

TÉZISFÜZET

Adatok a köles fajok biológiájához és természetes vírusfertőzöttségéhez

Készítette:

Pásztor György

Témavezető:

Dr. Nádasy Dr. habil. Ihárosi Erzsébet
egyetemi docens, PhD

Keszthely

2020

1. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉSE

1.1. Előzmények

A köles (*Panicum*) nemzetség a pászitfűfélék egyik legnagyobb, fajokban rendkívül gazdag csoportja, az ide tartozó fajok száma a világon meghaladja az ötszázat. Elterjedésüket, és nehezen irtható gyomnövényné válásukat az intenzív növényvédelem, a növényvédőszeres - elsősorban az aminotriazinok széleskörű, és hosszútávú használata, valamint a klímaváltozás indukálta. Elvadult alakjainak köszönhetően ma már kultúr-gyom fajkomplexxként ismertek a herbológiai gyakorlatban. A nagyszámú kölesfaj közül az Országos Szántóföldi Gyomfelvételezések eredményei alapján, korábban mindössze két faj (*P. miliaceum* ssp. *miliaceum*, *P. capillare*) szerepelt hazánk gyomflórájában, az utóbbi évtizedekben azonban több új adventív fajuk jelent meg, és vált veszélyes gyomnövényé. A köles elleni védekezést nehezíti, hogy újabb *Panicum* fajok fertőzésével és terjedésével továbbra is számolni kell a közeljövőben. Ezen fajok kukorica gyomflórájában történő megjelenése védekezési szempontból újabb kihívást jelent a termelő és a növényvédelmi szakemberek számára egyaránt, hiszen csírázásbiológiájuk, és így a megfelelő védekezés időpontja is eltérő. Csiky és munkatársai (2004) után 2006-ban Pál és Pinke számoltak be a kései köles (*P. dichotomiflorum*) szélesebb körű megjelenéséről és gyomosításáról kukoricában. Egy további fajt is azonosítottak 2009-ben első ízben Zala megyében, a parti kölest (*Panicum riparium*). A köles fajok, illetve a *P. miliaceum* fajon belüli alfajok elkülönítése nehéz, ezért komoly szakértelmet kíván, így a növényvédelem új kihívással néz szembe, mivel a fajok és alfajok elkülönítése mellett a növényvédelmi technológiákat is optimalizálni kell a megfelelő hatás elérése érdekében. Ahhoz, hogy mindez megvalósuljon, elsőként tisztáznunk kell a hazánkban megtalálható fajok biológiáját. Ismernünk kell, hogy a köles fajok

illetve alfajok csírázásbiológiája mennyire különbözik, milyen jellegű kompetícióval rendelkeznek, tartalmaznak-e allelokemikáliákat, rendelkeznek-e allelopátiával, illetve a kukorica csírázását, növekedését hogyan befolyásolják.

1.2. Célkitűzések

Kutatásunk céljai a következők voltak:

1. Vizsgálni a természetett köles, a gyomköles és a parti köles csírázásbiológiáját, és feltárni a köztük lévő különbségeket, illetve tanulmányozni, hogy rendelkeznek-e a fajok, alfajok dormanciával, valamint a klímaváltozás hatását vizsgálni a fajok csírázásbiológiájára nézve.
2. Üvegházi tenyészedényes kísérletben tanulmányozni, hogy milyen erősségű kompetícióval bírnak a felsorolt fajok
3. Rendelkeznek-e allelopátiával, és van-e különbség köztük az allelopátia erőssége szempontjából.
4. Felmérni a kölesfajok természetes gabonavírus-fertőzöttségét, illetve vírusepidemiológiai szerepüket.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1 Csírázásbiológiai vizsgálatok

Tanulmányoztuk e három kölesfaj két különböző magmintájának csírázását a hőmérséklet függvényében. A kísérletet a Pannon Egyetem Georgikon Karának Növényvédelmi Intézetében végeztük 2014-ben, laboratóriumi körülmények között.

