

## **A kukorica (*Zea mays* L.) kelési dinamikának a termésre gyakorolt hatása**

SOJNÓCZKI ISTVÁN - NAGY JÁNOS - KECSKÉS ISTVÁN

Debreceni Egyetem MÉK

Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézet, Debrecen

### **Összefoglalás**

Az utóbbi időben megnőtt az érdeklődés a vetési technológiák és gyakorlatok fejlesztése iránt, mivel a vetés az egyik legfontosabb, ha nem a legkritikusabb művelet, amelyet a termelő a vegetációs időszakban végez. Az elvetett vetőmag kelési dinamikája több szerző szerint is kihathat a termés potenciálra. Ezt a feltételt vizsgáltuk két évjáratban, melyek eltértek környezeti feltételek tekintetében. Megvizsgáltuk, hogy ilyen hatások mellett, hogyan alakult a legkorábban kikelő és a később kelt növények egyedi termése. Mértük a különböző fizikai paramétereket, mint a csősúlyt, csőhosszt, csőátmérőt, valamint az egyedi szemtermés tömegét, ezerszemtömeget és a szemszámot. Összefüggést találtunk a képződött termések ezen paraméterei és a kelési idő között. Eredményeink alátámasztották, hogy hatással van a kelési dinamika a termés potenciálra, mivel a legkorábban kikelő növények hozzák a legnagyobb termést. Vetéstechnológiánknak tehát azt a célt is meg kell valósítania, hogy minél több növény keljen az első kelési időszakban.

**Kulcsszavak:** kelésdinamika, kukorica vetés, egyedi potenciál, termésképző elemek

## Effect of maize (*Zea mays* L.) emergence dynamics on yield

I. SOJNÓCZKI - J. NAGY - I. KECSKÉS

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

### Summary

Recently, there has been an increased interest in improving sowing technologies and practices, as sowing is one of the most important, if not the most critical, operations that a farmer carries out during the growing season. The emergence dynamics of sown seed have been suggested by several authors to have an impact on yield potential. This condition was studied in two crop years that differed in environmental conditions. Under these effects, individual yields of the earliest- and later-emerged plants were examined. Various physical parameters were measured, such as ear weight, ear length, ear diameter, as well as individual grain weight, thousand grain weight and number of grains. Correlation was found between these yield parameters and the ripening time. Our results confirmed that there is an influence of the emergence dynamics on the yield potential, as the earliest-emerging plants yield the highest yield. Therefore, our breeding technology should also meet the goal of getting as many plants to germinate in the first emergence period.

**Keywords:** emergence dynamics, maize sowing, individual potential, yield components

### Bevezetés

Növénytermesztésnek lépést kell tartania a népességnövekedés által keltett igényekkel, a nagyobb számú emberi populáció számára több felhasználható élelmiszer-alapanyagot kell termelnie (*Tilman et al.* 2011). A termeléssel szemben azonban növekednek egyrészt a takarmány-előállítás célú igények – amikor a keletkező takarmány-alapanyagot az állattenyésztés használja fel –,

másrészt jelentős igényként jelentkezik a bioüzemanyag alapanyagakénti termelési is (Cassman et al. 2003).

A kukoricatermelés eredményessége jelentősen megnőtt a hibrid vetőmagok használatával (Ignacio és Ciampitti 2014). Azonban az önmagában csak a genetikára alapozott termelés növekedése nem képes lépést tartani a túlnépesedéssel, továbbá az éghajlatváltozás negatív hatással lehet a mezőgazdasági termelésre és az élelmiszerbiztonságra. A száraz időszakok egyre gyakoribbá válása termés csökkenéshez vezet (Ray et al. 2013).

Ezen kihívások miatt egyre fontosabbak az újszerű technológiák, valamint a növénytermesztésen belül azok a lehetőségek, amelyek eddig kihasználatlanul maradtak.

Az utóbbi időben megnőtt az érdeklődés a vetési technológiák és - gyakorlatok fejlesztése iránt, mivel a vetés az egyik legfontosabb - ha nem a legkritikusabb - művelet, amit a termelő a vegetációs időszakban végez.

A vetés a talajbarázda megnyitását jelenti, hogy a magokat a kívánt mélységbe helyezzük, majd a barázdát lezárjuk, hogy megfelelő mag-talaj kapcsolatot biztosítsunk a csírázáshoz (Morrison és Gerik 1989). Ha a vetést azonban így is végezzük és az adott területre az optimális tőszám vetése is történik, a kikelt állomány sokszor heterogén, nem azonos időben kel, és a kikelt növények tőtávolsága sem egységes. Ennek oka lehet a talajban található rossz magcsírázási feltételek, vetőmagminőségi problémák, vagy épp a vetőgép műszaki konstrukciójának hatása (Knappenberger és Koller 2011). A vetési hibák a kukorica teljes vegetációs időszakára kihatnak, és ez legtöbb esetben negatív hatás (Hunter és Erickson 1952).

Sokszor egy táblán belül nem azonos a talajszerkezet. A homogén kelés létrehozásához változó talajszerkezetekben az ahhoz igazodó leszorítóerő fenntartásával lehetséges (Virk et al. 2021). A kívánt mélységnél sekélyebbre vagy mélyebbre elvetett magok kelési problémákat mutatnak, és befolyásolhatják a teljes terméshozamot (Thomison et al. 2012). A nem egységes vetési mélység gyakran a nem megfelelő leszorítóerő alkalmazása miatti történik, ami egyenetlen és késleltetett keléshez és termés kieséshez vezethet (Hanna et al. 2010). A vetési heterogenitás jelentősen befolyásolja a kukorica növény magasságát, levélfelületi indexét, a szárazanyag-felhalmozódást és a szemtermést (Raghavan et al. 1978, Liu et al. 2004, Lawles et al. 2012).

