

Doktori (PhD) értekezés tézisei

Az ázsiai gyapjűfű (*Eriochloa villosa* (Thunb.) Kunth) biotikus reakciói és terjedési vizsgálata a Tiszántúl régióban

Szilágyi Arnold

Témavezető: Dr. habil. Radócz László
egyetemi docens



DEBRECENI EGYETEM
Kerpely Kálmán Doktori Iskola

Debrecen

2023

1. A doktori értekezés előzményei és célkitűzései

A változatos biodiverzitást leginkább veszélyeztető tényezők között említhetjük meg a nem őshonos növényfajok, azaz **invazív növények** terjedését. E növények jelentős természetvédelmi-, erdészeti-, mezőgazdasági-, humán egészségügyi- és gazdasági kárt képesek okozni (Csiszár, 2012). Hazai viszonyok között a gazdasági rendszerváltás következtében a tájhasználat megváltozott, amely nagyban kedvezett az inváziós növények térnyerésének. Ez is eredményezte azt, hogy a kutatók egyre szélesebb körben kezdtek el foglalkozni ezekkel az invazív növényekkel (Mihály - Botta-Dukát, 2004).

Az egyik ilyen inváziós növényfaj a *Poaceae* családba, illetve az *Eriochloa* nemzetséghez tartozó ázsiai gyapjúfű (*Eriochloa villosa* (Thunb.) Kunth) is. Ez a növény kelet-ázsiai származású, amelyet a világ több pontján is megtaláltak már, és amely a mezőgazdasági kultúrákban (főleg kapásnövényekben) okoz jelentős termés kiesést (Virók *et al.*, 2020).

Magyarországi viszonyok között a 2008-as, első észlelését követően kissé kiesett a kutatók látóköréből (Partosfalvi *et al.*, 2008). Ebből adódóan részletesebb kutatás nem folyt hazánkban annak ellenére, hogy egy terjedőben levő, invazív növényről van szó. Debrecen-Szepes határában egy herbicid fogékonysági vizsgálatot végeztek az ázsiai gyapjúfüvön és publikálták ennek eredményeit (Somogyi *et al.*, 2011). Külföldi tanulmányok a herbicid vizsgálatok mellett a növény élettani paramétereit vizsgálták (csírázási-, fejlődési-, szaporodásbiológiai, morfológiai stb. paraméterek).

Az ázsiai gyapjúfű magyarországi terjedése következtében hasznos lehet a faj terjedésdinamikai vizsgálata, melyekről azonban meglehetősen kevés adat állt rendelkezésre.

A terjedési vizsgálat mellett szintén viszonylag kevésbé kutatott terület az ázsiai gyapjúfű interferencia, „speciális” eszközének, az allelopátiának a vizsgálata, amelynek szerepe a faj versenyképességében még nem kellően tisztázott. Az allelopátia-kutatás egyik fontos pillér lehet a bio-herbicidek fejlesztésében, amely (a jelenlegi jelentős herbicid hatóanyag kivonás helyzetében) még nagyobb jelentőséggel bír. Az allelopátia kutatásom és ezek eredményeinek az elemzése több tényező szem előtt tartásával valósult meg.

Az ázsiai gyapjúfüvön több kórokozót is sikerült izolálni, amely ugyan potenciális gazdanövénye lehet ezeknek a természetes ellenségként felhasználható mikroorganizmusoknak, de átütő sikert eddig egyik kórokozó esetében sem sikerült elérni (Cummins, 1971, Brunt *et al.*, 1996). Hazai minták begyűjtése során sikerült egy

Fusarium gombafajt nekünk is beazonosítani, de a faj polifág életmódja miatt ezt a gombát sem lehet valószínűleg természetes ellenségként használni.

A kutatás célkitűzései

A dolgozat tárgya az invazív gyomnövények közül az ázsiai gyapjűfű, amelynek vizsgáltam a terjedésdinamikáját, terjedési lehetőségeit, valamint a versenyképességének egyik fontos tényezőjét az allelopátiát. A begyűjtött mintákon sikerült izolálni egy kórokozót (*Fusarium culmorum*), ami egy természetes ellensége a növénynek és az esetleges gyomszabályozásban játszhat szerepet.

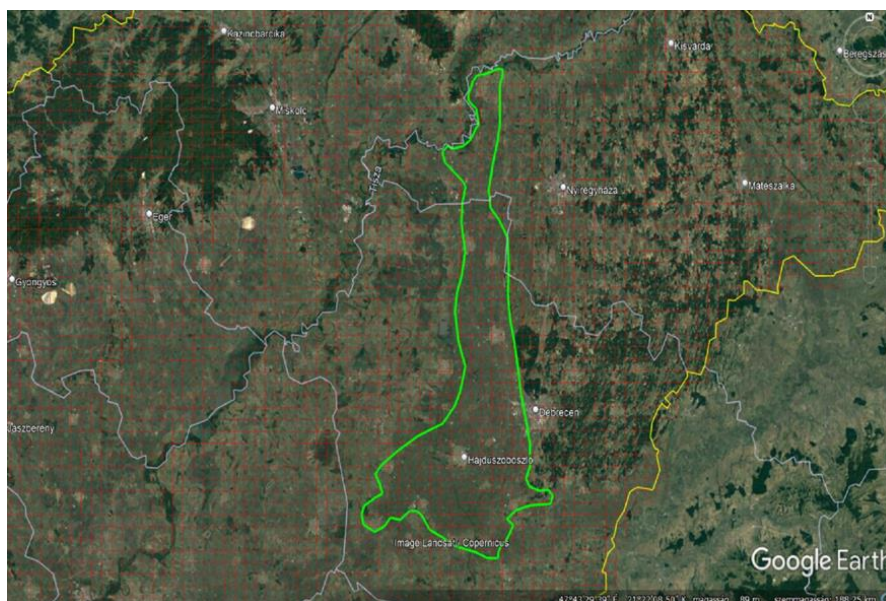
Munkám során célul tűztem ki:

- Az ázsiai gyapjűfű terjedésdinamikai megfigyelését, illetve monitoringját a Hajdúság kistájegység területén. A Hajdúság kistájegység (1161 km² kiterjedésű terület), ahol a 2008-as, első közölt adatokat figyelembe véve monitoroztam és vizsgáltam a terjedés intenzitását és annak mértékét.
- Vizsgáltam a termesztett- és a gyomnövények közötti versengés egyik legnehezebben megfogható eszközének, az allelopátiának a lehetőségét az ázsiai gyapjűfű esetében. E vizsgálataim során figyelemmel kísértem több allelopátiát befolyásoló tényezőt is.
- Elemeztem az ázsiai gyapjűfű allelopatikus hatását az egyik takarmánykukorica hibrid morfológiai és biológiai paramétereire.
- Az ázsiai gyapjűfű elleni, lehetséges természetes ellenség felkutatása érdekében a terjedésdinamikai vizsgálatok során begyűjtött növényi mintákból mikrobiológiai izolációkat végeztünk.

2. Anyag és módszer

2.1 Az ázsiai gyapjűfű monitoringja és terjedésdinamikai megfigyelése a Hajdúság kistérség területén

A vizsgálat egyik célja annak megállapítása volt, hogy a Debrecen határában megtalált ázsiai gyapjűfű populáció milyen mértékben terjedt el a térségben. Ennek az alapját a 2011-ben felvételezett adatok adták. A vizsgálati mintaterületet a Hajdúság kistérség területén alakítottam ki. Ez a terület 1161 km² kiterjedésű, az Alföld északi-, északkeleti részén helyezkedik el. Erre a mintaterületre egy 2,5x2,5 km nagyságú UTM (Universal Transverse Mercator) hálórendszert illesztettem (Varga, 2015), aminek következtében 315 darab UTM hálót kaptam. Egy-egy hálón belül pedig random 3-5 felvételezési pontot jelöltem ki, ahol kerestem az ázsiai gyapjűfűvet.



1. ábra: 2,5 x 2,5 km nagyságú UTM (Universal Transverse Mercator) hálórendszer Hajdúság kistérség területén (zöld kerettel jelölt rész)

Természetes terjedés és az emberi úton való terjesztés vizsgálata

A magok terjedése állatok közvetítésével lehetséges. A vizsgált gyomnövény magja nagy ezért a madarak képesek megemészteni azt. Ezt kísérletben is kipróbáltam, amelynek során fogságban tartott balkáni gerle (*Streptopelia decaocto*) takarmány keverékébe (búza, kukorica, napraforgó) raktam bele az ázsiai gyapjűfű magját (100-100 db magot) és *ad libitum* takarmányozást biztosítottam a madarak számára. A keveréket minden hetedik napon

ellenőriztem, illetve a madarak ürülékét összegyűjtöttem. Az ürüléket ezt követően tisztítottuk és a benne előforduló magvakat csíráztattuk. A vizsgálatot három ismétlésben végeztük el.

A terjedési vizsgálatok másik része annak kiderítése volt, hogy mezőgazdasági betakarító gépekkel tud-e terjedni az ázsiai gyapjűfű? Erre a fertőzött területekről a betakarítás során a kombájn által kiostálás után visszamaradt, kukoricaszár/levél mintákat gyűjtöttem be több helyről, egy mintaterületről három ismétlésben. A mintákat a válogatásig papírzacsókban tároltam.

2.2 Az ázsiai gyapjűfű allelopatikus tulajdonságai

2.2.1 Az ázsiai gyapjűfű allelopatikus tulajdonságának és a juglon-index vizsgálata

Az ázsiai gyapjűfű allelopátiájának vizsgálata a növény különböző részeinek vonatkozásában

A vizsgálatot 2016-ban, laboratóriumi körülmények között végeztem el, amikor a frissen begyűjtött ázsiai gyapjűfű gyökeréből, szárából, leveléből és a buga virágzatából készített kivonatok hatását vizsgáltam. A növényi részeket apróra daraboltam, amiből 4- és 8 gramm friss mintát használtam fel a kivonatokhoz. A mintákra 100 ml desztillált vizet öntöttem és 1 napig sötétben állni hagytam. Ezt másnap leszűrtem és az így kapott kivonatot használtam fel a kezelésekre. A vizsgálatban felhasznált tesztnövények a kukorica (*Zea mays* L.), a napraforgó (*Helianthus annuus* L.) és a saláta (*Lactuca sativa* L.) voltak. A saláta esetében 11-, míg a kukorica és napraforgó esetében 17 cm átmérőjű Petri-csészéket használtam. Az kivonatokat ezekbe mértük bele, a kontroll esetében csak desztillált vizet használtunk. A Petri-csészéket szobahőmérsékleten (20 ± 1 °C) tartottuk. A kísérletet három ismétlésben állítottam be és mértem a tesztnövények csírázását az 5. napon.

A kezelésenként mért átlagos gyökér-, hajtás- és teljes növényhosszúságot egytényezős varianciaanalízissel (ANOVA) vizsgáltuk, a normalitást a Kolmogorov-Smirnov és Shapiro-Wilk tesztekkel elemeztük. A normál eloszlású mintákat a Tukey HSD teszttel, a nem normál eloszlásúakat a Kolmogorov-Smirnov Z és a Mann-Whitney U nem parametrikus tesztekkel hasonlítottuk össze $P \geq 5\%$ szignifikancia szinten.

Az ázsiai gyapjűfű allelopátiájának vizsgálata különböző koncentrációkkal

A kísérletet 2019-ben végeztem, laboratóriumi körülmények között. A vizsgálathoz a növény gyökerét és hajtását használtam fel, amelyeket kiszárítottam és ezt követően porrá őröltem. Az őrleményből 1%, 5% és 10%-os vizes kivonatokat készítettem, amelyeket 1 napig sötét helyen tároltam és a leszűrt kivonatokat használtam fel. A vizsgálat során a teszt növény a fehér mustár (*Sinapis alba* L.) volt. A teszt növény magjait (100-100 db) 11 cm átmérőjű Petri-csészébe helyeztem, amire az egyes kivonatokból 5-5 ml/ Petri-csésze mennyiséget mértem bele. A kontroll minták esetében csupán desztillált vizet használtam. A kísérletet szobahőmérsékleten (20 ± 1 °C) végeztem el, négy ismételtsben, amit a negyedik napon értékeltem.

