

## Eltérő FAO-számú kukorica hibridek (*Zea mays* L.) minőségelemzése öntözött termesztésben

ZELENÁK ANNABELLA – NAGY JÁNOS – SZÉLES ADRIENN

Debreceni Egyetem MÉK

Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet, Debrecen

### Összefoglalás

A Debreceni Egyetem Látképi Szántóföldi Kísérleti Telepén vizsgáltunk három eltérő tenyészidejű, FAO-számú (350, 450 és 550) kukorica hibridet. A meglehetősen aszályos 2022. évjáratban a csapadékhiányt öntözéssel pótoltuk.

A kukorica hibridek terméseredményét értékelve megállapítottuk, hogy a nagyobb FAO számú hibridek több termést produkáltak. A FAO 350 hibrid terméseredményéhez viszonyítva (14,241 t/ha) a FAO 450 hibrid 12%-kal, a FAO 550 hibrid 13,3%-kal szignifikánsan többet termelt.

A szemnedvesség értékeket elemezve hasonló összefüggést mutattunk ki, a magasabb terméshez magasabb szemnedvesség tartozott. Megállapítottuk, hogy a FAO 350 hibrid szemnedvességéhez képest (15,1%) a FAO 450 hibrid 7%-kal, a FAO 550 hibrid 29%-kal szignifikánsan magasabb értékeket mutatott.

A kukoricaszemek minőségvizsgálata alapján megállapítottuk, hogy a fehérjetartalom – szemben a terméseredményekkel és a szemnedvesség értékekkel – a FAO számok növekedésével megbízhatóan alacsonyabb volt. A FAO 350 hibrid fehérjetartalmához képest (7,27%) a FAO 450 hibrid 14%-kal, a FAO 550 hibrid 18%-kal kevesebb értéket ért el. Az olajtartalom nem különbözött megbízhatóan az eltérő FAO számú hibridek esetében (3,82; 3,54 és 3,14%) A keményítőtartalom a nagyobb FAO szám hibrideknél 2-3%-kal magasabb volt, de a különbség nem szignifikáns.

**Kulcsszavak:** kukorica hibridek, FAO szám, fehérje, olajtartalom, öntözés

## Quality analysis of different FAO number maize hybrids (*Zea mays* L.) in irrigated production

A. ZELENÁK – J. NAGY – A. SZÉLES

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

### Summary

Three maize hybrids of different ripening periods and FAO numbers (350, 450 and 550) were examined at the Látókép Experiment Site of the University of Debrecen. The precipitation deficit was compensated by irrigation in the extremely drought year of 2022.

When evaluating the yield of the maize hybrids, it was found that the hybrids with higher FAO number produced more yield. Compared to the yield of the FAO 350 hybrid (14.241 t ha<sup>-1</sup>), the FAO 450 hybrid yielded 12% more and the FAO 550 hybrid 13.3% more significantly.

When grain moisture values were analysed, a similar correlation was found, with higher grain moisture associated with higher yields. It was found that, compared to the grain moisture of the FAO 350 hybrid (15.1%), the FAO 450 hybrid showed significantly higher values by 7% and the FAO 550 hybrid by 29%.

Based on the quality analysis of maize grain, it was found that the protein content, in contrast to yield and grain moisture values, was reliably lower as the FAO numbers increased. Compared to the protein content of the FAO 350 hybrid (7.27%), the FAO 450 hybrid achieved 14% and the FAO 550 hybrid 18% lower values. Oil content did not differ significantly between hybrids with different FAO numbers (3.82; 3.54 and 3.14%). Starch content was 2–3% higher in the higher FAO hybrids, but the difference was not significant.