A kelési problémák felderítésére a korai állományszámlálást alkalmazzák. Ennek a vizsgálatnak hagyományos módszere azon alapul, hogy egy adott táblán belül több helyen manuálisan megszámlálják a kikelt növények számát kelési naponként (Nielsen 2015).

### Anyag és módszer

#### *A kísérlet helyszíne és alap elrendezése*

A kísérletet Magyarország keleti régiójában Nádudvaron (47°25'49.3"N 21°12'33.5"E) végeztük. Itt négy különböző talajművelési rendszert állítottunk be 2016 őszén, melyeket azóta is folyamatosan alkalmazunk egymás mellett. Az első területrészen hagyományos ('traditional') forgatásra alapuló talajművelési rendszert használunk („A” jelölés), ahol az alapművelő gép eke (Rabe Cormoran), a szántási mélység 30 cm, a felszínen nincs visszamaradó szármaradvány. A második területrészen („B” jelölés) forgatás nélküli redukált talajművelési rendszer ('reduced'). Itt az alapművelő eszközök kis meredekségi szögű késsel szerelt közép mélylazító gépek (Gaspardo Artiglio), melyek keverő hatással rendelkeznek. Ennél az alapművelésnél teljes felületen művelünk, a lazítási mélység szempontjából 30 cm mélyművelést alakítunk ki, és jellemző rá a felszínen visszamaradó maximálisan 15%-nyi szármaradvány mennyiség. A harmadik területrészen („C” jelölés) a talajvédő ('protect') művelési rendszert alkalmazzuk, mely esetében egyeneskéses talajlazítókkal dolgozunk (Orthman Digger), teljes felületet lazítunk maximálisan 30 cm mélyen. Ezután az alapművelési technológia után 30% feletti szármaradvány borítottság marad. A negyedik területrészen („D” jelölés) pedig a biológiai ('biological') talajművelési rendszert használjuk, melynek alapművelési eljárása sávos művelés (Orthman ST6). Ekkor a teljes felület 40%-át műveljük meg 30 cm szélesen és 28 cm mélyen, a felszínen maradó szármaradvány mennyiség pedig meghaladja a 30%-ot. Ezen alapművelések ősszel történnek, majd tavasszal egy elmunkálás/magágykészítési munkálat után történtek a vetések (1. ábra).

A kukorica termesztése 2020 tavaszán repce elővetemény után történt, 2021 tavaszán pedig kukorica elővetemény után. Mindkét szezomban Fornád (FAO 420) kukorica hibrid vetése történt.

1. ábra. A kísérleti helyszín elrendezése (Nádudvar)



Figure 1. Design of the experiment site (Nádudvar)

A vetés során alkalmazott vetőgépet három különböző rendszerű vetőkocsi terhelő rendszerrel szereltük fel. Az első beállítás húzórugós mechanikus rendszer volt. Ez a megoldás azonos terhelő erő kifejtésére alkalmas, a terhelő erő változtatása csak körülményes és időigényes átszereléssel lehetséges. A második beállítás nyomórugós rendszer volt. Itt a vetőkocsi terhelésváltoztatás egy állítókar segítségével történik akkor, ha a gépkezelő ezt szükségesnek érzi. Ez egy nem mért adatokra támaszkodó változtatás, és igényli a gépüzemeltető munkáját és idejét az állítások megtételéhez. A harmadik beállítás során a vetőgépre egy precíziós vetőkocsi-beállító rendszert építettünk. Ebben az esetben mérőszensor került a vetőcsoroszlyák melletti mélységghatároló kerék állító mechanizmusába, mely minden vetőkocsi esetében külön-külön méri a talajjal történő érintkezést. Érzékelési szempontból lehet - optimális a kapcsolat, ha a mélységghatároló kerekek folyamatosan követik a talajt és egyenletes a talajra kifejtett nyomásérték; - túlzott a talajterhelés, ha a talajra kifejtett nyomás túlzó; - alacsony a terhelés, ha mélységghatároló kerék és a talaj kapcsolata nem megfelelő és a nyomásérték alacsony, ingadozó. A mérőrendszeren túl vezérlő- és beavatkozó szerkezetet is beépítettünk, mely során minden vetősorra egy hidraulikus munkahenger segítségével lehet a mért állapotnak, tehát a talaj minőségnek megfelelő különböző terhelőerőt alkalmazni (2. ábra).

