

Kukoricaszártó megbetegedés mértékének meghatározása eltérő talajművelési rendszerekben

¹KECSKÉS ISTVÁN - ²CSÓTÓ ANDRÁS - ¹NAGY JÁNOS

Debreceni Egyetem MÉK

¹Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet, Debrecen

²Növényvédelmi Intézet, Debrecen

Összefoglalás

A kukoricaszártó megbetegedése az elmúlt időszakban kevesebb figyelmet kapott, elsősorban a nemesítési tevékenység miatt. Azonban az időjárási szélsőségek és az intenzív termesztéstechnológia miatt továbbra is fontos ezzel a tünetegyüttessel foglalkozni, mivel jelentős hatással van a termés mennyiségére. A területen hagyott kukoricaszárban fennmaradó inokulum a vetésforgóban következő növényeket is veszélyezteti, növelve a védekezési költségeket. Kutatásunk célja a kukorica héjkéreg-ellenállásának gyors és számszerű meghatározása különböző talajművelési rendszereknél. Eredményeink szerint a szártőfertőzés mértéke eltérő talajművelési rendszerekben különbséget mutatott. A szántás esetében volt a legalacsonyabb (12%), míg a sávos művelésben jelentősen magasabb (24,5%). Bár a szár nem törik el a vegetáció végére, az egészséges növényekhez képest 12,5%-kal alacsonyabb termésszintet mértünk a szártő-megbetegedést mutató növényegyedeknél.

Kulcsszavak: kukorica, szártő-megbetegedés, fuzárium

Determination of the extent of maize stem base disease in different tillage systems

¹I. KECSKÉS - ²A. CSÓTÓ - ¹J. NAGY

University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Foods Sciences and
Environmental Management

¹Institute of Land Use, Engineering and Precision Farming Technology, Debrecen

²Institute of Crop Protection, Debrecen

Summary

In recent years, corn stem base rot has received less attention, primarily due to advancements in breeding activities. However, given the increasing climatic extremes and the intensification of cultivation technologies, it remains crucial to address this syndrome, as it significantly impacts yield. The inoculum persisting in the corn stalks left on the field poses a threat to subsequent crops in the crop rotation, increasing protection costs. The aim of our research was to rapidly and quantitatively assess the resistance of corn stalk rind under different tillage systems. Our results indicate that the severity of stem base infection varied across tillage practices. The lowest infection rate was observed in conventional tillage (12%), whereas strip-till systems exhibited significantly higher levels (24.5%). Although stalk breakage did not occur by the end of the growing season, plants affected by stem base rot produced 12.5% lower yields compared to healthy ones.

Keywords: corn, stalk rot disease, *Fusarium*

Bevezetés

A kukorica globálisan és Magyarországon is stratégiai jelentőségű növény, amely kiemelkedő szerepet játszik az állati takarmányozásban és az emberi fogyasztásra szánt élelmiszerek előállításában. Ezen túlmenően ipari felhasználása is rendkívül sokoldalú, például bioetanolgyártásban, festékek előállításában, valamint környezetbarát csomagolóanyagok gyártásában is meghatározó (Harsányi et al. 2008, Nagy 2008, Rátonyi et al. 2018).

A különböző művelési rendszerek közül a szántás bizonyult a legkedvezőbbnek a forgatás nélküli módszerekkel szemben (Kecskés et al. 2023). Márta (2002) kutatásában kimutatta, hogy a hagyományos szántásos művelési rendszerben a kukorica termésmennyisége 1,1 t/ha-ral haladta meg a forgatás nélküli (disk ripper) rendszerben elért hozamot. Drimba és Nagy (1998) valamint Rátonyi et al. (2005) a Debreceni Egyetem Látóképi Kísérleti Telepén végzett tartamkísérletek során igazolták, hogy mészlepedékes csernozjom talajon a kukorica számára az őszi szántás a legelőnyösebb alpművelési módszer, összevetve a tavaszi szántással és a tárcsás műveléssel.

A száraz körülmények jelentősen fokozzák a szártőkorhadás kockázatát, különösen a modern termesztéstechnológiákban alkalmazott nagyobb tőszámok mellett, így a szártőkorhadással szembeni ellenállóképesség napjainkban még hangsúlyosabb szempont, mint korábban (Szőke 2011). A kukoricaszártó megbetegedéseit különböző *Fusarium* fajok, valamint más gombafajok okozzák, amelyek elterjedését az időjárási tényezők és a termőhelyi viszonyok jelentősen befolyásolják. Számos európai és hazai kutatás mutatott rá, hogy a *Fusarium verticillioides*, *F. graminearum*, *F. culmorum* szerepet játszanak a szártőkorhadás kialakulásában (Mazzucchi 1972, Ferreira-Pinto et al. 2007). Kínában morfológiai és genetikai jellemzők alapján 12 *Fusarium* spp.-t azonosítottak (Xi et al. 2021). Indiában öt különböző agroklímatis helyről gyűjtött minták alapján a legnagyobb számban a *Fusarium fujikuroi* fajkomplexbbe tartozó fajokat találták a legelterjedtebbnek (Harish et al. 2023).