A kezelésekből mért csírázási különbségeket egytényezős varianciaanalízissel (ANOVA) hasonlítottuk össze. Ha az eredmény szignifikánsan tért el ($P < 0,05$), akkor a kezeléseket összevetésüket Kruskal-Wallis nem parametrikus próbával ellenőriztük, míg a páronkénti összevetés Mann-Whitney U-teszttel végeztük el.

Az ázsiai gyapjűfű juglon-index meghatározása

A vizsgálatok során az allelopátia mértékének a számszerűsítésére a juglon-indexet használtam (Szabó, 1999). A mérés elve az, hogy a *Juglandaceae* családba tartozó több fajnál (pl. közönséges dió - *Juglans regia* L. és a fekete dió - *Juglans nigra* L.) is kimutatható a jelentős allelopátiás hatás (Daglish, 1950; Prataviera *et al.*, 1983). A dióban megtalálható juglon sok növény csírázására gátlóan hat (Kocacaliskan – Terzi, 2001).

A juglon-index formulájának megalkotása Szabó (1999) munkásságához fűződik. A módszer lényege az, hogy az ismeretlen allelopátiás potenciállal rendelkező növényből készült kivonatot hasonlítja össze az 1 mM-os juglonnal történő kezeléssel. A vizsgálat során a teszt növény a fehér mustár (*Sinapis alba* L.) volt. Ennek vizsgáltam a csírázási százalékát, a gyökér- és hajtáshossz növekedését juglonnal-, valamint az allelopátiás potenciállal rendelkező növény kivonataival kezelve. E kettőnek a hányadosa adja meg a juglon-index értéket. Ha ez a hányados egynél nagyobb, akkor a juglonnál erősebb az allelopátiás hatás (a gátlás kifejezettebb), ha a hányados egynél kisebb, akkor a juglonénál gyengébb a gátlás. Ha ez az érték 0,5 alatt van, akkor már nem beszélhetünk számottevő allelopátiás hatásról (Szabó, 1999).

A juglon-index (I_j/x) megállapítása az ismeretlen allelopátiás potenciállal rendelkező növénykivonat esetében:

$$I_j / x = (H_j + R_j + G_j) / (H_x + R_x + G_x)$$

Jelmagyarázat:

H_j: 3x10 mustármag 1 mM-os juglon hatására kialakuló hajtáshosszúságainak átlaga (mm),

R_j: 3x10 mustármag 1 mM-os juglon hatására kialakuló gyökérhosszúságainak átlaga (mm),

G_j: 3x100 mustármag 1 mM-os juglon hatására mért csírázókéességének átlaga (db),

H_x: 3x10 mustármag ismeretlen allelopátiás potenciálú növényi kivonat hatására kialakuló hajtáshosszúságainak átlaga (mm),

R_x: 3x10 mustármag ismeretlen allelopátiás potenciálú növényi kivonat hatására kialakuló gyökérhosszúságainak átlaga (mm),

G_x: 3x100 mustármagnak az ismeretlen allelopátiás potenciálú növényi kivonat hatására mért csírázókéességének átlaga (db) (Csiszár *et al.*, 2012; Csiszár *et al.*, 2013).

A kísérletet 2018-ban végeztem el, laboratóriumi körülmények között, amely során friss növényi mintákat használtam fel. Ezekből a mintákból 5-5 grammot mértem bele 100 ml desztillált vízbe, amelyeket egy napig áztattam. A teszt növényből (fehér mustár) 100-100 magot használtam fel a 11 cm átmérőjű Petri-csészében, a kísérletet három ismétlésben végeztem el. A kivonatokból 5 ml mennyiséget mértem be, a kontroll esetében csak desztillált vizet használtam. A csíráztatást szobahőmérsékleten (20 ± 1 °C) végeztem, 4 napon keresztül, majd azután mértem a kicsírázott magok számát, valamint a hajtás- és gyökérhosszúságot (e kettő a teljes növény hosszát is megadta). A juglon-index meghatározása mellett az egyes paramétereket statisztikailag is megvizsgáltuk. A kezelésenként mért átlagos gyökér-, hajtás- és teljes növényhosszúságot egytényezős varianciaanalízissel (ANOVA) vizsgáltuk, amely feltételeinek a teljesülését Q-Q diagrammok (Q-Q plots) és Levene-teszt segítségével ellenőriztük. Ha az eredmények között nagyobb eltérés volt a kezelések páronkénti összevetését Bonferroni post-hoc teszttel elemeztük.

2.2.2 Az ázsiai gyapjúfű allelopátia okozta biotikus válaszreakció vizsgálata takarmány kukoricán

A kísérleti körülmények bemutatása

A vizsgálatot a DE MÉK Kertészettudományi Intézet üvegházában végeztük el, 2021-ben. A kísérletben felhasznált takarmánykukorica hibrid az Armagnac (*Zea mays* L. cv. *Armagnac*) volt. Az üvegházban 50-60% páratartalom és 34/26 °C (nappal/éjjel) hőmérséklet volt jellemző. A neveléshez szánt tőzeg: 70% barna és 30% közepesen érett moha tőzeg, 1,5 kg/m³ műtrágya KS1 (15-12-29+mikroelemek), hozzá keverve 14-16-18% MeO adalékanyagot. A növények nevelése 11 cm átmérőjű cserepekben történt.

A cserepekbe a vizsgált kukorica növény mellé vetettük el az ázsiai gyapjúfű magját. A kontroll esetében csak kukorica volt a cserepekben. A vetést követően napi rendszerességgel öntöztük a cserepeket, hogy a növény vízellátásában ne legyen hiány. A kísérletet 5 ismételtsben állítottuk be.

A mintavétel során vizsgáltuk az ázsiai gyapjúfű okozta morfológiai (gyökérparaméter, szárátmérő és növénymagasság), és biokémiai (relatív klorofilltartalom, fotoszintetikus pigmentek mennyisége, lipidperoxidáció nagysága és antioxidáns enzimek aktivitása) paramétereket a kukorica növényen. A növényi mintavétel a kukorica 4-5 leveles korában hajtottuk végre, két időpontban (kelést követő 14. és a 21. napon).

A morfológiai vizsgálatok

A szárátmérő lemeréséhez tolómérőt használtunk. Ezt az értéket a kukorica második és harmadik nódusza között mértünk. A növény magasságát a talaj felszínétől a legfelső levél csúcsáig mértük. A szárátmérő és a növénymagasság esetén a mérést a kelést követő 14. és a 21. napon is elvégeztük.

A gyökérparaméterek (gyökérhossz, gyökértérfogat, gyökérátmérő és gyökérfelület) mérését a gyökér megtisztítását követően egy Epson Expression 11,000 XL szkennelrel digitalizáltuk és WinRHIZO szoftver (Regent Instrument Inc., Québec, QC, Kanada) segítségével számoltuk ki.

A kukorica száraztömegének meghatározásához a mintákat egy OHAUS AX223 típusú szárítószekrénybe szárítottuk ki három napon keresztül, 65 °C-on.

Az antioxidáns enzimvizsgálat és a protein mennyiség vizsgálatok metodikája

A kukorica leveléből 0,2g mintát használtunk fel, amelyet folyékony nitrogénnel dörzsöltünk fel. Ezt követően puffer oldatot adtunk hozzá (50 mM KH_2PO_4 puffer (pH 7,0), 1 mM EDTA, 2% PVPP, 0,1% Triton X-100, 1mM aszkorbát). Az így kapott mintát centrifugáltuk 4 °C-on. A centrifugálás után a felülúszó részt használtuk az enzimvizsgálathoz (Pukacka – Ratajczak, 2005).

Az aszkorbát-peroxidáz (APX) vizsgálat 570 μl 50 mM KH_2PO_4 pufferből (pH 7,0), 200 μl H_2O_2 (0,1 mM), 150 μl nátrium-aszkorbátból (0,5 mM), 50 μl EDTA-ból (0,1 mM EDTA), és 30 μl enzimkivonatból állt. A mérést a kapott enzimkivonat hozzáadásával kezdtük, melynél egy vakpróbával (ebben az enzimkivonat helyett foszfát puffer volt bemérve) szemben mértük. Spektrofotométerrel mértük az abszorbancia csökkenését 5 percig (20 °C-on) (Mishra et al., 1993).

A POD (guaiacol-peroxidáz) vizsgálat során 50 μl 0,2 mM H_2O_2 , 100 μl 50 mM guaiacol, 340 μL desztillált víz, 500 μL 80 mM foszfátpuffer (pH 5,5) és 10 μl enzimet használtunk. A vizsgálat során tetraguaiacol keletkezik, amit spektrofotométerrel mértünk. A mérés időtartalma 3 perc volt, 30 °C-on. Itt is egy vakpróbához viszonyítottuk, ami nem tartalmazott enzimkivonatot (Zieslin – Ben-Zaken, 1991).

A proteintartalom vizsgálatát Bradford (1976) szerint végeztük el.

A SOD (szuperoxid-dizmutáz) vizsgálatához 400 mg levélmintát és 200 mg gyökérmintát használtunk fel. A mintákat folyékony nitrogénnel roncsoltuk, amihez 50 mM foszfát puffert (mM EDTA, 1% PVP, 1 mM PMSF adtunk hozzá 7,8-as pH esetén) mértünk hozzá (levél minta esetén 4 ml, gyökér minta esetén 2 ml kivonatot), ezt követően 15 percig centrifugáltuk a mintákat (Giannopolities – Ries, 1977; Beyer – Fridovich, 1987).

A relatív klorofilltartalom és a fotoszintetikus pigmentek mennyiségének meghatározása

A relatív klorofilltartalom méréséhez egy SPAD-502 Plus eszközt használtunk. A kelést követő 14. napon a növény negyedik levelén végeztük el a méréseket, öt ismétlésben.

A fotoszintetikus pigment mennyiségét úgy határoztuk meg, hogy 50 mg friss levélhez adtunk 5 ml N,N-dimetil-formamidot, amit ezt követően hűtőben tartottunk 72 órán keresztül. A

minták abszorbanáciáját ezt követően spektrofotométerrel mértük (Wellburn, 1994; Moran – Porath, 1980).

A lipidperoxidáció mértékének meghatározása

A malondialdehid (MDA) nagyságával tudjuk meghatározni a lipidperoxidáció mértékét. Ezt úgy kaptuk meg, hogy 100 mg levélmintát folyékony nitrogénnel roncsoltuk, majd ehhez adtunk 1 ml 0,25%-os TBA (tiobarbitursavat), és 10%-os TCA (triklór-ecetsavat). Ezt követően 25 percig centrifugáltuk, 4 °C-on. A kapott felülúszó részből 0,3 ml-t használtunk fel, amihez még hozzáadtunk 0,7 ml 20%-os TCA-t, illetve 0,5%-os TBA-t. Ezt követően fél órán keresztül 95 °C-on melegítettük, majd jégágyon hűtöttük. A lehűlést követően centrifugáltuk 10 percen keresztül, 4 °C-on, majd mértük a minta abszorbanáciáját spektrofotométerrel (Heath - Packer, 1968).

A statisztikai elemzéshez az IBM SPSS Statistics 25 szoftvert használtuk, ahol a kezelésenként kapott eredményeket egytényezős varianciaanalízissel (ANOVA) néztük meg. A normalitás vizsgálatához a Kolmogorov-Smirnov és Shapiro-Wilk tesztek használtak, majd összehasonlítottuk az átlagokat független t-próbával ($P \geq 0,05$). A szignifikáns különbségek jelölését eltérő kisbetűkkel jeleztük (Kim, 2015).