A két *Panicum miliaceum* subsp. *miliaceum* minta egy 1985-ös keszthelyi gyűjtésű, illetve egy 2013-as tarjáni minta, mindkét *Panicum riparium* magminta 2010-es gyűjtésű, Mérkről illetve Nagykállóról, valamint két 2010-es gyűjtésű *Panicum miliaceum* subsp. *ruderales* minta Keszthelyről illetve Pustadobosról. A vizsgálat során 20 cm átmérőjű Petri-csészébe, dupla réteg szűrőpapírra helyeztünk 50-50 magot, fajonként és hőmérsékleti tartományonként 4 ismétlésben. A csíráztatási hőmérséklet 20, 25, 30 illetve 35 °C volt. A mintákat fűthető termosztátba helyeztük, majd két időpontban végeztünk értékelést. A harmadik napon vizsgáltuk a csírázási százalékot, majd a hetedik napon mértük a csíranövények hajtás- illetve gyökérhosszát. A statisztikai értékelés egytényezős varianciaanalízis volt, melyet Microsoft Excel szoftverrel végeztük.

2.2 A kölesfajok allelopátiájának vizsgálata

2.2.1. Laboratóriumi vizsgálatok

A 2015 évi vizsgálat során a termesztett köles (*Panicum miliaceum* subsp. *miliaceum*), a gyomköles (*Panicum miliaceum* subsp. *ruderales*) és a parti köles (*Panicum riparium*) fajok allelopátiás hatását vizsgáltuk bioassay kísérletben a kukorica csírázására és a csíranövények

növekedésére. A vizsgálatban szereplő gyomnövények zöld növényi mintáinak begyűjtése 2015 és 2016 nyarán történt. A termesztett köles mintákat Keszthely környéki gabonatarlókról, a *Panicum riparium* és a *Panicum miliaceum* subsp. *runderale* növényeket Lesencetomajon gyűjtöttük. A kísérletben az MV Koppány hibrid magjait használtuk.

A kísérlet során 3-as hígítási sorú: 2,5%, 5%, 7,5 m/V%-os vizes növényi kivonatot készítettünk 24 órás áztatással, és ezekkel kezeltük a kukorica magokat. Petri-csészékbe dupla rétegű szűrőpapírra helyeztünk 25 db kukorica magot, majd 15 ml kivonattal (a kontroll esetében desztillált vízzel) kezeltük.

Ezek után a Petri-csészéket 7 napra 20°C-on csíráztató inkubátorba helyeztük. Az inkubálás alatt elveszett nedvességet vízperemmel pótoltuk.

A kísérlet kiértékelésekor a 7. napon meghatároztuk a csírázási százalékot, majd a csírázásban lévő szemeket egyenként megvizsgáltuk, majd megállapítottuk az egészséges csírák számát.

Végül mértük a primer gyökér, illetve a hajtás hosszát. Az adatokat Excel táblázatban rögzítettük, majd egytényezős varianciaanalízissel értékeltük.

2.2.2. Tenyészedényes vizsgálatok

A kísérletsorozat második részében tenyészedényes kísérletet végeztünk 2017-ben a termesztett köles (*Panicum miliaceum* subsp. *miliaceum*), a gyomköles (*Panicum miliaceum* subsp. *runderale*) és a parti köles (*Panicum riparium*) kölesfajokkal. A növényminták azonosak voltak a laboratóriumi kísérletben vizsgáltakkal. A 2 literes tenyészedényekbe a 2,5 %, 5%, 7,5 m/V% -os koncentrációnak megfelelő növénymintát bedolgoztuk a talajba.

Minden koncentrációhoz 4 ismétlést terveztünk, és edényenként 5 szem takarmány kukoricát vetettünk bele (MV Koppány) 3cm-es mélységbe. A kontroll edényekbe csak virágföld és kukorica került.