A fuzárium fajok közül a *Fusarium fujikuroi*, *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. poae*, *F. avenaceum*, *F. proliferatum* kerültek leírásra, emellett *Colletotrichum graminicola*, *Macrophomina phaseolina*, *Nigrospora oryzae*, *Fusarium avenaceum*, *Fusarium subglutinans* fajokat is megtalálták a kukoricában (Wollenweber és Reinking 1935, Draganic és Boric 1991, Lew et al. 1997, Botalico 1998, Nedelnic 2002, Srobárová et al. 2002, Naef és Defago 2006, Dorn et al. 2009, Scauflaire et al. 2011). Magyarországon is számos kutatási eredmény számol be a szártő-megbetegedést kiváltó gombafajokról. Elsősorban itt is a fuzárium fajok kerültek elő, mint domináns szártőkorhadást okozó nemzetség. A *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. verticillioides*, *F. oxysporum*, *G. zea*, emellett az *Acremonia* spp., *Bipolaris sorokiniana* került meghatározásra, továbbá a már Európában is leírt *M. phaseolina* is

felkerült erre a listára (Manninger 1967, Békési és Hinfner 1968, Fischl 1990, Fischl és Halász 1990, Szécsi 1994, Kizmus et al. 2000).

A fuzárium fajok hosszú ideig fennmaradnak a talajban és a szármaradványokon, valamint a talaj felszínén maradt szármaradványokon. Egy év után nem, azonban 630 nap után nagyobb számban maradt életképes *Fusarium moniliforme*, *F. proliferatum*, és *F. subglutinans* inokulum, mint a leásott szárazon (Cotten és Munkvold 1998). A fuzárium fajok a talaj felszínén és a felszín alatt néhány cm-rel sokáig megőrzik fertőzési képességüket, továbbá a szélsőséges tápanyag-utánpótlással a kukorica érzékenysége növekszik ezzel a kórokozóval szemben. Marocco et al. (2008) megfigyelései azt mutatták, hogy a forgatásos és a forgatás nélküli rendszerek esetén nem volt kimutatható szignifikáns különbség fuzárium fertőzés tekintetében, viszont a N-műtrágyaadagok növelésével a fumonizin-szennyeződés mértéke is szignifikánsan növekedett. Az időjárás, a talajművelési rendszer és a N-műtrágyázás hatását igazolható fuzáriumos szártő-megbetegedések kapcsán (Cotten és Munkvold 1998, Munkvold 2003.) Vigier et al. (1997) és Doohan et al. (2003) megállapításai is ezt támasztják alá, miszerint a száraz és nedves évjáratok között különbségek alakulnak ki a fertőzés mértékét illetően.

Anyag és módszer

A szántóföldi kísérlet Nádudvar határában (47°25'41. É 21°12'3. K 85 m) mérsékelt meleg és száraz természetű közegben zajlott. A kísérleti területre jellemző, hogy jó kultúrállapotú, középkötött réti csernozjom talaj. Aranyféle kötöttsége $K_{\lambda} 48$ (agyagos vályog), átlagos pH_{KCl} 7,1 (semleges), humusztartalma 3,8% (jó). A talaj eredeti AL-oldható P_2O_5 -tartalma 286 mg/kg (igen jó) (légszáraz talajban), AL oldható K_2O -tartalma 499 mg/kg (igen jó) (légszáraz talajban) volt.

Az évjárat klimatikus jellemzése

Az időjárási adatokat a kísérleti területen elhelyezett automata meteorológia állomás szolgáltatja. A 2020-as időjárási adatokat az 1951–1991 (sokéves átlag) között mért átlaghoz viszonyítottuk. 2020-ban a vetés és kezdeti fejlődés szempontjából fontos március, április és május hónapok csapadékviszonyai eltérően alakultak. Márciusban és áprilisban a csapadék mennyisége jelentősen elmaradt a sokéves átlagtól: márciusban annak 23%-a,

áprilisban pedig 39%-a hullott. Ezzel szemben júniusban és júliusban az átlagos csapadékmennyiség 256%-a, illetve 217%-a hullott. A tavaszi vetésű növények szempontjából a kezdeti csapadékeloszlás kedvezőtlenül alakult a térségben (1. ábra).