**Keywords:** maize hybrids, FAO number, protein, oil content, irrigation

## Bevezetés

A globális kukoricatermelés megugrott az elmúlt néhány évtizedben, amit a növekvő kereslet, valamint a technológiai fejlődés, a termésnövekedés és a területbővítés kombinációja hajtott. A kukorica már most is a vezető gabonafélék közé tartozik a termelési mennyiséget tekintve, és a következő évtizedben a legszélesebb körben termesztett és legkeresettebb növény lesz (Erenstein et al. 2022). A kukorica korai érése rendkívül fontos tényező a terméshez, a szemnedvesség és a növényesűrűség közötti összefüggés kapcsán, amely hozzájárul a költséghatékony kukoricatermesztéshez (Babic et al. 2022). A betakarításkori szemnedvesség csökkentése egyre fontosabb céllá válik, különösen a mérsékelt övi kukorica nemesítésében (Li et al. 2021). A betakarításkori szemnedvességet leginkább az éréskori szemnedvesség és a szántóföldön való száradási arány határozza meg. Előbbi főként genetikai tényezők szabályozzák (De-Jager et al. 2004, Wang et al. 2019), míg a szemek száradási sebességét elsősorban a környezeti tényezők, a hőmérséklet és relatív páratartalom befolyásolja (Martinez-Feria et al. 2019). Az időjárási feltételeket hazánkban a kontinentális és gyakran szélsőséges viszonyok jellemzik. Különösen megfigyelhető ez a lehulló csapadék mennyiségében és annak eloszlásában, de szélsőséges viszonyok tapasztalhatók a hőmérsékleti értékek alakulásában (Gombos és Nagy 2019). Nyéki et al. (2022) kutatási eredményei azt bizonyították, hogy Magyarországon a szántóföldi és a szántóföldön belüli eltérő terméshozamok a talaj kémiai és fizikai tényezőinek, illetve az időjárási viszonyok pozitív és negatív hatásainak köszönhetők. Az időjárási viszonyok (hőmérséklet és sugárzás) változása a virágzástól az érésig jelentősen befolyásolja a kukorica növény növekedési ütemét, befolyásolja a virágzás utáni szárazanyag-beépülést és a szemtermést (Zhou et al. 2016). Széles et al. (2019a) hároméves kísérleti eredményeik átlagában a varianciaanalízis eredménye szerint a fehérje- és olajtartalomra mindhárom fő tényező (vetésidő, genotípus, évjárat) szignifikáns ( $P < 0,001$ ) hatással volt. A nagykorai (FAO 290,  $P < 0,05$ ) és korai (FAO 350,  $P < 0,05$ ) érésű hibrideknél a szemek fehérjetartalmát az időjárás befolyásolta, míg nem volt kimutatható ilyen különbség a középérésű (FAO 420) hibridek esetében. Széles et al. (2019b) kutatásaikban bizonyítást nyert, hogy a műtrágyakezelések növelik a fehérjetartalmat, a fehérjetartalom azonban magasabb volt a jobb vízellátottságú évben, mint a száraz évben. Fejér et al. (2022) megállapították, hogy az egymással negatívan korreláló keményítő- és fehérjetartalmat jelentősen befolyásolják a műtrágyaadagok. Kutatásukban a

műtrágyázási kezelések tekintetében a legmagasabb (64,42%) kukoricakeményítő-tartalmat a kontroll kezelésnél, míg a legalacsonyabb keményítőtartalmat a 160 kg N/ha kezelésnél mérték (62,62%).

### Anyag és módszer

A vizsgálatot a Debreceni Egyetem Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telepén végeztük 2022-ben. A kísérleti telep területe a termőtalajt tekintve talajgenetikailag mészlepedékes csernozjom típusba sorolható.

A 2022-es aszályos évben rendkívüli mértékében szerepet játszott az előző év aszályossága. Az igen száraz 2021-es tenyészidőszakot követő téli félévben is kevés csapadék hullott Debrecen térségében. A Látóképi Kísérleti Telepen hat hónap alatt lehullott 144 mm csapadék 70 mm-rel kevesebb a sokévi átlagnál. Az időszak kissé hidegebb, de napfényben lényegesen gazdagabb volt a szokásosnál (1. táblázat).