Az edényeket BINDER márkájú növénynevelő kamrába helyeztük 20 °C-ra, 30 napra. Az állandó nedvességet öntözéssel tartottuk fent a kísérlet egész ideje alatt.

A 30 nap elteltével történt a kiértékelés. Megállapítottuk a kezelésenkénti csírázási százalékot, megmértük növényenként a hajtás és gyökér hosszát, valamint tenyészedényenként a gyökér és hajtás száraztömegét. Az adatokat Excel táblázatba rögzítettük, majd egytényezős varianciaanalízissel értékeltük.

2.3 Kompetíciós vizsgálat

A tenyészedényes kísérlet célja a *P. miliaceum* subsp. *miliaceum*, *P. miliaceum* subsp. *ruderales* és *P. riparium* kompetíciós képességének vizsgálata volt kukoricával, additív módszerrel. A kísérletet 2014-ben végeztük, majd 2015-ben *P. miliaceum* subsp. *miliaceum* és *P. miliaceum* subsp. *ruderales* fajokkal megismételtük.

A vizsgálat helyszíne a Pannon Egyetem Georgikon Kar Növényvédelmi Intézetének üvegháza volt. 2 kg szárított, rostált talajt használtunk tenyészedényenként, melyek felülete 450 cm² volt. Tenyészedényenként 5 MV Koppány kukorica hibrid és 0, 5, 10 illetve 20 db köles növényt neveltünk, mindezt 4 ismétlésben. A vetés időpontja illetve mélysége ugyanaz volt a kukorica és a kölesek esetében is. A vizsgált minták a következők voltak: *Panicum miliaceum* subsp. *miliaceum* Keszthelyről (1985) és Tarjánról (2013). *Panicum miliaceum* subsp. *ruderales* Keszthelyről (2010) és Pusztadobosról (2012), és két

Panicum riparium minta Mérkről és Nagykállóról (2010). A mintákat felhasználásig 20 °C-on tároltuk.

A kísérlet értékelése a csírázás után egy hónappal történt, mely során a kukorica és köles hajtások illetve a gyökerek hosszát, a friss és légszáraz hajtástömeget valamint a friss és légszáraz gyökértömeget mértük. A vizsgálat statisztikai értékelését SPSS programmal végeztük, háromtényezős variancia-analízis módszerrel.

2.4 Gyomvirológiai vizsgálatok

A vizsgálat során 2014 és 2015 szeptemberében 45 db köles (*Panicum miliaceum*) levélmintát gyűjtöttünk. Lesencefalu határában fekvő gabonatermő területekről 35, a keszthelyi Fenyves allé közelében lévő területekről pedig 10 minta származott. A minták kiválasztásánál törekedtünk arra, hogy a növény levelei mutassák a vírusfertőzés tüneteit. A laboratóriumi vizsgálatok elvégzéséig a mintákat egyesével polietilén tasakokban csomagolva fagyasztva tároltuk.

A növényvirológiában a leggyakrabban alkalmazott ún. duplaellenanyag-szendvics (double antibody sandwich, DAS ELISA) módszert alkalmaztuk a vírusfertőzések kimutatására.

A vizsgálatokhoz a LOEWE Biochemica rozsok mozaik vírus (Brome mosaic virus, BMV), rozsok csíkos mozaik vírust (Brome streak mosaic virus, BstMV), árpa csíkos mozaik vírust (Barley stripe mosaic virus, BSMV), árpa sárga törpeség (Barley yellow dwarf virus, BYDV), búza csíkos mozaik vírus (Wheat streak mosaic virus, WSMV), búza törpülés vírus (Wheat dwarf virus, WDV) reagenseit használtuk.

Következő lépésként két helyről begyűjtött köles (*P. miliaceum* subsp. *miliaceum*) minták vírusfertőzöttségét vizsgáltuk objektív

diagnosztikai módszerrel kis RNS (sRNS) HTS-t használtunk fel, hogy bármilyen vírusfertőzést kimutathassunk.