1. ábra. A mintaterület csapadékmennyiségének havi eloszlása és éves alakulása (Nádudvar, 2020)

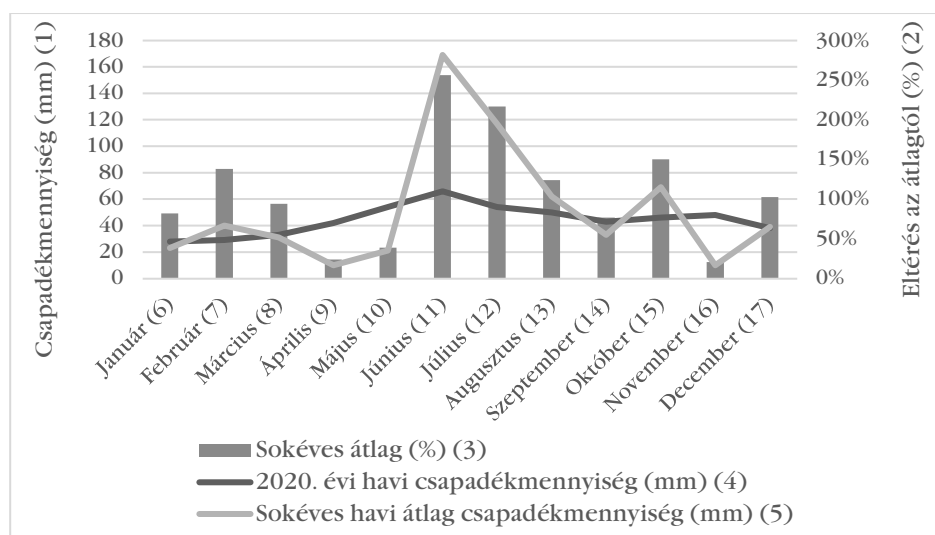


Figure 1. Monthly distribution and annual evolution of rainfall in the sample area (Nádudvar, 2020). (1) Amount of precipitation (mm), (2) Difference from the average (%), (3) Multiple-year average (%), (4) Monthly amount of precipitation in 2020 (mm), (5) Multiple-year monthly average amount of precipitation (mm), (6) January, (7) February, (8) March, (9) April, (10) May, (11) June, (12) July, (13) August, (14) September, (15) October, (16) November, (17) December

A középhőmérsékletek az év első három hónapjában több fokkal meghaladták a sokéves átlagot. Márciusban 5,5 °C-kal volt magasabb az átlagos havi hőmérséklet. Áprilistól júliusig ± 1 °C-kal tértek el, míg a vegetációs időszak végén (augusztustól októberig) +2 °C-os eltérés volt tapasztalható a sokéves átlagtól (2. ábra).

2. ábra. A mintaterület havi középhőmérsékletének alakulása
(Nádudvar, 2020)

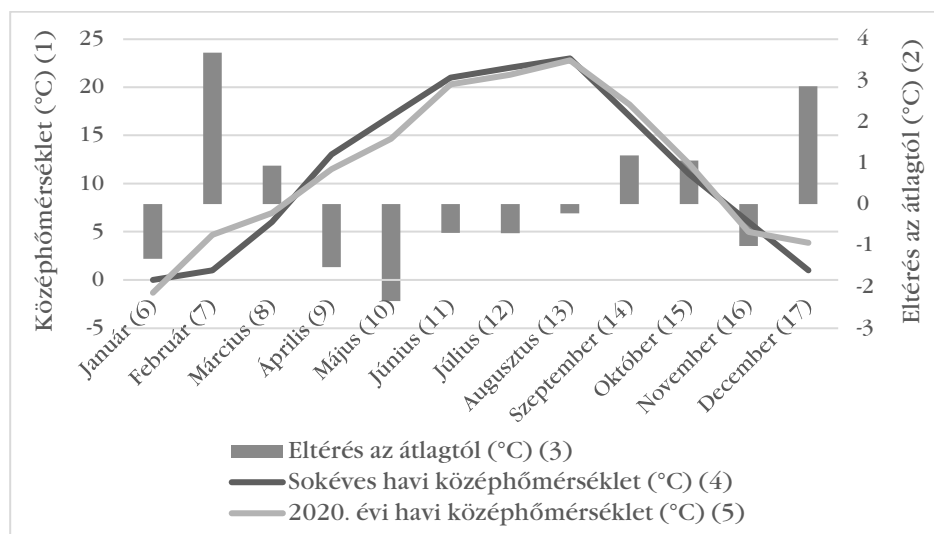


Figure 2. Monthly mean temperature trends in the sample area (Nádudvar, 2020). (1) Mean temperature (°C), (2) Difference from the mean (°C), (3) Difference from the mean (°C), (4) Multiple-year monthly mean temperature (°C), (5) 2020 monthly mean temperature (°C), (6) January, (7) February, (8) March, (9) April, (10) May, (11) June, (12) July, (13) August, (14) September, (15) October, (16) November, (17) December

A kísérleti tér jellemzői

A kísérletben négy különböző talajművelési rendszer került kialakításra, minden talajművelési rendszer egyenként 6600 m²-es kiterjedésű volt. Az alapműveléseket 2019. 10. 24-én végeztük el.