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

Időszak (1)	Középhőmérséklet (°C) (2)	Csapadék (mm) (3)	Napfénytartam (óra) (4)
Téli félév (X-III.) (5)	3,4 (-0,8)	144 (-70)	891 (+217)
Nyári félév (IV-IX.) (6)	18,5 (+1,0)	268 (-78)	1566 (+50)
Április (7)	9,0 (-2,2)	53 (-3)	177 (-37)
Május (8)	17,6 (+1,0)	10 (-54)	275 (+25)
Június (9)	22,2 (+2,9)	17 (-49)	358 (+89)
Július (10)	23,4 (+2,1)	22 (-44)	312 (+26)
Augusztus (11)	23,5 (+2,7)	17 (-32)	303 (+14)
Szeptember (12)	15,3 (-0,7)	152 (+104)	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-Látókép 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: the differences from the climatic normal values of 1981–2010 are shown in brackets.

A talajok mélyebb rétegének feltöltődése nem volt kielégítő. A januártól márciusig összesen lehullott, mindössze 32 mm csapadék mellett a napos, szeles időjárás határozottan elindította a talajok felső rétegének kiszáradását. Mindez már előre vetítette egy akár súlyosabb aszály kialakulásának lehetőségét.

A szárazság miatt a tavaszi talajmunkákat el lehetett végezni már március folyamán. Az áprilist kissé hűvös, átlagosan csapadékos időjárás jellemezte. Az egész tenyészidőszakot tekintve csupán április mutatott jelentős negatív hőmérsékleti anomáliát, a 9,0 °C-os középhőmérséklete 2,2 °C-kal maradt el az átlagostól, de kevésbé volt hűvös, mint a 2021-es április. Májusban már meleg, igen száraz időjárás uralkodott a hónap elejétől kezdődően. A vetés, a kelés és korai vetés esetén még a kezdeti fejlődés szempontjából is összességében kedvezőek voltak a meteorológiai feltételek 2022 tavaszán.

A talaj hőmérséklete néhány nap kivételével több fokkal meghaladta a léghőmérsékletet, az áprilisi időszakban átlagosan 2,1 °C, májusban 4,1 °C volt a hőmérsékleti többlet. Ez kedvező, mert hatleveles állapotig a kukorica tenyészőcsúcsa a talajfelszín alatt található, tehát a fejlődési sebességet közvetlenül a talaj hőmérséklete határozza meg, a léghőmérséklet hatása közvetve érvényesül.

A teljes nyári időszak igen meleg és rendkívül száraz volt. A dekádonkénti adatok (1. ábra) mutatják, hogy a száraz periódus már május elején elkezdődött és csak augusztus végén ért véget. Az átlagosnál lényegesen melegebb időszak június elejétől szeptember első dekádjáig tartott, a hőmérséklet csupán átmenetileg július közepén mérséklődött kissé. A havi középhőmérsékletek mindhárom nyári hónapban egységesen 2–3 °C-kal haladták meg az átlagot. A napsütéses órák száma is magas volt, általában kevés felhő jellemezte az időjárást. Nyári teljes csapadékösszeg mindössze 56 mm, ami még a 2021-es 72 mm-es igen alacsony értéktől is elmarad, és csupán egy alkalommal volt ennél kisebb nyári csapadékösszeg 1951 óta (1962-ben 55 mm). Mindössze két alkalommal hullott 10 mm feletti napi csapadék (június 4.: 11,5 mm, július 31.: 12 mm), de ezek a levegő magas hőmérséklet miatt nem tudtak érdemben hozzájárulni a kukorica vízellátásához. A napsütéses órák száma mindhárom hónapban meghaladta a sokévi átlagot, a napfényben leggazdagabb hónap a június volt (368 óra). A jellemző anticiklonális helyzet, a kevés felhő és száraz levegő miatt nagy volt a napi hőingadozás. Az éjszakai órákban általában 20 °C

alá hűlt a levegő, viszont igen magas (44) volt a hőség napok ( $\text{max} \geq 30 \text{ } ^\circ\text{C}$ ) száma a nyári időszakban.