A mintákat két magyarországi helyről vettük 2019. augusztusában. Mind a „Büdös-árok” (BA), mind az „Újmajor-susnyás” (USA) mintában véletlenszerűen 10 növényből vettünk mintát, amelyek különböző tüneteket mutattak. A mintagyűjtés során a tüneteket mutató teljes növényeket begyűjtöttük. A mintákból az RNS-t fenol-kloroform módszerrel extraháltuk (White és Kaper, 1989). A kapott nukleinsavkivonatokat felhasználásig -70°C -on tároltuk.

Az egyedek RNS-pooljait úgy állítottuk elő, hogy azonos mennyiségű RNS-t kevertünk ugyanazon növény különböző szerveiből, amelyek különböző egyénekből származnak, és képviselik az összes mintában szereplő növényt az adott gyűjtési helyszínről. Ez az összevonási stratégia lehetővé tette a mintában szereplő egyes növények vírusfertőzöttségének kimutatását. Ezeket a készleteket az sRNS könyvtár előállításához használtuk (összesen 2 könyvtár). A szekvenált könyvtárak FASTQ fájljait letétbe helyeztük a GEO-ban, és a GSE147185 sorozatszámú hozzáféréssel érhetők el.

A vírusdiagnosztika céljából a HTS eredmények bioinformatikai elemzését CLC Genomic Workbench (Qiagen) alkalmazásával végeztük. A levágás és a beolvasások minőség-ellenőrzése után a QC beszámolót a CLC Genomic Workbench beágyazott protokollok alkalmazásával készítettük el. A vírusszekvenciák filogenetikai elemzéséhez a MEGA7-et használtuk (Kumar et al, 2016). Az evolúciós történetet a „neighbour-joining” módszerrel vontuk le (Saitou és Nei, 1987). Az evolúciós távolságokat Jukes-Cantor módszerrel számoltuk (Jukes és Cantor, 1969).

3. EREDMÉNYEK

Laboratóriumi kísérletünk bizonyította, hogy a vizsgált kölesfajok 20 °C-tól 35 °C -ig stabilan csíráképesek, és a csírák a megemelt hőmérsékleten sem károsodnak, illetve a fejlődésükben sem tapasztaltunk visszaesést. A *Panicum riparium* mintáknál tapasztaltunk gyenge visszaesést a csírázásban, de ez statisztikailag nem volt igazolható. A vizsgált hőmérsékleteken kicsírázott magok száma között szignifikáns különbséget nem mutattunk ki.

Kompetíciós kísérletünkben a vizsgált fajok közül a *P. miliaceum* subsp. *miliaceum* bizonyult a legerősebb kompetitornak, hasonlóképpen a *P. miliaceum* subsp. *ruderales* alfajhoz, viszont a *P. riparium* faj sokkal gyengébb növekedésű, ezért a kísérletben nem bizonyult erős versenytársnak. A két, különböző helyről gyűjtött *P. miliaceum* subsp. *ruderales* minta között jelentős különbségeket tapasztaltunk. A kukorica fejlődését eltérően befolyásolták, így eredményünk megerősíti a környezeti tényezők hatását a kompetícióban.

A két *P. miliaceum* subsp. *miliaceum* minta között jelentős különbség mutatkozott mindkét vizsgálati évben. A keszthelyi minta esetében a friss hajtástömeg folyamatosan csökkent, a legtöbb kölest tartalmazó tenyészedényben a kukorica hajtástömege 62 %-al volt alacsonyabb a kontrollnál. A tarjáni minta esetében a 10 kölest tartalmazó tenyészedényekben 48 %-al volt magasabb a friss hajtástömeg, mint a 5 kölest tartalmazókban. Ennek oka az intraspecifikus kompetíció jelensége.

A légszáras hajtástömeg vizsgálata során hasonló tendenciát tapasztaltunk, mint a frisstömeg esetében.