Az elnevezésekhez kapcsolódó talajművelési elemek:

1. Szántás: Ezt a parcellát őszelel, ekével szántottuk, majd ezt követően tavasszal, ahogy rá tudtunk menni a talajra egy Rabe Stumfogel-lel (2020. 03. 25.) (3 cm mélyen) magágykészítést végeztünk.
2. Redukált (Lazítás): őszelel egy tárcsás lazítót (Disk Ripper 2720) alkalmaztunk az alapműveléshez, majd tavasszal egy Rabe Stumfogel-lel (2020. 03. 25.) alakítottuk ki a magágyat.

3. Talajvédő: Ősszel egy Rabe Digger egyenes késes lazítóval végeztünk alapművelést, majd tavasszal egy Rabe Stumfogel-lel (2020. 03. 25.) készítettünk magágyat.

4. Sávos: Ősszel sávművelő eszközzel végeztük az alapművelést, majd tavasszal egy Rabe Stumfogel-lel (2020. 03. 25.) alakítottuk ki a magágyat.

A terület előveteménye 2019-ben kukorica volt, az elővetemény betakarítását (2019. 10. 01.) követően 8-24-24 NPK komplex műtrágya került kijuttatásra 4 q/ha (32 kg/ha N, 96 kg/ha P₂O₅, 96 kg/ha K₂O) mennyiségben 2019. 10. 24-én. A vetéshez egy hatsoros John Deere vetőgépet alkalmaztunk. Vetéssel egy menetben 20 l/ha KITE Start Liquid NP (2,76 kg/ha N, 9,38 kg/ha P₂O₅) starter műtrágyát helyeztünk ki magnyomó pálca segítségével a magárokba. A kukoricabogár lárvakártétel ellen Force 1,5 G (15 g/kg teflutrin) talajfertőtlenítő szert juttattunk ki szintén a magárokba 15 kg/ha-os dózisban. Gyomirtószer preemergensen került kipermetezésre vetéssel egy menetben, Adengo (150 g/l ciproszulfamid, 225 g/l izoxaflutol, 90 g/l tienkarbazon-metil) 0,44 l/ha-os dózisban. Fejtrágya-kijuttatás kultivátorozással egy menetben (Orthman szárnyas kapás hatsoros kultivátor) történt kihelyezésre 117 kg fajlagos hatóanyag-tartalmú folyékony UAN oldat formájában (2020. 05. 22.). A kukorica hibrid (Fornad, FAO 420) 75 000 szem/ha mennyiségben került elvetésre 5 cm-es mélységben. A vetés időpontja 2020. április 20-a volt.

A héjkéreg ellenállás mérésére használt módszerek

A vizsgálat során az 1970-es években az Országos Mezőgazdasági Fajtakísérleti Intézet Növénykórtani Osztályán kidolgozott kézi roppantásos módszertan (*Békési és Hinfner* 1968) alapján mértük fel a szártőmegbetegedés mértékét. A fertőzési %-ot minden talajművelési rendszerben 12 véletlenszerűen kijelölt, 13,1 fm hosszúságú parcellán mértük.

Statisztikai értékelés

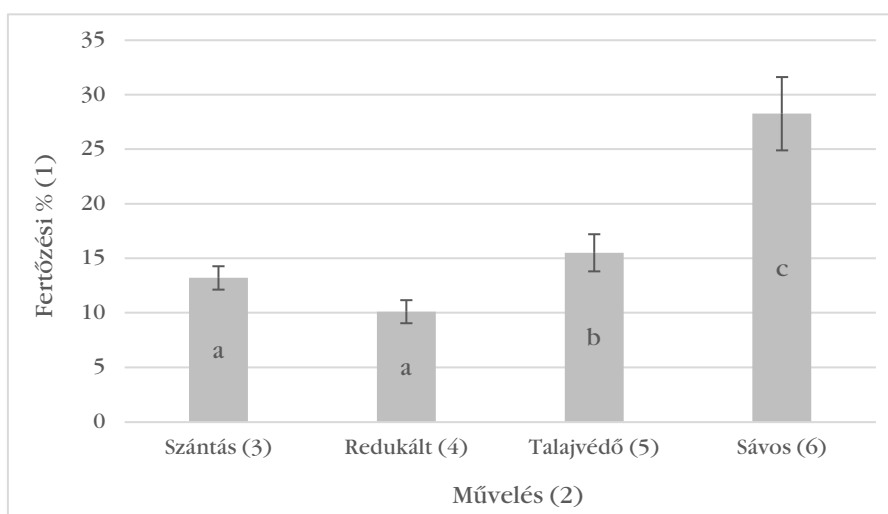
Az adatok statisztikai értékelést IBM SPSS 28 és StatSoft Statistica 10 statisztikai programok segítségével végeztük. Az adataink a Shapiro-Wilk tesztek alapján nem mutattak normál eloszlást, ebből kifolyólag nem parametrikus vizsgálatot végeztünk. Az elemzéshez Kruskal-Wallis tesztet