Az ázsiai gyapjúfű elleni biológiai védekezés lehetősége

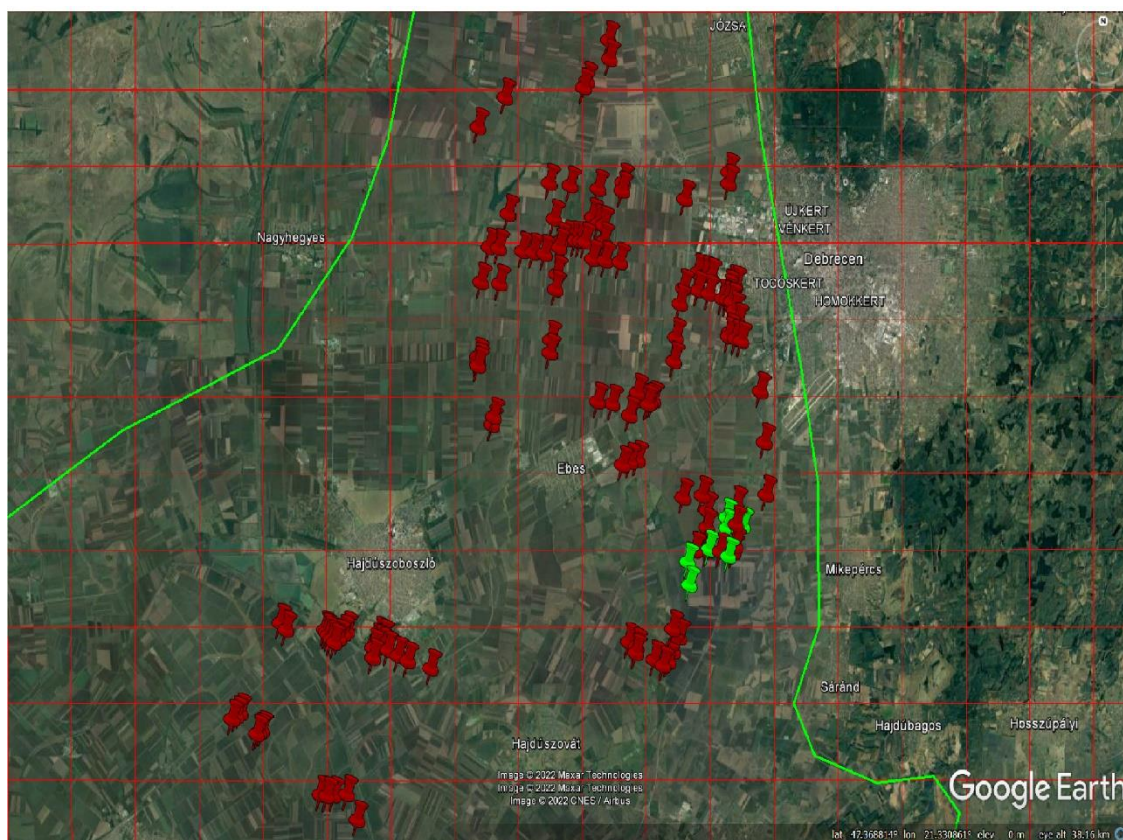
A fertőzött növényi mintákat 2015.november 13.-án gyűjtöttük be (GPS koordináta: 47;26;29.20 21;34;19.72). A minták megtisztítását követően a felületét 1%-os klorogén (Neomagno) oldattal fertőtlenítettük, amit steril desztillált vízzel leöblítettünk. Ezután a növényi részeket nedves szűrőpapírra helyeztük (egy 9 cm átmérőjű Petri-csészébe), ahol hét napig álltak. A megjelent micélium szövedékeket oltókacs segítségével PDA táptalajra helyeztük és 20 °C-on neveltük.

A gomba morfológiai azonosítására az ivartalan spórák (makrokonídiumok) fénymikroszkóp alatti morfológiája és a telep specifikációi alapján történt (Leslie - Summerell, 2006).

3. Eredmények

3.1 Az ázsiai gyapjúfű terjedésdinamikája és monitoringja a Hajdúság kistájegység területén

Az ázsiai gyapjúfű terjedésének a vizsgálatát a Hajdúság kistájegység területén végeztem el. A vizsgálat alapját Somogyi és munkatársainak 2011-ben elvégzett felmérése adta. A monitoring területre egy 2,5 x 2,5 km nagyságú UTM hálórendszert helyeztem (összesen 315), amin belül több felvételezési pontot jelöltem ki. A vizsgálat időtartama 2016-2019 között történt és a kapott eredményeket a 2. ábra szemlélteti.



2. ábra: Az ázsiai gyapjúfű elterjedése a Hajdúsági kistájegység területén (Somogyi et al., (2011) publikált eredmény, saját eredmények)

A kapott eredmények rámutatnak arra, hogy a 2011. évi, első megtalálásának a helyétől nagyobb távolságokra is megfigyelhető volt az ázsiai gyapjúfű jelenléte. A Somogyi és munkatársai által közölt adatokhoz képest volt olyan új terület, amely 20 kilométer távolságra volt az eredeti észlelési ponttól. Tehát néhány év (5-8 év) leforgása alatt ez a gyomnövény képes volt ilyen távolságra is eljutni. Emiatt a terjedési lehetőségét is megvizsgáltam.

Az ázsiai gyapjúfűnek szemtermése van, aminek a hossza 4-5 mm és szélessége 2-3 mm, tehát elég nagyméretű. A mag felülete általában teljesen csupasz, vagy ritkán rajta maradhat a toklász.

A természetes úton történő terjedés egyik lehetősége az állatok közvetítése. A mag elfogyasztását követően az emésztőrendszeren áthaladva csírázóképes maradhat a mag. A vizsgálatba bevont balkáni gerle elfogyasztotta az ázsiai gyapjúfű magokat, viszont az ürülékében már azok nem voltak megtalálhatóak. Több ismételten során is ugyanazt az eredményt kaptam.

Megfigyelések alapján a güzüegér is összegyűjtötte az ázsiai gyapjúfű magját és virágzatát, de az állat korlátozott mozgása nem magyarázza a nagyobb távolságra történő eljutást.

Az ember szerepe a magok terjesztésében már annál nagyobb lehet. Több publikáció is született már a mezőgazdasági gépek és eszközök gyomterjesztéséről. A vizsgálatom során a kombájn terjesztési lehetőségét vizsgáltam meg. A fertőzött területeken végzett aratás során visszamaradt kukoricaszár/levél maradványokat átvizsgálva a mintákban megtaláltam az ázsiai gyapjúfű magját. Ez rámutat arra, hogy a terjedésében a betakarítógépek nagy szerepet töltenek be.

3.2 Az ázsiai gyapjúfű allelopatikus tulajdonsága

Az ázsiai gyapjúfű allelopatikus hatásának vizsgálata a növény különböző részeiből

A vizsgálatok során sikerült bebizonyítani, hogy az ázsiai gyapjúfű a versengése során él az allelopátia eszközével. Az egyik kísérletünkkel azt szeretnénk volna megvizsgálni, hogy a gyomnövényen belül ezek a hatások milyen módon térnek el. A vizsgálat során néztem a gyom gyökér, hajtás és a virágzat kivonatai közötti eltérést, 4- és 8%-os koncentrációkban. A hatást három teszt növényen mértem (napraforgó, saláta, kukorica).

A napraforgó esetében a hajtás- és a gyökérkivonat 4%-os oldata eltért a kontrolltól, de egymás között nem volt statisztikailag kimutatható különbség. A virágzatból készült, 4%-os kivonat nem tért el a kontroll mintáktól. A 8%-os kivonatok esetében szintén a gyökérből és a hajtásból készült kivonat szignifikánsan eltért a kontroll mintától, viszont a hajtás gátló hatása erősebb volt, ami statisztikailag is igazolható volt. A virágzatból készült oldat hatása nem volt nagyobb sem a kontroll-, sem a gyökérkivonat hatásától. Az látható volt, hogy a koncentráció

emelése a csírázásgátló hatást is fokozta. A nagyobb koncentrációk esetében a hajtásból készült kivonat gátló hatása volt a legerőteljesebb a napraforgó esetében.

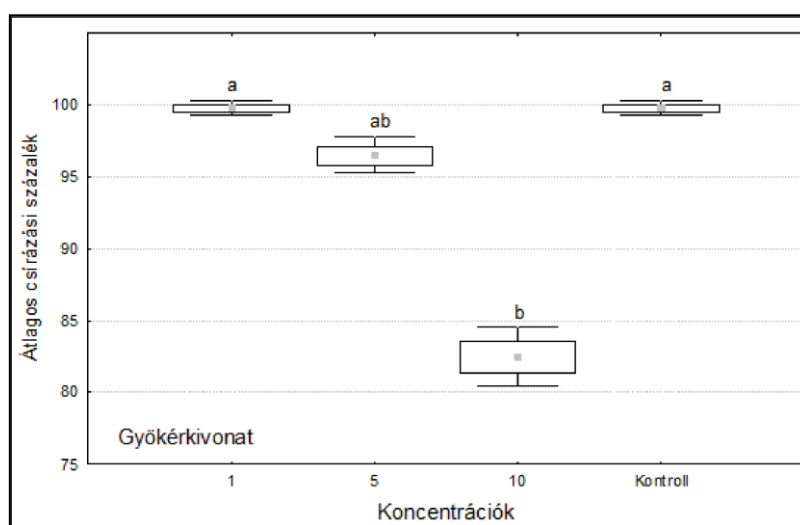
A kerti saláta esetében is használtuk a 4- és a 8%-os növényi kivonatokat. Az ázsiai gyapjúfű különböző részeiből készített 4%-os kivonatok mindegyike szignifikánsan eltért a kontroll mintától gátolta a teszt növényt. A virágzatból készült kivonat gátló hatása viszont nem volt olyan mértékű, mint a gyökér- és a hajtáskivonatoké. A hajtás- és gyökérkivonatok hatásai egymástól szignifikánsan nem tértek el. A 8%-os kivonat esetében a hatás hasonló volt, mint a 4%-os kivonatok esetében. Tehát a kontroll mintától mindhárom növényi részből készült kivonat szignifikánsan eltérő hatást mutatott. A virágzatból készült kivonat csírázásgátló hatása viszont nem volt olyan erős, mint a gyökérből és a hajtásból készült oldatoké, ez utóbbi kettő statisztikailag nem tért el egymástól. A kerti saláta, mint érzékeny teszt növény jól mutatja, hogy az ázsiai gyapjúfű rendelkezik allelopatikus hatással, és a növény eltérő részeiből készített kivonatok csírázásgátló hatása is eltér, amit már a napraforgó teszt növényénél is tapasztalhattunk.

Takarmánykukorica volt a harmadik teszt növényem, amellyel elemeztem az ázsiai gyapjúfű különböző részeiből készített 4- és 8%-os kivonatok csírázásra gyakorolt hatását. A vizsgálati eredmények azt mutatták, hogy a különböző részekből készített és a különböző koncentrációjú kivonatok között van némi gátló hatás a csírázásra, viszont ez szignifikánsan nem volt igazolható. A kukorica az ázsiai gyapjúfű által termelt allelopatikus vegyületeket vélhetően jobban tolerálta.

Összeségében elmondható, hogy sikerült kimutatni az ázsiai gyapjúfű különböző részeinek a csírázásra gyakorolt gátló hatását. A kerti saláta, mint érzékenyebb teszt növény erre jobban reagált. A gyomnövény eltérő részeiből készített kivonatok között kimutatható volt a különbség. Megállapítható, hogy a virágzatból készített kivonatnak a gátló hatása bizonyult a gyengébbnek. A gyökérből és a hajtásból készített kivonatok viszont a legerősebbek voltak, bizonyos esetekben a hajtáskivonatnak volt a legerőteljesebb a csírázó gátló hatása. A koncentráció növelésével a gátló hatás is fokozódott.

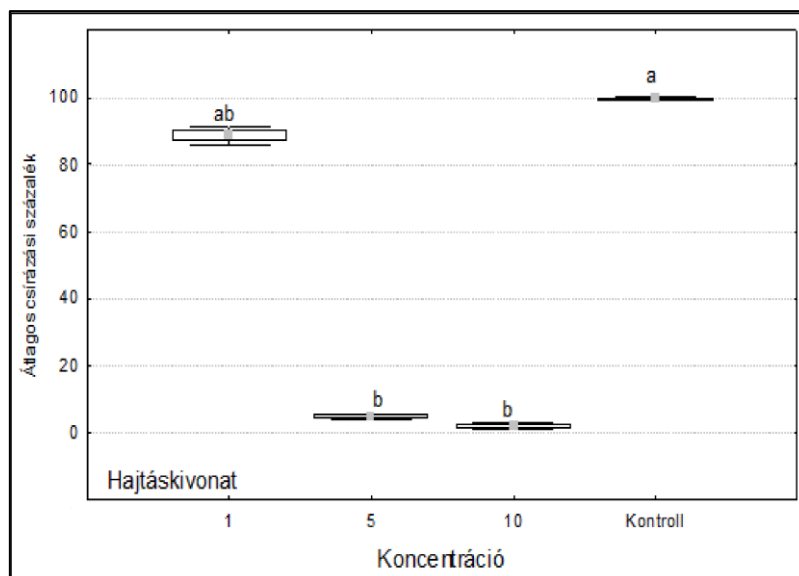
Az ázsiai gyapjúfű allelopátiájának vizsgálata különböző koncentrációkkal a fehér mustár esetében

A vizsgálat során az ázsiai gyapjúfű gyökérkivonatának szignifikáns gátló hatása volt a tesztnövény csírázására. A vizsgált növény 10%-os gyökérkivonata a kontroll és az 1%-os gyökérkivonat oldat hatását szignifikánsan múlta felül. Az 1%-os oldat, valamint a kontroll minta szignifikánsan nem tértek el egymástól. Az 5%-os kivonat esetében a kontroll és az 1%-os kivonat vonatkozásában nem volt kimutatható a szignifikáns különbség (3. ábra).