2. ábra. A beépített különböző vetőkocsi terhelő rendszerek  
(mechanikus húzó rugó, mechanikus nyomó rugó, hidraulikus vezérelt)

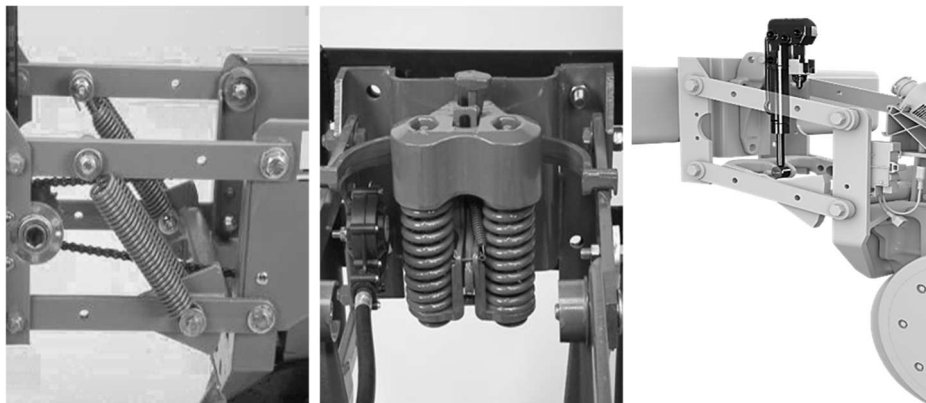


Figure 2. The different loading systems (mechanical tension spring, mechanical compression spring, hydraulically controlled)

#### *Mérési módszerek*

A vetés mindkét szezomban mind a négy különböző talajművelési rendszerbe vont parcellán azonos vetéstechnológiai rendszerekkel történt. Két különböző mechanikus terhelési megoldású vetőszerkezettel, valamint precíziós automatikus állítású rendszerrel. Mindkét szezomban a vetés után az első kelések megjelenésekor kelésfelvételezést végeztünk. A kijelölt minta területeken a kikelt egyedeket megjelöltük úgy, hogy a kikelt növény mellé színezett pálcát szúrtunk a talajba. Ezen mérés után 24 óra elteltével megismételtük a felvételezést, ekkor más színnel jelöltünk. Ezt a mérési sorozatot 6 napon keresztül folytattuk.

A megjelölt növényeken képződött termést a színjelölésnek megfelelően elkülönítve egyenként begyűjtöttük. Ez a tenyészedőszak végén a biológiai érést követően október első részében történt. A mintákat beszállítottuk laboratóriumba, ahol megtörtént minden cső elkülönített fizikai hossz-, tömeg- és átmérőmérése. Ezek után lemorzoltuk a csöveket, majd az egy csövön képződött termésparaméterek mennyiségi és minőségi vizsgálatát végeztük el.

A mért adatok feldolgozása és statisztikai értékelése Microsoft Excel 365 programmal, valamint SPSS for Windows szoftverekkel történt. A szignifikáns

differencia meghatározásához varianciaanalízist alkalmaztunk. A valószínűségi szint a mezőgazdasági gyakorlatban alkalmazott  $P=0,05$  volt.

### Eredmények

Az időjárási viszonyok elemzése alapján a két évjáratban végzett vizsgálatok helyszínén eltéréseket tapasztaltunk. A különbözőségeket a levegő és a talaj hőmérsékletének ( $^{\circ}\text{C}$ ), a levegő relatív páratartalmának (%), a szélsebességnek ( $\text{m/s}$ ), a globálsugárzásnak ( $\text{W/m}^2$ ) és a csapadékmennyiségnek ( $\text{mm}$ ) a napi értékei igazolták, amelyeket a telepített automata meteorológiai állomás mért és rögzített.

Az egyik legfontosabb tényező a csapadék. A mért értékeket két részre bontottuk. A termesztési szezon előtti időszakra (3. ábra) és a tenyésztésidőszakban lehullott mennyiségre (4. ábra).

3. ábra. A csapadékmennyiségek eloszlása a tenyésztésidőszakokat megelőzően (2019, 2020, 2021, Nádudvar)

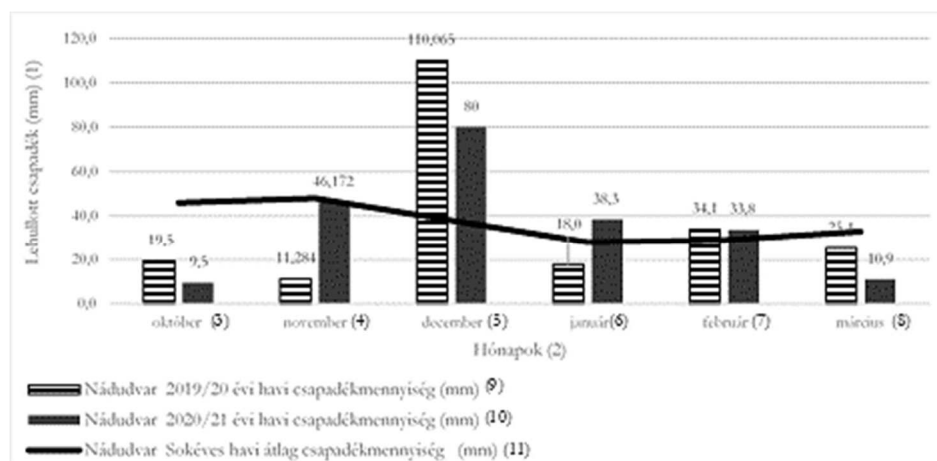


Figure 3. Distribution of rainfall before the growing seasons (2019, 2020, 2021, Nádudvar). (1) Rainfall (mm), (2) Months, (3) October, (4) November, (5) December, (6) January, (7) February, (8) March, (9) Nádudvar, monthly amount of precipitation for 2019/2020 (mm), (10) Nádudvar, monthly amount of precipitation for 2020/2021 (mm), (11) Nádudvar, multi-year amount of precipitation (mm)

A tenyészidőszak előtt lehullott átlagos sokéves csapadékmennyiség 222 mm volt. A 2019/20-as szezonban 218 mm csapadékmennyiség hullott a 2020/21-es szezonban pedig úgyszintén 218 mm. Azonban láthatóak anomáliák a csapadék eloszlását illetően. Az október mindkét évjáratban az átlagosnál kevesebb, míg decemberben az átlagosnál nagyobb csapadékmennyiséget mértünk.

