

1. BEVEZETÉS.....	4
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	6
2.1. A SZERBTÖVISEK ELTERJEDTSÉGE, JELENTŐSÉGE A VILÁGBAN ÉS MAGYARORSZÁGON	6
2.2. A SZERBTÖVIS FAJOK EREDETE, RENDSZERTANA	8
2.3. A SZERBTÖVISEK KÁROSÍTÁSA.....	12
2.3.1. A szerbtövis fajok kompetíciós képessége és terméscsökkentő hatása.....	12
2.3.2. A szerbtövisek, mint kórokozók gazdái, terjesztői	14
2.4. AZ ALLELOPÁTIA	14
2.4.1. Az allelopátiát okozó vegyületek	15
Fahéjsav és származékai	16
Kumarinok	17
2.4.2. Az allelokemikáliák kibocsátása, felvétele.....	17
2.4.3. Az allelokemikáliák hatásmódja.....	18
2.4.4. Az allelopátia változása.....	19
2.4.5. A szerbtövisek allelopátiája.....	25
2.5. A SZERBTÖVISEK ELLENI VÉDEKEZÉS LEHETŐSÉGEI	30
2.5.1. A biológiai védekezés lehetőségei	30
A szerbtövis rozsda	32
A szerbtövisrozsda elterjedése, gazdaköre, jelentősége	32
A fertőzés környezeti feltételei és lefolyása.....	33
2.5.2. Az agrotechnikai védekezés lehetőségei	34
2.5.3. A vegyszeres védekezés lehetőségei.....	36
Herbicid rezisztencia.....	37
3. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	40
3.1. AZ OLASZ SZERBTÖVIS KOMPETÍCIÓS ÉS TERMÉSCSÖKKENTŐ KÉPESSÉGE	40
3.1.1. Versengés a cukorrépával	40
3.1.2. Versengés a kukoricával.....	41
3.2. AZ OLASZ SZERBTÖVIS ALLELOPÁTIÁJA.....	42
3.2.1. Klímaszékrenyben nevelt növények allelopátiája.....	42
3.2.2. Szántóföldön nevelt növények allelopátiája	42
Öntözött és vízhiányban nevelt olasz szerbtövisek allelopátiája	42
A csapadék, a fenológia és az állománysűrűség hatása az allelopátiára	43
A friss növényi részek allelopátiájának vizsgálata.....	43
A szárított növényi részek allelopátiájának vizsgálata	45
3.2.3. Az allelokemikáliák mennyiségi mérése	45
3.2.4. Növényi maradványok allelopátiás hatása.....	46
3.3. A SZERBTÖVISROZSDA ELŐFORDULÁSA ÉS A SZERBTÖVISEK FERTŐZÖTTSÉGE DEBRECEN KÖRNYÉKÉN.....	46
3.4. AZ EREDMÉNYEK STATISZTIKAI ÉRTÉKELÉSE	47
4. EREDMÉNYEK	48
4.1. AZ OLASZ SZERBTÖVIS KOMPETÍCIÓS ÉS TERMÉSCSÖKKENTŐ KÉPESSÉGE	48
4.1.1. Versengés a cukorrépával	48
4.1.2. Versengés a kukoricával.....	51
4.2. AZ OLASZ SZERBTÖVIS ALLELOPÁTIÁJA.....	56
4.2.1. Klímaszékrenyben nevelt növények allelopátiája.....	56
A rövid- és hosszúnappalos megvilágítás mellett nevelt olasz szerbtövisek allelopátiájának összehasonlítása	59
4.2.2. Szántóföldön nevelt növények allelopátiája	60
Öntözött és vízhiányban nevelt olasz szerbtövis allelopátiája.....	60
A csapadék, a fenológia és az állománysűrűség hatása az allelopátiára	61
2003. év eredményei.....	61
Fiatal (4-6 leveles) növények friss kivonatainak hatása	61
Virágzó növények friss kivonatainak hatása.....	63
2004. év eredményei.....	69
Fiatal növények friss kivonatainak hatása	69
Virágzó növények friss kivonatainak hatása.....	76
Szárított minták kivonatainak hatása	84
4.2.3. Néhány allelokemikália szintjének változása a tenyészidőszak folyamán	91
4.2.4. Növényi maradványok allelopátiás hatása.....	96

4.3. A SZERBTÖVISROZSDA ELŐFORDULÁSA ÉS A SZERBTÖVISEK FERTŐZÖTTSÉGE DEBRECEN KÖRNYÉKÉN.....	99
5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK.....	102
6. ÖSSZEFOGLALÁS.....	107
7. IRODALOMJEGYZÉK.....	110
8. ÁBRÁK, TÁBLÁZATOK ÉS KÉPEK JEGYZÉKE.....	121
9. MELLÉKLETEK.....	124

1. Bevezetés

A mezőgazdaság megújuló gondja a műveléshez alkalmazkodó, gyommá váló növényfajok elleni állandó küzdelem. A védekezés módszereinek változásával újabb és újabb gyomfajok kerülnek előtérbe, melyek egy adott területen alkalmazott művelési rendszerekben leginkább fenn tudnak maradni.

A világ számos pontján már régóta nehéz feladat elé állítják a növénytermesztéssel foglalkozókat a szerbtövis fajok (*Xanthium* spp.). Egyes régiókban, pl. Magyarországon az utóbbi évtizedekben kerültek a legveszélyesebb gyomnövények közé.

A szerbtövis fajok (*Xanthium strumarium* L., *X. italicum* Mor., *X. spinosum* L.) magyarországi előretörése a 60-as évektől vált látványossá, amikortól kezdve az évtizedenként elvégzett országos gyomfelvételezések eredményei szerint az említett fajok által fertőzött terület és a borítási értékeik is megtöbbszörözödtek. Térhódításuk legjellemzőbb a kapás kultúrákban, melyek közül hazánkban a kukorica, napraforgó és a cukorrépa a legjelentősebb. A világ más pontjain ehhez társul még a szója, gyapot, földimogyoró, bizonyos esetekben a legelőterületek. A művelt területeken okozott kártétel mellett azonban nem szabad megfeledkezni elsősorban az olasz szerbtövis, mint inváziós faj esetében, a folyók (Magyarországon főleg a Tisza és mellékfolyói) hullám- és árterein természetes társulásokban való előrenyomulásáról sem.

A szerbtövis fajok „sikerét” több okkal magyarázhatjuk, melyek a nemzetség fajainak sajátágaiból erednek. Melegkedvelő fajok lévén a felmelegedéssel kapcsolatos változások, különösen a fagymentes időszak hosszabbá válása javítja helyzetét más gyomokkal és a kultúrnövényekkel folytatott versenyben. Nagy magvainak köszönhetően mélyről (akár 15-20 cm-ről) képesek csírázni, ami a kelés előtti (preemergens) herbicides kezelések alacsony hatékonyságát eredményezi e fajok ellen. Robosztus csíranövényeik gyors korai fejlődésükkel előnyre tesznek szert más gyomokkal és a kultúrnövényekkel szemben is. Különösen jelentős ez azért, mert a „kapás gyomok” között a legkorábban kelők közé tartoznak, és sokszor előfordulhat, hogy pl. a kukorica magágy előkészítése, vetése során a már kicsírázott, de mélyebben lévő növények nem sérülnek, és napokkal a kultúrnövény előtt tömegesen kelhetnek. A szerbtövis elleni védekezést nehezíti az is, hogy későbbi kelési hullámai lehetnek. Ezek az egyedek gyors fejlődésükkel, viszonylag jó árnyéktűrésüknek köszönhetően konkurenséivé válhatnak az adott kultúrnövénynek. A szerbtövisek jó

versenyképességét több okkal magyarázzák, melyek között a gyors kezdeti fejlődés mellett jelentős a vízért való versengésben tapasztalt hatékonysága, illetve számításba kell venni az allelopátiát is.

A szerbtövisek egyes kultúrnövényekkel folytatott versengése Magyarországon alig feldogozott téma. Ennek a versengésnek egyik eszköze a szerbtövisek allelopátiája, ami világviszonylatban is kevésbé kutatott terület.

A szerbtövisek kompetíciós képességének vizsgálata a késői kelésű egyedek jó versenyképessége miatt nem korlátozódhat az első kelési hullám vizsgálatára, hanem meg kell határozni azt is, hogy egyes kultúrákban – magyarországi körülmények között – a gyomfaj később kelő egyedei mekkora termés csökkenést okozhatnak, és meddig kell számottevő magprodukcióval számolni.

Az allelopátia meglétét szerbtövisekben már igazolták korábbi kutatások, de annak jelentősége és a természetes vagy szántóföldi társulásokban betöltött tényleges szerepe nem csak a szerbtövisek, de más fajok esetében sem kellően tisztázott. Ennek oka, hogy a jelenség nehezen elkülöníthető más tényezőktől, így a vizsgálati eredmények számos faktor hatását rejthetik és rejtik is magukban, melyek az allelopátia kifejeződését az egyes esetekben alapvetően meghatározzák. E tényezők közül a jelentősebbek meghatározása, azok hatásának számszerűsítése alapvetően szükséges az allelopátia kutatás eredményeinek későbbiekben való hatékony felhasználásához.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A szerbtövisek elterjedtsége, jelentősége a világban és Magyarországon

A szerbtövis fajok valamennyi kontinens meleg és mérsékelt övi részén elterjedtek, illetve bizonyos területeken most vannak terjedőben. Szántóföldeken, legelőkön, felhagyott, bolygatott területeken és (egyik fő terjedési módjának köszönhetően) folyók árterein fordulnak elő. Szántóföldön elsősorban a széles sorközű, ún. kapás növényekben jellemzőek, pl. kukoricában, szójában, napraforgóban, cukorrépában, gyapotban, földimogyoróban. (Fernald, 1970; Németh, 2000; Böszörményi és Bagi, 2001).

Azokon a területeken, ahol megjelentek a szerbtövis fajok, a fent említett kultúrák veszélyes gyomjaivá váltak, illetve ahol tömeges felszaporodásuk most van folyamatban szintén ez a gond várható. (Bloomberg, 1982; Beckett, 1988; Wilson, 1995).

Az amerikai kontinensen, ahol nagy formagazdagságban fordulnak elő, évtizedek óta a fő kultúrák legveszélyesebb gyomjai közé tartoznak. Az Egyesült Államokban 1971 óta évente felméri a gyomviszonyokat a legfontosabb kultúrákban (kukorica, szója, gyapot földimogyoró). Az eredmények szerint a négy kultúrából háromban visszaesett a szerbtövisek borítása a 90-es évek közepére, amit a hatékonyabbá váló kémiai védekezéssel magyaráznak. Ennek ellenére továbbra is a legjelentősebb gyomok közé tartoznak. Kukoricában 1974-ben a 2., 1994-ben a 6. leggyakoribb gyomfaj volt, szójában 1974-ben az 1., 1994-ben a 4., földimogyoróban 1974-ben az 1., 1995-ben a 7. Gyapotban nőtt a jelentősége: 1974-ben a 10., 1995-ben az 5. (Webster és Coble, 1997). Az elmúlt évtizedekben a szerbtövisek gyomnövények rangsorában tapasztalt visszaesése azonban változhat, ugyanis egyre nagyobb számban jelennek meg rezisztens biotípusok ALS gátló és szerves arzéntartalmú herbicidekkel szemben, mely csoportok jelentős részét adják a szerbtövisek ellen hatásos hatóanyagoknak (Haigler et al., 1994; Wrubel és Gressel, 1994; Schmidt, 2004).

Magyarországon Ujvárosi (1973), Horváth és munkatársai (1998) által eurázsiai eredetűnek tartott bojtortján szerbtövis (*Xanthium strumarium* L.), illetve az amerikai eredetű olasz (*X. italicum* Mor.) és szúrós szerbtövis (*X. spinosum* L.) fordul elő.

Ezekén túl Simon (2002) és Németh (1996, 2000) egy hibrid, a *X. saccharatum* jelenlétéről is beszámol.

Bár a legkésőbb megtelepedő olasz szerbtövis is kb. 90 éve jelen van a magyar flórában (Tuzson 1909), szántóföldi gyomosításuk csak az utóbbi évtizedekben vált jelentőssé. Magyarországi előretörésüket több szerző –egyéb tényezők szerepét is elismerve– az éghajlatváltozással hozza összefüggésbe (Németh, 1991; Szőke, 2001; Kazinczi et al., 2004; Solymosi, 2005). Ezen belül jelentős tényező a fagymentes időszak hosszának növekedése, ami kedvező a szerbtövisekkel együtt más melegkedvelő gyomfajoknak is (Szőke, 2001).

Az első országos gyomfelvételezés (1950-52) eredményei szerint csak a bojtorján szerbtövis volt megtalálható szántóföldi kultúrákban. Akkor a 130. helyen állt, 0,013% átlagos borítással. 1969-71-ben már mindhárom fajt megtalálták szántóföldön: országos átlagban a bojtorján szerbtövis a 113. helyen állt, 0,015% borítással, az olasz szerbtövis a 257. helyen 0,002%-kal és a szúrós szerbtövis pedig a 341. helyen. 1987-88-ra mindhárom faj növelte borítását: a bojtorján szerbtövis 0,27%-kal a 24., az olasz 0,12%-kal a 43., a szúrós pedig 0,011%-kal a 102. volt. 1996-97-ben a korábbi tendenciáknak megfelelően a bojtorján szerbtövis már a 14. volt 0,57%-kal, az olasz szerbtövis 28. 0,23%-kal, a szúrós szerbtövis pedig 73. 0,037%-kal (Szőke, 2001). A tendenciákból látható, hogy a három faj közül az olasz és a bojtorján szerbtövis jelenti jelenleg a nagyobb veszélyt.

Természetesen a térhódításuk jelentősen eltért kapás (kukorica) és kalászos kultúrákban, illetve tarlón. Kukoricában a bojtorján szerbtövis az utolsó országos felvételezés alapján a 11., 1%-os borítással, az olasz pedig 19., 0,45% borítással. Bár felszaporodásuk nem kapás kultúrákban is érzékelhető, borításuk tarlón és kalászosokban is elmarad a kukoricában felvételezett értékektől (Horváth et al., 1998; Szőke, 2001; Solymosi, 2005).

A szerbtövisekkel leginkább fertőzött megyék: Békés, Jász-Nagykun-Szolnok, Hajdú Bihar, Csongrád, Tolna (Horváth et al., 1998; Solymosi, 2005).

Böszörményi és Bagi (2001, 2004) arra hívja fel a figyelmet, hogy a szántóföldi térhódítás mellett jelentős mértékben foglalnak el természetes élőhelyeket is. Az olasz szerbtövis eredendően a Tisza mentén kezdett terjeszkedni a 20-as években, és a hullámtérből, ártérből jutott később szárazabb területek felé, szántóföldekre. Az 50-es évekre meghódította a Tisza mellékfolyóinak hullámterét is. A vízparti szukcesszió kezdő lépésének tekinthető (békalencsés, rucaörömös, tócsagazos úszóhínár) társulást

még nem fenyegeti, de az azt követő vízparti csetkákás, vízi hídörös mocsarakban és nádasokban, majd az azt követő társulásokban már megjelenik. Nagy borítással előfordulhat fűz és nyár ligetekben, az ártéri mocsaras ruderalis gyomnövényzetben, az ártéri félruderalis gyomnövényzetben, lágyszárú inváziós fajok állományában (pl. felhagyott kubikgödrök). Képes továbbá túlélni, magot érlelni hullámtéri réteken, ahol a hagyás fák közvetlen környékét nem kaszálják.