3. ábra: Gyökérkivonatok hatása a fehér mustár csírázási százalékára. A kisbetűk a szignifikáns eltéréseket jelölik Mann-Whitney U-teszt: $p < 0,05$

Az ázsiai gyapjúfű hajtásából készült kivonatoknak szignifikánsan eltérő hatása volt kimutatható a fehérmustár tesztnövény csírázására. Az 5- és 10%-os oldatoknak a gátló hatása felülmúlta a kontroll minták eredményét. Az ázsiai gyapjúfű hajtásából készült 1%-os kivonat hatása nem tért el szignifikánsan a kontroll, valamint az 5- és 10%-os kivonatok hatásától (4. ábra).

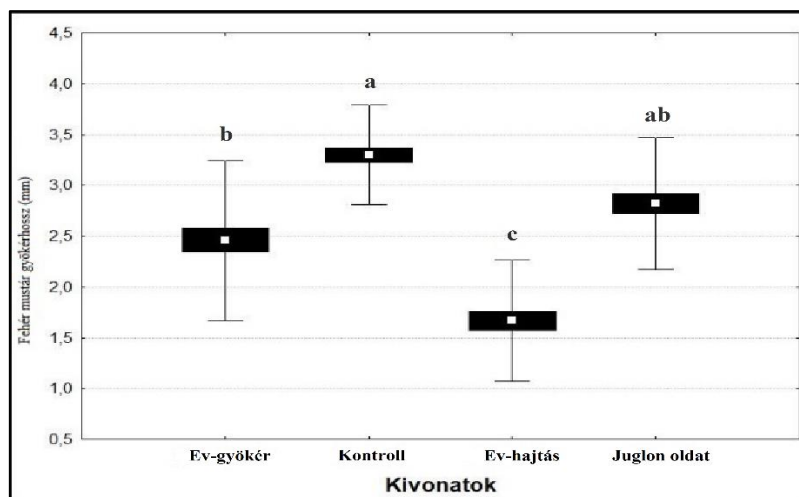


4. ábra: Hajtáskivonatok hatása a fehér mustár csírázási százalékára. A kisbetűk a szignifikáns eltéréseket jelölik Mann-Whitney U-teszt: $p < 0,05$

Összeségében kimutatható, hogy az ázsiai gyapjúfű hajtásából és gyökeréből készített kivonatok statisztikailag is igazolható gátló hatást mutatak a fehér mustár teszt növény csírázására, a kontroll mintákhoz képest. A hatást a koncentráció növelése csak fokozta és a 10%-os kivonatok esetében volt szignifikáns az eltérés. A vizsgált növény hajtásából készült kivonatok esetében a hatás mértéke nagyobb volt a fehér mustár esetében.

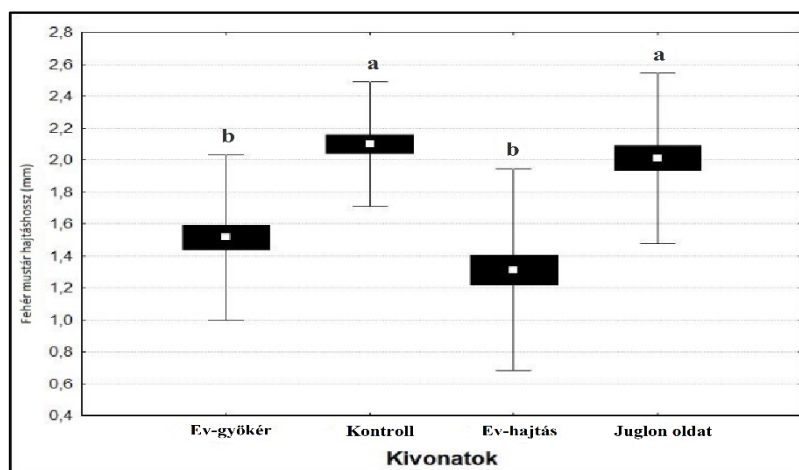
A csírázási teszt eredményei a juglon-index meghatározására

A kezelés utáni 4. napon mért fehér mustár gyökérhosszúsága jelentős arányban visszamaradt a kontroll növényekhez képest, ami jól mutatja azt, hogy az ázsiai gyapjúfű gyökér- és hajtás kivonatának vizes oldata gátolta a teszt növények fejlődését. Ennek a gátló hatásnak a mértéke mindkét kivonat esetében szignifikáns volt. Az 1mM juglon oldat hatása nem tért el a kontroll és az ázsiai gyapjúfű gyökérkivonatától. A legerősebb gátló hatást a hajtásból készített kivonat eredményezte, ami mindhárom kezeléstől szignifikánsan eltért (5. ábra).



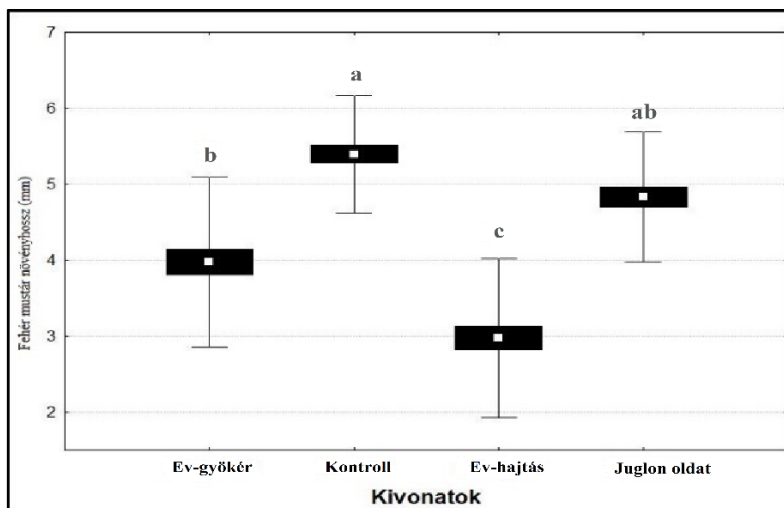
5. ábra: Az ázsiai gyapjúfű hajtás és gyökérkivonat (Ev-gyökér, Ev-hajtás), valamint juglon (1mM) oldat hatása a fehér mustár tesztnövény gyökérhossz növekedésére. A különböző kisbetűk a szignifikáns eltéréseket jelölik Bonferroni teszt alapján ($p < 0,05$).

A 4. napon mért hajtáshossz eredmények szintén eltéréseket mutattak az egyes kezelések között. A fehér mustár fejlődésére a legerőteljesebb gátlást az ázsiai gyapjúfű hajtásából és gyökeréből készített növényi kivonat okozta. A fehér mustár hajtásfejlődés esetében is az ázsiai gyapjúfű hajtáskivonata okozta a legerőteljesebb gátlást. A juglon 1 mM-os oldata volt hatással a fehér mustár hajtásfejlődésére, de a minták eredménye szignifikánsan nem tér el a kontrolltól. Az ázsiai gyapjúfű növény gyökeréből és hajtásából készült kivonatok azonban már mindkét esetben, szignifikánsan gátolták a fehér mustár hajtásnövekedését (6. ábra).



6. ábra: Az ázsiai gyapjúfű hajtás és gyökérkivonat (Ev-gyökér, Ev-hajtás), valamint juglon (1mM) oldat hatása a fehér mustár hajtáshossz növekedésére. A különböző kisbetűk a szignifikáns eltéréseket jelölik Bonferroni teszt alapján ($p < 0,05$).

A növény teljes hosszúságát a gyökér- és a hajtáshossz összegéből kaptuk meg. A vizsgálat eredménye során az ázsiai gyapjúfű gyökér- és hajtáskivonata a kontrollhoz viszonyítva jelentős mértékben, azaz statisztikailag is igazolhatóan gátolta a fehér mustár fejlődését. A juglon 1 mM oldat esetében volt gátló hatása az egész növényre nézve, de ez szignifikánsan nem tért el a kontroll mintától. A legerősebb gátló hatást a fehérmustár fejlődésére az ázsiai gyapjúfű hajtás kivonata okozta, de emellett a gyökérkivonat gátló hatása is jelentős mértékű volt (7. ábra).



7. ábra: Az ázsiai gyapjúfű hajtás- és gyökérkivonat (Ev-gyökér, Ev-hajtás), valamint juglon (1mM) oldat hatása a fehér mustár növekedésére. Az eltérő kisbetűk a szignifikáns különbségeket jelölik Bonferroni teszt alapján ($p < 0,05$)

A kapott eredmények ismét rámutatnak arra, hogy az ázsiai gyapjúfűnek van allelopatikus hatása. Az ázsiai gyapjúfű egyes szerveit tekintve ismét megmutatkozik az, hogy az allelopatikus vegyületeknek a koncentrációja a növényen belül is eltérő. A hajtásból készített kivonat gátló hatása bizonyult a legerőteljesebbnek.

Az ázsiai gyapjúfű juglon-index vizsgálata

Az ázsiai gyapjúfű **hajtásából készített kivonat** esetében mért adatokat a juglon-index (I_j) számítási képletébe behelyettesítve a következő eredményt kaptuk:

$$I_j = \frac{(2,011 + 2,747 + 97,600)}{(1,311 + 1,660 + 92,000)} = \mathbf{1,078}$$

A kapott érték egynél nagyobb, ami mutatja, hogy a referenciaként felhasznált 1mM juglon oldatánál a gátló hatás erősebb. Ezt az eredményt kaptuk az előző mérések során is.

Az ázsiai gyapjúfű **gyökeréből készített kivonat** esetében mért adatokat a juglon-index (I_j) képletébe behelyettesítve a következő eredményt kaptuk:

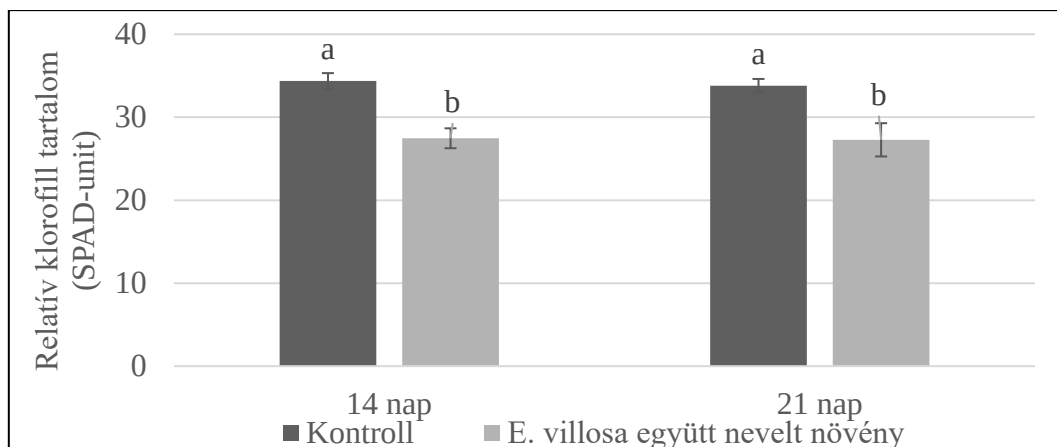
$$I_j = \frac{(2,011 + 2,747 + 97,600)}{(1,516 + 2,637 + 98,000)} = \mathbf{1,002}$$

A kapott hányados érték csaknem egy, ami rámutat arra, hogy az ázsiai gyapjúfű gyökeréből készített vizes oldat gátló hatása csaknem azonos a juglon 1 mM oldat hatásával.