1. ábra. A dekád középhőmérsékletek eltérése a sokévi átlagtól (a) és a csapadékösszegek (b) 2022 tenyésztidőszakában (Debrecen-Látókép, 2022)

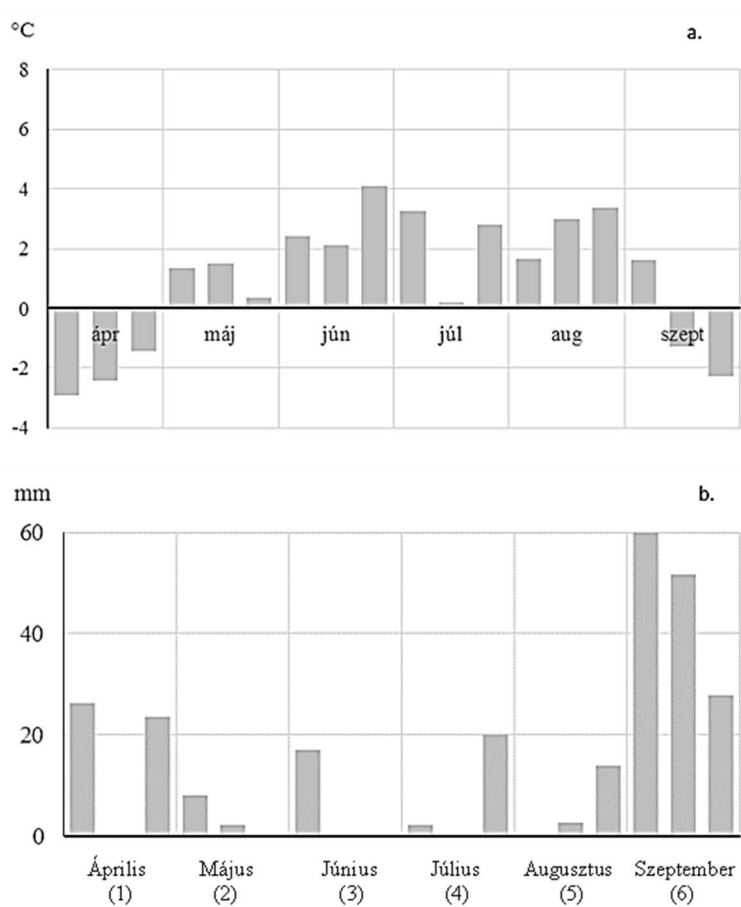


Figure 1. 10-day precipitation sums (b) and anomalies of the 10-day average air temperature values (a) in the growing season (Debrecen-Látókép, 2022). (1) April, (2) May, (3) June, (4) July, (5) August, (6) September

A nyár folyamán rendkívül súlyos aszály alakult ki Debrecen térségében, illetve Magyarország jelentős részén. A talaj mélyebb rétegei nem tudtak feltöltődni vízzel a téli félévben, az induló vízkészlet a szokásosnál lényegesen kisebb volt. A tavasszal lehullott csapadék csak rövid ideig biztosította a kukorica megfelelő vízellátottságát, májusban már gyorsan csökkent a talaj nedvességtartalma. Nyár elejétől a talaj nedvességtartalma nagymértékben korlátozta a vízfelvételt, illetve a transzspirációt. Jól megfigyelhető volt a növények gyenge fejlődése mind a tömeggyarapodás, mind a magassági növekedés tekintetében. Ez – a mértéke miatt – már önmagában is terméscsökkenést eredményezett volna, annak ellenére, hogy a vegetatív fejlődés időszakában a kukorica még kis mértékben érzékeny a vízhiányra. Az időjárás jellege azonban később sem változott, a magas hőmérséklet mellett csapadék lényegében nem esett. A talaj nedvességtartalmának további csökkenése mellett légköri aszály is kialakult a napok nagy részében. Mindez a kritikus fenológiai fázisokban (virágzás, terméskötés) több helyen teljesen megakadályozta a termésképződést. A térség kiváló minőségű és vízgazdálkodású csernozjom talajain nagy területet érintően a kukorica nem hozott érdemleges termést.