2.2. A szerbtövis fajok eredete, rendszertana

A szerbtövisek őshazáját egyes szerzők (Löve és Dansereau, 1959; Tranel és Wassom, 2001) Közép- vagy Dél-Amerikában valószínűsítik, más szerzők (Millspaugh és Sherff, 1919) bizonyos csoportokat eurázsiai bennszülött fajnak tekintettek.

A *Xanthium* nemzetségnek nem csak az eredete, de a rendszertana is viták tárgya, ennek megfelelően nincs egységes álláspont a nemzetségbe sorolt fajok számáról, elkülönítéséről sem.

A rendszerezés hosszú ideig morfológiai bélyegeken alapult, melyek közül döntő súlya a termésnek volt (Weaver és Lechowicz, 1983). Az újabban felállított genetikai alapú rendszerek azonban sok esetben eltérnek a fenotípusos sajátosságok alapján felállított rendszerektől (Wassom et al., 2002).

A nemzetséget alapvetően két szekcióra osztják: *Acanthoxanthium* és *Euxanthium*. Az előbbibe kizárólag a *Xanthium spinosum* L. fajt sorolja a legtöbb szerző, Fernald (1970) azonban említést tesz *X. ambrosioides* H et A. fajról, mely Argentínában honos, és a szúrós szerbtövistől elfekvő habitusában, tompán karéjos levelében tér el.

Az *Euxanthium* szekcióban a különféle rendszerezések szerint a fajok száma egy és kb. 30 között változik. Widder (1923) *Orthorhyncha* és *Campylorrhyncha* alszekciókat különített el. Az előbbibe hét fajt sorolt: *X. strumarium* L., *X. indicum* König, *X. japonicum* Widd., *X. sibiricum* Patr., *X. brasiliicum* Vell., *X. abyssinicum* Wallr., *X. inaequilaterum* DC. Ezek a fajok lefedik a Millspaugh és Sherff (1919) által *X. strumarium*-nak nevezett kistermésű növényeket, amit ők óvilági bennszülöttnek tekintettek. A *Campylorrhyncha* alszekcióba Widder (1923) 12 fajt helyezett: *X. occidentale* Bert., *X. pugens* Wallr., *X. inflexum* Mack. et Bush., *X. decalvatum* Widd., *X. orientale* L., *X. cavanillesii* Schouw., *X. saccharatum* Wallr., *X. italicum* Mor., *X. riparium* Itzigs. et Herts., *X. echinatum* Murr., *X. californicum* Greene, *X. oviforme*

Wallr.; Millspaugh és Sherff (1919) pedig 19 fajt. Millspaugh és Sherff, illetve Widder munkáira támaszkodva Fernald (1970) 15 észak-amerikai szerbtövis fajt sorolt az *Euxanthium* szekcióba: *X. globosum* Shull, *X. inflexum* Mackenz. et Bush, *X. chinense* Mill., *X. pensylvanicum* Wallr., *X. strumarium* L., *X. chasei* Fern., *X. curvescens* Millsp. et Sherff, *X. italicum* Moretti, *X. oviforme* Wallr., *X. echinatum* Murr., *X. varians* Greene, *X. wootoni* Cockerell, *X. orientale* L., *X. speciosum* Kearney. A határozásukat ő is a termés vizsgálatára alapozta.

Löve és Dansereau (1959) felülvizsgálta a szerbtövisek rendszertanát. A *X. spinosum* fajt – követve Millspaugh és Sherff (1919) rendszerét – külön választotta az *Acanthoxanthium* szekcióba, az *Euxanthium* szekció korábbi fajait egyetlen változékonny fajba sorolta, mely a *X. strumarium*. Ezen belül két alfajt alkotott: *X. strumarium* ssp. *strumarium* és ssp. *cavanillesii*. Ezeken belül 7 komplexet különített el földrajzi elterjedés és a termés morfológiája alapján, melyek közül a *strumarium*-ot a *strumarium* alfajból, a *cavanillesii*-t, *oviforme*-t, *echinatum*-ot, *chinense*-t, *pennsylvanicum*-ot, *italicum*-ot, *orientale*-t a *cavanillesii* alfajból származtatta. Ezt a rendszert követte Weaver és Lehowicz (1983), illetve 1989-től ezt fogadja el a Weed Science Society of America is (Wassom et al 2002). A szerbtövisek rendszerében uralkodó kaotikus helyzetnek megfelelően az említett szervezet álláspontja is változott az idők folyamán. 1960-ban 4 fajt ismertek el, 1971-ben 7 fajt, jelenleg pedig kettőt: a *Xanthium spinosum* és a *X. strumarium*.

Tranel és Wassom (2001) genetikai vizsgálatokra alapozva 217 Egyesült Államokbeli szerbtövis populációt jól elkülönülő északi és déli csoportra osztott. Megállapításuk szerint egy populáción belül sokkal kisebb volt a változékonyság, mint a populációk között. Wassom és munkatársai (2002) a fenti szerzőpáros által vizsgált populációkat azonos termőhelyen fenotípus alapján is összevetették. A vizsgálat szempontjai a tenyészidő közepi és végi magasság, a szélesség, a virágzás ideje, a rovarkártétel, a levélnyél színe, a föld feletti részek tömege, a fotoszintézis, a sztóma működés, a klorofill tartalom, a levél és a termés morfológiája. A vizsgálat alapján a földrajzi elhelyezkedés nem függött össze szorosan a növekedési, fitness és kompetíciós tulajdonságokkal. Szemben a genetikai vizsgálattal, a legtöbb mért tulajdonságra nézve nem vált szét egyértelműen az északi és déli csoport, illetve a fenotípusos vizsgálat alapján egymáshoz közel álló populációk csak kevés esetben helyezkedtek el egymáshoz földrajzilag is közel. Néhány esetben, amikor a fenotípusos vizsgálat közeli rokonságot mutatott, azt a genotípusos is megerősítette, más esetekben viszont nem.

A szerbtövis populációk közötti változatosság több okkal magyarázható. A fajra/fajokra önbeporzás jellemző, az idegen termékenyülés aránya 0-12%. A termések általában nem jutnak messze az anyanövénytől, ritkább esetekben azonban az állatok szőrzetén, vagy vízzel nagy távolságokra juthatnak. Az említett sajátosságoknak köszönhetően amennyiben egy adott populációtól távolabb kerülnek magok, illetve kialakul egy hibrid, vagy új változat, az elkülönült populációt alkot (Weaver és Lehowicz, 1983; Tranel és Wassom, 2001; Wassom et al., 2002).

Tovább növeli a nemzetség formagazdagságát az 1994-ben, Texas államban felfedezett „sokmagvú” szerbtövis (multiple-seeded cocklebur) populáció. Ezenél a növényeknél a termések tömege háromszorosa, szélessége kétszerese, mint az azonos élőhelyen élő kétmagvú típusé. Egy termésben 5-25 mag található, és 1-9 csíranövény fejlődik ki a tapasztalatok szerint. A magok tömege kb. fele a kisebb, illetve harmada a nagyobb kétmagvú termésekének. A megfigyelések szerint a sokmagvú termések 1,6%-ból kétmagvú termést hozó, és a helyi kétmagvú termésekből 4%-ban sok magvú termést adó növények fejlődtek (Abbas et al., 1999).

Magyarországon a szerzők többsége három vagy négy szerbtövis fajt tart számon. Schermann (1967), Ujvárosi (1973), Horváth és munkatársai (1998) szúrós szerbtövis (*Xanthium spinosum* L.), bojtörján szerbtövis (*X. strumarium* L.) és olasz szerbtövis (*X. italicum* Mor.) fajok jelenlétét közlik hazánkban, illetve Ujvárosi (1973) a *X. italicum* szinonimáiként említi a *X. riparium* Itzigs. et Hertsch, *X. echinatum* Murr., *X. canadense* Gray, *X. americanum* Walt. neveket. A *X. strumarium* szinonimájaként a *X. vulgare*-t. Simon (2002) és Németh (1996, 2000) a korábbi három fajtól elkülöníti a *X. saccharatum* Wallr. fajt, melyet a bojtörján és olasz szerbtövis hibridjének tekintenek. Németh megjegyzi továbbá, hogy ezt a hibridet gyakran azonosnak tekintik az olasz szerbtövissel.

Somogyi (1991) – Löve és Dansereau (1959) rendszerét követve – az *Euxanthium* szekcióba egyetlen faj, a *Xanthium strumarium* besorolását javasolja, és az ebben a szekcióban fajként számon tartott rendszertani egységek komplexenkénti elkülönítését tartja célszerűnek. A korábban leírt komplexek közül ötöt tart egyértelműen elkülöníthetőnek (*strumarium*, *italicum*, *cavanillesii*, *pensylvanicum*, *occidentale*), így szerinte ezeket érdemes megtartani.

Ujvárosi (1973) illetve Horváth és munkatársai (1998) szerint a bojtörján szerbtövis eurázsiai eredetű, a szúrós és olasz szerbtövis pedig Amerikából származik, és európai megjelenésük a XVII. századra tehető.

A szúrós szerbtövis feltehetőleg az 1820-as években jelent meg hazánkban, terjedése az 1848-49-es szabadságharc idején (a lovak szőrére, sörényére tapadva) vált rohamossá (Hotváth et al., 1998).

Az olasz szerbtövist Magyarországon Tuzson (1909) írta le először, mint hazánkban újonnan megjelenő fajt. Fogalmazása szerint "a beküldött növény felette érdekes, mert - a fiumei partvidéket nem tekintve - Magyarország területén eddigelé még nem észlelték és így a magyar flóra névsora egy újabb jövevénynyel szaporodott. A növény azonos a *Xanthium Italicum* Mor. nevű növénnel mely Olaszországban honos, de Európa számos pontján is megtalálták már. Közeli rokonai: *X. macrocarpum*, *X. orientale*, *X. riparium*, *X. canadense* stb., a melyek a *X. italicum*-mal egyetemben valamennyien északamerikai eredetűek." Később Györfly (1922) a Tisza menti terjedése kapcsán a *X. italicum*-ot a *X. echinatum* Murr. szinonimájaként említi.

A nevezéktan sokfélesége miatt, egy-egy faj vagy típus elnevezésére sokféle változat előfordulhat. Pl. a hazánkban *Xanthium italicum* Mor. néven ismert olasz szerbtövis neveivel és annak szinonimáival a következő formában találkozhatunk:

X. italicum syn.: *X. strumarium* var. *canadense* L. (Mill.) Torr et Gray (www.hear.org/gcw/thml/autogend/species/20457.HTM).

X. cavanillesii syn.: *X. strumarium* subsp. *italicum*; *X. echinatum* syn.: *X. strumarium* subsp. *italicum*; *X. italicum* syn.: *X. strumarium* subsp. *italicum* (www.linneaus.nrm.se/flora/chk/lexx.htm).

A *X. strumarium* var. *canadense* Mill. szinonimái között: *X. acerosum*, *X. californicum*, *X. californicum* var. *rotundifolium*, *X. campestre*, *X. canadense*, *X. cavanillesii*, *X. cenchroides*, *X. commune*, *X. echinatum*, *X. glanduliferum*, *X. italicum*, *X. macounii*, *X. oligacanthum*, *X. oviforme*, *X. pensylvanicum*, *X. saccharatum*, *X. speciosum*, *X. strumarium* ssp. *italicum*, *X. strumarium* var. *oviforme*, *X. strumarium* var. *pensylvanicum*, *X. varians*. (www.funet.fi/pub/sci/bio/life/plants/magnoliophyta/magnoliophytina/magnoliopsida/asteraceae/xanthium)

2.3. A szerbtövisek károsítása

2.3.1. A szerbtövis fajok kompetíciós képessége és termés csökkentő hatása

A szerbtövisek előretörésének, (illetve azokon a területeken, ahol már nagy sűrűségben jelen vannak) az általa okozott kárnak egyik fő oka a kiváló versenyképességük. Gyomosításuk fő területe a kapás kultúrák (kukorica, szója, gyapot, napraforgó, cukorrépa stb.). A kultúrnövényekkel vívott versengést jelentőségüknél fogva elsősorban kukoricában és szójában vizsgálták.

A szerbtövisek erős kompetítorok a vízért, tápanyagokért, fényért folytatott versengésben (Bloomberg et al., 1982), melyek közül Jones és munkatársai (1997) a kultúrnövénynek okozott vízhiányt tartja az elsődleges faktornak. Emellett megjegyzik azonban, hogy egyéb tényezők is szerepet játszhatnak a versengésben, hiszen 1 db. *Xanthium* növény kompetíciós képessége közel négyszerese, mint a *Senna obtusifolia* fajnak, a kultúrnövény nedvkeringésére gyakorolt hatása viszont csak másfélszerese. Cartter és Hartwig (1963) arra hívta fel a figyelmet, hogy a szerbtövis képes összefüggő lombzintet létrehozni a szója felett, és az árnyékolás következtében fokozódik a termés elrúgás. Weber és Staniforth (1957) szintén arra a következtetésre jutottak, hogy nagyobb a termésveszteség, ha a kompetícióban az árnyékolás is szerepet játszik. Regnier és munkatársai (1989) szerint a szójával folytatott versengés kifejezetten a hajtások interferenciájából és a fényért folytatott versengésből ered.

A szójában okozott termésveszteséget számos szerző értékelte. Barrentine (1974) vizsgálata szerint a teljes tenyészidőn át folytatott versengés során 26000 db szerbtövis hektáronként 52% termésveszteséget okozott, négy héttel a szója után kelő szerbtövis egyedek azonban már elenyésző kárt okoztak. Gosset (1971) 14 növény/3,1 folyóméter hatásaként 50 %, Jones és munkatársai (1997) pedig 2 növény/fm következtében 38% termésveszteséget tapasztaltak. McWhorter és Anderson (1976) szerint 63-75% termés csökkenést okozott 7400-16500 db gyomnövény hektáronként.

Bloomberg és munkatársai (1982) szerint a kompetícióval okozott termésveszteség az évszámot, ezen belül a csapadék ellátottság függvénye. Száraz évben kisebb volt a kontrollhoz viszonyított termésveszteség, ugyanakkor a kontroll termése is alacsonyabb volt, mint csapadékkal jobban ellátott években. További különbség, hogy normális

vízellátású években a szója termésére hatott nagyobb mértékben a szerbtövis, száraz években pedig a vegetatív növekedésre. A termés mennyisége egyébként a hüvelyszámmal mutatott szoros összefüggést.

