai friss fogyasztás a cél.
3. Precíziós termesztéstechnológia alkalmazása esetén javasolt a szuperédes hibridek közül, a termőhelyhez és az üzemi adottságokhoz legjobban megfelelőt választani. Az öntözés elengedhetetlen.
4. Az egészséges táplálkozást segíti a magas minőségű, megfelelő ásványi anyag tartalmú és jelentős lutein és xanthofil mennyiséget tartalmazó új szuperédes csemegekukorica hibridek termesztése, feldolgozása. Szükséges a csemegekukorica fogyasztást segítő, megbízható szakmai eredmények szélesebb körű ismertetése.

7. IRODALOMJEGYZÉK

1. 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.
2. Anonymous, I:2020. Food and Agricultural Organization of the United Nations., Available from: <https://www.fao.org/statistics/en/> Accessed on 12 October 2022
3. Alcamo J. - Ash N. J. - Butler C. D. - Callicott D. - Carpenter S. R. - Castilla J. C. - Chambers R. - Chopta K. - Cropper A.:2003. Ecosystems and human well-being: A Framework for Assessment. Millenium Ecosystems Assessment. Sarukhan, J. – Whyte, A. (eds.) Washington DC, Island Press, 2003.
4. Aylswirth J. D.:1986. Harwest sweet corn by the fourth. *American Vegetable Grower*, 34 (2) 37-38. p.
5. Daniel L.:1978. A csemege- és a pattogatni való kukorica termesztése. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
6. Daryanto S. - Wang L. - Jacinthe P.A.:2016. Global synthesis of drought effects on maize and wheat production. *PLoS ONE*.11, e0156362.
7. de Mendiburu F.:2016. *Agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research*. R package version 1.2-4. <http://CRAN.R-project.org/package=agricolae>
8. Demeter C. - Széles A. - Illés Á. -Bojtor C. - Nagy J.:2020. Eltérő genotípusú csemegekukorica (*Zea mays* L. convar. *saccharata* Koern.) hibridek fenometriai és terméselem vizsgálatainak eredményei. *Növénytermelés*. 69 (4), 26-36, 2020.
9. Demeter C. - Nagy J - Huzsvai L. - Zelenák A. - Szabó A. - Széles, A.:2021. Analisis of the content values of sweet mays (*Zea mays* L. convar *saccharata* Koern.) in percision farming. *Agronomy*. 11.2596.1-12.
10. Dziuban C. D. - Shirkey E. C.:1974. When Is a Correlation Matrix Appropriate for Factor Analysis? Some Decision Rules. *Psychological Bulletin*, 81, 358-361.
11. 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*. vol. 16, no. 2, pp. 153–156, 2011.
12. Ge T. - Sui F. - Bai L. - Tong C. - Sun N.:2012. Effects of water stress on growth, biomass partitioning, and water-use efficiency in summer maize (*Zea mays* L.) throughout the growth cycle. *Acta Physiol. Plant*. 34. 1043–1053.
13. Gombos B. - Nagy J.:2022. A Debreceni Egyetem agrár kampuszán folyó növénytermesztési kísérletek meteorológiai viszonyainak elemzése 2021-ben. *Növénytermelés*. 71 (3-4), 55-70, 2022.
14. Gombos B. - Nagy, J.:2023. A kukoricatermesztési kísérletek meteorológiai viszonyai a Debreceni Egyetem agrár kampuszán a 2022-es tenyészidőszakban. *Növénytermelés*. 72 (2), 5-19, 2023
15. Gu R. - Chen F. - Liu B. - Wang X. - Liu J. - Li P. - Pan Q. - Pace J. - Soomro A. A. - Lübberstedt T. - Mi G. - Yuan L.:2015. Comprehensive phenotypic analysis and quantitative trait locus identification for grain mineral concentration, content, and yield in maize (*Zea mays* L.) *Theor Appl. Genet*.128:1277-1789.
16. He W. - Wang Y. - Dai Z. - Liu C. - Xiao Y. - Wei O. - Song J. - Li D.:2019. Effect of UV-B radiation and a supplement of CaCl₂ on carotenoid biosynthesis in germinated corn kernels. *Food Chemistry* 278:509–514
17. 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