4. ábra. A csapadékmennyiségek eloszlása a tenyészidőszakban (2020–2021, Nádudvar)

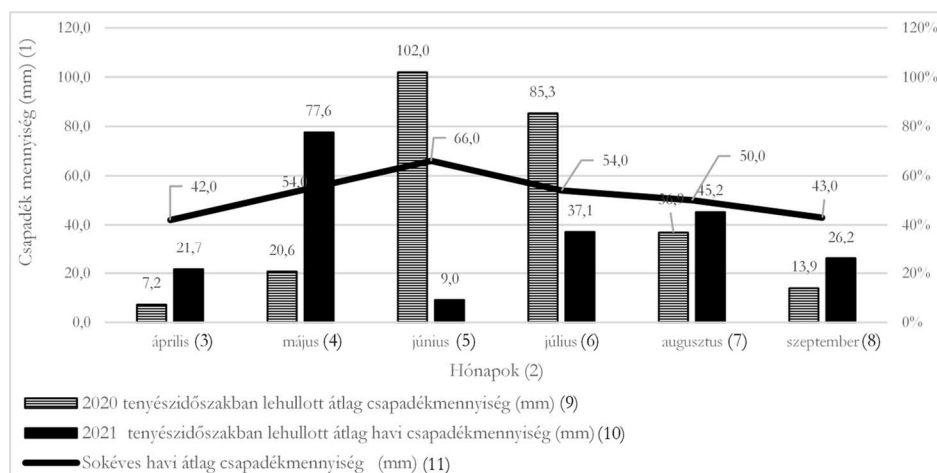


Figure 4. Distribution of rainfall before the growing seasons (2020-2021, Nádudvar). (1) Rainfall (mm), (2) Months, (3) October, (4) November, (5) December, (6) January, (7) February, (8) March, (9) Nádudvar, monthly amount of precipitation for the growing season of 2019/2020 (mm), (10) Nádudvar, monthly amount of precipitation for the growing season of 2020/2021 (mm), (11) Nádudvar, multi-year amount of precipitation (mm)

A tenyészidőszakban lehullott csapadékmennyiségből látható, hogy a két termesztési szezon teljesen eltérő volt. Míg a 30 éves átlag a kísérlet helyszínén 309 mm, addig a 2020-as termesztési szezonban 265 mm és a 2021-es termesztési szezonban 216 mm volt. Nem csak az szembetűnő, hogy átlag alatti csapadékmennyiségek hullottak le, hanem a csapadékeloszlás is különböző volt. 2020-ban szárazabb periódusban zajlott a kukorica vetése és korai fejlődése.

2021-ben a korai időszakban volt inkább kedvezőbb a csapadékellátás, majd a tenyészidőszak későbbi részén elmaradt a csapadék mennyisége a sok éves átlagtól. Különösen a június volt extrém száraz, a sok éves átlag 66 mm és csak 9 mm hullott.

Kiemelkedő gyakorlati jelentősége a bázishőmérsékletnek van. Ez az a minimum hőmérséklet, amely felett a kukorica növény fejlődik, növekszik, illetve amely alatt a növény fejlődési sebessége nullának tekinthető (Narwal et al. 1986, Gregory 1997). A csírázásra vonatkozó vizsgálatoknál a bázishőmérsékletre 8–10 °C (Alessi és Power 1979, Reed et al. 2019). Növekvő hőmérséklet mellett a kukorica egyre gyorsabban csírázik, leggyorsabban az optimális 31–35 °C-os tartományban. Ezekből az értékekből kalkulált hasznos hőösszeg esetében látható, hogy a 2020-as tenyészidőszak inkább melegebb volt a korai fejlődési periódusban, a 2021-es pedig hűvösebb volt a tenyészidőszak első részében, majd melegebb lett későbbiekben (5. ábra).

5. ábra. Hasznos hőösszegek a tenyészidő során  
(2020–2021, Nádudvar)

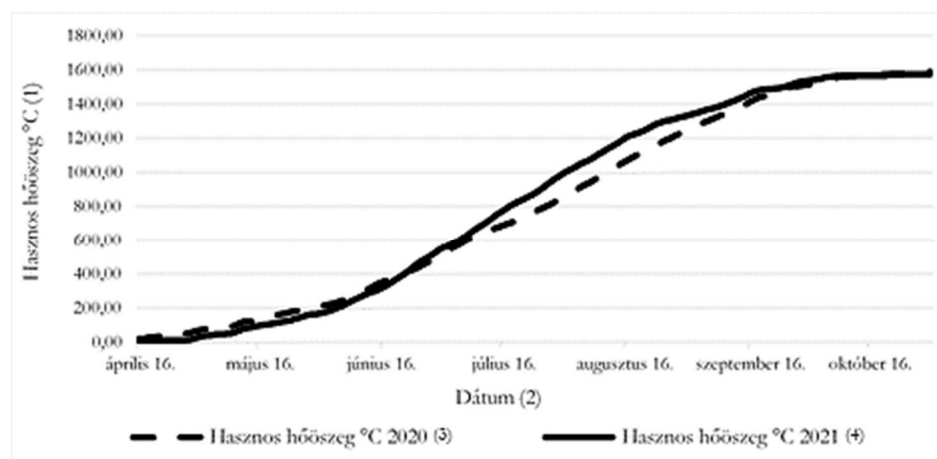


Figure 5. Heat units during the growing season (2020–2021, Nádudvar). (1) Heat units °C, (2) Date, (3) Heat units °C, 2020, (4) Heat units °C, 2021

A mért adatokból látható, hogy a 2020-as és a 2021-es évben eltérő klimatikus viszonyok voltak a tenyészidőszakokban.