Ugyanebben a kísérletsorozatban vizsgálták a növekvő szerbtövis sűrűség, és a különböző időpontokban kezdődő versengés hatását is. Alacsony gyom sűrűségnél az intraspecifikus kompetíció minimális volt a szerbtövisek között, átlagos száraz tömegük 3 db/fm felett kezdett csökkenni. Ahogy növelték a szerbtövisek sűrűségét, úgy csökkent egy egyed hatása a szójára. Megerősítették továbbá Barrentine (1974) megfigyelését, miszerint a szója kelésétől a szerbtövis keléséig eltelt idővel arányosan nő a szója termése. 4-6 héttel a szója után kelve már csak 7-4 % termésvesztést okozott, és 4 héttel később kelve nem tudott a szója fölé nőni.

Norsworthy (2004) sekélyen művelt, széles és keskeny sorközű szójában, illetve kultúrnövény nélküli területen vizsgálta a szerbtövis kelését. Megállapítása szerint a takarás (50 % fényfelfogás) következtében a talaj felső rétegében (2,5 cm) 10-15 °C-ról 5 °C-ra csökkent a napi hőingás, a vörös és a hosszú hullámú vörös fény aránya pedig a zavartalan napsütés 1,2-es értékéhez képest 0,1-re csökkent sűrű vetésű szója alatt. (Ez utóbbi jelentőségét Radics és Pusztai (2000) is kiemeli, mivel a hosszúhullámú vörös fény csírázásgátló hatású, inaktiválja a fitokróm rendszert.) Mindkét vizsgálati évben csökkent a szerbtövis kelése a szója takarásában (a kultúrnövény kelése után 30-40 nappal vált jelentőssé a különbség), de nem szűnt meg. Keskeny sorközű szója alatt a két vizsgálati évben 3 illetve 10 db/m² növény kelt takarásban, kultúrnövény hiányában 19 illetve 38 db/m² ugyanebben az időszakban. Véleménye szerint ekkora mértékű kelés is elegendő a talaj magkészletének feltöltéséhez. A késői kelés jelentőségét növeli, hogy a szerbtövisek jól tűrik az árnyékolást, és a kultúrnövény alatt is fejlődnek (Regnier et al., 1988).

Beckett és munkatársai (1988) kukoricában vizsgálták a szerbtövisek versenyképességét. Ők is felfigyeltek hasonló jelenségekre, mint amelyekkel szójában lehetett találkozni: nagyobb gyomsűrűségnél csökkent az egy egyed által okozott hatás, és nőtt a szerbtövisek közötti intraspecifikus hatás. Száraz és csapadékos években pedig eltérő volt a gyom által okozott veszteség a kontrollhoz viszonyítva. Vizsgálatukban a kukorica a 80. napra elérte végleges magasságát (220-250 cm), a szerbtövis viszont a kísérlet végéig nőtt, évjáratától függően 100-180 cm-re.

Egy szintén veszélyeztetett, de világviszonylatban a korábbiaknál kevésbé jelentős kultúra a cukorrépa, melyben a szerbtövisek versenyképességével és a kompetícióval

okozott károsítással kevesebb irodalom foglalkozik. Wilson (1995) 1,8 folyóméterenként egy szerbtövis hatására 28% gyökértermés csökkenést tapasztalt. Tranel és munkatársai (2003) az évjárat hatásán túl a különböző szerbtövis populációk eltérő versenyképességéből adódó hatásbeli különbségekre hívják fel a figyelmet. Hét szerbtövis populációt vizsgáltak egy termőhelyen szójában. Ezek termés csökkentő hatása 25 és 42% között változott.

2.3.2. A szerbtövisek, mint kórokozók gazdái, terjesztői

A szerbtövisek potenciális veszélyforrást jelentenek azáltal, hogy bizonyos kultúrnövényeket is veszélyeztető betegségeknek gazdái, terjesztői lehetnek.

Dikova 1997-ben, Kutluk és munkatársai 2000-ben számoltak be arról, hogy a szerbtövisek más gyomokkal egyetemben a rizomániát okozó répa nekrotikus sárgaerűség vírus (BNYVV) és a *Polymyxa betae* gazdái.

Több szerző figyelte meg, miszerint a szerbtöviseken gyakran előforduló *Puccinia xanthii* jelentős fertőzést idézett elő bizonyos napraforgó hibrideken (Alcorn és Kochman, 1976; Pretorius et al., 2000; Gulya és Charlet, 2002). Morin és munkatársai (1993) azonban megállapították, hogy nagy különbség van a napraforgó hibridek között a fogékonyságban.

Weaver és Lehovicz (1983) a szerbtöviseken fellelhető kórokozók között említi a *Plasmopara halstedii*-t, *Botrytis cinerea*-t és az *Erysiphe cichoracearum*-ot, fonálférgek közül pedig *Meloidogyne* fajokat.

2.4. Az allelopátia

A növények közötti versengés számos eszköze közül egyik legkevésbé kézzel fogható az allelopátia. A fogalmat Molisch használta először a növények összes típusa (beleértve a mikroorganizmusokat is) közötti biokémiai interakcióra, amely jelenthet gátlást vagy serkentést egyaránt (Rice, 1984; Chon et al., 2003). A kifejezés a görög „allelon” és „pathos” szavakból ered, melyek összetétele egymásra gyakorolt negatív hatást jelent (Mandava, 1985).

A jelenséget már Molisch előtt is sokan megfigyelték, és különféle okokkal magyarázták. Theophrastos (kb. i.e. 300) megfigyelte, hogy a csicseriborsó más

pillangósokkal ellentétben nem ad „új erőt” a talajnak, hanem kimeríti azt. Észrevette azt is, hogy elpusztítja, tönkreteszi a gyomokat (Rice, 1984). Plinius Secundus (1. század) több növényről megállapította, hogy felélik a termőföldet, a dió szelleme ártalmas a környező növényekre, a fenyő szelleme pedig kiírtja a füveket (Rice, 1984). A későbbi korokban bizonyos növények összeférhetetlenségét még számos okkal magyarázták, majd DeCandolle 1832-ben arra a következtetésre jutott, hogy a talajuntság esetleg köszönhető a növények által kibocsátott anyagoknak. Ezen a problémán szerinte a növények rotációjával lehet segíteni (Rice, 1984).

Miután Molisch bevezette az allelopátia fogalmát, annak jelentését többen kiegészítették, módosították. Brückner és mtsai (2001) értelmezésében növény-talaj-növény, növény-mikroorganizmus-növény kölcsönhatás, Inderjit és Foy (2001) talaj közvetítette interferenciaként értelmezi. A kisebb nagyobb meghatározásbeli változások ellenére azonban általánosan elfogadott, hogy magasabb rendű növények egymás közötti és mikroorganizmusokkal való kölcsönhatásait jelenti, legyen az negatív vagy pozitív irányú.

2.4.1. Az allelopátiát okozó vegyületek

Számos vegyület lehet allelokemikália, melyeket Rice (1984) a következő csoportokba osztotta:

- 1, egyszerű vízzoldható szerves savak, hosszú szénláncú alkoholok, alifás aldehidek és ketonok,
- 2, Egyszerű telítetlen laktonok,
- 3, Hosszú szénláncú zsírsavak és poliacetilének,
- 4, Naftokinonok antrakinonok és összetett kinonok,
- 5, Egyszerű fenolok, benzoésav és származékai,
- 6, Fahéjsav és származékai,
- 7, Kumarinok,
- 8, Flavonoidok
- 9, Tanninok,
- 10, Terpenoidok és szteroidok,
- 11, Aminosavak és polipeptidek,
- 12, Alkaloidok és cianohidrinek,

- 13, Szulfidok és mustárolaj glükozidok,
- 14, Purinok és nukleozidok,
- 15, Az előbbi csoportokkal rokon, de egyértelműen nem besorolható vegyületek.
- 16, Nem meghatározott gátló anyagok.

Az ismert allelopátiás vegyületek zöme az ecetsavból származtatható illetve a sikiminsav úton keletkezik (Rice, 1984; Mandava, 1985). A legtöbb gátló vegyület Fraenkel (1959) illetve Whittaker és Feeny (1971) szerint másodlagos anyagcseretermék, és mivel a jelenlétük változékony, így valószínűleg nem játszanak meghatározó szerepet az anyagcsere alapvető folyamataiban. Egyre inkább beigazolódik azonban, hogy ezeknek a vegyületeknek fontos szerepe van a növény életében, pl. a különféle stressz helyzetekben, betegségek elleni védekezésben (Zeevaart, 1980; Cornish és Zeevaart, 1985; Szabó, 1994; Amakura et al., 2000; Awad et al. 2001).

Fahéjsav és származékai

E kémiai csoport tagjai a növényvilágban széles körben elterjedtek, és a sikiminsav útján keletkező fenilalaninból vagy tirozinból származtathatók. Számos növényből kinyert vegyület ebből a csoportból allelopátiás hatást mutatott. A fahéjsav, o-kumarinsav gátolja fiatal növények növekedését. A klorogénsav és a kávéssav fungisztatikus hatású. Más vizsgálatokban a fahéjsav származékai, beleértve a klorogénsavat is, csírázás- és növekedés gátló hatást is mutattak. Napraforgóból, *Ambrosia psilostachya* és *A. artemisiifolia* fajokból kinyert klorogénsav, izoklorogénsav, kávéssav glükóz észtere szintén toxikusnak bizonyultak.

A ferulasavat és p-kumarinsavat más inhibítorokkal együtt kimutatták kukorica, búza, cirok, zab maradványaiból, talajból. Ugyanezen vegyületek allelopatiáját tapasztalták cukorrépa virágzatából kinyerve.

Digitaria sanguinalis faj allelokemikáliái között megtalálták a klorogénsavat, izoklorogénsavat.

Megállapították, hogy a ferulasav és a p-kumarinsav képes csökkenteni a szója és a cirok vízpotenciálját.

Számos szerző számol be különféle fahéjsav származék allelopatiájáról, de általában csak a p-kumarinsav, a ferulasav és a kávéssav mutatható ki számottevő mennyiségben különféle növények talajából. Valószínűleg ebből a csoportból ezek a legstabilabb

vegyületek a talaj biztosította környezetben, így a többi fahéjsav származék valószínűleg csak ideiglenesen hatékony. (Rice, 1984; Mandava, 1985; Chon et al., 2003)

Kumarinok

A kumarinok az o-hidroxi-fahéjsav laktonjai, melyek glikozidok formájában fordulnak elő a növényekben, és általában jellemző rájuk, hogy könnyen kimosódnak a környezetbe. A növényvilágban széles körben elterjedtek, és bármely növényi részben előfordulhatnak.

A kumarin és az eszkuletin egy glikozidja erősen gátolja a búza növekedését, más vizsgálatokban a kumarin erős csírázás gátló hatását is kimutatták. Kumarint termel, pl. a *Melilotus alba*, eszkuletin glikozidokat a *Phleum pratense*, szkolopetint, annak glikozidjait a zab. *Galium mollugo*, *Platanus occidentalis*, stb. növényekből kinyert kumarin származékok csírázás gátló hatását mutatták ki számos növényfajon.

Grümmer (1955) szerint a kumarinok csírázásgátló hatása a proteolitikus enzimekre és más hidrolázokra gyakorolt hatásukból ered. Megállapítja azt is, hogy talajban a vegyületek ilyen irányú hatása csak kis mértékben érvényesül a kolloidokhoz való erős kötődés és a mikrobiális lebontás miatt.

Scopoletin csökkentette a dohány, napraforgó, szőrös disznóparéj tömegét, levélfelületét és fotoszintézisét.

A scopolin erősen gátolt nitrifikáló baktériumokat. (Rice, 1984; Mandava, 1985; Chon et al., 2003)

2.4.2. Az allelokemikáliák kibocsátása, felvétele

1, Párologtatás útján: gáz halmazállapotú vegyületek, illékony terpének, terpenoidok, pl. *Salvia*, *Artemisia*, *Eucalyptus* fajokból (Rice, 1984; Mandava, 1985). A növényekből távozó illékony anyagok sokféleségére jellemző, hogy Grümmer (1955) harmincnál több vegyületet és azok származékait sorolja fel, melyek almából ilyen módon távozhatnak.

2, Kiválasztása gyökerekből: sokféle allelokemikália távozhat a gyökéren keresztül a növényből, többek között olyan inhibítorok, mint az allicin, klorogénsav, o-kumarinsav, juglone, p-hidroxi-benzaldehid, fahéjsav.

3, Csapadék általi kimosás: vagy aktív vegyületeket mos ki a csapadék a hajtásokból, esetleg a gyökerekből, vagy a kimosást követően a talajban alakulnak aktív vegyületté. Pl. kumarin, kávéssav, klorogénsav, p-kumarinsav, ferulasav, florizin.

4, Növényi maradványok bomlása útján szabadulnak ki, illetve keletkeznek, mikroorganizmusok tevékenysége során. Pl. a vízben rosszul oldódó flavonoidok, amigdalín bomlástermékei, fenolsav származékok (Rice, 1984; Mandava, 1985; Blum, 1998).

Több külsőleg adagolt fenoloid és alkaloid akceptor növény általi felvételét és szállítását tanulmányozták Botz és munkatársai (2001). Egyrészt a gyökér felvételt gátló szerepét, illetve hiányában az allelokemikáliák könnyebb bejutását tapasztalták pl. juglon, katechin esetében. Másrészt jelentős különbségeket találtak a különféle vegyületek mozgási képességében, a felhalmozódás helyében, mértékében. Több esetben a faelemek menti parenchima szövetekben halmozódtak fel a vegyületek (juglon, tannin, katechin, atropin, káffein), vagy a kambium mentén (katechin). Bizonyos vegyületek csak kis mennyiségben, vagy nyomokban voltak detektálhatók a levélben (atropin, skopolamin, belladonin, stb.), mások, pl. a káffein nagyobb mértékben.

2.4.3. Az allelokemikáliák hatásmódja

Számos változást tapasztaltak allelopátiának kitett növényekben, melyeket különféle vegyületeknek tulajdonítottak, illetve egy-egy vegyület hatására több életfolyamat módosulását is megfigyelték. Az allelokemikáliák hatását a következő életfolyamatokon figyelték meg (Colton és Einhellig, 1980; Cutler és Cole, 1983; Rice, 1984; Mandava, 1985; Balke, 1985; Einhellig et al., 1985; Béres, 2000; Szabó, 2000; Botz et al., 2001; Czarnota et al., 2001; Kazinczi et al. 2001):

1, Sejtosztódás, megnyúlás. Pl. kumarin, fahéjsav, szkopoletin.

2, Hormonháztartás. Pl. szkopoletin, p-kumarinsav, ferulasav.

3, Membrán permeabilitás. Pl. karboxiatraktilozid, fahéjsav, különféle terpének.

- 4, Ásványi anyag felvétel. Pl. klorogénsav, fenolsavak, ferulasav, hidrokinon.
- 5, Sztóma működés. Pl. szkopoletin.
- 6, Vízháztartás. Pl. ferulasav, p-kumarinsav.
- 7, Fotoszintézis. Pl: sorgoleon, kávéssav, transz-fahéjsav, p-kumarinsav.
- 8, Légzés. Pl. alkaloidok, terpenoidok.
- 9, Fehérjészintézis, lipid és szerves sav metabolizmus. Pl. ferulasav, kumarin.
- 10, Porfirin szintézis Pl. *Rhizobium* fajok által termelt gátló anyagok.
- 11, Különböző enzimek működése. Pl. klorogénsav, flavonoidok, tannin.
- 12, Fa elemek működése, vízháztartás. Pl. vízzoldható glikopeptidek.