Szeptemberben jelentős fordulat következett be az időjárásban. Igen nagy mennyiségű csapadék hullott. A havi 152 mm-es érték több mint háromszorosa volt a sokévi átlagnak, illetve meghaladta a 2022 január és augusztus közötti nyolc hónap teljes csapadékösszegét. Ez azonban már túl későn érkezett a kukoricának. A hónap eleje még meleg, de nagyobb része már hűvös volt. A többhetes esős, hűvös időben a kukorica termésének vízleadása vontatottan történt. A talaj nedvességi állapota is akadályozta a betakarítást, amire több helyen csak októberben kerülhetett sor.

Az igen meleg – a meghatározó időszakokban lényegében csapadékmentes – nyári időjárás, továbbá a talajok nagyon alacsony induló vízkészlete együttesen súlyos aszályt eredményezett. A 2022-es aszály rendkívüliségét leginkább az bizonyítja, hogy a nagyüzemi kukoricatermesztés kezdete óta nem volt az ideihez hasonló mértékű terméskiesés (*Gombos és Nagy 2023*).

A kísérlet talajelőkészítéskor az őszi hónapokban 24 kg N, 72 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> és 72 kg K<sub>2</sub>O, tavasszal 135 kg N, 35 kg CaO, 25 kg MgO lett kijuttatva hektáronként. A vetés április 26-án történt 84 000 darab hektáronkénti tőszámmal. A csepegtető csöves berendezéssel történő öntözés 2022. 05. 27.-

től 08. 11-ig tartott, összesen 28 alkalommal, 456,8 mm kijuttatott vízmennyiséggel. Két alkalommal Megasol tápoldatot juttattunk ki - 5,25 kg N, 7,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 60k g K<sub>2</sub>O mennyiségben. A fiziológiai érettség - amely a hibridek esetében augusztus 24. és szeptember 8. között volt megfigyelhető - időszakát követően a betakarítást 2022. 10. 10-én végeztük el. A terméseredményeket egységesen 14%-os nedvességtartalomra átszámoltuk, majd a kukoricaszemek beltartalmi értékeinek pontos meghatározásához a Perten laboratóriumi mérőműszert használtuk.

### Eredmények

Kutatásunkban megvizsgáltuk a három FAO csoport (350, 450 és 550) terméseredményeit (t/ha) és a hozzá tartozó betakarításkori szemnedvességtartalmát (%) (2. ábra).

2. ábra. A kukorica hibridek termésmennyisége és betakarításkori szemnedvesség tartalma (Debrecen-Látókép, 2022)

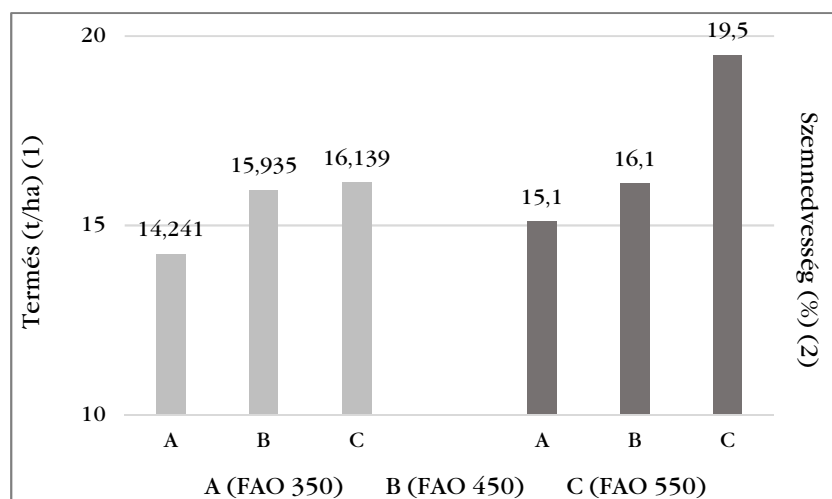


Figure 2. Yield and grain moisture content of maize hybrids at harvest (Debrecen-Látókép, 2022), (1) Yield, (2) Grain moisture,

A terméseredmények a FAO értékekkel párhuzamosan növekedtek, a legnagyobb termést a FAO 550 csoportnál mértük, több mint 16 tonnás hektáronkénti átlaggal. A betakarításkori szemnedvességtartalom a termésmennyiség emelkedésével megegyezően alakult. A magasabb termés magasabb szemnedvességgel társult.