Az ázsiai gyapjúfű jelenléte által előidézett élettani válaszreakció vizsgálata Armagnac kukorica hibriden

Az ázsiai gyapjúfű hatása a kukorica relatív klorofill tartalmára és a fotoszintetikus pigmentekre

A vizsgálat során megállapítható volt, hogy az ázsiai gyapjúfű hatására a kukoricában fotoszintetikus pigmentek száma csökkent. Mind a két időpontban mért relatív klorofill-tartalom is szignifikáns csökkenést mutatott a kontroll növényekben mért értékekhez képest(8. ábra).

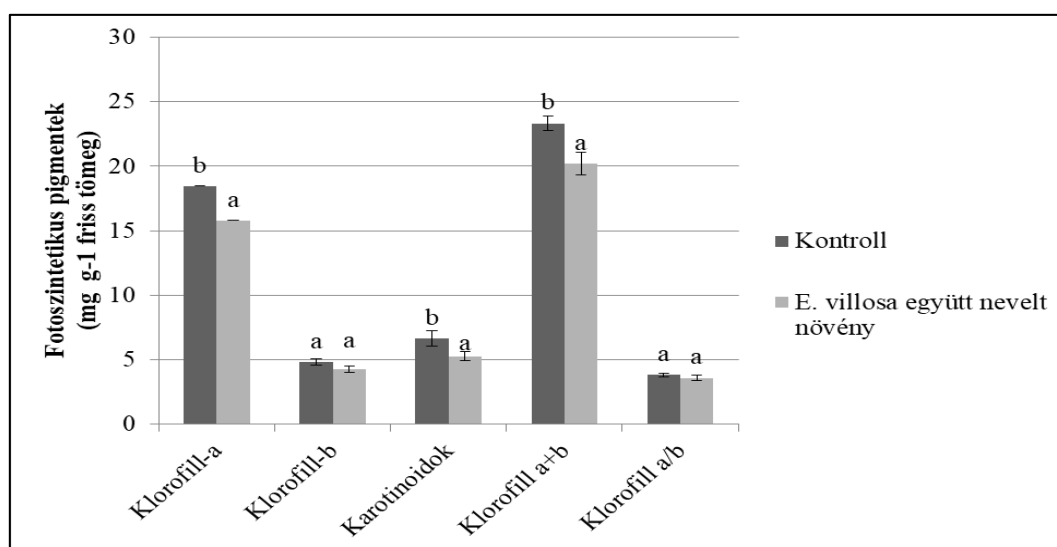


8. ábra: Az ázsiai gyapjúfű hatása az Armagnac kukorica levelek relatív klorofill-tartalmára.

A különböző kisbetűk a szignifikáns eltéréseket jelölik ($p < 0,05$).

Mivel a relatív klorofill-tartalom egy relatív érték, ezért az egyes fotoszintetikus pigmentek mennyiségét is meg kell határozni.

A kukorica fotoszintetikus pigmentek mennyiségi vizsgálatánál, az ázsiai gyapjúfű szomszédsága kedvezőtlenül hatott a klorofil-a, a karotinoidok és a klorofill a+b értékre, amelyek szignifikánsan is eltértek. Nem volt statisztikailag kimutatható különbség a klorofill-b mennyiségében (9. ábra).



9. ábra: Az ázsiai gyapjúfű hatása az Armagnac kukorica egyes levél fotoszintetikus pigmentekre (klorofil-a, klorofil-b és karotinoidok). A kisbetűk a szignifikáns eltéréseket jelölik ($p < 0,05$)

Az ázsiai gyapjúfű szomszédságának hatása az Armagnac kukorica gyökérparamétereire, növekedésére és a száraztömegére

Az ázsiai gyapjúfű hatása az Armagnac kukorica gyökérparamétereire

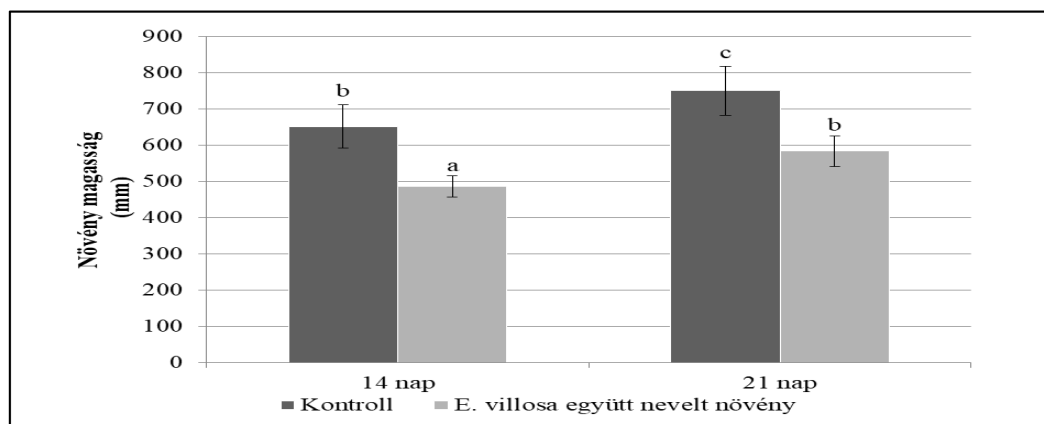
Az ázsiai gyapjúfű negatívan hatott a kukorica növény gyökérparamétereire, mint például a teljes gyökérhossz, gyökértérfogat, gyökérfelület és a gyökérátmérő. Az utóbbi kivételével minden paraméter szignifikáns eltérést mutatott (1. táblázat).

1. táblázat: Az ázsiai gyapjúfű hatása az Armagnac kukorica gyökérparamétereire a 21. napon (n=5)

Gyökér paraméterek	Kezelések	
	Kontroll	Az ázsiai gyapjúfűvel együtt nőtt növény
Teljes gyökérhossz (cm)	757.17 ± 41.22 a	478.49 ± 79.62 b
Mellékgyökérhossz (cm)	1.54 ± 0.070 a	0.76 ± 0.11 b
Átmérő (mm)	0.49 ± 0.011 a	0.46 ± 0.03 a
Felület (cm ²)	117.58 ± 12.05 a	67.24 ± 13.39 b
<0.2 mm	382.67 ± 30.58 a	283.89 ± 55.53 b
0.2 - 0.4 mm	118.95 ± 20.75 a	53.77 ± 8.15 b
0.4 - 0.6 mm	27.91 ± 4.85 a	11.21 ± 2.61 b
0.6 - 0.8 mm	61.81 ± 1.19 a	42.19 ± 3.45 b
0.8 - 1 mm	84.18 ± 6.18 a	41.10 ± 5.10 b
> 1.0 mm	94.79 ± 7.48 a	46.23 ± 10.14 b

Az ázsiai gyapjúfű hatása az Armagnac kukorica növekedésére

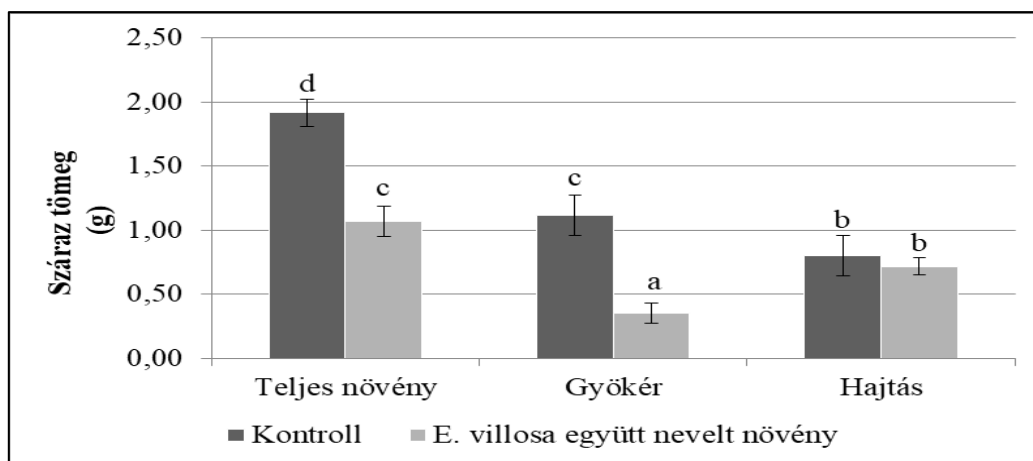
Az ázsiai gyapjúfűvel együtt nevelt kukorica növénymagassága mind a két mérési időpontban (14. és 21. napon) csökkent a kontroll növényekhez képest. Ez a különbség mindkét esetben szignifikánsan is eltért (10. ábra).



10. ábra: Az ázsiai gyapjúfű hatása az Armagnac kukorica növénymagasságára. A különböző kisbetűk a szignifikáns eltéréseket jelölik ($p < 0,05$)

Az ázsiai gyapjúfű hatása az Armagnac kukorica száraz tömegére

Az ázsiai gyapjúfűvel együtt nevelt kukorica száraz biomassza tömege csökkent a kontroll növények tömegéhez képest. Ezt a növekedésgátlást sikerült statisztikailag is igazolni a gyökér száraz tömege, valamint a teljes biomassza (gyökér + hajtás) esetében. A szár vagy hajtás tömege esetében nem volt szignifikáns eltérés a kontroll mintához viszonyítva (11. ábra).

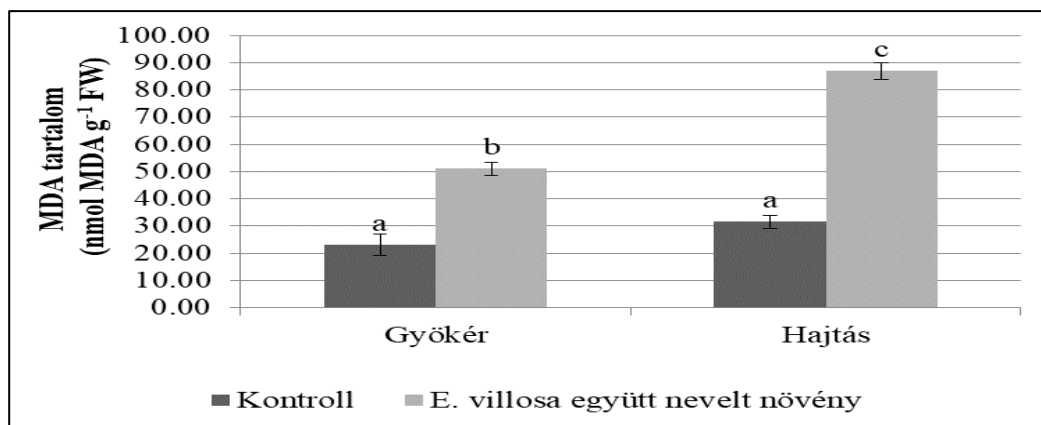


11. ábra: Az ázsiai gyapjúfű hatása az Armagnac kukorica száraz tömegére. A különféle kisbetűk a szignifikáns eltéréseket jelölik ($p < 0,05$)

Az ázsiai gyapjúfű hatása az Armagnac kukorica hibrid MDA-tartalmára, az APX, SOD és POD aktivitására, valamint a fehérjetartalomra

Az ázsiai gyapjúfű hatása az Armagnac kukorica különféle részeinek MDA-tartalmára

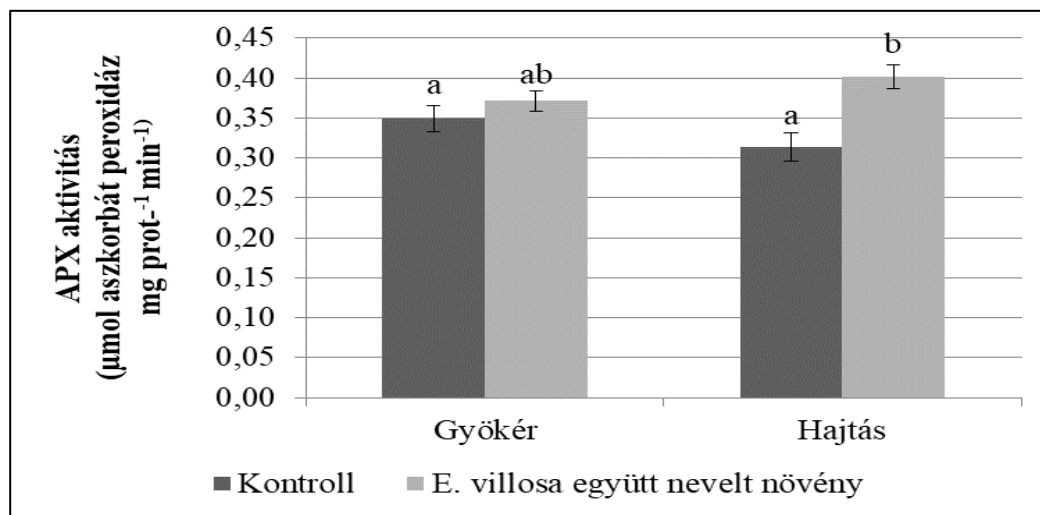
Az ázsiai gyapjúfű okozta válaszreakcióit vizsgáltuk a kukorica biokémiai paramétereire is. Az egyik ilyen mutató a malondialdehid (MDA) mennyiség, amit a hajtásban is és a gyökérben is vizsgáltuk. A kontroll növény hajtás és gyökér malondialdehid tartalma között nem volt szignifikáns eltérés, viszont az ázsiai gyapjúfűvel együtt nevelt kukorica gyökérében (23%-os eltérés) és a hajtásban (71%-os eltérés) szignifikánsan megnövekedett az MDA tartalom (12. ábra).