A képződött termések mérési módszerei hasonlóak voltak a két évjáratban így ezeket együtt ábrázoljuk a következőkben. A 6. ábrán a négy különböző talajművelési rendszer átlagában mutatjuk be az egyes kelési napokhoz tartozó egyedi potenciálokat.

6. ábra. Kukorica cső súly a kelési idő függvényében két évjáratban (2020–2021, Nádudvar)

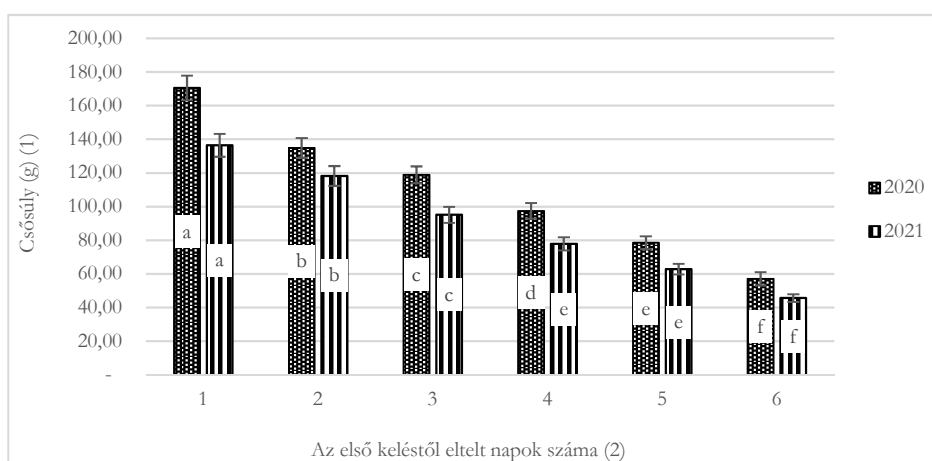


Figure 6. Maize ear weight as a function of emergence time in two crop years (2020–2021, Nádudvar). (1) Ear weight (g), (2) Number of days since the first emergence

A statisztikai elemzés az egyes éveken belül történt mérések eredményeit hasonlítja egymáshoz (az azonos betűvel jelölt átlagok  $p=5\%$ -os valószínűségi szinten nem különböznek egymástól). A kapott eredmények alapján szignifikáns különbséget tapasztaltunk mindkét évjáratban a cső súlyok között.

A vizsgált minták vonatkozásában a csőátmérőket is mértük. Ennek eredményeit a 7. ábrán mutatjuk be. Ebben a vizsgált paraméterben kevésbé szoros összefüggést találtunk. A csapadékosabb 2020-as tenyészidőszakban az első kelési napon kelt egyedek termései szignifikánsan nagyobb átmérővel rendelkeztek, mint az azt követő három nap kukoricacsövei. Ezekről viszont mind az 5. mind a 6. napon kelt egyedek kukoricacsövei szignifikánsan kisebbek voltak. A szárazabb 2021-es évjáratban az első két kelési nap, majd a második két kelési nap, majd a harmadik két kelési nap kukorica csőátmérők tértek el egymástól statisztikailag igazolható módon.

7. ábra. Kukorica csőátmérő a kelési dinamika függvényében két évjáratban (2020–2021, Nádudvar)

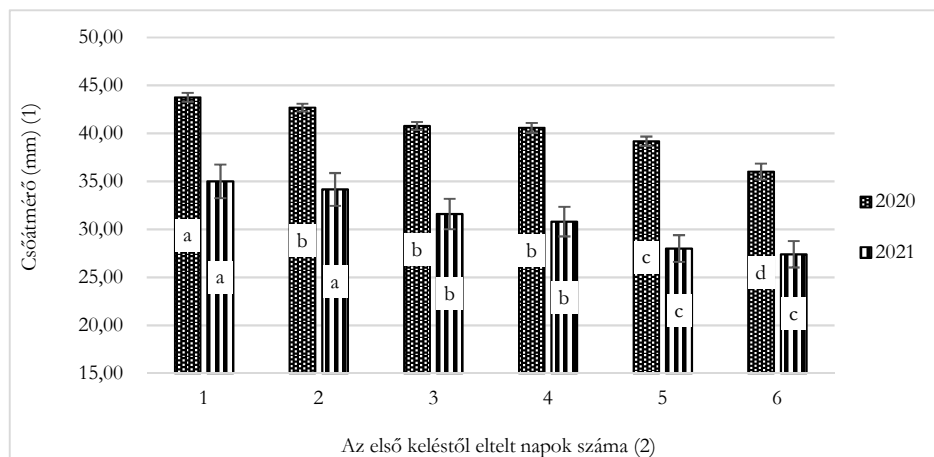


Figure 7. Maize ear diameter as a function of emergence dynamics in two crop years (2020–2021, Nádudvar). (1) Ear diameter (g), (2) Number of days since the first emergence

A kukorica termésképző elemeinek még hasonló fontos paramétere a csőhossz. Ennek mérési eredményeit a 8. ábrán mutatjuk be. Az eredményekből látható, hogy a 2020-as évjáratban az összes kelési naphoz tartozó termés ebben a kritériumban szignifikánsan különbözik egymástól. Látható, hogy a minél később kelő egyedek a korábbiakhoz képest egyértelműen rövidebb csöveket neveltek azonos körülmények között. A 2021-es évjáratban az első és a második napon kelt egyedek csőhosszai szignifikánsan nagyobbak, mint a 3. 4. és 5. napon kelt egyedeké. A 6. napon kelt növények csövei statisztikailag is a legrövidebbek.