A két *P. miliaceum* subsp. *ruderales* minta esetében is jelentős különbségeket tapasztaltunk. A keszthelyi mintánál a friss hajtástömeg az egyedszám változásával növekedett, de a 20 kölest tartalmazó tenyészedényeknél

csökkent, míg a pusztadobosi mintánál erőteljesen csökkent a kontrollhoz viszonyítva (a kontroll 10,87 grammjához viszonyítva a 10 kölest tartalmazó tenyészedényeknél 1,98 g, a 20-at tartalmazóknál 0,59 g lett a friss hajtástömeg). A légszáraz hajtástömeg mérésekor hasonló tendenciát tapasztaltunk.

Összesítve, a *P. miliaceum* subsp. *miliaceum* és a *P. miliaceum* subsp. *ruderales* vizsgálataink alapján nem rendelkezik negatív irányú allelopátiával a kukoricára. A csírázási % a kontroll állományban 87%-os volt. A 2,5%-os *Panicum miliaceum* subsp. *miliaceum* leveles szár kivonattal kezelt magok 90%-a, az 5%-os kivonattal kezelt magok 90%-a és a 7,5%-os kivonattal kezelt magok 94%-a csírázott ki. A természetett köles mindhárom koncentrációban serkentette a kukorica csírázását, bár ez a serkentő hatás statisztikailag nem volt igazolható. A *Panicum miliaceum* subsp. *ruderales* leveles szár kivonatai pozitív hatással voltak a kukorica magok csírázására. A 2,5%-os és a 7,5%-os kivonatok esetében a növekedés ugyan csekély, de az 5%-os kivontnál jelentős 6,5%-os növekedés volt megfigyelhető. A kukorica csíranövény hajtáshosszúságát kis mértékben befolyásolta. A gyökér fejlődését alacsony koncentrációban elősegítette, míg magasabb koncentrációnál visszafogta. A gyomköles leveles szár kivonatainak minden koncentrációja pozitívan hatott a csírázásra. A 7,5%-os kivonat növelte legkisebb mértékben a csírázást. A *P. riparium* vizsgálataink alapján rendelkezik negatív irányú allelopátiával. Gyakorlati szempontból nézve ez rendkívül fontos eredmény, mivel a *P. riparium* viszonylag „új” faj Magyarországon (Király et al, 2009), veszélyességét vizsgáló kutatások csak az elmúlt néhány évből vannak. A *Panicum riparium* 2,5%-os leveles szár kivonata jelentősebben visszafogta a kukorica csíranövény hajtásképződését.

A gyökérhosszúságot tekintve a 2,5%-os kivonat nem okozott jelentős változást, a kontrollhoz képest 0,2%-os csökkenés figyelhető meg. Az 5%-os kivonattal kezelt magok átlagos gyökérhossza kicsivel meghaladta a kontroll növényekét. Ez a koncentráció egy 4,1%-os gyökérhossz növekedést eredményezett. A 7,5%-os kivonattal kezelt magok átlagos gyökérhossza 68,78 mm volt, ami 3,3%-al volt kisebb átlagosan mint a kontroll növények esetében. Véleményem szerint a *P. riparium* további vizsgálata mindenképpen indokolt.

Tenyészedényes kísérletben a *Panicum miliaceum* subsp. *miliaceum* növényi részek hatására elmaradt a csírázási százalék a kontroll csoporttól. Ebben az esetben az 5%-os talaj – növénymaradvány kezelésben csökkent legkevésbé a csírázás, a Petri csészés kísérletben pedig az 5%-os oldat fejtette ki a legnagyobb serkentő hatást.

A *Panicum miliaceum* subsp. *miliaceum* mind a gyökértömeg mind a hajtástömeg mértékére negatívan hatott. Egyedül a 7,5%-os kezelés hozott nagyobb hajtástömeget, mint a kontroll növények, viszont a különbség statisztikailag nem volt igazolható.