alkalmaztunk, melyet Mann-Whitney U teszttel erősítettünk meg páronkénti összevetésként.

Eredmények

A kézi roppantásos vizsgálattal végzett felmérés alapján a szántás művelésmódban mértük a legalacsonyabb szártő-megbetegedést (12%), amelytől a redukált művelés nem tért el szignifikánsan. Ezzel szemben a talajvédő és a sávos művelésben mért értékek szignifikánsan nagyobbak voltak. A legnagyobb fertőzés a sávos művelésben volt (24,5%) (3. ábra).

3. ábra. Az átlagos kukoricaszártő fertőzés értékei (%; \pm SE) a különböző talajművelési rendszerekben (kézi roppantás)



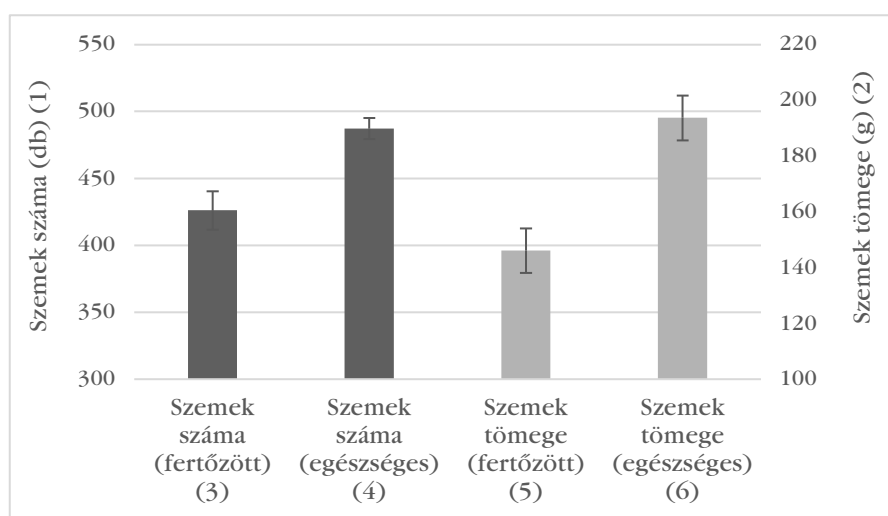
Jelmagyarázat: a kisbetűk a statisztikai különbségeket jelölik Mann-Whitney U-teszt alapján ($p < 0,05$).

Figure 3. Average maize stem base infection values (%; \pm SE) in different tillage systems (manual crushing). (1) Infection %, (2) Tillage, (3) Ploughing, (4) Reduced, (5) Soil protection, (6) Strip tillage, Legend: small letters indicate statistical differences based on Mann-Whitney U-test ($p < 0,05$).

A szemek száma alapján megállapítható, hogy az egészséges növényen fejlődött csöveken több szem fejlődött, mint a fertőzött egyedeken. Az

egészséges növényekhez képest átlagosan 12,5%-kal kevesebb szemet neveltek a szártőfertőzött tövek, amely szignifikánsan különbséget is jelentett (4. ábra).

4. ábra. A szemek számának és a szemek tömegének változása (%; \pm SE) a megbetegedés függvényében