A valódi termelési cél a kukorica szemtermése. Ennek a paraméternek a mérési eredményeit a 9. ábrán mutatjuk be. Látható, hogy mindkét évjáratban eltérő termésszint mellett a szemtermések szignifikánsan különböztek a kelési napok függvényében.

8. ábra. Kukorica csőhossz a kelési dinamika függvényében két évjáratban (2020–2021, Nádudvar)

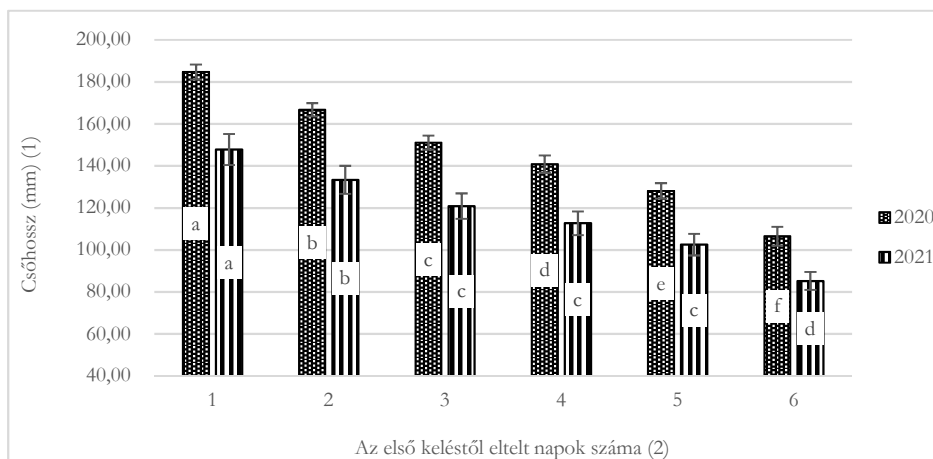


Figure 8. Maize ear length as a function of emergence dynamics in two crop years (2020–2021, Nádudvar). (1) Ear length (mm), (2) Number of days since the first emergence

9. ábra. Kukoricacső szemtömege a kelési dinamika függvényében két évjáratban (2020–2021, Nádudvar)

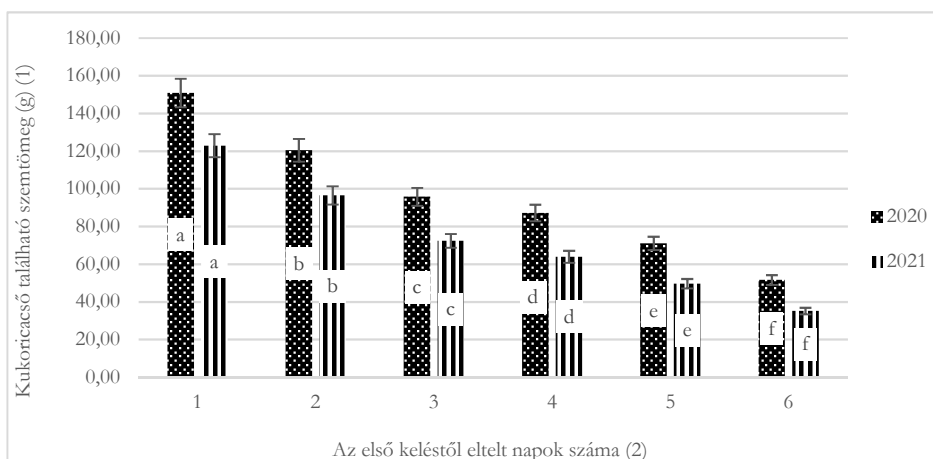


Figure 9. Grain weight of maize cobs as a function of ear dynamics in two crop years (2020–2021, Nádudvar). (1) Grain mass in the ear (g), (2) Number of days since the first emergence

Ha az előző eredményt az elérhető terméspotenciál szemszögéből elemezzük, akkor a 10. ábrának megfelelő összefüggést kapunk. Az első kelési napon kikelt növények hozták a legnagyobb potenciált mindkét évjáratban. Azután minél később kelt ki egy növény az elsőhöz képest, annál kevesebb terméssel lehetett számolni. A két évjárat eltérő trenddel rendelkezik. A szárazabb évjáratban nagyobb mértékű a terméseszkökenés.