A fent felsorolt közvetlen hatásokon kívül figyelembe kell venni, hogy közvetett módon, a környezetük megváltoztatásával is hatnak a növények egymásra. Képesek megváltoztatni a talaj felvehető tápanyagkészletét, a növényekkel együtt élő mikroorganizmusok faji összetételét, stb. (Béres, 2000). Inderjit és Foy (2001) megfigyelte, hogy *Artemisia vulgaris* kivonatának vagy talajba kevert maradványainak hatására nőtt a talaj fenol szintje, ezzel együtt csökkent a felvehető nitrogén mennyisége, aminek következtében a teszt növények növekedése visszafogottá vált. Nitrogén utánpótlással nem tudták csökkenteni a nitrogénhiányt, de aktív szénnel igen, ami valószínűleg megkötötte a fenolokat, de affinitása nagyon alacsony a szervesen oldható szénre. Rice (1964) számos növényfaj (pl: *Xanthium strumarium*, *Ambrosia elatior*, *Digitalis sanguinalis*) kivonata esetében tapasztalta, hogy azok eltérő mértékben gátolják *Azotobacter*, *Rhizobium*, *Nitrobacter*, *Nitrosomonas* törzsek fejlődését. Brückner és mtsai (2001) tapasztalatai szerint parlagfűből nyert kivonatok nagymértékben gátoltak talajlakó algákat (*Chlorella vulgaris*, *Chlamidomonas* sp.), melyek befolyásolják más növények életműködéseit.

2.4.4. Az allelopátia változása

Számos szerző megfigyelte, hogy két faj közötti allelopátia különböző helyzetekben eltérő intenzitású, esetleg eltérő irányú lehet, illetve sok esetben fordul elő, hogy egy faj allelopátiájának tanulmányozása során különböző vizsgálatokban egymást nem megerősítő, esetleg ellentétes eredmények születnek. Szabó (2000) szerint ennek oka, hogy ritkán fordul elő egyetlen molekulatípus hatása, és legtöbb esetben biotikus és

abiotikus ökológiai tényezők módosíthatják a sokféle vegyület és azok származékainak hatását. Inderjit és Foy (2001) az allelopátia kifejeződését befolyásoló tényezők között említi a talaj fizikai (textura, nedvesség), kémiai (szervetlen ionok, szerves anyagok), biológiai (mikroorganizmusok) állapotát, továbbá klimatikus tényezőket, egyéb növények jelenlétét.

Béres 1983-ban megállapította, hogy „a parlagfű az általunk vizsgált körülmények között allelopátiás hatással nem rendelkezett”. Egy későbbi vizsgálatban Béres és munkatársai (2001) parlagfű hajtáskivonatok gátló hatását tapasztalták kukorica, napraforgó, szója, borsó teszt növényeken.

Ugyanazon növény allelopátiáját azonos fajú teszt növényeket használva különböző szerzők különböző mértékűnek találták: Béres és munkatársai (2001) szerint a mezei aszat híg (4g/100 ml) vizes, és alkoholos kivonata is gátolta búza, kukorica és napraforgó csírázását, ugyanakkor Torma és Bereczkiné (2004) vizsgálataiban csak a legtöményebb (50%-os) kivonatok voltak hatékonyak.

Gressel és Holm (1964) szerint sterilizált és nem sterilizált talajon is hatékony volt a selyemmályva kivonata, Sterling és Putnam (1987) vizsgálatai viszont azt mutatták, hogy nem sterilizált talajon (a legmagasabb dózist kivéve) nem érvényesült a gátló hatás. Ez utóbbi szerzőpáros eltérést talált továbbá a leveleken található mirigyszőrök exudátum termelésében – melyek gátló hatását korábbi kutatásaik igazolták – üvegházban és szabadföldön, illetve attól függően is, hogy mely populációból származtak a kísérletbe bevont egyedek.

Az allelopátia vizsgálata során meghatározhatja a kapott eredményeket a felhasznált növényi rész (levél, szár, gyökér), annak fejlettségi állapota, a vizsgált életfolyamat, a teszt növény faja, esetleg fajtája, a kivonás módja (Kazinczi et al., 1991; Béres et al., 2001).

Rice (1964) növényi kivonatok mikroorganizmusokra gyakorolt hatása közben figyelt fel arra, hogy ugyanazon faj azonos populációjából különböző időpontban gyűjtött minták kivonatai eltérő hatásúak. Legtöbb esetben júniusról júliusra csökkent a gátló hatás, más esetekben fokozódott. A *Bromus japonicus* beért júliusra, és erősebben gátolt *Azotobacter* törzseket, mint korábban. Szerbtövis esetében nem tapasztalt szemmel látható különbséget az érettségben, ilyen esetben inkább a környezeti tényezők hatásának tulajdonította az allelopátia változását. Általában azt tapasztalta, hogy a fiatal levelek hatása erőteljesebb, de pl. *Xanthium pensylvanicum* esetében éppen az idősebbek voltak aktívabbak.

Egy növényen belül a különböző növényi részek allelopátiája eltér, gyakran ellentétes. Rice (1964) vizsgálatai szerint *Ambrosia elatior*, *Erigeron stritogus*, *Lactuca scariola* esetében a virágzat, *Amaranthus retroflexus*, *Helianthus annuus* esetében a levelek, *Plantago purshii* estében a gyökerek voltak a leginkább gátló hatásúak a vizsgált nitrogénkötő baktériumokra. Brückner (1998) a parlagfű allelopátiáját vizsgálva amaránt, fehérmustár, vörös here teszt növényen a levél kivonatait találta legerősebbnek. Elmore (1980) selyemmályva magok és csíranövények kivonatainak vizsgálata során az előbbi gátló hatását lényegesen erősebbnek találta. Kazinczi és munkatársai (1991) szintén a selyemmályva vizsgálata során tapasztalták a levél- és gyökérkivonatok eltérő hatását a teszt növények csírázására, ellentétes hatását a növekedésükre. Több gyomfaj vizsgálata során (Kazinczi és mtsai., 1997) cukorrépa teszt növényen pipacs esetében a levél és gyökér, búzavirág, ebszékfű esetében a gyökér maradványai bizonyultak gátló hatásúnak.

Jelentős különbség lehet az élő és az elhalt növényi részek allelopátiája között is. Mikulás (1976) fenyércirokkal fertőzött területen tapasztalta, hogy ez a gyomfaj megakadályozza más fajok kelését, de amennyiben szeptemberben glifozáttal előlte a rizómáról kelő növényeket, azok bomló maradványai a következő év tavaszán már nem tudták meggátolni a szőrös disznóparéj tömeges kelését.

A felhasznált teszt növények, és azok különböző részei eltérően reagálhatnak a különféle kezelésekre, illetve más eredményt kaphatunk, ha pl. a csírázásra vagy a növekedésre gyakorolt hatást figyeljük: Kazinczi és mtsai (1991) megfigyelései szerint a selyemmályva vizes levélkivonata csökkentette a kukorica, napraforgó, serkentette a szója, szőrös disznóparéj csírázását, a növekedést viszont minden teszt növény esetében gátolta. A talajba kevert maradványok hatása szintén változott a teszt növény fajtától függően. A fenyércirok rizómájának kivonata erősebben gátolta a kukorica hajtásnövekedését, mint a gyökérnövekedést (Mikulás 1984). Casini (2004) kukorica hibridek között is jelentős különbségeket talált az érzékenységben.

A fent említetteken túl még számos külső tényező – amely képes megváltoztatni a ható vegyületek mennyiségét, összetételét – befolyásolhatja az allelopátiát. Az allelopátiás anyagok mennyiségét módosító külső tényezőket Rice (1984) a következők szerint csoportosította: ionizáló sugárzás, UV sugárzás, vörös fény, látható fény, megvilágítás hossza, tápanyaghiány, vízhiány, hőmérsékleti változások, allelopátiás ágensek, betegségek, kártevők.

Ionizáló sugárzás hatására megfigyelték, pl. fenolok, szkopolin mennyiségének növekedését dohányban, napraforgóban, kávésav, quercetin felhalmozódását napraforgóban, a klorogénsav szintjének csökkenését dohányban (Rice 1984).

Megfigyelések szerint üvegházban termesztett dohányban nem termelődik rutin, és a klorogénsav mennyisége is 1/7-e a szabadföldi dohányénak, de UV fénnel kiegészítve az üvegházi megvilágítást, a szabadföldihez hasonló szintre nőtt a klorogénsav mennyisége. Az UV fény növelte a fenilalanin-ammónia-liáz aktivitását borsóban, aminek köszönhetően fokozódott a fenilalaninból fahéjsav, majd kumarinok szintézise (Rice 1984). Sterling és Putnam (1987) a selyemmályva mirigyszőreiből kinyerhető exudátumot vizsgálva tapasztalta, hogy üvegházban és szabadföldi körülmények között azok mennyisége eltérő, és a növények korával nem azonos módon változik. Az üvegházi egyedekből kinyerhető több exudátumot azzal magyarázták, hogy szabadföldön az UV sugárzás, a csapadék általi kimosódás és egyéb tényezők csökkentik azok mennyiségét.

A vörös fény növelte burgonyában a fenolok mennyiségét. Más megfigyelések szerint a vörös az alkaloidok, hosszú hullámú vörös fény a fenolok mennyiségét növeli dohányban nagyobb mértékben (Rice 1984).

A látható fény fokozta a klorogénsav szintézisét burgonya gumójában (Rice 1984).

A megvilágítás hossza is hatással lehet az allelokemikáliák termelésére. Hosszúnappalos megvilágítás mellett nőtt a klorogénsav, izoklorogénsav, flavonoidok mennyisége *Xanthium pensylvanicum* növényekben (Taylor, 1965). Más megfigyelések szerint ugyanebben a fajban a nappalhosszúsággal nőtt a fenilalanin-ammónia-liáz mennyisége (Rice 1984).

Több tápelem hatását is megfigyelték különféle allelopátiás vegyületek felhalmozódására. Bórhíányban klorogénsav, kávésav a napraforgóban, szkopolin mennyisége a dohányban nőtt. Kalcium vagy magnézium hiányában a szkopolin szintje nőtt, a klorogénsavé csökkent dohányban. Más megfigyelések szerint a szkopolin szintje egyes szervekben nő, másokban nem változik magnézium hiányában. Foszfát hiányban nevelt napraforgóból több fenolos vegyületet lehetett kinyerni, mint a megfelelő ellátás mellett. Dohány esetében pedig a foszfát hiánya mellett nőtt a szkopolin mennyisége, egyes vizsgálatok szerint nőtt, mások szerint csökkent a klorogénsav szintje. A kálium hiánya több szerző szerint csökkentette a klorogénsav, növelte a szkopolin mennyiségét dohányban. Kén hiányában nőtt a klorogénsav (és kisebb mértékben a szkopolin) mennyisége napraforgóban. Az adagolt nitrogén

mennyiségével egyenes arányban nőtt a klorogénsav és szkopolin mennyisége 3 dohányfajban, de ellentétesen változott a negyedikben. Mások szerint nitrogén hiányában nő a dohány klorogénsav és szkopolin szintje (Rice 1984). Sene és munkatársai (2001) vizsgálata során a nitrogénellátás javulásával nőtt a cirok fenol szintje. Arra a megállapításra jutottak, hogy ami fokozza a növekedést, termést, az fokozza a fenolos vegyületek mennyiségét is.

NaCl-dal előidézett vízhiány növelte napraforgóban a klorogénsav, izoklorogénsav szintjét. A vízhiány és az UV fény okozta együttes stressz nagyobb mértékben növelte a klorogénsav, izoklorogénsav szintjét, mint külön-külön. Ennél is erősebb volt a hatása az adott vegyületek termelésére az együttes víz- és nitrogénhiánynak (Rice 1984). Dias és Dias (2000) szántóföldi vízkapacitás mellett és vízhiányban nevelt csattanó maszlag kivonataival kezelt uborka tesztnövényeket. A gyökérkivonatok hatása különvált a csírázás és a gyökérnövekedés tekintetében is, attól függően, hogy azt vízhiányos vagy normál ellátottságú egyedekből készítették-e. A szerző a hiosciamin szintjének változásával magyarázza az eltérést.

Zab esetében az optimálisnál magasabb és alacsonyabb hőmérséklet is növelte a gyökerek által kiválasztott szkopoletin mennyiségét. Dohány esetében a hideghatás következtében tapasztalták klorogénsav, szkopoletin szintjének emelkedését (Rice 1984).

Külsőleg adagolt allelopatikus ágensek. Etilén kezelés hatására jelentős mértékben nőtt a fenolos vegyületek szintje sárgarépában. Napraforgó és dohány gyökerét szkopoletin oldatba mártva nőtt a szkopolin és szkopoletin tartalom az egész növényben. Pszoralen és UV fény együttes hatására 12-szeresére nőtt a fenilalanin-ammonia-liáz aktivitása, ami UV fény egyedüli alkalmazásával nem volt elérhető (Rice 1984).

Számos esetben megállapították, hogy betegségek, kártevők hatására nő a növényekben a fenolos vegyületek mennyisége. Ezt tapasztalták, pl. cirok fajok *Sclerospora sorghi*, *Puccinia purpurea* fertőzése során (Rice 1984). Számos allelokemikáliaként is szolgáló vegyület szerepét igazolta a kártevők, kórokozók elleni védekezésben, illetve kimutatta mennyiségi változásukat több szerző (Kawazu et al., 1979; Amakura et al. 2000; Awad et al., 2001; Klement, 2004)

A mikroorganizmusok hatása az egyes vizsgálatokban eltérő mértékben jelentkezett. Gressel és Holm (1964) sterilizált és nem sterilizált talajban is hatékonynak találta a selyemmályva kivonatát. Sterling és Putnam (1987) viszont azt tapasztalta, hogy nem autoklávozott talajon csak a legmagasabb dózis volt hatással a kerti zsázsa

gyökérnövekedésére. Béres és munkatársai (2001, 2003) szintén jelentős szerepet tulajdonítottak mikrobiológiai degradációnak abban, hogy az allelopátiával rendelkező növények hatása megváltozik illetve gyakran ellentétes friss növények felhasználása és növényi maradványok vizsgálata során. Rice (1964) nyolc vizsgált növényfaj kivonata közül négyenél sterilizált és nem sterilizált körülmények között is csak jelentéktelen, három fajnál kismértékű hatáscsökkenést tapasztalt. Szabó és munkatársai (2000) szaprofita gombák (*Aspergillus niger*, *Penicillium expansum*) hatását tanulmányozták különféle allelokemikáliákra (alliin, atropin, transz-fahéjsav, timol). A vizsgált vegyületek eltérő mértékben hatottak a gombákra, a gombafajok érzékenysége között is voltak különbségek. A kemikáliák lebomlásának gyorsasága pedig függött a vegyülettől, az alkalmazott dózistól, a gomba fajától egyaránt.