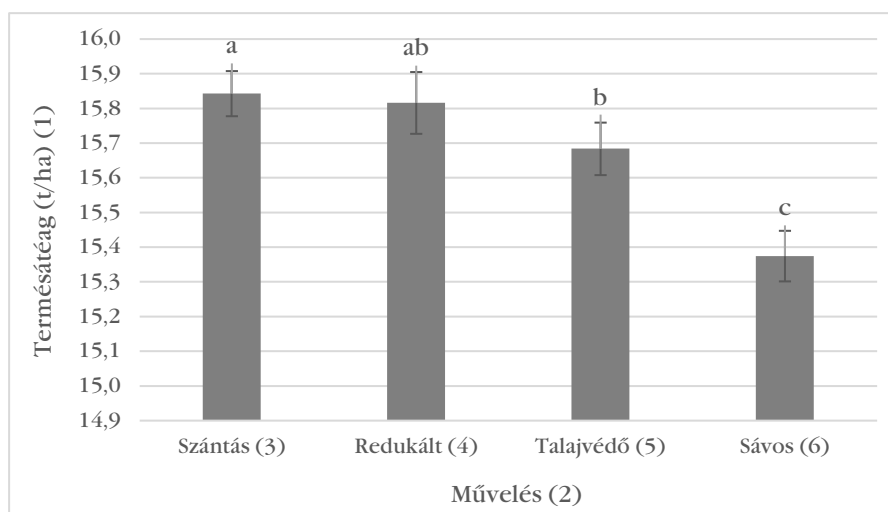
Jelmagyarázat: a kisbetűk a szemek száma alapján a statisztikai különbségeket jelölik Mann-Whitney U-teszt alapján ($p < 0,05$). A nagybetűk a szemek tömege közötti statisztikai különbségeket jelölik Mann-Whitney U-teszt alapján ($p < 0,05$).

Figure 4. Changes in number of grains and grain weight (%; \pm SE) as a function of disease. (1) Number of grains, (2) Grain weight (g), (3) Number of grains (infected), (4) Number of grains (healthy), (5) Grain weight (infected), (6) Grain weight (healthy), Legend: lowercase letters indicate statistical differences based on number of grains using Mann-Whitney U-test ($p < 0.05$). Capital letters indicate statistical differences based on weight of grains using Mann-Whitney U-test ($p < 0.05$).

A szemek tömege is eltérően alakult a szártőbetegség jelenléte alapján. A fertőzött egyedekről származó minták 24%-kal kisebbek voltak, mint az egészséges egyedeken mért értékek, amelyek 2020-ban szignifikánsan is különböztek. Egy egészséges tő 193 g szemtömeget volt képes termelni, ezzel szemben a fertőzött töveken 146 g volt (4. ábra).

A talajművelési rendszerek között statisztikailag igazolható különbségek voltak a termésmennyiségben, a szártő-megbetegedés mértékében és a csövek fizikai paramétereinek vizsgálatában. A legmagasabb termésátlagot a szántás művelés módban mértük (15,84 t/ha), amely szignifikánsan különbözött a talajvédő és a sávos műveléstől, azonban a redukált műveléstől nem tért el. A sávos művelésben kaptuk a legalacsonyabb termésátlagot (15,37 t/ha), amely szignifikánsan is alacsonyabb volt a többi kezeléstől. A termésátlagokat vizsgálva megállapítható, hogy a sávos művelésnél mért 15,37 t/ha termésmennyiség 3,0%-kal alacsonyabb volt a szántáshoz (15,84 t/ha) képest (5. ábra).

5. ábra. A termésátlagok alakulása (%; \pm SE) a talajművelési rendszerek tükrében



Jelmagyarázat: a kisbetűk a statisztikai különbségeket jelölik Mann-Whitney U-teszt alapján ($p < 0,05$).

Figure 5. Evolution of yield averages (%; \pm SE) in relation to tillage systems. (1) Average yield (t/ha), (2) Tillage, (3) Ploughing, (4) Reduced, (5) Soil protection, (6) Strip tillage, Legend: small letters indicate statistical differences based on Mann-Whitney U-test ($p < 0,05$).

Következtetések

A szártő-megbetegedés mértéke eltérő volt a különböző talajművelési rendszerek esetében. A forgatás nélküli talajművelési rendszereknél szignifikánsan magasabb szártő-megbetegedés volt tapasztalható, mint a forgatás nélküli

rendszereknél. A mai modern hibrideknél a szártő-megbetegedés mértékének meghatározására alkalmas a kézi roppantásos módszer, mert nemcsak számszerűsíthető vele a megbetegedés %-os aránya, de hatékony is, mivel a gyakorlatban könnyen kivitelezhető és gyorsan elvégezhető a felmérés. A szártő-megbetegedés a termésre jelentős hatással bír. A megbetegedett töveken a szemtermés tömege és a szemek száma statisztikailag igazolható módon különbözött. A fertőzött töveken 24%-kal kevesebb volt a szemek tömege. A kukorica legérzékenyebb fenológiai állapota a címerhányás, nővirágzás időpontja. 2020-ban ebben az időszakban a csapadék sokéves átlagának több mint kétszerese hullott, ami kedvezett a kukorica fejlődésének és visszaszorította a szártő-megbetegedés mértéket. A termésveszteség adatai szerint 2020-ban a szártőkorhadás 3–7% termés kiesést okozott a különböző művelésekben. Ez az eredmény eltér *Williams* és *Schmitthenner* (1963), *Manninger* (1967) és *Zuber* és *Kang* (1978) által közölt megfigyelésektől, akik 10–20% közé helyezték a szártőkorhadás által okozott termés kiesést. A termésveszteség mértéke a '70-es években azért volt kiemelkedően magas, mert a betegség következtében a szártő meggyengülése annak törését eredményezte, így betakaríthatatlanná vált a kukoricacső (*Zuber* és *Kang* 1978). A mai modern hibrideknél kialakul ugyan a betegség, de a nemesítői munkának köszönhetően a szártörés nem következik be, ebből kifolyólag a termésveszteség csökkenthető.