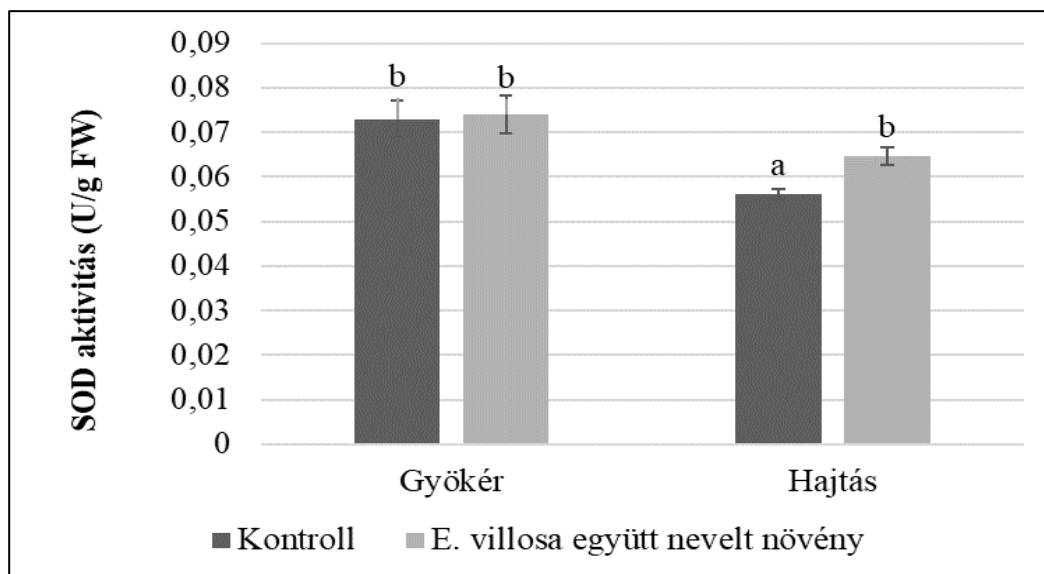
12. ábra: Az ázsiai gyapjúfű hatása az Armagnac kukorica különféle részeinek MDA-tartalmára. A különböző kisbetűk a szignifikáns eltéréseket jelölik ($p < 0,05$)

Az ázsiai gyapjúfű hatása az Armagnac kukorica különféle részeinek APX és SOD aktivitására

A mérések során vizsgáltuk a növény aszkorbát-peroxidáz (APX) és a szuperoxid-dizmutáz (SOD) aktivitását. A kontroll növényhez képest az ázsiai gyapjúfűvel együtt nevelkedett kukoricában az aktivitás mértéke megemelkedett. Viszont csak a hajtás esetében volt szignifikánsan kimutatható különbség, ami az APX (28%-os eltérés) és a SOD (16 %-os eltérés) magasabb szintjét eredményezte. A gyökér esetében nem volt kimutatható szignifikáns különbség a kontroll növényekhez képest (13. – 14. ábra).

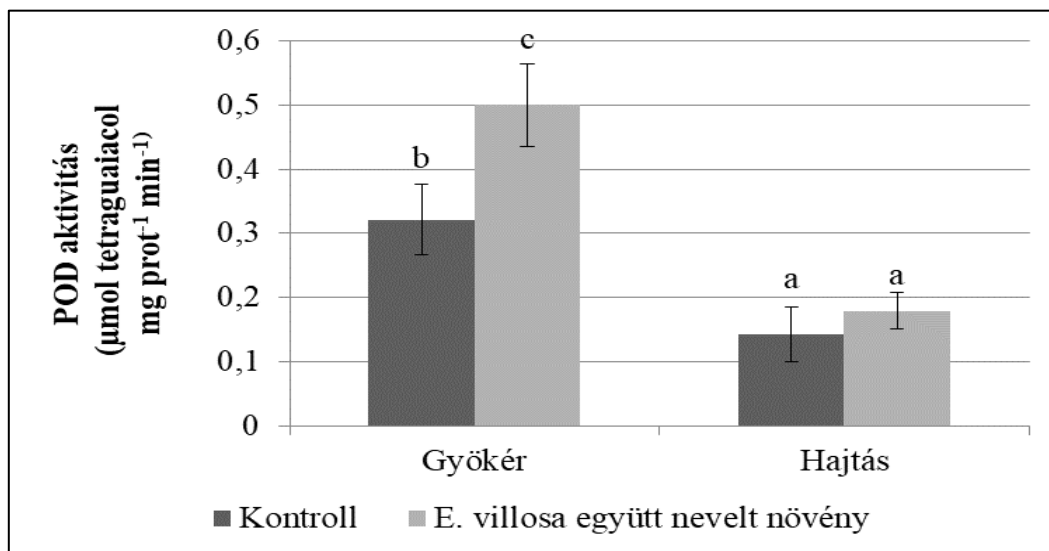


13. ábra. Az ázsiai gyapjúfű hatása az Armagnac kukorica különféle részeinek APX-aktivitására. A különböző kisbetűk a szignifikáns eltéréseket jelölik ($p < 0,05$).



14. ábra. Az ázsiai gyapjúfű hatása az Armagnac kukorica különféle részeinek SOD-aktivitására. A különböző kisbetűk a szignifikáns eltéréseket jelölik ($p < 0,05$).

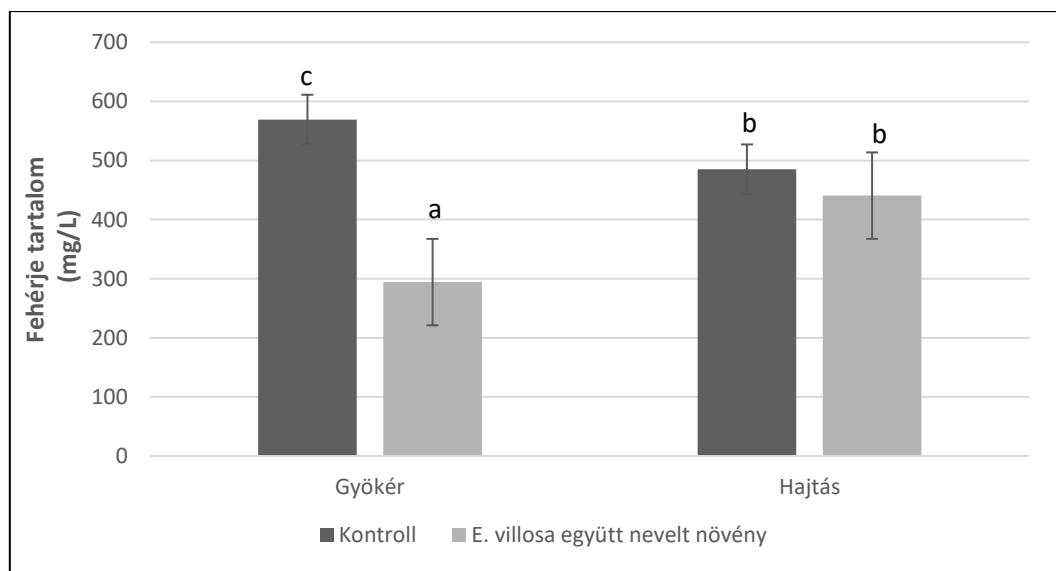
A biokémiai válaszreakciók között vizsgáltuk a POD (peroxidáz) aktivitást is. Az eredmények azt mutatják, hogy az ázsiai gyapjúfűvel nevelt kukorica POD aktivitása megemelkedett (hajtásban és a gyökérben egyaránt) a kontroll növényekhez képest. A POD aktivitás a gyökérben volt intenzívebb, ami szignifikánsan el is tért (15. ábra).



15. ábra. Az ázsiai gyapjúfű hatása az Armagnac kukorica különféle részeinek POD-aktivitására. A különböző kisbetűk a szignifikáns eltéréseket jelölik ($p < 0,05$).

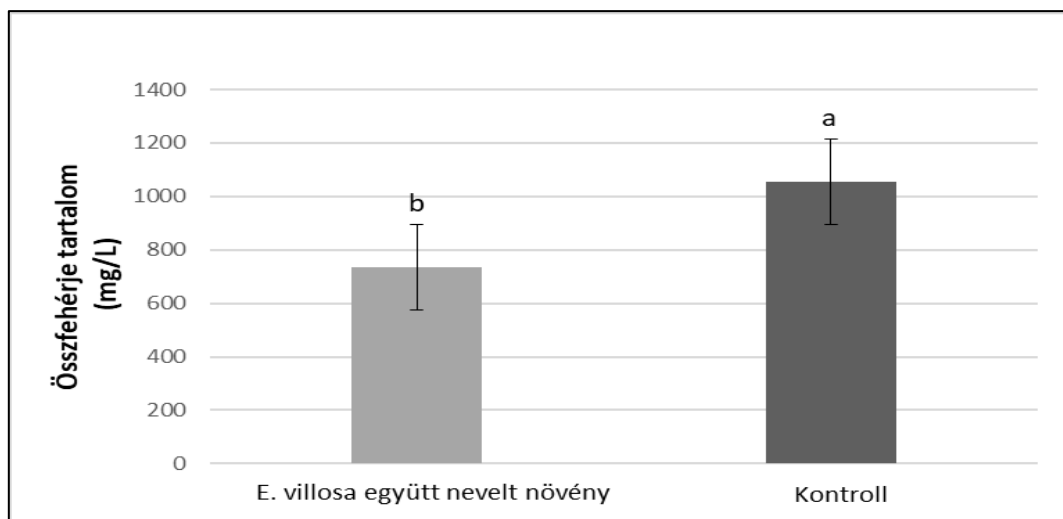
Az ázsiai gyapjúfű hatása az Armagnac kukorica fehérjetartalmára

A vizsgálat során a kukorica növények fehérje tartalmát is megvizsgáltuk. A kapott eredmények rámutatnak arra, hogy az ázsiai gyapjúfűvel együtt nevelt növényeknek a fehérje tartalma csökkent a kontroll növényekhez viszonyítva. Az erőteljesebb csökkenés a gyökér esetén volt tapasztalható, ami szignifikánsan el is tért a kontrolltól. A kontroll növény esetében a fehérjetartalom a gyökérben magasabb volt, mint a hajtásban (16. ábra).



16. ábra. Az ázsiai gyapjúfű hatása az Armagnac kukorica fehérjetartalmára (mérés: a 21. napon)

Az összfehérje mennyiséget is megnéztük, ahol a kapott eredmények hasonló eredményt mutattak a hajtás és gyökér fehérjetartalom vizsgálatával. Az ázsiai gyapjúfűvel együtt nevelt kukorica összfehérje tartalma alacsonyabb volt, ami szignifikánsan eltért, a kontroll növényhez képest (17. ábra).



17. ábra. Az ázsiai gyapjúfű hatása az Armagnac kukorica összfehérje tartalmára (mérés: a 21. napon)

3.3 Az ázsiai gyapjúfű elleni biológiai védekezés lehetősége

A letisztított gombatenyészetet PDA táptalajon nevelve a telepek morfológiája és konídiumos sztróma makrokonídiumainak a morfológiai sajátosságai egyértelműen a *Fusarium culmorum* (Wm.G. Sm.) Sacc. gombafajra utaltak. A begyűjtött ázsiai gyapjúfű minták már a növény vegetációs periódusának végéről származtak. A gyomnövény gyökerén megjelenő micélium szövedéken kívül semmilyen egyéb betegség tünetet nem mutatkozott, ami valószínűsítheti azt, hogy a *Fusarium culmorum* gomba, mint szaprofita kórokozó volt jelen a gyomnövény rizoszférájában.