Az általunk gyűjtött mintákban (a DAS ELISA szerológiai módszer segítségével) a WSMV, a WDV és a BSMV által történő fertőzések számottevőbbek voltak a BYDV és a BstMV vírusokhoz képest. A BMV jelenlétét a vizsgált mintákból nem tudtuk igazolni.

A kisRNS vizsgálatunk rámutat arra, hogy vírusrezervoár szerepe van a kölesnek, ezért is fontos az ellen való védekezés szántóföldjeinken. A WSMV jelenlétét sikerült igazolnunk mindkét mintavételi helyen, valamint Magyarországon elsőként mutattuk ki a BYSMV (Barley yellow striate mosaic virus) és a BGV (Barley virus G) jelenlétét.

4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

A négy kísérleti évben végzett laboratóriumi in vitro, valamint tenyészedényes kísérletek eredményei alapján az alábbi új tudományos eredményeket állapítom meg:

- 1) A *P. miliaceum* subsp. *miliaceum*, és a *P. miliaceum* subsp. *ruderales* csírázására a 20-35 C hőmérsékleti tartomány nincs negatív hatással, az emelkedő hőmérséklet a két alfaj csírázását nem befolyásolja. A *P. riparium* csírázását az emelkedő hőmérséklet nem szignifikánsan csökkenti.
- 2) Tenyészedényes kompetíciós kísérleteink alapján a *P. miliaceum* subsp. *miliaceum* és *P. miliaceum* subsp. *ruderales* fajok vizsgált mintái kontrollált körülmények között, tenyészedényes vizsgálatban erős kompetitornak bizonyultak a kukoricával szemben, mely megmutatkozott mind a növények növekedésében, mind a beépített szervesanyag-mennyiség tekintetében.

A kukorica növekedését és fejlődését a *P. riparium* szignifikánsan nem tudta befolyásolni az adott körülmények között

- 3) Laboratóriumi allelopátia vizsgálatokkal bizonyítottuk, hogy a *P. miliaceum* subsp. *miliaceum*, és a *P. miliaceum* subsp. *ruderales* hajtáskivonata nem rendelkezik negatív irányú allelopátiával a kukorica csírázására és kezdeti növekedésére, a kezdeti fejlődés során hajtásnövekedés serkentő hatást tapasztaltunk.

A *P. riparium* csírázásgátló hatással rendelkezik, és szignifikánsan gátolja a kukorica hajtás- és gyökernövekedését.

A tenyészedényes alleopátiás kísérletben a *P. miliaceum* subsp. *miliaceum* szignifikánsan gátolta a kukorica csírázását, valamint a hajtás- és a gyökérnövekedést is.

- 4) A *P. miliaceum* virológiai (DAS ELISA) vizsgálata során bizonyítottuk, hogy többféle gabonavírus is képes fertőzni a fajt. A 45 vizsgált mintából 19 bizonyult fertőzöttnek. Az általunk gyűjtött mintákban a WSMV (10), a WDV (6) és a BSMV (6) által történő fertőzések számottevőek voltak a BYDV (2) és a BstMV (1) vírusokhoz képest. Továbbá diagnosztizáltunk komplex fertőzéseket is.
- 5) A kisRNS vizsgálatok bizonyították, hogy a *Panicum miliaceum* a WSMV új gazdanövényeként jelenik meg hazánkban.
- 6) A Magyarországon eddig még nem diagnosztizált BYSMV (Barley yellow striate mosaic virus). Továbbá sikerült kimutatnunk a Barley virus G-t is, melyet eddig szintén nem írtak le Magyarországon.