10. ábra. Kukorica terméspotenciál a kelési dinamika függvényében két évjáratban (2020–2021, Nádudvar)

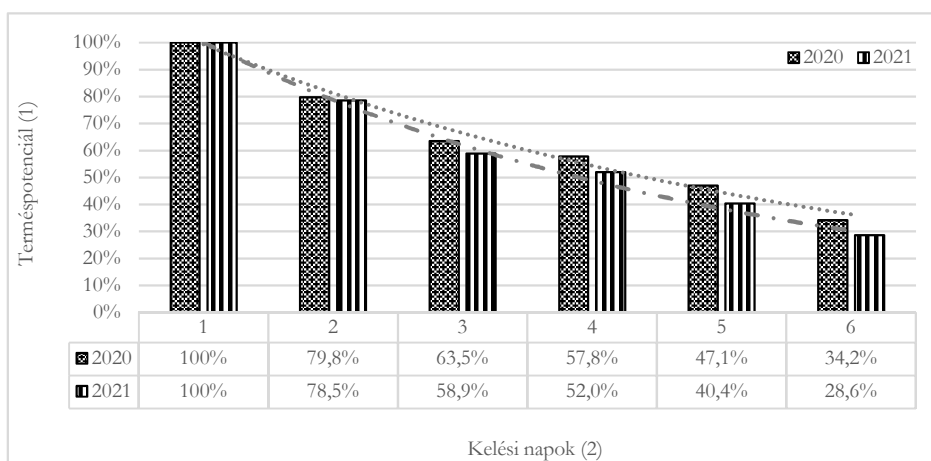


Figure 10. Maize yield potential as a function of emergence dynamics in two crop years (2020–2021, Nádudvar). (1) Yield potential, (2) Days of emergence

Az egyedeti termést az ezerszem tömeg alapján a 11. ábrán mutatjuk be. Az összefüggésből látható, hogy az első két kelési nap esetében volt szignifikánsan eltérő ezerszem tömeg. Majd kevésbé szoros az összefüggés a későbbi napok esetében.

Az egyedi termést az egy csövön található szemek száma alapján a 12. ábrán mutatjuk be. Ez a paraméter mindkét évjárat esetén szoros összefüggést mutatott a kelési napok számával. A különböző napon kelt növények statisztikailag eltérő mennyiségű szemszámmal rendelkeztek. A kelési napok számának növekedésével egyre kevesebb szem fejlődött a kukoricacsöveken.

11. ábra. Kukoricacső ezermag tömege a kelési dinamika függvényében két évjáratban (2020–2021, Nádudvar)

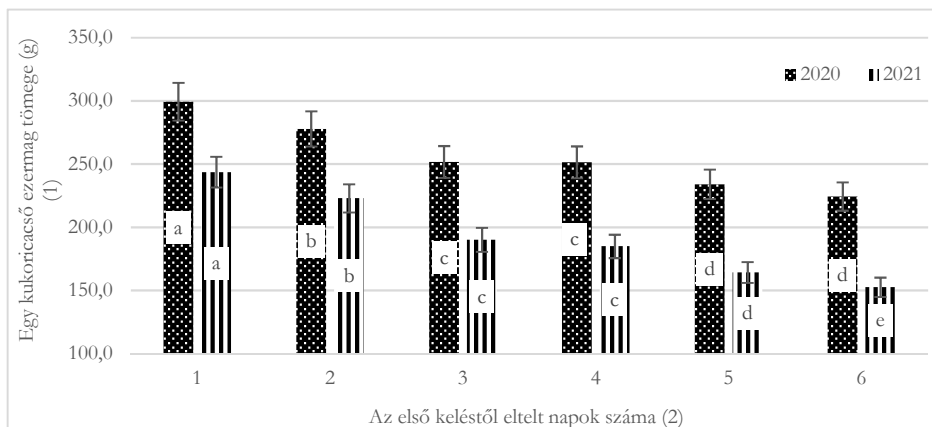


Figure 11. Maize ear kernel weight as a function of the emergence dynamics in two crop years (2020–2021, Nádudvar). (1) Thousand grain weight of one maize ear (g), (2) Number of days since the first emergence

12. ábra. Kukoricacső szemszáma a kelési dinamika függvényében két évjáratban (2020–2021, Nádudvar)

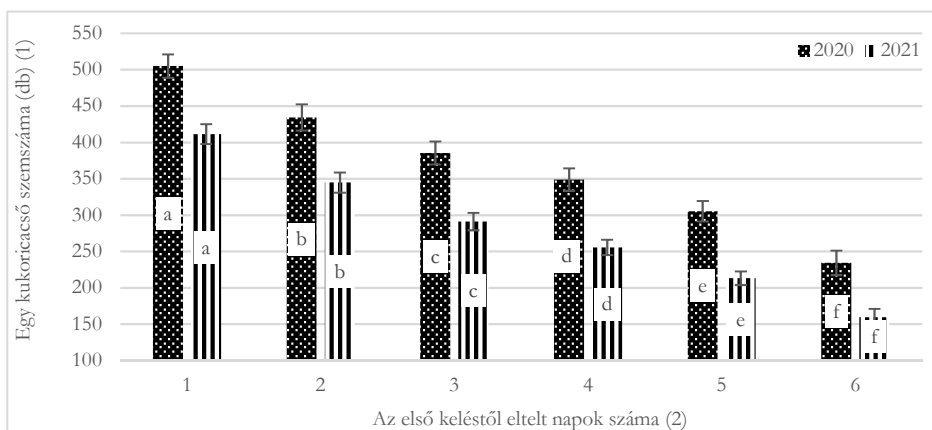


Figure 12. Grain number of maize ears as a function of emergence dynamics in two crop years (2020–2021, Nádudvar). (1) Grain number of one ear (g), (2) Number of days since the first emergence