18. Hudák R. - Gombos B.:2023. Local-scale distribution of precipitation in the growing season of 2019 research *Journal of Agricultural Science* 55: 1pp. 111-118., 8p.
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.
20. Ilker E.:2011. Correlation and path coefficient analyses in sweet corn. *Turkish Journal of Field Crops*. 16. 2: 105–107
21. Kozera B. - Rapacz M.:2013. Reference genes in real-time PCR. *Journal of Applied Genetics* 54:391–406
22. Long E.:1988. Sweeter and earlier. *Grower*, 109 (7) 29-35. p.
23. Mares J.:2016. Lutein and Zeaxanthin Isomers in Eye Health and Disease. *Annual Review of Nutrition* 36:571-602
24. Marshall S. V. -Tracy W. F.:2003. Sweet corn. In: *Corn: chemistry and technology*. American Association of Cereal Chemists. St Paul, USA, 537-569. p.
25. Messias R. S. - Galli V. - Delmar A. S. - Rombaldi C. V.:2014. Carotenoid Biosynthetic and Catabolic Pathways: Expression and Carotenoid Content in Grains of Maize Landraces. *Nutrients* 6, 546-563
26. Mousavi S. M. N.- Illés Á. - Bojtor Cs. - Demeter C. - Bakos Zs. - Vad A. - Abakeer R.A. - Sidameh H. M. I. - Nagy J.:2024. Quantitative and qualitative yield in sweet maize hybrids. *Brazilien Journal of biology* 84 1-9, 2024.
27. Nagy J.:2021. Kukorica a Nemzet Aranya – Élelmiszer, takarmány, bioenergia. Budapest, Magyarország: Szaktudás Kiadó Ház Zrt. (2021) A csemegekukorica (*Zea mays* conv. *saccharata* Koern) terméselemeinek elemzése öntözéses termesztésben. *Növénytermelés*. 72 (2), 97-111, 2023.
28. Nagy J. - Demeter C. - Bakos Zs. - Simon K. - Sidahmed H.:2023. A csemegekukorica (*Zea mays* L. convar. *saccharata* Koern) hibridek betakarítási idejének értékelése a szárazanyag- és a szacharózgyarapodásának dinamikája alapján = Harvest time evaluation of sweet maize (*Zea mays* L. convar. *saccharata* Koern) hybrids based on dry matter and sucrose yield dynamics. *Növénytermelés*. 72 (1), 53-68, 2023.
29. Nagy J. - Demeter C. - Bakos Zs. - Szabó A. - Sinka L. - Sidahmed H. - Simon K. - Illés Á.:2023. A csemegekukorica (*Zea mays* conv. *saccharata* Koern) terméselemeinek elemzése öntözéses termesztésben. *Növénytermelés*. 72 (2), 97-111, 2023.
30. 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.
31. Pepó P. - Vad A.:2019. Hatékonyabb kukoricatermesztés. *Magyar Mezőgazdaság*, 2019 (02.13.), 16-17, 2019
32. Revilla M. - Anibas C. M. -Tracy W. F.:2021. Sweet Corn Research around the World 2015–2020. *Agronomy*, 11(3), 534.
33. Rosen B.R. - Dan-Ning H.:2018. Zeaxantin for tumor treatment. US 2018/0318235.
34. Ray K. - Banerjee H. - Dutta S. - Hazra A. K. - Majumdar K.:2019. Macronutrients influence yield and oil quality of hybrid maize (*Zea mays* L.). *PLoS One*. 14. 5. 1-23.
35. Samarah N. H. - Alqudah A. M. - Amayreh J. A. - McAndrews G. M.:2009. The effect of late-terminal drought stress on yield components of four barley cultivars. *J. Agron. Crop Sci.*195, 427–441.
36. Swapna G. - Jadesha G. - Mahadevu P.:2020. Sweet Corn - A Future Healthy Human Nutrition Food. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci* 9(7): 3859-3865