A legmagasabb fehérjetartalmat (7,27%) és legmagasabb olajtartalmat (3,82%) is a kisebb FAO számú hibridek esetében mértük (3. ábra3. ábra). A legalacsonyabb mért értékeket a FAO 550 csoportnál kaptuk (5,95% fehérje, 3,14% olaj).

3. ábra. A kukorica hibridek fehérje- és olajtartalma  
(Debrecen-Látókép, 2022)

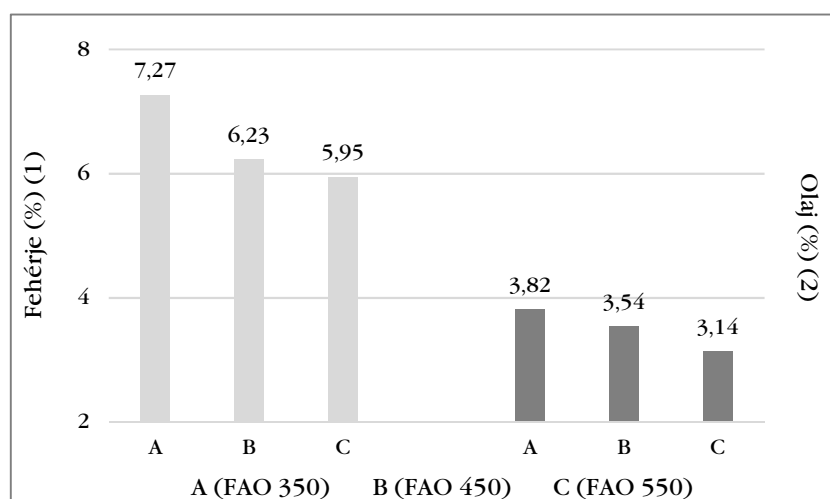


Figure 3. Protein and oil content of maize hybrids (Debrecen-Látókép, 2022), (1) Protein, (2) Oil

A keményítőtartalom a FAO szám növekedésével megegyezően emelkedett. A legalacsonyabb értéket a FAO 350 tenyésztéjű hibrideknél mértük (72,1%), a legmagasabb értéket a FAO 550 tenyésztéjű hibrideknél (74,4%) (4. ábra).

4. ábra. A kukorica hibridek keményítőtartalma  
(Debrecen-Látókép, 2022)

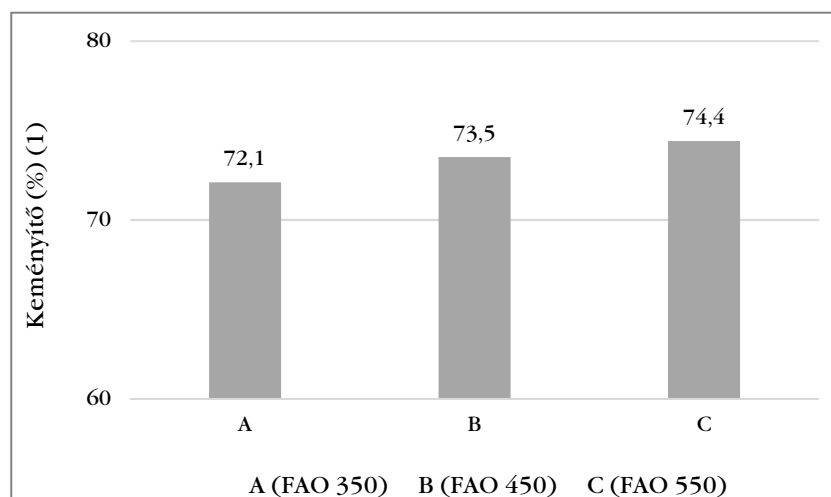


Figure 4. Starch content of maize hybrids (Debrecen-Látókép, 2022). (1) Starch

### Következtetések

A kedvezőtlen időjárási viszonyok következtében kialakuló termés kiesést öntözéssel kiküszöbölhetjük. A kukorica hibridek terméseredményét értékelve megállapítottuk, hogy a nagyobb FAO számú hibridek többet teremtek. A szemnedvesség értékeket elemezve hasonló összefüggést mutattunk ki, a magasabb terméshez magasabb szemnedvesség tartozott. A kukoricaszemek minőségvizsgálata alapján megállapítottuk, hogy a fehérjetartalom – szemben a terméseredményekkel és a szemnedvesség értékekkel – a FAO számok növekedésével megbízhatóan alacsonyabb 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