Amennyiben az allelopátia megjelenését talajon vizsgálták, rendszeresen homokos közegben, illetve a kis szervesanyag tartalmú talajokon jelentkezett a legerőteljesebben, minden bizonnyal annak köszönhetően, hogy a magasabb szerves anyag tartalmú talajok nagyobb mértékben inaktiválják az allelokemikáliákat (Bhowmik és Doll, 1982; Kazinczi et al., 1991; Béres et al., 2001; Casini, 2004). Rice (1964) tapasztalata szerint az általa vizsgált növények termelte inhibítorok kevésbé kötődtek kaolinhoz, aktív szénhez. Inderjit és Foy (2001) viszont éppen aktív szénnel tudta csökkenteni a fekete üröm okozta gátló hatást *Trifolium pratense* teszt növényen.

Az egy-egy allelopátiás fajról kapott eltérő információk csak akkor vezethetnek előre, ha a különbségek okai ismertek, illetve akkor válnak ténylegesen összehasonlíthatóvá az eredmények, ha a lehető legtöbb körülményben megegyeznek a kísérletek. Ennek érdekében Szabó (2000) javasolta a juglon-index alkalmazását, mely alkalmas lehet kivonatok, különféle allelopatikus vegyületek hatásának mennyiségi meghatározására a juglonhoz viszonyítva. A méréshez a vizsgálandó 1mM vegyület, vagy 1 illetve 5% töménységű desztillált vizes kivonat *Sinapis alba* teszt növény csírázására, gyökér- és hajtásnövekedésére gyakorolt hatását hasonlítja 1 mM juglone hatásához.

Az index számításának képlete:

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

ahol H_j = hajtás hosszúság 1 mM juglon hatására (mm), R_j = gyökér hosszúság 1 mM juglon hatására (mm), G_j = csírázási képesség 1 mM juglon hatására (%), H_x = hajtás hosszúság 1mM vizsgálandó vegyület, vagy 1 illetve 5% töménységű desztillált vizes kivonat hatására (mm), R_x = gyökér hosszúság 1mM vizsgálandó vegyület, vagy 1 illetve 5% töménységű desztillált vizes kivonat hatására (mm), G_x = csírázási képesség

1mM vizsgálandó vegyület, vagy 1 illetve 5% töménységű desztillált vizes kivonat hatására (%).

A jobb összehasonlíthatóság érdekében javasolja a kísérlet beállítása során minél több tényező összehangolását. Ezek a következők: azonos fajtájú tesztnövény használata, 3x100 tesztnövény eredményeinek átlagolása, azonos hőmérséklet (lehetőleg 20 °C) alkalmazása, azonos időpontban (a gátlás kezdetétől a 6. napon) való értékelés. A kivonat készítése növényi anyagból azonos hőmérsékleten (20 °C), azonos ideig (javaslata szerint 1 óra, rendszeres keveréssel) történő áztatással, majd a csíráztatás szűrőpapíron, Petri-csészében, sötétben történjen.

A módszer javíthatja az allelopátiás növények vagy vegyületek összehasonlíthatóságát, de csak bizonyos esetekre szűkítve. Amennyiben pl. a hatékonyság talajon való megőrzésének értékelése a cél, akkor arra is szükséges megfelelő, egységesen alkalmazható közegek meghatározása. Szintén rontja a fenti képlet felhasználhatóságát, ha a csírázásra és a növekedésre gyakorolt hatás ellentétes. A kísérletek módszereinek az allelopátiás növényre vonatkozó részeit növény faján, és a felhasznált növényi részek megnevezésén túl több szemponttal lenne tanácsos kiegészíteni az ellentmondások elkerülése érdekében. A donor növény fenológiai állapota, vízellátottsága, tápanyag ellátottsága, fényviszonyok, stb. jelentős mértékben befolyásolhatják a termelődő allelokemikáliák mennyiségét.

2.4.5. A szerbtövisek allelopátiája

Az szerbtövisek biológiájának kutatásán belül a kevésbé vizsgált területek közé tartozik az allelopátia. A kutatások fő célterületei a kompetíció vizsgálata (McWhorter és Anderson, 1976; Gossett, 1971; Barrentine, 1974; Bloomberg et al., 1982; Beckett et al., 1988; Regnier et al., 1989; Jones et al., 1997; Tranel et al., 2003; Norsworthy, 2004), ahol a fényért, vízért, tápanyagokért folytatott versenyt elemezték; a stresszélettani vizsgálatok (Taylor, 1965; Zeewaart, 1980; Cornish és Zeewaart, 1985; Ben et al., 1987; Kinugasa et al., 2003); és a szerbtövisek kémiai, különös tekintettel a gyógyászati lehetőségekre, illetve mikroszervezetekre és állatokra gyakorolt hatásra (Gupta és Gupta, 1975; Bisht és Singh, 1979; Kawazu et al., 1979; Cole et al., 1980; Omar et al., 1984; Malik et al., 1987; Tsankova et al., 1994; Talakal et al., 1995; Piacente et al., 1996; Joshi et al., 1997; Ma et al., 1998; Obatomi és Bach, 1998; Nariman et al., 2004).

A szerbtövisek allelopátiájával foglalkozó első írások egyike Rice (1964) nevéhez fűződik. A szerző 16 növényfaj, köztük a *Xanthium italicum-pensylvanicum* komplex, gátló hatását vizsgálta nitrogénkötő- és nitrifikáló baktériumokra: *Azotobacter*, *Rhizobium*, *Nitrobacter*, *Nitrosomonas* törzsekre.

A friss növények kivonatai közül a szerbtövisé egy-egy *Azotobacter*, *Rhizobium*, *Nitrobacter* törzset erősen, egy másik *Rhizobium* törzset pedig kis mértékben gátolt. Rice megfigyelte továbbá a *Xanthium* allelopátiájával kapcsolatban, hogy különböző időpontban gyűjtött minták eltérő hatásúak, holott fejlettségbeli különbség nem látszott a növények között. Ilyen esetben a környezeti tényezők hatását feltételezte a különbségek hátterében.

A gátló hatást nem csak növényi kivonatok esetében, hanem több homokon nevelt növény talajából kimosott szűrletnél is talált. A *Xanthium italicum-pensylvanicum* komplex estében egy *Nitrobacter* és két *Nitrosomonas* törzsnél erőteljes, egy *Azotobacter* és egy *Rhizobium* törzsnél enyhe volt a hatás.

Rice ugyanebben a cikkében beszámol több növény esetében a gátló hatás változásáról, a kivonat készítésre használt szervek korától függően. Szerbtövisenél az idősebb levelek erőteljesebb gátló hatását tapasztalta.

Több későbbi munka a szerbtövisek és más növények közötti allelopátiával, illetve a ható vegyületekkel foglalkozik. Bushra és munkatársai (1987) levelek, szárak, gyökerek, virágok, termések hatását is vizsgálták, melyek növekedés gátló hatásúak voltak saláta, réparepce (*Brassica campestris*), kukorica és *Pennisetum americanum* csírázására, gyökérnövekedésére. Vizsgálatukban a szerbtövis maradványai a réparepce csírázását, és valamennyi tesztnövény (saláta, réparepce, kukorica, *Pennisetum americanum*) gyökérnövekedését gátolták, mint ahogy gátló hatásúak voltak a csapadék által kimosott, majd betöményített oldatok is. A szerzők kávéssavat, p-hidroxibenzoessavat, p-kumarinsavat, klorogénsavat, ellagénsavat határoztak meg az inhibítorok között.

Einhellig és munkatársai (1985) az allelokemikálák vízháztartásra gyakorolt hatásának vizsgálatához használták fel a szerbtövist, mint allelopátiás fajt. Cirok (*Sorghum bicolor*) tesztnövény vízpotenciáljának, ozmotikus potenciáljának, turgorának, vízvezető képességének és szárazanyag termelésének befolyásolására többek között szerbtövis vizes kivonatát, talajba kevert maradványait, illetve szerbtövisekben is megtalálható allelokemikáliákat (pl. p-kumarinsav) használtak többféle töménységben. Mind a vizsgált fahéjsav származékokról, mind a szerbtövisek kivonataról

beigazolódott, hogy jelentős mértékben növelték a levél ellenállását a vízmozgással szemben, csökkentették a vízpotenciált, ozmotikus potenciált, turgor nyomást, illetve a szárazanyag tömeget a tesztnövényben. A növényi maradványoknál azonban a vizsgált tényezők közül csak a száraztömegben találtak szignifikáns különbséget a kontrollhoz viszonyítva.

Chon és munkatársai (2003) vizsgálatában 16 fészkes virágzatú növény vizes levélkivonata közül gátló hatásában kiemelkedett három, melyek egyike a *Xanthium occidentale* volt. A szerbtövis kivonata már 30g száraz tömeg / liter koncentrációban is teljesen gátolta a lucerna gyökér- és hajtásnövekedését. A metanolos kivonatok közül a *Xanthium* fajt csökkentette legjobban a lucerna és a kakaslábű gyökérnövekedését.

A szerzők több allelokemikália mennyiségi meghatározását végezték el a szerbtövisben. A vizsgált fahéjsavszármazékok közül a kumarint, transz-fahéjsavat, klorogénsavat hexános, etil-acetátos, butil-alkoholos és a vizes frakcióban is kimutatták, az o-kumarinsavat csak az etil-acetátosban.

Casini (2004) kukorica tesztnövényeken vizsgálta olasz szerbtövis gyökérkivonatainak és maradványainak hatását. A növényi maradványokat virágzás végén álló növényekből állította elő darabolással, szárítással, végül darálással, majd felhasználás előtt 30 napig 5°C-on tárolta. A kivonatokat (1-4% töménységben) desztillált vízzel készítette. Már 2%-os töménységnél 17%-os, 4%-os töménységnél pedig 95%-os csírázásgátlást tapasztalt. Ez a megfigyelése ellentmond más szerzők (Bushra et al., 1987) korábbi eredményeinek, ahol a kukorica csírázásának gátlását nem tapasztalták. Magyarázat lehet erre, hogy Casini a szárított maradványok alacsony hőmérsékleten, rövid ideig való tárolásával (ami a természetben valószínűleg nem fordul elő) gyakorlatilag minimálisra csökkentette az allelokemikáliák degradációját.

A növényi maradványok kivonatai a növekedést is gátolták. A gyökérszámot minden koncentrációban, a gyökérhosszúságot pedig 2%-os töménységtől csökkentették. A legerősebb gátlás 50% száraztömeg csökkenést okozott. Figyelemre méltó, hogy a szerző különbséget talált a kukorica hibridek érzékenységében. Pl. a Giorgio hibrid már 1% töménységnél jelentős csírázás és növekedés gátlást szenvedett, míg a Febot 1%-os kivonat még serkentette, és csak 3%-tól volt szignifikáns a csökkenés.

A homokba kevert növényi maradványok (1-4% tömegarányban) hatását két hibriden (Giorgio, Manfred) vizsgálta. Szignifikáns eltérések a kontrolltól az egy növényre vetített levélfelületben már a 12. napon, magasságban a 27. napon jelentkeztek. Mindkét esetben a Manfred volt érzékenyebb.

Ugyancsak különbséget talált a szerző a hibridek érzékenységében gyökérkivonatok alkalmazása esetén is.

Casini a fenti szerzőkhöz hasonlóan fahéjsav és benzoesav származékokat említ a szerbtövisek allelokémikáliái között.

Cutler és Cole (1983) a növényvilágban kevésbé elterjedt, de a szerbtövisekben megtalálható vegyületek, az atraktilozid és a karboxi-atraktilozid allelopátiás hatását vizsgálta tenyészedényes kísérletekben. A két vegyület közül a karboxi-atraktilozid bizonyult hatékonyabbnak vizsgálataikban. A búza növekedését 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} M koncentrációban 100, 91 és 48%-ban gátolta. Kukoricán a töménységtől függően klorózist, nektrózist, 25-50%-os növekedés gátlást tapasztaltak, dohányon hideghatáshoz hasonló tüneteket, kanalasodást okozott.

A diterpén glikozidok közé tartozó atraktilozid származékok azonban nem mint allelopátiás ágensek, hanem mint állati és emberi mérgezéseket okozó anyagok kerültek a figyelem középpontjába. Ezeket a vegyületeket Piacente et al. (1996) illetve Obatomi és Bach (1998) szerint eddig mindössze 10 fajban mutatták ki, melyek között szerepel a *Xanthium strumarium* és a *X. spinosum*.

A vegyületcsoport szerbtövisekben való felfedezésének érdekessége, hogy a gyom által előidézett mérgezések okozójaként korábban a hidrokinont jelölték meg. Craig és munkatársai (1976), majd Cole és munkatársai (1980) azonban megállapították, hogy a valódi ok a karboxi-atraktilozid, illetve hidrokinont nem is sikerült detektálniuk szerbtövisben. Ez a vegyület szerbtövisekben csak termésben és fiatal növényekben van jelen. A termésben 0,457%, 2 leveles növényekben 0,12% koncentrációban, 4 leveles növényből pedig már nem lehetett kimutatni, ennek megfelelően mérgezést is csak fiatal növények okozhatnak.

A vegyület akadályozza az adenin nukleozidok szállítását a mitokondriumban, csökkenti a membránpotenciált, felborítja a szénhidrát anyagcserét, hipoglikémiát okoz, májon és vesén elhalásokat idéz elő. Az adott vegyületeket tartalmazó növények fogyasztása halálhoz vezető mérgezést is okozhat. Szerbtövisek esetében állati mérgezéseket jegyeztek fel, elsősorban legelőterületeken, szarvasmarhákon, juhokon, sertéseken. (Cole et al., 1980, Obatomi és Bach, 1998)

A szerbtövisek allelopátiája kapcsán mindenképpen említést érdemelnek a xantanolidok, melyek hatását más növényekre ugyan nem vizsgálták, mikroszervezetekre és állatokra gyakorolt hatását azonban igen. Ezek a vizsgálatok

többségében gyógyászati célú felhasználásukat célozzák, és a szerbtövisek szántóföldi károsítása mellett lehetséges jövőbeli hasznosításukat is előrevetítheti.

Gupta és Gupta 1975-ben egy antibakteriális vegyület, a xantumin izolálásáról számolt be indiai *Xanthium strumarium* fajból. Ugyancsak a xantumin, és mellette a 8-epi-xantatin vizsgálatával foglalkoztak Kawazu és munkatársai (1979), de mint rovar növekedést gátló vegyületekkel. A szerzők több száz növény kivonatát tesztelték *Drosophila melanogaster* fajon, melyek közül a *X. canadense* metanolos levélkivonata volt a legerősebb hatású. A kivonatból az említett két vegyületet azonosították gátló anyagként, melyek hatását már 1,3 mg /2g médium töménységben tapasztalták, 5 mg pedig már teljes pusztulást okozott lárvakorban.

Tsankova és munkatársai (1994) *X. italicum* fajból izoláltak több xantanolidot: xantinint, xantatint, xantinosint, izoxantanolt, xantanolt, 2-hidroxixantinozint. A vegyületek közül a két fő összetevő, a xantinin és a xantatin, illetve levélkivonat antibakteriális és antivirális hatását vizsgálták. Mindhárom esetben jelentős aktivitást tapasztaltak gram-pozitív baktériumok ellen, antivirális hatást viszont csak a levélkivonat alkalmazása esetén.