37. Szabó A. - Illés Á. - Bojtor Cs. - Bakos Zs. - Nagy J.:2021. Effect of the different nitrogen supply on the leaf area index and yield parameters of maize. *Növénytermelés*. 70 (3), 117-120, 2021.
38. Trouvelot A. - Kough J.L. - Gianinazzi-Pearson, V.:1986. Mesure du taux de mycorhization VA d'un système racinaire. Recherche de méthodes d'estimation ayant une signification fonctionnelle. In: Gianinazzi-Pearson V. and Gianinazzi, S., Eds, *Physiological and Genetical Aspects of Mycorrhizae*, INRA, Paris, 217-221.
39. Warnes G. R. - Bolker B. - Bonebakker L. - Gentleman R. - Lia W. H. A. - Lumley T. - Maechler M. - Magnusson A. - Moeller S. - Schwartz M. - Venables B.:2015. Gplots: Various R Programming Tools for Plotting Data. R Package version 2.17.0.<http://CRAN.R-project.org/package=gplots>.
40. Xiong H. F. - Xiong Y. S. - Zhang G. B. - Peng Z. D. – He - S. H. - Xu D.B. - Liu, W.: 2017. Effects of Nitrogen, Phosphorus and Potassium on Yield of Sweet Corn. In Proceedings of the International Conference on Material Science. *Energy and Environmental Engineering* (MSEEE 2017). Volume 125, pp

8. PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉK



**DEBRECENI
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**

H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1, Pf.: 400
Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

Nyilvántartási szám: DEENK/61/2025.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Bakos Zsuzsanna
Doktori Iskola: Kerpely Kálmán Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10079310

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (7)

1. **Bakos, Z.**, Sidahmed, H. M. I., Nagy, J.: A Honey csemegekukorica (*Zea mays* L. convar. saccharata Koern) hibrid ásványianyag-, foszfor-, kálium-, magnézium-, cink- és vastartalmának elemzése.
Növénytermelés. 73 (1), 21-28, 2024. ISSN: 0546-8191.
2. **Bakos, Z.**, Nagy, J.: Szuperédes csemegekukorica (*Zea mays* L. convar. saccharata Koern) beltartalmi paramétereinek elemzése eltérő évjáratokban öntözéses termesztésben.
Növénytermelés. 73 (3), 29-46, 2024. ISSN: 0546-8191.
3. Nagy, J., Demeter, C., **Bakos, Z.**, Szabó, A., Sinka, L., Sidahmed, H. M. I., Simon, K., Illés, Á.: A csemegekukorica (*Zea mays* conv. saccharata Koern) terméslemeinek elemzése öntözéses termesztésben.
Növénytermelés. 72 (2), 97-111, 2023. ISSN: 0546-8191.
4. Nagy, J., Demeter, C., **Bakos, Z.**, Simon, K., Sidahmed, H. M. I.: A csemegekukorica (*Zea mays* L. convar. saccharata Koern) hibridek betakarítási idejének értékelése a szárazanyag- és a szacharózgyarapodásának dinamikája alapján = Harvest time evaluation of sweet maize (*Zea mays* L. convar. saccharata Koern) hybrids based on dry matter and sucrose yield dynamics.
Növénytermelés. 72 (1), 53-68, 2023. ISSN: 0546-8191.
5. **Bakos, Z.**, Abakeer, R. A., Illés, Á., Nagy, J.: A Honey csemegekukorica (*Zea mays* L. convar. saccharata Koern) hibrid szárazanyag-, nitrogén- és kalcium-beépülés dinamikájának vizsgálata.
Növénytermelés. 72 (4), 21-35, 2023. ISSN: 0546-8191.
6. Szabó, A., Illés, Á., **Bakos, Z.**, Nagy, J.: A precíziós csepegtető öntözés hatása a csemegekukorica (*Zea mays* conv. saccharata Koern) normalizált differenciál vegetációs index, levélterületi index és SPAD értékeire szántóföldi kísérletben.
Növénytermelés. 72 (1), 107-122, 2023. ISSN: 0546-8191.
7. **Bakos, Z.**, Micsinai, A., Parádi, I., Nagy, J.: Különböző csemegekukorica (*Zea mays* L. convar. Saccharata Koern) genotípusok molekuláris biológiai markereinek értékelése.
Növénytermelés. 71 (2), 5-20, 2022. ISSN: 0546-8191.





Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

8. Szabó, A., Illés, Á., Bojtó, C., **Bakos, Z.**, Nagy, J.: Effect of the different nitrogen supply on the leaf area index and yield parameters of maize.
Növénytermelés. 70 (3), 117-120, 2021. ISSN: 0546-8191.

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (1)

9. Mousavi, S. M. N., Illés, Á., Szabó, A., Shojaei, S. H., Demeter, C., **Bakos, Z.**, Vad, A., Széles, A., Nagy, J., Bojtó, C.: Stability yield indices on different sweet corn hybrids based on AMMI analysis = Índices de estabilidade de rendimento em diferentes híbridos de milho-doce com base na análise AMMI.
Braz. J. Biol. 84, 1-8, 2024. ISSN: 1519-6984.
DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.270680>

További közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

10. Demeter, C., Széles, A., Illés, Á., Bojtó, C., Szabó, A., **Bakos, Z.**, Zelenák, A., Nagy, J.: Normálédes és szuperédes csemegekukorica (*Zea mays* L. convar. *sacharata* Koern) hibridek beltartalmi értékeinek összehasonlító elemzése.
Növénytermelés. 70 (2), 5-20, 2021. ISSN: 0546-8191.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

11. **Bakos, Z.**, Bojtó, C., Illés, Á., Demeter, C., Zelenák, A.: Nutritional values and yield parameters of a sweet maize variety (*Zea mays* L. convar. *sacharata* Koern).
Növénytermelés. 70 (3), 109-111, 2021. ISSN: 0546-8191.

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (1)

12. Mousavi, S. M. N., Illés, Á., Bojtó, C., Demeter, C., **Bakos, Z.**, Vad, A., Abakeer, R. A., Sidahmed, H. M. I., Nagy, J.: Quantitative and qualitative yield in sweet maize hybrids.
Braz. J. Biol. 84, 1-9, 2024. ISSN: 1519-6984.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.265735>

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (3)

13. **Bakos, Z.**, Demeter, C.: Comparative analysis of molecular biological markers of different sweet corn (*Zea mays* L. convar. *sacharata* Koern) genotypes.
In: 19th Wellmann International Scientific Conference : Book of abstract. Ed.: Kiss Orsolya, University of Szeged Faculty of Agriculture, Hódmezővásárhely, 21, 2022. ISBN: 9789633068601





14. **Bakos, Z.**, Nagy, J., Parádi, I., Demeter, C., Szűcs, K., Szántó-Egész, R., Micsinai, A.:
Evaluation of molecular biological markers of different sweet corn (*Zea mays* L. convar. saccharata Koern) genotypes.
In: Scientific Conference of PhD Students of FAFR, FBFS and FHLE SUA in Nitra with international participation : Proceedings of abstracts. Eds.: Monika Tóthová, Judita Lidiková, Kristína Candráková, Dominik Hollý, Slovak University of Agriculture in Nitra, Nitra, 65-65, 2021. ISBN: 9788055224008
15. Demeter, C., **Bakos, Z.**, Zelenák, A., Nagy, J.: Evaluation of NDVI, SPAD and nutritional values of sweet maize (*Zea mays* L. convar. saccharata Koern).
In: Scientific Conference of PhD. Students of FAFR, FBFS and FHLE SUA in Nitra : Proceedings of Abstracts. Eds.: Monika Tóthová, Judita Lidiková, Kristína Candráková, Dominik Hollý, Slovak University of Agriculture in Nitra, Nitra, 67-67, 2021. ISBN: 9788055224008

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2025.02.19.