- Babic, V.-Stanisavljevic, D.-Zoric, M.-Mikic, S.-Mitrovic, B.-Andjelkovic, V.-Kravic, N.:* 2022. Identification of New Sources for Earliness and Low Grain Moisture at Harvest through Maize Landraces' Test-Cross Performance. *Agronomy*. 12: 1939.
- De-Jager, B.-Roux, C. Z.-Kühn, H. C.:* 2004. An evaluation of two collections of south african maize (*Zea mays* L.) germplasm: 2. the genetic basis of dry-down rate. *S. Afr. J. Plant Soil*. 21: 120-122.
- Erenstein, O.-Jaleta, M.-Sonder, K.-Mottaleb K.-Prasanna, B. M.:* 2022. Global maize production, consumption and trade: trends and R&D implications. *Food Sec*. 14: 1295-1319.
- Fejér, P.-Széles, A.-Horváth, É.-Rátonyi, T.-Ragán, P.:* 2022. Effects of some agronomic practices on the quality of starch content of maize grains. *Agron. Res*. 20. 1: 124-133.
- Gombos B.-Nagy J.:* 2019. Az időjárás értékelése kukorica (*Zea mays* L.) tartamkísérletek eredményei alapján. *Növénytermelés*. 68. 2: 5-24.
- Gombos B.-Nagy J.:* 2023. A 2022-es rendkívüli aszály agrometeorológiai jellemzői Debrecen-Látóképen. *Növénytermelés*. 72. 1: 5-18.
- Li, W.-Yu, Y.-Wang, L.-Luo, Y.-Peng, Y.-Xu, Y.-Liu, X.-Wu, S.-Jian, L.-Xu, J.-Xiao, Y.-Yan, J.:* 2021. The genetic architecture of the dynamic changes in grain moisture in maize. *Plant Biotechnol. J*. 19: 1195-1205.
- Martinez-Feria, R. A.-Licht, M. A.-Ordóñez, R. A.-Hatfield, J. L.-Coulter, J. A.-Archontoulis, S. V.:* 2019. Evaluating maize and soybean grain dry-down in the field with predictive algorithms and genotype-by-environment analysis. *Sci. Rep*. 2019. 9: 7167.
- Nyéki, A.-Daróczy, B.-Kerepesi, C.-Neményi, M.-Kovács, A. J.:* 2022. Spatial Variability of Soil Properties and Its Effect on Maize Yields within Field - A Case Study in Hungary. *Agronomy*. 12. 2: 395.
- Széles, A.-Fejér, P.-Harsányi, E.-Huzsvai, L.:* 2019a. 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.:* 2019b. Effect of differential fertilisation treatments on maize hybrid quality and performance under environmental stress condition in Hungary. *Maydica*. 64. 2: 14.
- Wang, X.-Wang, X.-Xu, C.-Tan, W.-Wang, P.-Meng, Q.:* 2019. Decreased kernel moisture in medium-maturing maize hybrids with high yield for mechanized grain harvest. *Crop Sci*. 59: 2794-2805.

*Zhou, B.-Yue, Y.-Sun, X.-Wang, X.-Wang, Z.-Ma, W.-Zhao, M.*: 2016. Maize Grain Yield and Dry Matter Production Responses to Variations in Weather Conditions. *Agronomy Journal*. 108: 196-204.

A szerzők levelezési címe - Address of the authors:

\*Zelenák Annabella - Dr. Nagy János - Dr. Kakuszi-Széles Adrienn  
Debreceni Egyetem MÉK  
Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet  
Debrecen  
Böszörményi út 138.  
H-4032  
\*zelenak@agr.unideb.hu