5. MEGJELENT TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

5.1. Az értekezés témakörében megjelent angol nyelvű cikkek

- Pásztor Gy., Nádasy E. (2016): Effect of temperature on germination of different panic weed species. *GEORGICON FOR AGRICULTURE: A MULTIDISCIPLINARY JOURNAL IN AGRICULTURAL SCIENCES* 20. (1) 163-170.
- Pásztor Gy., Szabó R., Béres I., Takács A., Nádasy E. (2016): Common millet (*Panicum miliaceum*)-a new weed problem in Hungary. Review Part 1 and 2. *NÖVÉNYTERMELÉS* 65. Suppl. 215-222.
- Pásztor Gy, Szabó R., Takács A., Henézi Á., Nádasy E. (2017): The natural viral infections of the weedy *Panicum miliaceum* (L.). *COLUMELLA: JOURNAL OF AGRICULTURAL AND ENVIRONMENTAL SCIENCES* 4. Suppl 1. 35-38.
- Pásztor Gy., Nádasy E., Takács A. (2018): The implications of *Panicum miliaceum* in the viral epidemiology of cereals. In: Henning, Nordmeyer; Lena, Ulber (szerk.) 28. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung : 28th German Conference on Weed Biology and Weed Control. Braunschweig, Németország : Julius Kühn-Institut. 469-472.
- Pásztor Gy., Galbacs Zs. N., Kossuth T., Demian E., Nádasy E., Takács A. P., Varallyai E. (2020): Millet could be both a Weed and serve as a Virus Reservoir in Crop Fields. *Plants*, Special Issue "New findings in plant virology toward guiding rational control strategies. (IF: 2.762)

5.2. Az értekezés témakörében megjelent magyar nyelvű cikkek

- Pásztor Gy., Nádasy E. (2015): Magyarországi kölesfajok kompetíciós képességének vizsgálata kukoricában. *GEORGICON FOR AGRICULTURE: A MULTIDISCIPLINARY JOURNAL IN AGRICULTURAL SCIENCES* 19. (1) 146-153.
- Pásztor Gy., Henézi Á., Grúz A., Kormos É., Szabó R., Gáborjányi R., Kazinczi G., Nádasy E., Takács A. P. (2016): A köles (*Panicum miliaceum* L.) mint gyomnövény természetes vírusfertőzöttségének vizsgálata. *NÖVÉNYVÉDELEM* 52 (1). 44-47.
- Pásztor Gy., Nádasy E. (2016): A köles fajok (*Panicum* spp.) hazai elterjedése, biológiája és a védekezés lehetőségei. *MAGYAR GYOMKUTATÁS ÉS TECHNOLÓGIA* 17. (2). 3-14.

- Pásztor Gy., Nádasy E. (2016): A kukorica és a kölesfajok kompetíciós képességének tanulmányozása tenyészedényes kísérletben. GEORGIKON FOR AGRICULTURE: A MULTIDISCIPLINARY JOURNAL IN AGRICULTURAL SCIENCES 20. (1) 113-119.
- Szabó R., Fábíán G., Menyhárt L., Pásztor Gy., Cseh E. (2017): A termesztett köles, mint gyomnövény (*Panicum miliaceum* L.) csírázásának gátlása növényi kivonatokkal. GEORGIKON FOR AGRICULTURE: A MULTIDISCIPLINARY JOURNAL IN AGRICULTURAL SCIENCES 21. (1) 145-152.
- Henézi Á., Pásztor Gy., Takács A. (2017): A köles (*Panicum miliaceum* L.) mint gyomnövény szerepe a gabonavírusok epidemiológiájában. GEORGIKON FOR AGRICULTURE: A MULTIDISCIPLINARY JOURNAL IN AGRICULTURAL SCIENCES 21. (1) 114-118.
- Pásztor Gy., Lőrincz D., Szabó R., Nádasy E. (2019): Különböző köles fajok kompetíciós hatása kukoricában, GEORGIKON FOR AGRICULTURE: A MULTIDISCIPLINARY JOURNAL IN AGRICULTURAL SCIENCES 23. (1), 62-69.