A szerzők említése szerint a szerbtövisek kémiája eléggé egységes, minden esetben található xantanolidok. McMillan (1975) azonban rávilágított arra, hogy az egyes vegyületek a csoporton belül eltérő összetételben és mennyiségben lehetnek a különböző populációkban. Ausztráliai *Xanthium californicum*, *X. chinense*, *X. canillessii* fajokban a fő összetevő xantumin volt, *X. italicum*-ban viszont xantinin és a hozzá nagyon hasonló xantatin. *X. chinense*, *X. canillessii* keresztezve *X. italicum*-mal az F1 nemzedékben a xantumin és a xantinin is megtalálható volt, de kisebb mennyiségben, mint a szülőkből, ezen túl olyan xantanolidokat is találtak, melyek a szülőkből nem voltak kimutathatók. Az ausztráliai populációkat indiai és hong-kongi szerbtövisekkel összehasonlítva szintén különbségeket találtak a xantanolidok összetételében.

Joshi és munkatársai (1997) négy, szerbtövishől izolált xantanolid (tometosin, 8-epoxi-xantatin-1béta,5béta-epoxid, xantumin és 8-epoxi-xantatin) antimaláriás hatását tapasztalták: aktívnak bizonyultak chloroquin rezisztens *Plasmodium falciparum* törzsek ellen.

Nariman és munkatársai (2004) növényi kivonatok hatását vizsgálták *Helicobacter pylori* klinikai izolátumai ellen, melyek közül a *X. brasiliense* fajtáé volt az egyik leghatásosabb. A szerbtövis kivonatából egy flavonoid és egy xantanolid jelenlétét igazolták.

Talakal és munkatársai (1995) *Trypanosoma evansi* ellen találták hatékonynak a szerbtövis etanolos kivonatát *in vitro* és *in vivo* egerekben, igaz, hogy a legmagasabb dózis már egerekre is mérgező volt.

Jawald és munkatársai (1988) *Proteus vulgaris*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Candida albicans* és *C. pseudotropicalis* ellen találták hatásosnak *X. strumarium* kivonatait, az aktivitás szerintük a xantanolnak köszönhető.

Malik és munkatársai (1987) nematocid aktivitást tapasztaltak szerbtövis kivonatok esetében *Heterodera cajani*, *Meloidogyne javanica*, *Anguina tritici* fajok ellen. A gyökér kivonata 1:5 hígításban ugyanolyan hatású volt, mint az aldikarb inszekticid hatóanyag

2.5. A szerbtövisek elleni védekezés lehetőségei

Abból adódóan, hogy a szerbtövisek a világ számos táján súlyos gyomproblémákat okoznak, számtalan vizsgálat folyt és folyik a szabályozásukra. Ezek a kutatások a biológiai, agrotechnikai és kémiai védekezés terén folynak.

2.5.1. A biológiai védekezés lehetőségei

A szerbtövis egyike az első gyomfajoknak, melyet élő szervezetek felhasználásával igyekeztek visszaszorítani: Ausztráliában már 1929-től indultak próbálkozások különféle rovarfajokkal (Van Klinken és Julien, 2003).

Weaver és Lechovicz (1983) a szerbtövisekkel foglalkozó írásában a következő szervezeteket nevezte meg természetes ellenségeként:

A *Phaneta imbridana* Fernald (*Lepidoptera*, *Tortricidae*), *Euaresta aequalis* Loew (*Diptera*, *Tephritidae*) magkártevők. Az előbbi a termés felszínére petézik, majd a lárva befúrja magát a magokhoz, és azokat fogyasztja, az utóbbi a termés falán keresztül a magokra petézik. Mindkét fajra igaz, hogy a károsítás azokban a szerbtövis populációkban jellemzőbb, ahol a termés kisebb, fala vékonyabb, tüskéje rövidebb. Mindkét faj Észak-Amerikában honos.

Az Észak-amerikai eredetű *Mecas saturnina* Le Conte és az indiai eredetű *Nupserha vexator* Pasc. (*Coleoptera*, *Cerambycidae*) fajok a szárat károsítják. Mindkét faj nőtényei a hajtáscsúcsra petéznek, és a lárvák a bélben rágnak utat maguknak a

gyökérig. Mindkét fajról megállapították, hogy alig csökkentik a magprodukción, csak fiatal, kisméretű növényekre vannak igazán hatással.

A szerzők több gombafajt is felsorolnak szerbtövisek: *Puccinia xanthii* Schw., *Septoria xanthii* Desm., *Albugo tragopogonis* Pers., *Botrytis cinerea* Pers. ex S.F. Gray., *Cercospora xanthicola* Heald és Wolf, *Colletotrichum xanthii* Halst., *Diaporthe arctii* (Lasch) Nits., *Erysiphe cichoracearum* DC, *Mycosphaerella xanthicola* (Cke. és Harkn.) Lindau, *Phymatotrichum omnivorum* (Shear) Dug., *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. és Det., *Puccinia canaliculata* (Schw.) Lagh., *Rhabdospora xanthii* Pk.

Fonálférgek közül *Aphelenchoides ritzema-bosi* (Schmidt) Steiner et Buhrer és *Meloidogyne* fajokat találtak szerbtöviseken, parazita növények közül pedig *Cuscuta* fajokat.

Abbas és Egley (1996), Abbas és munkatársai (2004) *Alternaria helianthi* fajjal, mint mikroherbiciddel folytattak vizsgálatokat. A kijuttatott konídiumok csírázókéességét kukoricaolaj emulzióban sikerült meghosszabbítaniuk a vizes kijuttatáshoz képest, amivel elérték, hogy azonnali csapadék nélkül is létrejött a fertőzés, és jelentős szerbtövis pusztulást eredményezett.

Auld (1993) *Colletotrichum orbiculare* tartalmú mikroherbicid jobb hatását tapasztalta kanola, földimogyoró, szója, kukorica és napraforgó olajok és emulgeáló szer alkalmazásakor.

Nehl és Brown (2000) ausztráliai *Xanthium occidentale* és *X. italicum* populációk szabályozásával kapcsolatban vizsgálta az *Alternaria zinniae* fajt. Vizsgálataikban a betegség súlyossága erősen függött a környezeti tényezőktől.

Palmer és Goeden (1991) ausztráliai szerbtövis és parlagfű szabályozásában perspektívikusnak találta az *Opharella communis* LeSage (*Coleoptera*, *Chrysomelidae*) fajt. Bár szabadföldön még nem tapasztalták, hogy előfordulna napraforgón, többválasztásos vizsgálatban fogyasztotta azt.

Logarzo és munkatársai (2002) Argentínában *Apagomerella versicolor* Boheman (*Coleoptera*, *Cerambycidae*) fajt tanulmányozták, mint szerbtövisek potenciális szabályozóját. A faj egy nemzedékes, az imágók kora tavasszal jelennek meg, petéiket a szárba helyezik, majd a lárvák a gyökér felé rágnak utat, és ott bábozódnak, telelnek. A fiatal növényeket elpusztította, későbbi károsításnál 66% terméseszkökenést okozott. A lárvák túléltek -8°C-t és vízbe mártva 20 napot.

A fent felsorolt szervezetek közül a szerbtövisek elleni védekezéssel kapcsolatban legnagyobb irodalma a szerbtövis rozsdának (*Puccinia xanthii* Schw.) van, mely (az

Antarktis kivételével) valamennyi kontinensen megtalálható, és így a világ számos pontján folytak és folynak vele vizsgálatok a szerbtövis szabályozásával kapcsolatban. A fajjal kapcsolatos eredmények sokszor kecsegtetőek, más esetekben kevésbé: Van Klinken és Julien (2003) pl. arról számolt be, hogy mikor 1975-ben ausztrál kutatók látószögébe került, Kelet-Ausztráliában teljesen visszaszorította a *Xanthium occidentale*-t, Nyugaton viszont nem volt érezhető hatása.

A szerbtövis rozsda

A szerbtövisrozsdá elterjedése, gazdaköre, jelentősége

A szerbtövis fajok biológiai szabályozásának számos kutató által vizsgált lehetősége a szerbtövis rozsda (*Puccinia xanthii* Schw.). A faj autoecikus, hiányos fejlődésmenetű gomba, mely csak teleutotelep formájában létezik. Észak-Amerikából származik, de követte a szerbtövis terjedését a Föld valamennyi, a gyom számára megfelelő területére. Széles körben elterjedt őshazáján kívül Közép-Amerikában, Európa déli részén (Spanyolország, Franciaország Olaszország, Szerbia-Montenegró, Bulgária, Románia), Ausztráliában, Afrika és Ázsia bizonyos országaiban (Dél-Afrikai Köztársaság, India, Japán) (Parmelee, 1977; Morin et al., 1992a; Mirkova et al., 2000; Pretorius et al., 2000,).

A szerbtövis rozsda gazdaköre néhány fészkes virágzatú (*Compositae*) növényre korlátozódik.

Fogékonyság szempontjából legjelentősebbek a szerbtövis fajok, közülük is a *Xanthium strumarium* komplex fajai: a *X. strumarium* L., *X. italicum* Mor., *X. occidentale* Bertol., *X. cavanillesii* Schouw., *X. orientale* L., *X. chasei* Fern., *X. chinense* Mill., *X. oviforme* Wallr., *X. pennsylvanicum* Wallr. Az előzőekhez képest lassúbb és enyhébb a betegség lefolyása *X. spinosum* fajon (Parmelee, 1969; Morin et al., 1993).

Megfigyelték a rozsdagomba tüneteit körömvirágon (*Calendula officinalis* L.), néhány bogáncs fajon (*Carduus* spp.), articsókán (*Cyanara scolimus* L.). Ausztráliában, Dél-Afrikában, Észak-Amerikában a *Puccinia xanthii* megfertőzött több napraforgó (*Helianthus annuus* L.) hibridet, néhány esetben jelentős tüneteket előidézve, pl. Austed Advance, Hysun 35, Hysun 44, Pioneer F65, Suncross 40R, Dekalb 3790 hibrideken

(Alcorn, 1976; Alcorn és Kochman, 1976; Morin et al., 1993; Pretorius et al., 2000; Gulya és Charlet, 2002).

Parmelee (1969) több *Ambrosia* fajt (*A. artemisiifolia* L., *A. psilostachya* DC., *A. trifida* L.) felsorol, melyek a szerbtövis rozsdá gazdái, ugyanakkor Morin és munkatársai (1993) vizsgálatai nem támasztották alá, hogy képes megfertőzni *A. artemisiifolia* egyedeket. *Ambrosia trifida* fajon pedig egy specializálódott formát (*Puccinia xanthii forma species ambrosia-trifidae*) azonosítottak Észak-Amerikában, mely képtelen volt fertőzni *A. artemisiifolia*, *X. strumarium*, *Helianthus annuus* és egyéb, szerbtövis rozsdára egyébként fogékony fajokat (Batra, 1981).

A szerbtövis rozsdá teleutotelepei a gazdanövény valamennyi föld feletti részén kialakulhatnak, kivéve a virágokat. A száron és levélnyélén kidudorodó, felhasadó foltokat (teleuto-sorus) idéz elő, a leveleken elliptikus foltokat, melyek a levél fonáka felé kidudorodnak. A telepek mérete a leveleken 2-10 mm között változik, színük sötét barna, klorotikus szöveggel körülvéve (Pamelee, 1969; Julien et al., 1979). A teleutospórák alakja az ellipszoidtól a tojás alakig változik, csúcsa tompa, alapja elvékonyodó, a szeptumnál általában összehúzott. Méretük 32-72 x 13-24 µm, faluk sárgásbarna, sima, oldalt 0,8-1,0(-1,6) µm, a csúcsnál 3,2-11,8 µm vastag. Nyele sárgásbarna, perzisztens, 15-50 µm hosszú (Savulescu, 1953; Parmelee, 1969).

A *Puccinia xanthii* elsősorban korai, erős fertőzés esetén képes jelentősen befolyásolni a szerbtövis fejlődését. Amennyiben a fertőzés 4 leveles korban bekövetkezik, 45%-kal képes csökkenteni a száraz tömeget az egészséges növényekhez viszonyítva, 50 %-kal a termést, illetve a további 10 %-kal a kialakult termések csírázó képességét (Julien et al., 1979).

A fertőzés környezeti feltételei és lefolyása

A *Puccinia xanthii* teleutospóráinak nincs nyugalmi időszaka, megfelelő körülmények között csírázásnak indulnak. 4 és 40 °C között képesek csírázni, de a csírázás lassú 10 °C alatt és 38 °C felett. Optimális hőmérsékleten (20-30 °C) 100 %-hoz közeli páratartalom mellett a csírázás 30 perc elteltével megkezdődik és 3 óra alatt lezajlik. A teleutospórák jól csíráztak a telepen, viszont vízben és agaron alig, ezentúl vízben a csírázás abnormális: szokatlanul hosszú a csíratömlő, metabazídiumot nem képez. A folyamatos sötétség vagy az inkubáció elején alkalmazott 12 óra sötét periódus serkenti

a csírázást. Négysejtes metabazídiumot képez, melyek optimális körülmények között, a csírázás kezdetétől számított 3.-4. órától, bazídiospórákat termelnek. A bazídiospóra képzés optimális hőmérséklete 20 °C, 4 °C-on és 32 °C felett már nem keletkeznek. A bazídiospórák a 3.-6. órában csíráznak optimális hőmérsékleten (16-28 °C) csíratömlő képzésével. A csíratömlő hossza szintén függ a hőmérséklettől: leghosszabb 20-25 °C-on. A teleutotelep felszínén csírázva gyakran képeznek másodlagos bazídiospórákat. A bazídiospórák az esetek 25%-ban képeznek apresszóriumot a gazdanövény levelének felszínén. Ahol az apresszórium vagy a csíratömlő a levélhez ér, nyálkát választ ki. A penetráció az inkubáció utáni 5-6. órától kezdődik intraepidermális vezikulum képzésével egybekötve. A bejutás többnyire az epidermiszen át, a sejtfal középlemeze mentén történik. Elsődleges hifa képződik, melyet 15 órával az inokuláció után szeptum választ el a vezikulumtól. Az elsődleges hifa a parenchima sejtek közötti járatokba hatol, ott elágazik, illetve bejuthat szomszédos epidermisz sejtekbe. Az első terminális intracelluláris hifák a 24. órától jelennek meg, melyek soha nem nőnek ki a mezofillum sejtéből. Az első látható tünetek (1 mm-es klorotikus foltok) 96 óra múlva, az első teleutotelepek 8 nap múlva jelennek meg. A fertőzés optimális hőmérséklete 20-25 °C, ugyanakkor nincs fertőzés, vagy nagyon elhúzódik az infekciós periódus, amennyiben a hőmérséklet 10 °C alá vagy 30 °C fölé emelkedik (Morin et al., 1992a, 1992b).

2.5.2. Az agrotechnikai védekezés lehetőségei

A szerbtövis elleni agrotechnikai védekezési lehetőségek leginkább kutatott területei a talajművelési rendszerek hatása, takarónövények alkalmazása, a kultúrnövény kompetíciós képességének kihasználása.