4. Az értekezés új tudományos eredményei

1. Terepi vizsgálatokat végeztem Hajdúság kistérség területén az ázsiai gyapjúfű szétterjedését illetően. A geostatisztikai értékeléshez a tájegységre UTM hálózatot illesztettem. 2016-óta 315 darab UTM négyzetet (2,5 x 2,5 km) vizsgáltam át és detektáltam a gyomfaj intenzív szétterjedését, a 2011. évi (első itteni) észlelését követően. **Megállapítottam, hogy az újonnan meglett állományai már több mint 20 km-re is megtalálhatók az eredeti lelőhelytől.**
2. Az intenzív terjedés okának kiderítésére terjedésdinamikai megfigyeléseket végeztem és etetési kísérleteket is beállítottam. Ezek eredményei alapján valószínűsíthető, hogy a gyors terjedés oka **elsősorban a művelő-, illetve betakarító eszközökkel történő, véletlenszerű széthurcolás.** A terjesztésben a szélnek és az állati közvetítőkkel való szétterjedésnek alárendelt a jelentősége. Ez a tény viszont erőteljesen kihangsúlyozza a termelők informálásának, felvilágosításának szükségességét az érintett területeken.
3. Vizsgáltam az ázsiai gyapjúfű különböző részeiből készített, vizes alapú (4- és 8%-os) kivonatok allelopátikus hatását. Megállapítottam, hogy a legerőteljesebb gátlás a hajtáskivonatok esetében jelentkezik. A hajtás- és gyökérkivonatok erőteljes gátló hatást gyakoroltak (mindkét koncentráció esetében) a **napraforgó kaszatok** csírázására. A **kerti saláta** esetében még a virágzati részekből készült kivonatok esetében is szignifikáns csírázásgátló hatás mutatkozott. A **kukorica vetőmagok** esetében ugyanakkor nem sikerült a vizsgált kivonatok (gyökér-, hajtás, virágzat) csírázásgátló hatását statisztikailag igazolhatóan kimutatni.
4. Az ázsiai gyapjúfű allelopátiás hatásának egzakt jellemzésére meghatároztam az egyes vizes kivonatok (5- és 10%-os) juglon-indexét. A tesztek során a tiszta juglon, 1mM-os oldatának hatását hasonlítottam össze a gyökérből- és a hajtásból készült, vizes kivonatokkal, fehér mustár tesztnövényen. A 10%-os gyökérkivonat juglon-index értéke: 1,002, míg a 10%-os hajtáskivonat juglon-index eredménye: 1,078 lett. **Mindkét esetben igazolható volt az említett kivonatok diólevélnél erősebb allelopátiás hatása.**

5. Az allelopátiás hatást jól mutatták a kukorica növénygel végrehajtott együttes nevelés eredményei is. A **kukorica teszt növényen végzett mérések** igazolták, hogy a növénymagasság 22%-os csökkenése, illetve a teljes biomassa szárazanyag esetében 31%-os csökkenés mérhető a kelést követő 21. napon. A gyökérnövekedés vizsgálata során az összes mért paraméter (a gyökérátmérő kivételével) szignifikánsan kisebb volt, mint a kontroll esetében. Mindhárom vizsgálat szignifikáns eltérést mutatott a kontroll (gyommentes) növényekhez képest. Megállapítható tehát az, hogy **az ázsiai gyapjúfű fejlődést gátló hatása tehát már a kelést követően, azonnal jelentkezik.**
6. Az együttes előfordulás jelentős biokémiai változásokat is eredményezett a teszt növényben. A **relatív klorofill tartalom csökkenése** 18,2%-os értéket mutatott. A fotoszintetikus pigmenteket analizálva megállapítottam, hogy ezt **leginkább a klorofill-a (-15%) és a karotinoidok (-20%) szintjének szignifikáns mértékű csökkenése idézte elő.** Kimutatható, hogy a **fehérje mennyisége is szignifikánsan csökkent a fiatal kukorica növények gyökerében,** az ázsiai gyapjúfű jelenléte esetén.
7. A kukorica teszt növény további, biokémiai vizsgálatai során beigazolódott a **lipidperoxidációt jellemző MDA (malondialdehid) szintjének szignifikáns emelkedése a gyomos kultúrnövény gyökerében (+23%) és hajtásában (+71%) is.**
8. Az antioxidáns enzimek termelődését illetően megállapítottam, hogy **a APX (aszcorbát-peroxidáz +28%) és a SOD (szuperoxid-dizmutáz +16%) esetében szignifikáns volt az emelkedés a gyomos kukorica hajtásaiban.** Ugyanakkor a POD (guaiacol-peroxidáz) esetében a gyökérben volt mérhető a szignifikáns enzimszint emelkedés az ázsiai gyapjúfű jelenlétének hatására.
9. A gyomnövény terepi vizsgálatai során sikerült (Magyarországon elsőként) a *Fusarium culmorum* jelenlétét igazolnunk az ázsiai gyapjúfű gyökérszónájából. Valószínűsíthetően a kórokozó és a gazdanövény közötti endofiton kapcsolat, amelynek tisztázása még további vizsgálatokat igényel.

5. Az eredmények gyakorlati hasznosíthatósága

- Terjedés potenciális lehetőségeinek tisztázása a vizsgált gyomfaj esetében megalapozhatják a termelők számára történő pontos ismeretátadást. Tapasztalataim szerint a termelők számára gyakorlatilag ismeretlen ez az új, potenciálisan igen veszélyes, inváziós gyomfaj. A további terjedésének megakadályozása és a hatékony visszaszorítása csak intenzív felvilágosító munkával és a gyakorlat és a kutatás szoros együttműködésével alapozható meg.
- Allelopátia hasznosíthatósága a bioherbicid fejlesztésekben egyre inkább kulcskérdés. Az ázsiai gyapjúfű igazolhatóan is többféle allelokemikáliát is termel, Ezek egy része a talajba kerül és más növények gyökérzetével (magjaival) kerül kapcsolatba, míg más részünk valószínűsíthetően gáz halmazállapotban is kifejti gátló hatását. A legnagyobb gátló hatás a gyomnövény hajtásaiból, illetve gyökereiből készített kivonatokkal lehetett kimutatni. Mindkét esetben a dió levelénél erősebb mértékű gátló hatás volt igazolható a kultúrnövény magvak csírázását vizsgálva.
- Megállapításra került a fiatal kukorica növények élettani válaszreakciója az ázsiai gyapjúfűvel való közeli szomszédság esetében. Az együttes nevelés eredményei jelentős eltéréseket mutattak a fotoszintetikus pigmentek és az egyes enzimek szintjében az adott kukorica hibridnél. Az ilyen jellegű vizsgálatok kellő támpontot adhatnak az egyes hibridek stressz- ellenállósági kutatásaihoz és megalapozhatják a korai stresszreakciók minimalizálására irányuló nemesítési kutatásokat, illetve az termesztésben lévő hibridek ilyen jellegű szelekcióját.

Irodalomjegyzék

- Beyer W. F. - Fridovich I.: 1987. Assaying for superoxide dismutase activity: Some large consequences of minor changes in conditions. *Anal. Biochem.* 161, 559–566.
- Bradford M.M.: 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 72, 248–254.
- Brunt A. A. - Crabtree K. - Dallwitz M. J. - Gibbs A. J. - Watson L. - Zurcher E. J.: 1996. Plant viruses online: Descriptions and lists from the VIDE database. Version: 20th August 1996.
<http://biology.anu.edu.au/Groups/MES/vide/>
- Csiszár Á.: 2012. Inváziós növényfajok Magyarországon. – Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, 364 pp.
- Csiszár Á. - Korda M. - Schmidt D. - Šporčić D. - Teleki B. - Tiborcz V. - Zagyvai G. - Bartha D.: 2012. Study on allelopathic potential of some invasive and potentially invasive neophytes. In: Social Renewal Operation Programme TÁMOP. 4.2.1.B-09/1/KONV-2010-0006, Proceedings of the International Scientific Conference on Sustainable Development & Ecological Footprint. Sopron, Hungary, 26-27 March 2012, University of West Hungary, 1-6.
- Csiszár Á. - Korda M. - Schmidt D. - Šporčić D. - Teleki B. - Tiborcz V. - Zagyvai G. - Bartha D.: 2013. Allelopathic potential of some invasive plant species occurring in Hungary. *Allelopathy Journal*, 31 (2), 309-318. [available online at:
<https://www.proquest.com/docview/1434101193/fulltextPDF/280C3A38618E4FC6PQ/1?accountid=15756>]
Letöltve: 2022.01.14.
- Cummins G. B.: 1971. The rust fungi of cereals, grasses, and bamboos. Springer-Verlag, NY.
- Daglish C.: 1950. The determination and occurrence of hydrojuglone glucoside in the walnut. *Biochemical Journal* 47: 45–462.
- Giannopolities C. H. - Ries S. K.: 1977. Superoxide dismutase I. Occurrence in higher plant. *Plant Physiol.* 59, 309–314. Available online:
<https://shibbolethsp.jstor.org/start?entityID=https%3A%2F%2Fidp.unideb.hu%2Fsimplesaml%2Fsaml2%2Fidp%2Fmetadata.php&dest=https://www.jstor.org/stable/4264724&site=jstor> (Letöltve: 2022.01. 27.).
- Heath R. L. - Packer L.: 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Arch. Biochem. Biophys.* 125, 189–198.
- Kim T.K.: 2015. T test as a parametric statistic. *Korean J. Anesthesiol.* 2015, 68, 540–546.
- Kocacaliskan I. - Terzi I.: 2001. Allelopathic effects of walnut leaf extracts and juglone on seed germination and seedling growth. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 76: 436–440.
- Leslie J. F. - Summerell B. A.: 2006. The *Fusarium* laboratory Manual. Blackwell Professional. Ames. Iowa. USA.

- Mihály B. - Botta-Dukát Z.: 2004. Biológiai inváziók Magyarországon, Özönnövények. A KvVM Természetvédelmi Hivatalának Közleményei, TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest, 35-110.
- Mishra N. P. - Mishra R. K. - Singhal G. S.: 1993. Changes in the activities of anti-oxidant enzymes during exposure of intact wheat leaves to strong visible light at different temperatures in the presence of protein synthesis inhibitors. *Plant Physiol.* 102, 903–910.
- Moran R. - Porath D.: 1980. Chlorophyll Determination in intact tissues using N,N-dimethylformamide. *Plant Physiol.* 65, 478–479.
- Partosfalvi P. - Madarász J. - Dancza I.: 2008. Az ázsiai gyapjűfű (*Eriochloa villosa* /Thunb./ Kunth) megjelenése Magyarországon. *Növényvédelem*, 44: 297-304
- Prataviera A. G. - Kuniyuki A. H. - Ryogo K.: 1983. Growth inhibitors in xylem exudates of Persian walnut (*Juglans regia* L.) and their possible role in graft failure. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 108: 1043–1050.
- Pukacka S. - Ratajczak E.: 2005. Production and scavenging of reactive oxygen species in *Fagus sylvatica* seeds during storage at varied temperature and humidity. *Journal of plant physiology.* 162. 873-85.
<https://doi.org/10.1016/j.jplph.2004.10.012>
- Somogyi N. - Szabó L. - Dávid I.: 2011. Az ázsiai gyapjűfű (*Eriochloa villosa* /Thunb./ Kunth) megjelenése Hajdú-Bihar megyében. *AGRÁRTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK*, 2011/43. KÜLÖNSZÁM: 119-123.
- Szabó L. GY.: 1999. Juglone index – a possibility for expressing allelopathic potential of plant taxa with various life strategies. *Acta Botanica. Hungarica* 42: 295–305.
- Varga F.: 2015. Síkvetületek alkalmazása a topokartográfiában. Szakdolgozat. ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, Bp, 12-15.
- Virok V. - Farkas T. - Krajnyák C.: 2020. Az *Eriochloa villosa* elterjedésének vizsgálata Borsod-Abaúj-Zemplén megye északi részén. *Kitaibelia* 25(1): 27–32. DOI: 10.17542/kit.25.27
- Wellburn R. A.: 1994. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvent with spectrophotometers of different resolution. *J. Plant Physiol.* 144, 307–313.
- Zieslin N. - Ben-Zaken R.: 1991. Peroxidases, phenylalanine ammonia-lyase and lignification in peduncles of rose flowers. *Plant Physiol. Biochem.* 29, 147–151.