5.3. Előadások, angol nyelvű összefoglalók (abstract)

- Pásztor Gy., Szabó R., Béres I., Takács A., Nádasy E. (2014): Common millet (*Panicum miliaceum*)-a new weed problem in maize in Hungary. In: Ahmet, Uludag; Ayse, Yazlik; Khawar, Jabran; Süleyman, Türkseven; Uwe, Starfinger (szerk.) 8th International Conference on Biological Invasions from understanding to action : Proceedings Canakkale, Törökország : Canakkale Onsekiz Mart University, 221.
- Szabó R., Pásztor Gy. (2018): Study on the allelopathic effect of *Amaranthus retroflexus*, *Datura stramonium* and *Panicum miliaceum* on the germination of maize. In: Dusan, Kovacevic (szerk.) Agrosym 2018: Book of proceedings: 9th International Scientific Agriculture Symposium, East Sarajevo, Bosznia-Hercegovina: Faculty of Agriculture East Sarajevo, 889-894
- Pásztor Gy., Szabó R., Henézi Á., Nádasy E., Takács A. (2018): The role of the invasive weed *Panicum miliaceum* in the epidemiology of cereal viruses. In: NEOBIOTA 2018: 10th International Conference on Biological Invasions: New Directions in Invasion Biology: Programme and book of abstracts

Pásztor Gy., Nádasy E., Szabó R. (2019): The competitive ability of different millet species on maize under field conditions. In: Kende, Z.; Bálint, Cs.; Kunos, V. (szerk.) 18th Alps-Adria Scientific Workshop: Alimentation and Agri-environment : Abstract book. Gödöllő, Magyarország : Szent István Egyetem Egyetemi Kiadó, 126-127.

5.4. Előadások, magyar nyelvű összefoglalók

Pásztor Gy., Nádasy E. (2016): Különböző kölesfajok allelopatikus hatásának vizsgálata kukoricában. In: Horváth, J.; Haltrich, A.; Molnár, J. (szerk.) 62. Növényvédelmi Tudományos Napok. Budapest, Magyar Növényvédelmi Társaság, 66-66.

Pásztor Gy., Nádasy E., Takács A.P (2019): Egy Zala megyei kölespopuláció természetes gabonavírus-fertőzöttségének vizsgálata. In: Haltrich, A.; Varga, Á. (szerk.) 65. Növényvédelmi Tudományos Napok. Budapest, Magyar Növényvédelmi Társaság Elnöksége, 56.

5.5. Egyéb tudományos cikkek angol nyelven

Pásztor Gy., Szabó R., Nádasy E. (2017): Investigation of the phytotoxic effect of herbicide 2,4-D with hormonal function on winter wheat. COLUMELLA: JOURNAL OF AGRICULTURAL AND ENVIRONMENTAL SCIENCES 4. Suppl 1. 163-168.

Nádasy E., Pásztor Gy., Béres I., Szilágyi G. (2018): Allelopathic effects of *Abutilon theophrasti*, *Asclepias syriaca* and *Panicum ruderales* on maize. In: Henning, Nordmeyer; Lena, Ulber (szerk.) 28. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung: 28th German Conference on Weed Biology and Weed Control. Braunschweig, Németország, Julius Kühn-Institut, 454-458.

5.6. Egyéb tudományos cikkek magyar nyelven

Szabó R., Fábíán G., Menyhárt L., Nádasy E., Cseh E., Pásztor Gy. (2016): Gyógy- és fűszernövény kivonatok hatása a természetű köles, mint gyomnövény (*Panicum miliaceum* L. subsp. *miliaceum*) csírázására. MAGYAR GYOMKUTATÁS ÉS TECHNOLÓGIA 17. (2) 25-34.

Pásztor Gy., Nádasy E., Cserpes M., Takács A. P. (2019): A *Solanum nigrum* szerepe a burgonyavírusok terjedésében GEORGICON FOR AGRICULTURE: A MULTIDISCIPLINARY JOURNAL IN AGRICULTURAL SCIENCES 23. (1) 36-40.