### Következtetések

A vizsgált két évjárat esetében a kukorica termését meghatározó két fontos környezeti feltétel eltért egymástól. Az évjáratok különböztek a lehullott csapadék és a hőösszegek tekintetében. Ennek megfelelően a két vizsgált periódusban eltérő terméspotenciálok és ennek megfelelően eltérő egyedei produktumok fejlődtek a vizsgált növényeken. A vizsgált növények esetében látható volt, hogy hatással van a kelési idő az egyes növények egyedi produktumára. Ez a hatás a 2021-es évjáratban – amikor kevesebb víz és hő állt rendelkezésre – nagyobb mértékű volt, mint a 2020-as tenyészidőszakban. Szignifikánsan csökkenő összefüggést tapasztaltunk a csőhossz és a szemszám tekintetében a kelési napok számával. Minél később kelt egy növény az elsőhöz képest, annál kisebb értéket produkált az említett paraméterekből. A csóátmérő esetében már nem volt ilyen erős az összefüggés.

Az egyedi szemtermés vizsgálata esetében az egy csőről származó szemek tömege és az egy csövön képződött szemek száma statisztikailag igazolható módon összefüggött a kelési napok számával. Az első kelési naphoz képest minél később kelt egy növény, egyre kevesebb tömegű termést és egyre kevesebb szemet fejlesztett.

### Köszönetnyilvánítás

A tanulmány alapjául szolgáló kutatást az Innovációs és Technológiai Minisztérium által meghirdetett Kooperatív Doktori Program KDP-2020 támogatta.

### IRODALOM

- Alessi, J.–Power J. F.*: 1979. Corn Emergence in Relation to Soil Temperature and Seeding Depth. *Agronomy Journal*. 63. 5: 717–719.
- Cassman, K. G.–Dobermann, A.–Walters, D. T.–Yang, H. S.*: 2003. Yang meeting cereal demand while protecting natural resources and improving environmental quality. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 28: 315–358.
- Hanna, H. M.–Steward, B. L.–Aldinger, L.*: 2010. Soil loading effects of planter depth-gauge wheels on early corn growth. *Applied Engineering in Agriculture*. 26. 4: 551–556.
- Hunter, J. R.–Erickson, A. E.*: 1952. Relation of seed germination to soil moisture tension. *Agronomy Journal*. 44. 1: 340–361.
- Ignacio, A.–Ciampitti, T. J.*: 2014. Understanding Global and Historical Nutrient Use Efficiencies for Closing Maize Yield Gaps. 106. 6: 2107–2117.

- Knappenberger, T.-Koller, K.*: 2011. Spatial assessment of the correlation of seeding depth with emergence and yield of corn. *Precision Agriculture*. 13. 2: 163–180.
- Lawles, K.-Raun, W.-Desta, K.-Freeman, K.*: 2012. Effect of delayed emergence on corn grain yields. *Journal of Plant Nutrition*. 35. 3: 480–496.
- Liu, W.-Tollenaar, M.-Stewart, G.-Deen, W.*: 2004. Impact of planter type, planting speed, and tillage on stand uniformity and yield of corn. *Agronomy Journal*. 96. 6: 1668–1672.
- Morrison, J. E.-Gerik, T. J.*: 1983. Wide beds with conservation tillage. *Journal of Soil and Water Conservation*. 38. 3: 231–232.
- Narwal, S. S.-Poonia, S.-Singh, G.-Malik, D. S.*: 1986. Influence of sowing dates on the growing degree days and phenology of winter maize. *Agricultural and Forest Meteorology*. 38. 1–3: 47–57.
- Nielsen, R. L.*: 2015. Requirements for uniform germination and emergence of corn. Agronomy Department. Purdue University. 5: 47907–52054.
- Raghavan, G. S. V.-McKyes, E.-Gendron, G.-Borlum, B.-Le, H. H.*: 1978. Effects of soil compaction on development and yield of corn (maize). *Canadian Journal of Plant Science*. 58. 2: 435–443.
- Ray, D. K.-Mueller, N. D.-West, P. C.-Foley, J. A.*: 2013. Crop yield trends are insufficient to double global food production by 2050. *PLoS ONE*. 8: e66428.
- Read, D. B.-Gregory, P. J.*: 1997. Surface tension and viscosity of axenic maize and lupin root mucilages. *The New Phytologist*. 137. 4: 623–628.
- Reed, H. K.-Heather, D. K.-Curran, W. S.-Tooker, J. F.-Duiker, S. W.*: 2019. Planting Green Effects on Corn and Soybean Production. *Agronomy Journal*. 111. 5: 2314–2325.
- Thomison, P.-Jeschke, M.-Butzen, S.*: 2012. Planting depth effects on corn stand and grain yield. [https://www.pioneer.com/us/agronomy/planting\\_depth\\_effects\\_corn\\_stand.html](https://www.pioneer.com/us/agronomy/planting_depth_effects_corn_stand.html)
- Tilman, D.-Balzer, C.-Hill, J. B.*: 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 108: 20260–20264.
- Virk, S. S.-Porter, W. M.-Li, C.*: 2011. On-farm evaluation of planter downforce in varying soil textures within grower fields. *Precision Agric.* 22: 777–799.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

\*Sojnóczki István – Dr. Nagy János – Kecskés István  
Debreceni Egyetem MÉK  
Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézet  
Debrecen  
Böszörményi út 138.  
H-4302  
\*sojni@kite.hu