2020-ban a mért adatok alapján a szántás művelési mód biztosította a legkedvezőbb feltételeket a kukorica terméshozama szempontjából. Ez elsősorban a szármadarványok és az azokon fennmaradó fertőző gombák (*Fusarium* spp.) leforgatása és a kedvező csapadékviszonyok miatt alakulhatott ki. A szántás művelésben 15,84 t/ha terméseredmény volt mérhető, amely szignifikánsan nagyobb volt a sávos (15,37 t/ha) és a talajvédő (15,68 t/ha) művelésben mért értéktől. A redukált művelésben mért érték csak a sávos műveléstől tért el statisztikailag, alátámasztva ezzel *Drimba* és *Nagy* (1998), valamint *Rátonyi et al.* (2005) megállapításait, miszerint a szántás művelés a legkedvezőbb a kukoricatermés mennyiségét nézve.

IRODALOM

- Békési P.–Hinfner K.: 1968. A kukorica szártőbetegségének vizsgálata. Növényvédelem. 4: 179–191.
- Bottalico, A.: 1998. *Fusarium* diseases of cereals: Species complex and related mycotoxin profiles, in Europe. Journal of Plant Pathology. 80: 85–103.
- Cotten, T. K.–Munkvold, G. P.: 1998. Survival of *Fusarium moniliforme*, *F. proliferatum*, and *F. subglutinans* in maize stalk residue. Phytopathology. 88. 6: 550–555.
- Doohan, F. M.–Brennan, J.–Cooke, B. M.: 2003. Influence of climatic factors on *Fusarium* species pathogenic to cereals. European Journal of Plant Pathology. 109: 755–768.
- Dorn, B.–Forrer, H. R.–Schürch, S.–Vogelgsang, S.: 2009. *Fusarium* species complex on maize in Switzerland: occurrence, prevalence, impact and mycotoxins in commercial hybrids under natural infection. Eur. J. Plant Pathol. 25: 51–61.
- Draganic, M.–Boric, B.: 1991. Survey of studies on maize resistance to stalk and ear rot pathogens in Yugoslavia. Zastita Bilja. 42: 173–182.
- Drimba P.–Nagy J.: 1998. A talajművelés hatásának eredményei a kukoricatermesztésben a kockázat figyelembevételével. Növénytermelés. 47. 1: 59–70.
- Ferreira-Pinto, M. M.–Cruz, M. L.–Oliveira, H.: 2007. The occurrence in Portugal of the bacterial disease of maize crops caused by *Erwinia chrysanthemi*. Plant Pathology. 43: 1050–1054.
- Fischl G.–Halász L.: 1990. A kukorica szárkorhadásában résztvevő mikroszkopikus gombák azonosító tása hazánkban. Növényvédelem. 26: 433–441.
- Fischl G.: 1990. A kukorica szárkorhadás etiológiája Nyugat-Magyarországon. Kórtani és rezisztenciaproblémák búzában és kukoricában. 1990. december 06. Szeged. 16.
- Harsányi, E.–Rátonyi, T.–Kiss, Cs.–Juhász, Cs.: 2008. How dose maize-based bioethanol production contribute to energy production and employment in Hungary. [In: Koutev, V. (ed.) 13th Ramiran International Conference Potential for simple technology solutions in organic manure management.] 323–326.
- Harish, J.–Jambhulkar, P. P.–Bajpai, R.–Arya, M.–Babele, P. K.–Chaturvedi, S. K.–Kumar, A.–Lakshman, D. K.: 2023. Morphological characterization, pathogenicity screening, and molecular identification of *Fusarium* spp. isolates causing post-flowering stalk rot in maize. Frontiers in Microbiology. 14: 1121781.