**DEBRECENI
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**

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

Nyilvántartási szám: DEENK/15/2023.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Szilágyi Arnold
Doktori Iskola: Kerpely Kálmán Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10057356

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű könyvrészletek (1)

1. Nagy, A., **Szilágyi, A.**: A fenyércirok (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) lehetséges herbicidrezisztens biotípusainak levélfelületen becsült antociánosodás mértékének vizsgálata.
In: A hatékonyabb agráriumért : Tudományos Szakkollégiumi Kiadvány. Szerk.: Rácz Dalma, Debreceni Egyetem, Debrecen, 71-81, 2021.

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

2. Szőke, L., Radványi, C., **Szilágyi, A.**: Az ázsiai gyapjúfű (*Eriochloa villosa* (Thunb.) Kunth) kompetíciós hatása a kukorica morfológiai paramétereire és a fotoszintetikus pigmentek mennyiségére.
Magy. Gyomkut. Technol. 22 (2), 45-53, 2021. ISSN: 1586-894X.
3. **Szilágyi, A.**, Nagy, A., Radócz, L.: Az ázsiai gyapjúfű (*Eriochloa villosa* [Thunb.] Kunth) juglon-index meghatározása és kivonatainak allelopatikus vizsgálata fehér mustáron (*Sinapis alba* L.).
Magy. Gyomkut. Technol. 20 (1), 27-35, 2019. ISSN: 1586-894X.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (4)

4. **Szilágyi, A.**, Radócz, L., Tóth, T.: Allelopathic effect of invasive plants (*Eriochloa villosa*, *Asclepias syriaca*, *Fallopia X bohemica*, *Solidago gigantea*) on seed germination.
Agrártud. Közl. 74, 179-182, 2018. ISSN: 1587-1282.
5. Tóth, T., Kövics, G., **Szilágyi, A.**: Characterization of two rust fungi related to biological control concept in Hungary.
Agrártud. Közl. 74, 195-199, 2018. ISSN: 1587-1282.
6. Tóth, T., **Szilágyi, A.**, Kövics, G.: Preliminary estimation of the efficacy of *Fusarium sporotrichioides* Sherb. as biological control agent against common milkweed (*Asclepias syriaca* L.).
Agrártud. Közl. 74, 201-204, 2018. ISSN: 1587-1282.





7. Tóth, T., **Szilágyi, A.**: Fusarium culmorum isolated from rhizosphere of woolly cupgrass (Eriochloa villosa) in Debrecen (East Hungary).
Agrártud. Közl. 70, 93-96, 2016. ISSN: 1587-1282.

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (2)

8. Makleit, P., **Szilágyi, A.**, Veres, S.: First Report of Benzoxazinoid Compounds in Woolly Cupgrass (Eriochloa villosa Thunb. Kunth), an Invasive Plant.
Agronomy-Basel. 12 (3), 1-4, 2022. EISSN: 2073-4395.
DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12030700>
IF: 3.949 (2021)
9. **Szilágyi, A.**, Radócz, L., Takácsné Hájos, M., Juhász, C., Kovács, B., Kovács, G. E., Bódi, E., Radványi, C., Moloi, M. J., Szőke, L.: The Impacts of Woolly Cupgrass on the Antioxidative System and Growth of a Maize Hybrid.
Plants-Basel. 10 (5), 1-13, 2021. ISSN: 2223-7747.
DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10050982>
IF: 4.658

Magyar nyelvű konferencia közlemények (5)

10. **Szilágyi, A.**, Nagy, A., Radócz, L.: Ázsiai Gyapjúfű (Eriochloa villosa [Thunb.] Kunth) hajtás- és gyökérkivonatok allelopatikus hatásának vizsgálata fehér mustár (Sinapis alba L.) csírázási teszttel.
Georgicon Agric. 24 (1), 75-82, 2020. ISSN: 0239-1260.
11. **Szilágyi, A.**, Tóth, T., Radócz, L.: Az ázsiai gyapjúfű (Eriochloa villosa [Thunb.] Kunth) újabb előfordulásai a Hajdúság kistérség területén.
Georgicon Agric. 23 (1), 70-75, 2019. ISSN: 0239-1260.
12. **Szilágyi, A.**, Radócz, L.: Az ázsiai gyapjúfű (Eriochloa villosa [Thunb.] Kunth) növényi rész kivonatainak allelopatikus hatása kultúrnövények magvainak csírázására.
Agrártud. Közl. 72, 167-170, 2017. ISSN: 1587-1282.
13. **Szilágyi, A.**, Tóth, T., Radócz, L.: Az ázsiai gyapjúfű (Eriochloa villosa [Thunb.] Kunth) új előfordulása a Hajdúság kistérség területén.
Agrártud. Közl. 71, 51-54, 2016. ISSN: 1587-1282.
14. Tóth, T., **Szilágyi, A.**, Kövics, G.: Egy Phoma-szerű gombafaj tömeges megjelenése parlagfűvön (Ambrosia artemisiifolia) a Hajdúsági régióban.
Agrártud. Közl. 71, 55-60, 2016. ISSN: 1587-1282.

Idegen nyelvű konferencia közlemények (1)

15. **Szilágyi, A.**, Balogh, Z., Dávid, I., Szabó, L., Radócz, L.: Woolly cupgrass (Eriochloa villosa /Thunb./ Kunth), a recently occurred invasive weed in Trans-Tisza Region and a trial for control in maize.
Agrártud. Közl. 66, 53-57, 2015. ISSN: 1587-1282.





Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (5)

16. Nagy, A., Radócz, L., **Szilágyi, A.**: A fenyércirok (*Sorghum halepense* /L./ Pers.) herbicid-rezisztens biotípusainak vizsgálata a Tiszántúli régióban és az ellenük való lehetséges védekezési eljárások.
In: 25-26. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum 9th International Plant Protection Symposium at University of Debrecen. Szerk.: Kövics György, Tarcali Gábor, Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen, 75-76, 2021.
17. **Szilágyi, A.**, Szőke, L., Demeter, O., Radócz, L.: A mandulapalka (*Cyperus esculentus* L.), mint inváziós gyomnövény allelopátiás hatásának vizsgálata laboratóriumi körülmények között.
In: 25-26. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum 9th International Plant Protection Symposium at University of Debrecen. Szerk.: Kövics György, Tarcali Gábor, Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen, 78-79, 2021.
18. Radványi, C., **Szilágyi, A.**, Szőke, L.: Az ázsiai gyapjűfű (*Eriochloa villosa* /Thunb./ Kunth) allelopátiás hatása a kukorica főbb morfológiai paramétereire.
In: 25-26. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum 9th International Plant Protection Symposium at University of Debrecen. Szerk.: Kövics György, Tarcali Gábor, Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen, 88-89, 2021.
19. **Szilágyi, A.**, Tóth, T., Radócz, L.: Az ázsiai gyapjűfű (*Eriochloa villosa* [Thunb.] Kunth) hajtáskivonatainak allelopátiás vizsgálata juglon-index segítségével.
In: 23. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum : Program-Összefoglalók, DE MÉK, Debrecen, 38-39, 2018.
20. **Szilágyi, A.**, Radócz, L.: Egy új inváziós gyomnövény: az ázsiai gyapjűfű (*Eriochloa villosa* (THUNB.) KUNTH) helyzete Magyarországon.
In: XII. Növényorvos Nap, Magyar Növényvédő Mérnöki és Növényorvosi Kamara, Budapest, 74-76, 2017.

További közlemények

Magyar nyelvű könyvek (2)

21. Radócz, L., Juhász, C., **Szilágyi, A.**: Egészséges élelmiszert a kiskertből: útmutató fiatalok számára. Tudomány a Környezetünkért Közhasznú Alapítvány ;, Debrecen, 115 p., 2015
ISBN: 9786155602153
22. Radócz, L., Juhász, C., **Szilágyi, A.**: Egészséges élelmiszert a kiskertből Vezetői segédlet. Tudomány a Környezetünkért Közhasznú Alapítvány, Debrecen, 32 p., 2015. ISBN: 9786155602160





Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

23. Kővics, G., Tarcali, G., Csüllög, K., Rácz, D., Biró, G., Csótó, A., Szarukán, I., Nagy, A., Szanyi, S., **Szilágyi, A.**, Kovács, G. E., Radócz, L.: A szója integrált védelme.
Növényvédelem. 81 (6), 251-275, 2020. ISSN: 0133-0829.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

24. Vuts, J., Szarukán, I., Marczali, Z., Bálintné Csonka, É., Nagy, A., **Szilágyi, A.**, Tóth, M.:
Development of a synthetic floral lure for pollen beetles (Coleoptera: Nitidulidae).
Acta Phytopathol. Entomol. Hung. 57 (1), 67-77, 2022. ISSN: 0238-1249.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/038.2022.00144>

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (3)

25. Vuts, J., Szarukán, I., Marczali, Z., Bálintné Csonka, É., **Szilágyi, A.**, Imrei, Z., Nagy, A., Tóth, M.: Differences in colour preference among pollen beetle species (Coleoptera: Nitidulidae).
J. Appl. Entomol. 46 (3), 301-309, 2022. ISSN: 0931-2048.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/jen.12969>
IF: 2.183 (2021)
26. Bódi, E., Irfan, A., McIntosh, R. W., Fehér, Z. Z., Csajbók, J., Juhász, C., Radócz, L., **Szilágyi, A.**, Buday, T.: Subregion-Scale Geothermal Delineation Based on Image Analysis Using Reflection Seismology and Well Data with an Outlook for Land Use.
Sustainability. 14 (6), 1-21, 2022. ISSN: 2071-1050.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/su14063529>
IF: 3.889 (2021)
27. Radócz, L., **Szilágyi, A.**, Nagy, M., Kovács, G. E., Melika, G.: Asian sweet chestnut gallwasp, *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera, Cynipidae): first record for Romania.
North-West. J. Zool. 12 (1), 201-204, 2016. ISSN: 1584-9074.
IF: 0.733

Egyéb folyóiratközlemények (1)

28. **Szilágyi, A.**: 22. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum.
Magy. Gyomkut. Technol. 18 (2), 105-106, 2017. ISSN: 1586-894X.

Ismeretterjesztő, népszerűsítő cikkek (8)

29. **Szilágyi, A.**, Szőke, L., Radócz, L.: Újonnan megjelenő, inváziós gyomnövények a magyar mezőgazdaságban.
Értékálló Aranykorona. 21 (1), 18-19, 2021. ISSN: 1586-9652.
30. **Szilágyi, A.**: Védekezés a kukorica termesztését veszélyeztető rovarkártevők ellen.
Értékálló aranykorona. 21 (5-6), 12-13, 2021. ISSN: 1586-9652.
31. **Szilágyi, A.**: A kukoricamoly kártétele és az időzített védekezés jelentősége.
Értékálló aranykorona. 20 (5-6), 12-12, 2020. ISSN: 1586-9652.





32. **Szilágyi, A.**: Gyomirtás őszi kalászosokban.
Agrárunió. 20 (3), 56-58, 2019. ISSN: 1589-6846.
33. **Szilágyi, A.**: Gyomszabályozás a gabonatarlón.
Agrárunió. 20 (6-7), 50-52, 2019. ISSN: 1589-6846.
34. **Szilágyi, A.**, ill. Dávid, I.: Gyomszabályozás kukoricában.
Agrárunió. 20 (4), 32-34, 2019. ISSN: 1589-6846.
35. **Szilágyi, A.**, Tóth, T.: Hatékony védekezés a kukorica kártevői ellen.
Értékálló aranykorona. 18 (5-6), 8-10, 2018. ISSN: 1586-9652.
36. **Szilágyi, A.**, Radócz, L., Balogh, Z.: Az ázsiai gyapjúfű gyomnövény hazai térnyerése.
MezőHír. 21 (2), 22-24, 2016. ISSN: 1587-060X.

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 15,412

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre):
8,607**

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

Debrecen, 2023.01.17.