Mohammad (1998) különféle talajművelési rendszerek hatását tanulmányozta gyomfajok populációira, a talaj magkészletére. Talajművelés nélküli területen az első évben alacsonyabb százalékban kelt a szerbtövis (mindössze 0,7%-ban), mint talajmozgatás mellett. A második évben már csak 0,25% volt a kelés, és megfigyeléseik szerint nem művelt területen három év alatt csíráképtelenné váltak a szerbtövis magjai. A nagy magvú gyomfajok gyengébb kelését és rosszabb túlélési esélyeit tapasztalta talajművelés nélküli rendszerekben Bene és Radócz (2003) is.

Rozs mulcs gyomszabályozó hatását vizsgálták Nagabhushana és munkatársai (2001) kukorica, cirok, napraforgó és dohány kultúrákban. Több gyomnövényt együtt a

szerbtöviseket is 90% körüli hatékonysággal szorította vissza ez a módszer. A szerzők szerint a rozs a legtöbb gyomot visszatartó fedőnövény, ugyanakkor Johnson és munkatársai (1993) nem találtak különbséget szója, szösös bükköny és rozs takarónövények gyomosodást csökkentő hatásában. A kukorica növekedését viszont visszafogta a bükkönyös és rozsos takarás is.

A gyomokat sikeresen szabályozó és gazdaságos, a kultúrnövényt nem károsító takarónövények megtalálásához az adott takarónövényeknek meg kell felelni különféle szempontoknak. Mikulás és munkatársai (1992) a szőlő kapcsán több megállapítást is tettek erre vonatkozóan, melyek más kultúrákban is helytállóak:

- A szelektálatlan gyomflóra káros lehet a kultúrnövényre, mert uralkodóvá válhatnak a veszélyes fajok,
- Azok a fajok alkalmasak takarónövénynek, melyek sekélyen gyökereznek, alacsony a tápanyag- és víz-konkurenciájuk,
- Jó a magprodukciójuk,
- Kis termetűek
- A kultúrnövénynek nem okoznak növényvédelmi gondot,
- Allelopátiájuk, versenyképességük miatt a többi gyomnövényt elnyomják.

Egyetlen kapásnövény sem versenyképes a szerbtövis korai kelésű egyedeivel szemben, ezért valamilyen módon védekezni kell ellenük. A gyomirtás sikerét azonban meghatározza, hogy az elhúzódó kelés miatti népes utókelés mennyi életteret kap a kultúrnövénytől.

Megfigyelések szerint szójában a kultúrnövény után 4-6 héttel kelő szerbtövis már elenyésző termésveszteséget okoz, és nem képes a szója fölé nőni (Barrentine, 1974; Bloomberg et al., 1982). Norsworthy (2004) szintén csökkent kelést tapasztalt szója 50%-os fényfelfogása után, ugyanakkor felhívja a figyelmet arra, hogy a szerbtövisek jó árnyéktűrése miatt akkora utókelés várható, ami a talaj magkészletét biztosítja a következő évekre.

Radics és Pusztai (2000) árnyékoló hatás szempontjából kategorizálta a kultúrnövényeket. A Magyarországon jelentősebb, és szerbtövisek által veszélyeztetett kultúrák közül a cukorrépa hosszú, hatékony árnyékoló, július első dekádjától betakarításig, a napraforgó hosszú, radikális árnyékoló július 3. dekádjától szeptember

közepéig, a kukorica rövid, átlagos árnyékoló, július 2. dekádjától augusztus 3. dekádjáig.

2.5.3. A vegyszeres védekezés lehetőségei

A szerbtövis elleni kémiai védekezés egyik fő nehézsége bizonyos kultúrákban (szója, cukorrépa), hogy a felhasználható herbicid hatóanyagok nagy részére, különösen egy bizonyos fenológiai állapot elérése után, kevésbé érzékenyek. Bizonyos területeken javultak a védekezés lehetőségei a szulfonil-ureák és egyéb ALS gátlók bevezetése után. Mivel ezek között sok hatóanyag azonban nem rendelkezik megfelelő tartamhatással, az elhúzódó kelésű szerbtövis hatékony szabályozása itt ismét akadályokba ütközhet.

A szerbtövis gyomirtásának egyik alapvető gondja, hogy a nagy magvú, mélyről és dinamikusán kelő növények ellen a preemergens kezelések gyakorlatilag hatástalanok, csak a sekélyebben csírázó egyedek kelését akadályozzák (Johnson et al., 1997; Szabó, 2001).

A posztemergens kezelések hatékonysága nagymértékben függ a felhasznált hatóanyagok perzisztenciájától, illetve a kezelés ismétlésétől. Dirks és munkatársai (2000) a különböző vizsgálati években és helyszíneken 5 és 90% közötti eredményeket kaptak szulfentrazon vagy glifozát egyszeri felhasználásával glifozát rezisztens szójában. A rosszabb eredmények magyarázata a csapadékos időjárásban, és ennek következtében a többszöri kelésben keresendő, amit a tartamhatás nélküli szerekkel nem lehetett kivédeni. A szerzők a hatás javulását hosszabb tartamhatású kombinációs partnerrel, vagy többszöri kezeléssel tudták elérni. Elhúzódó kelés esetén szintén a többszöri kezelést tartja célravezetőnek Szabó (2001) cukorrépában, illetve tartamhatású kombinációs partner alkalmazását Johnson és munkatársai (1997, 2000) kukoricában.

Különösen olyan kultúrákban, ahol szegényes a szerbtövis ellen felhasználható szerek köre, javított a védekezés lehetőségein glifozáttal, glufoszinnal és ALS gátló herbicidekkel szemben rezisztens fajták bevezetése. Napraforgóban, pl. Magyarországon nem volt igazán hatékony kémiai védekezési lehetőség szerbtövis ellen szulfonil-urea és imidazolinon származék hatóanyagra ellenálló hibrid bevezetése előtt (Hódi és Torma, 2004; Tóth et al., 2004). Fontos előnye lehet, hogy rugalmasabb posztemergens védekezést tesz lehetővé ez a módszer (Johnson et al., 2000). Ezeknél a

hatóanyagoknál is figyelembe kell azonban venni, hogy tartamhatás hiányában szükséges lehet ismételni a kezelést (Dirks et al., 2000), illetve itt sem hagyható figyelmen kívül a gyomfenológia (Steckel et al., 1997).

Arra az esetre, ha nem sikerülne megakadályozni, hogy jelentős számú egyed maradjon a területen, Clay és Griffin (2000) végzett egy vizsgálatot a magprodukció csökkentésével kapcsolatban. Glifozátos kezelést végeztek szerbtövisen terméskötéskor, a telítődés félidejében és fiziológiai érettség elérésekor 0,42, 0,63 és 0,84 kg/ha dózissal. Üvegházi vizsgálatokban a dózis nem volt hatással a végeredményre. A kijuttatási idők közül a növényenkénti termésszámot és a termés tömegét csak a terméskötés idején kijuttatott herbicid csökkentette, a csírázási erélyt azonban a terméskötés és középérés idején kijuttatott is, 97 és 55%-kal. Szántóföldön a termésszám terméskötéskor és középérésben kezelve 72 és 20%-kal csökkent, a termés tömege csak a legelső időpontban kezelve változott számottevő mértékben, a csírázás pedig terméskötéskor és középérésben kezelve 82 és 17%-kal esett vissza.

A módszer olyan esetekben lehet alkalmazható, ha a kezeléseket össze lehet kötni a kultúrnövény állományszárításával.

Herbicid rezisztencia

A herbicidek felhasználásának kísérő jelensége ellenálló gyom biotípusok felszaporodása. A szerbtövisenél is megfigyelhető ez a jelenség, elsősorban ALS gátló herbicidekkel és szerves arzéntartalmú herbicidekkel szemben.

Az ALS gátló herbicidek közül számos hatóanyag megfelelő hatást biztosít szerbtövis ellen, ennek következtében felhasználásuk a gyomfaj visszaszorítására általános elterjedt megoldás egyre több kultúrában. A széleskörű használatuk egy időre vissza is vetette a szerbtövis fertőzést az Egyesült Államokban (Webster és Coble, 1997), azonban a 90-es évektől egyre nagyobb területen jelentett problémát rezisztens populációk megjelenése.

Az első ALS gátló herbicidekre rezisztens populációkat 1991-ben észlelték a Mississippi környékén szója termesztésben, rendszeres imazaquin használat mellett. Voltak olyan populációk, ahol 3 év alatt kialakult a rezisztencia. Ezek a populációk ellenállóká váltak más imidazolinon származékokkal szemben is, de egyéb ALS gátlókkal szemben nem. Más, Missouri menti populációknál azonban imidazolinonok mellett szulfonil urea ellenállóságot is megfigyeltek (Wrubel és Gressel 1994).

A rezisztencia kialakulásához egyetlen pontmutáció is elegendő az ALS-t kódoló génben. Az eddigi tapasztalatok (Guttieri et al., 1992, 1995; Bernasconi et al., 1995, 1996; Woodworth et al., 1996; Lee és Owen, 2000) szerint a következő aminosav cserék eredményezték a szerbtöviséknél rezisztenciát:

- Triptofán cseréje leucinra az 552. helyen, és alanin cseréje valinra a 183. helyen, mely keresztrezisztenciát eredményez imidazolinon származékokra, szulfonil-ureákra, triazolo-pirimidinekre és pirimidinil-oxibenzoátokra.
- Alanin cseréje treoninra a gén 100. helyén, mely csak imidazolinon típusú herbicidekkel szemben eredményez rezisztenciát.
- Prolin cseréje treoninra, argininre, leucinra vagy szerinre a 173. helyen, mely szulfonil-urea rezisztenciát eredményez, és mellette alacsony fokú keresztrezisztenciát imidazolinonokra.
- Alanin cseréje tirozinra az 57. helyen, mely imidazolinon ellenállóságot eredményez.

Az ALS gátlókkal szembeni rezisztencia öröklődése a mendeli törvényeket követi: domináns vagy szemidomináns (Ohmes és Kendig, 1999; Lee és Owen, 2000).

A kialakult ellenállóság mértéke különböző lehet a rezisztens populációkban. Az érzékeny típushoz viszonyítva több esetben hatszoros, kilencszeres dózis kellett a megfelelő hatáshoz (Lee és Owen, 2000), de Spargue és munkatársai (1997) vizsgálataiban 5 populáció 390-szer ellenállóbb volt imazetapírral szemben, mint az érzékeny egyedek. Vizsgálataikban a rezisztencia minden esetben az egész növény szintjén is jelentkezett.

Az ALS gátlókkal szembeni rezisztenciáért felelős gén a pollennel is átjuthat, így egy rezisztens populációból származó termés az alacsony fokú idegenbeporzás ellenére is a rezisztencia forrása lehet (Schmidt, 2004).

Schmidt (2004) megfigyelései szerint a rezisztens biotípusokban a fitnessz nem csökkent, ezért a rezisztens egyedek aránya a szelekciós nyomás megszűnésével sem változik.

Wrubel és Gressel (1994) illetve Peterson (1999) a rezisztens populációk kialakulásának veszélyét csökkentendő, a következő javaslatokkal élt:

Perspektívikusnak látják kombinációk alkalmazását, ahol a kombinációs partnereknek a következő szempontoknak kell megfelelni:

- Ugyanazt a gyomspektrumot irtják.

- Ugyanolyan perzisztensek.
- Más támadáspontúak.
- Degradációjuk más úton történik.
- A keresztrezisztencia kialakulását gátolják.

A fent említett szempontok alapján a szerzők szerint általában a kombinációk gyenge pontjai, hogy csak részben esik egybe a gyomspektrum, nem egyformán perzisztensek és nem fejtenek ki hatást a keresztrezisztenciára.

Különbféle kombinációk alkalmazásával több éves kísérletében Schmidt (2004) is biztató eredményeket ért el a rezisztencia visszaszorításában.

Érzékeny és rezisztens egyedeket ültetett egymás mellé, majd ezek magjait szórta a kezelendő parcellákra. Az érzékeny egyedekről szedett magvakból kelt növényeket imazaquinnel kezelve, már az első évben csökkent hatást tapasztalt, a következő évben már a rezisztens biotípus uralta a parcellákat, és keresztrezisztenciát tapasztalt klorimuronra, majd két év múlva sem imazaquinnel, sem klorimuronnal kezelve nem tapasztalt különbséget a kezeletlen kontrollhoz viszonyítva. Szerrotáció illetve kombinálás nem ALS gátlókkal lényegesen csökkentette a túlélő szerbtövis arányát.

Gyapottermő területeken szerves arzéntartalmú vegyületekkel szemben kialakult ellenállóságot tapasztaltak szerbtövisekben, első alkalommal Dél-Karolinában (Haigler et al., 1988). Pimmongkol és Camper (2003) vizsgálataiban a rezisztens szerbtövis fotoszintézise MSMA kezeléssel és kezelés nélkül is aktívabb volt, mint az érzékeny típusé, illetve gátlást a hatóanyag 1, 10, 100 mg/l dózisában sem tapasztaltak az ellenálló egyedek PS1 és PS2. rendszerében.

Haigler és munkársai (1994) összevetve a rezisztens és érzékeny biotípus magasságát, levélfelületét, száraz tömegét, növekedési ütemét, virágzási idejét, termés tömegét és számát, egyetlen paraméterben sem találtak különbséget.

Bár Magyarországon eddig nem jelezték rezisztens szerbtövis jelenlétét, az ALS gátló herbicidek széleskörű használata mellett várható ezek megjelenése, hiszen a csoporton belüli sok perszisztens hatóanyag, az egy támadáspont, a sok kultúrában való felhasználás és a rezisztencia kialakulásának egyszerűsége (pontmutáció) mind veszélyt fokozó tényezők.

3. Anyag és Módszer

3.1. Az olasz szerbtövis kompetíciós és termés-csökkentő képessége

3.1.1. Versengés a cukorrépával

A cukorrépával folytatott versengést 2002-ben és 2003-ban vizsgáltuk kisparcellás kísérletekben (parcella méret 10m^2), 4 ismételtsben, Debrecenben a DE ATC Növényvédelmi Tanszékének bemutatókertjében.

2002-ben a cukorrépát április 10-én vetettük, és az olasz szerbtövis parcellákba ültetéséig kapálással tisztán tartottuk. A szerbtövis első vetése (X1) a cukorrépa sorközökbe május 20-án történt, majd ezek a növények május 30-31. között hiánytalanul keltek, a cukorrépa 7-10 leveles állapotában. A második vetés (X2) ideje június 14, amit június 21. és 23. között hiányos kelés követett. Hiánytalan kelés esetén a szerbtövis sűrűsége $3,3\text{ db/m}^2$ volt.

Az egyes parcellákban a cukorrépa és a szerbtövis borítási értékeit július 12-én, augusztus 7-én és szeptember 6-án értékeltük, és borítási százalékban fejeztük ki, a répatest tömegének méréséhez és a digestio megállapításához október 25-én vettük a mintákat. A gyökértömeg mérését 30-30 véletlenszerűen kiválasztott növényen végeztük, digestio értékek megállapítása a Kabai Cukorgyárban történt parcellánként 5-5kg répatestből.