- Kecskés I.-Nagy A.-Sojnóczki I.-Nagy J.*: 2023. Különböző talajművelési rendszerek hatása eltérő genotípusú kukorica (*Zea mays* L.) hibridek termésparamétereire, fehérje-, szénhidrát- és olajtartalmára. Növénytermelés. 72. 2: 37–57.
- Kizmus, L.-Marton, L. C.-Krüger, W.-Müller, D.-Drimal, J.-Pronczuk, M.-Zwatz, B.-Craicu, D. S.*: 2000. Data on the distribution in Europe of *Fusarium* species causing root and stalk rot in maize. [In: Bedő, Z. (ed.) 50th Anniversary of the Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences. Scientific Meeting (June 2–3, 1999)] Martonvásár. 170–176.
- Lew, H.-Adler, A.-Edinger, W.*: 1997. Dynamics of the *Fusarium* toxin distribution in maize plants affected by stalk rot. *Cer. Res. Commun.* 25: 467–470.
- Manninger I.*: 1967. Kétéves tapasztalatok a kukorica fuzáriumos megbetegedéséről és a védekezési lehetőségei. *Magyar Mezőgazdaság*. 13: 12–13.
- Marocco, A.-Gavazzi, C.-Pietri, A.-Tabaglio, V.*: 2008. On fumonisin incidence in monoculture maize under no-till, conventional tillage and two nitrogen fertilisation levels. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 88. 7: 1217–1221.
- Márta K.*: 2002. A kukorica csökkentett menetszámú talajművelési technológiáinak értékelése talaj- és növényvizsgálatok alapján. *Mezőgazda Kiadó*. Budapest. 123.
- Mazzucchi, U.*: 1972. A bacterial stalk rot of maize (*Zea mays* L.) in Emilia. *Phytopathologia Mediterranea*. 11: 1–5.
- Munkvold, G. P.*: 2003. Cultural and genetic approaches to managing mycotoxins in maize. *Annual Review of Phytopathology*. 41: 99–116.
- Naef, A.-Defago, G.*: 2006. Population structure of plant-pathogenic *Fusarium* species in overwintered stalk. *European Journal of Plant Pathology*. 116: 129–143.
- Nagy, J.*: 2008. Maize production: Food, bioenergy, forage. *Akadémiai Kiadó*. Budapest. 391.
- Nedelmic, J.*: 2002. Damage to corn by fungi of the genus *Fusarium* and the presence of fusariotoxins. *Plant Protect. Sci.* 38: 46–54.
- Rátonyi, T.-Huzsvai, L.-Nagy, J.-Megyes, A.*: 2005. Evaluation of soil tillage systems in maize production. *Acta Agronomica Hungarica*. 53: 53–57.
- Rátonyi T.-Ragán P.-Nagy J.-Harsányi E.*: 2018. A kukorica alapú bioetanol előállítás eredményességének vizsgálata. [In: Nagy J. (szerk.) Hangsúlyok a térfejlesztésben.] Debrecen. 355–369.
- Scauflaire, J.-Mahieu, O.-Louvieaux, J.-Foucart, G.-Renard, F.-Munaut, F.*: 2011. Biodiversity of *Fusarium* species in ears and stalks of maize plants in Belgium. *European Journal of Plant Pathology*. 131: 59–66.

- Srobárová, A.–Moretti, A.–Ferracane, R.–Ritieni, A.–Logrieco, A.*: 2002. Toxigenic *Fusarium* species of Liseola section in pre-harvest maize ear rot, and associated mycotoxins in Slovakia. *European Journal of Plant Pathology*. 108: 299–306.
- Szécsi Á.*: 1994. A Liseola szekcióba tartozó fuzáriumok előfordulása hazai kukoricakultúrákban 1991 és 1992. évben. *Növényvédelem*. 30: 313–318.
- Szőke Cs.*: 2011. Kukorica genotípusok fuzáriumos szárkorhadása és a szár szövetei szerkezete közötti összefüggés-vizsgálatok és hatásuk a szárszilárdságra.
- Vigier, B.–Reid, L. M.–Seifert, K. A.–Stewart, D. W.–Hamilton, R. I.*: 1997. Distribution and prediction of *Fusarium* species associated with maize ear rot in Ontario. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 19: 60–65.
- Williams, L. E.–Schmitthenner, A. F.*: 1963. Effect of crop rotation on yields, stalk rot, and root rot of corn. *Phytopathology*. 53: 1412–1414.
- Wollenweber, H. W.–Reinking, O. A.*: 1935. Die Fusarien, ihre Beschreibung, Schadwirkung, und Bekämpfung. Paul Parey. Berlin.
- Xi, K.–Shan, L.–Yang, Y.–Zhang, G.–Zhang, J.–Guo, W.*: 2021. Species diversity and chemotypes of *Fusarium* species associated with maize stalk rot in Yunnan province of southwest China. *Frontiers in Microbiology*. 12: 652062.
- Zuber, M. S.–Kang, M. S.*: 1978. Corn lodging slowed by sturdier stalks. *Crops Soils*. 30: 13–15.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

*Kecskés István – Dr. Nagy János
Debreceni Egyetem MÉK
Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032
*kecskes.istvan88@gmail.com

Dr. Csótó András
Debreceni Egyetem MÉK
Növényvédelmi Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032