2003-ban a cukorrépát április 12-én vetettük, és a szerbtövis vetéséig/keléséig tisztán tartottuk. A szerbtövis első kelési hulláma (X0) (az előző évben elhullatott termésekből) április 20-24. között volt, a cukorrépa szik-2 leveles állapotában. Az első vetés (X1) május 14-én volt, majd a hiánytalan kelésük május 25-26-án, a cukorrépa 5-10 leveles fejlettségénél, a második vetés (X2) május 30-án, ezek hiányos kelése június 11-12-én, a harmadik vetés (X3) június 16-án, ezek szórványos kelése június 22-28. között. A szerbtövis sűrűsége természetes kelésnél $8-10\text{ db/m}^2$, vetett állományok hiánytalan kelésénél $3,3\text{ db/m}^2$.

Az egyes parcellákon a cukorrépa és a szerbtövis borítási értékeit június 19-én, július 11-én és szeptember 15-én felvételeztük. A gyökértömeg és digestio mérése a 2002-es évről leírtakkal azonos módon történt.

3.1.2. Versengés a kukoricával

A kukoricával folytatott versengést 2003-ban és 2004-ben vizsgáltuk kisparcellás kísérletekben (parcella méret 10m^2), 4 ismételtsben, Debrecenben a DE ATC Növényvédelmi Tanszékének bemutatókertjében.

2003-ban a kukoricát április 28-án vetettük, és a szerbtövisek vetéséig/keléséig tisztán tartottuk. A szerbtövisek első kelési hulláma (X0) (az előző évben elhullatott termésekből) április 22-30. között volt, megelőzve a kukorica kelését. Az első vetés (X1) május 14-én volt, majd a hiánytalan kelésük május 25-26-án, a kukorica 6-7 leveles fejlettségénél, a második vetés (X2) május 30-án, ezek hiányos kelése június 11-12-én, a harmadik vetés (X3) június 16-án, ezek szórványos kelése június 22-28. között. A szerbtövisek sűrűsége természetes kelésnél 10 db/m^2 , vetett állományok hiánytalan kelésénél $3,3\text{ db/m}^2$.

Az egyes parcellákban a kukorica és a szerbtövis borítási értékeit július 12-én, augusztus 7-én és szeptember 6-án értékeltük, és borítási százalékban fejeztük ki.

2004-ben a kukoricát április 16-án vetettük, és a szerbtövisek vetéséig/keléséig tisztán tartottuk. A szerbtövisek első tömeges kelése (X0) (az előző évben elhullatott termésekből) április 19-21. között volt, megelőzve a kukorica kelését. Az első vetés (X1) május 5-én volt, majd a hiánytalan kelésük május 15-16-án, a kukorica 5-7 leveles fejlettségénél, a második vetés (X2) május 24-én, ezek kelése szintén hiánytalan június 4-5-én.

A gyomnövények sűrűsége a természetes kelésű területen 60 db/m^2 (X0 SS), illetve más parcellákban ritkított állománya 30 db/m^2 (X0 S), 15 db/m^2 (X0 R) és 5 db/m^2 (X0 RR). A későbbi kelésű X1 és X2 parcellákon $15-15\text{ db/m}^2$.

Az egyes parcellákon a gyom- és kultúrnövények borítási értékeit június 15-én, július 5-én és szeptember 21-én értékeltük. A betakarítás október 8-án történt csövesen, a tárolása is ilyen formában, majd ezt követte a csótömeg és szemes tömeg mérése.

3.2. Az olasz szerbtövis allelopátiája

A gyomfaj vizsgálatához felhasznált szerbtövisek mindegyike 2001-ben, egy kisújszállási populáció néhány egyedéről gyűjtött magvakból kelt növények, illetve a későbbi években azok utódai. A növények a Magyarországon általánosan elfogadott rendszer szerint a *Xanthium italicum* Moretti fajba tartoznak.

3.2.1. Klímaszekrényben nevelt növények allelopátiája

A szerbtövis növényeket Hotpack 317332-M típusú készülékben neveltük 90 napon át 16-26 °C hőmérsékleten 60-85% relatív páratartalom mellett perliten, virágcserepekben. Rövidnappalos megvilágítás esetén 12 óra világos és 12 óra sötét periódus váltakozott. Hosszúnappalos megvilágítás esetén 15,5 óra világos és 8,5 óra sötét.

A kivonatok készítéséhez 4, 8, 16 vagy 20g friss gyökeret vagy hajtást feldaraboltunk és mintánként 100-100ml csapvízben (pH 7,1) vagy 95%-os etanolban áztattuk 24 órán át sötétben, szobahőmérsékleten. A kész kivonatokot vákuumszűrővel leszűrtük, és azonnal felhasználtuk.

A bioteszteket 11 cm átmérőjű Petri-csészében (átmérő: 11cm), szűrőpapíron végeztük, kerti zsázsa (*Lepidium sativum* L.), cukorrépa (*Beta vulgaris* L.) és tavaszi árpa (*Hordeum distichon* L.) teszt növényekkel, csészénként 5-6 ml kivonat felhasználásával. Zsázsa esetében a gyökér és hajtáshosszúságot mértük a csíráztatás 3. és 6. napján. Cukorrépa esetében a csírázást illetve a gyökér- és hajtásnövekedést a 6. és 10. napon, Tavaszi árpa esetében a gyökérzet száraz tömegét az 5. napon.

Az értékelő táblázatokban – a további vizsgálatokban is – a szignifikáns gátlást *félkövér, dőlt* számokkal jelöltem.

3.2.2. Szántóföldön nevelt növények allelopátiája

Öntözött és vízhiányban nevelt olasz szerbtövisek allelopátiája

A szerbtövis növényeket szántóföldi körülmények között neveltük, de virágcserepekben, és vízellátottságukat öntözéssel szabályoztuk. Az „öntözött”

növények számára optimális vízellátást biztosítottunk. A vízhiányban nevelt „öntözetlen” növényeket a mintavétel előtti 30 napon át ritkább, kisebb mennyiségű vízutánpótlással neveltük, így ezek a növények napközben lankadtak, fejlődésük elmaradt a vízzel jól ellátott növényektől.

Mintát a hajtásokból vettünk, külön-külön az „öntözött” és „öntözetlen” növényekből. Feldaraboltuk, és frissen 4g-ot adagoltunk 100 ml csapvízhez (pH 7,1), majd 24 órán át áztattuk sötétben, és leszűrtük. A kivonatokat azonnal felhasználtuk.

A bioteszt során cukorrépát használtunk, melyet Petri-csészében (átmérő: 11cm), szűrőpapíron csíráztattunk 4 ismétlésben. A cukorrépa csírázását a 6. és 10. napon értékeltük, növekedését a 7. napon mértük.

A csapadék, a fenológia és az állománysűrűség hatása az allelopátiára

A friss növényi részek allelopátiájának vizsgálata

A fenológia, az állománysűrűség és a csapadék hatását két évben (2003-ban és 2004-ben) vizsgáltuk. Mindkét évben természetes, áprilisi kelésű fiatal (4-6 leveles) és virágzó növényekről vettünk mintát. Fejlettebb virágzó növények esetében megkülönböztettünk ritka (2-3 db/m²) és sűrű (kb. 100 db/m²) állományokat. A mintavételt minden fejlettségi állapotban csapadék előtti és utáni időpontokra időzítettük (1., 2. ábra).

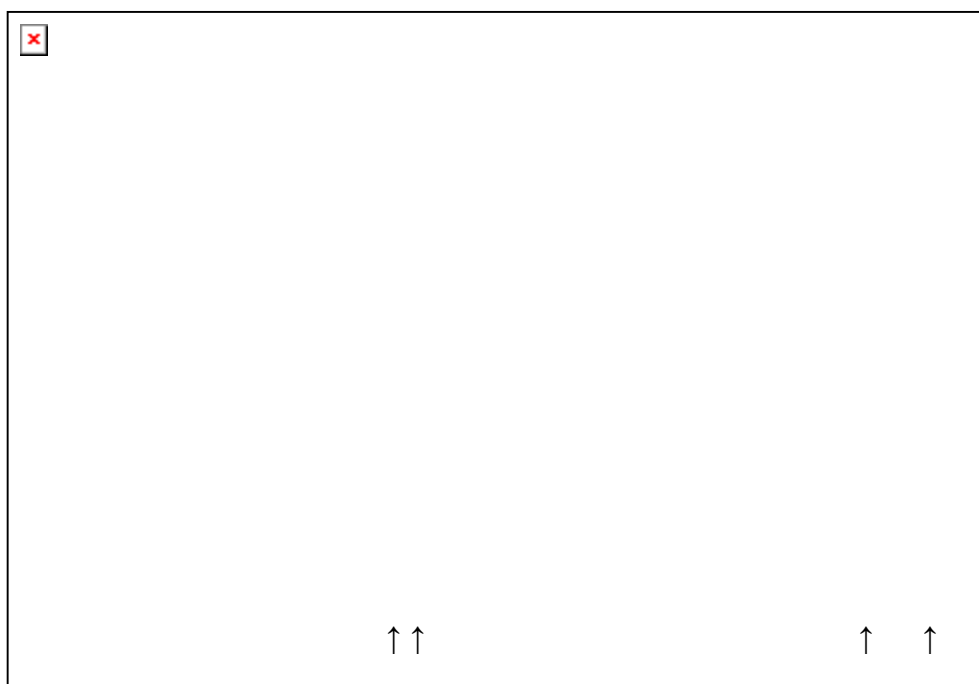
2003-ban a mintavételek időpontja fiatal növényekről (4-5 leveles) május 20. (csapadék előtt, jelentősebb csapadék utoljára április 28-án hullott) és május 21. (néhány órával 20 mm csapadék után), virágzó növényekről július 3. (csapadék előtt, jelentősebb csapadék utoljára június 9-én hullott) és július 7-én (néhány órával 15 mm csapadék után).

A gyökér és hajtásmintákat feldaraboltuk, majd 4g és 8g felhasználásával 100 ml csapvízben kivonatot készítettünk, melyet 24 órán át szobahőmérsékleten, sötétben állni hagytunk. A biotesztet kerti zsázsán és cukorrépán végeztük Petri-csészében (átmérő: 11cm), 4 ismétlésben, szűrőpapíron, csészénként 50-50 mag felhasználásával. A zsázsa gyökér- és hajtásnövekedését a 3. és 6. napon mértük, a cukorrépa csírázását és növekedését a 6. és 10. napon értékeltük.

2004-ben a mintavétel fiatal növényekről május végén (4-5 leveles) és június elején (5-6 leveles) történt. Májusban 26-án, 15 nappal 10 mm csapadék után, és 28-án, néhány

órával 15 mm esőztető öntözés után, vettünk mintát, júniusban pedig 1-én, 4 nappal az öntözés után, majd 7-én 18 órával 32 mm csapadék után. Virágzó növényekről július 6-án csapadék előtt (jelentős csapadék utoljára június 26-án) és július 10-én, 15 mm csapadék után vettünk mintát.

A kivonatkészítés (4g, 8g és 12g növényi rész felhasználásával) és az értékelés azonos módon történt, mint 2003-ban, azzal a különbséggel, hogy ebben az évben kukorica teszt növényt is alkalmaztunk, melynek gyökér- és hajtáshosszúságát az 5. napon mértük.



1. ábra. Csapadékviszonyok a mintavételek körüli időszakban, 2003-ban

↑: mintavétel



2. ábra. Csapadékviszonyok a mintavételek körüli időszakban, 2004-ben

↑: mintavétel

A szárított növényi részek allelopátiájának vizsgálata

A 2004-ben gyűjtött minták frissen fel nem használt részét $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on tároltuk, majd szárítottuk $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on, 48 órán át, és ledaráltuk. A szárított és darált mintákat hűtőszekrényben tároltuk a felhasználásig. A kivonatkészítéshez 4g száraz anyagot, illetve 12g friss tömegnek megfelelő száraz növényi részt (hajtások esetében ez 2,3g, gyökerekénél 2,9g) használtunk fel 100 ml csapvízben. A további lépésekben a friss növényi részek felhasználásánál leírtak szerint jártunk el.

3.2.3. Az allelokemikáliák mennyiségi mérése

A klorogénsav, a p-kumarinsav, a kumarin és a transz-fahéjsav mennyiségi meghatározásához az előzőekben leírt módon szárított mintákból desztillált vizes kivonatot készítettünk 4g minta és 100 cm^3 desztillált víz felhasználásával, melyet 2 órán keresztül rázattunk, majd a szűrés után Merck-Hitachi HPLC készülékkel végeztük a meghatározást. Az elválasztás körülményei:

oszlop: Lichrospher 100RP-18, 125x4mm;

eluens: víz: metanol: ecetsav 12:15:1 arányú elegye;

flow: 1ml/perc.

A detektálást L-4500 Diode Array Detector segítségével, 275 nm hullámhosszon végeztük.

A minőségi azonosításhoz klorogénsavat (SIGMA), p-kumarinsavat (SIGMA), kumarint (SIGMA), transz-fahéjsavat (ALDRICH) tartalmazó összehasonlító oldatot használtunk.

A mennyiségi meghatározásokat a DE ATC Regionális Agrárműszerközpontjában végeztük.

3.2.4. Növényi maradványok allelopátiás hatása

A termékes olasz szerbtövis növények hajtásait szeptember végén, még a tömeges lombhullás előtt összegyűjtöttük, és feldaraboltuk (1-2 cm-es darabokra), majd szabadban, talajon tároltuk a tavaszi felhasználásig. A gyökereket a talajban hagytuk, és csak a tavaszi felhasználás előtt ástuk ki.

A kivonatkészítéshez 100ml csapvízben 4 és 8g hajtást vagy gyökeret használtunk, illetve összekevertünk 2+2 és 4+4g hajtás és gyökeret. A kivonatokat 24 órán át állni hagytuk sötétben, szobahőmérsékleten. A kivonatok felhasználása és a biotesztek értékelése (zsázsa, cukorrépa és kukorica teszt növényeken) a friss növényi részek felhasználásánál leírtak szerint történt.

3.3. A szerbtövisrozsda előfordulása és a szerbtövisek fertőzöttsége Debrecen környékén

A gombafaj határozását a telepek szabad szemmel és a teleutospórák fénymikroszkóppal megfigyelt morfológiája alapján végeztük, Savulescu (1953) és Parmelee (1969) dolgozataiban leírtak felhasználásával.

A fertőzés mértékének meghatározásakor 100 véletlenszerűen kiválasztott növényt megvizsgáltunk, hogy található-e rajta legalább egy telep, majd közülük 30 növényen megállapítottuk a teleutotelepeket tartalmazó, illetve nem tartalmazó levelek mennyiségét. A telepek levelenkénti mennyiségét 200 levélen számláltuk össze, majd a levelek területét lemértük. A telepek méretének megállapításához 30 levélen minden telepet lemértünk (mm pontossággal). Ahol a telep kör vagy ehhez közeli formájú volt,

ott átmérőt mértünk, néhány esetben, mikor a telepek hosszúkásak voltak, akkor szélességet és hosszúságot.

A parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*) esetleges fertőzöttségét a szerbtövis és parlagfű vegyes állományában figyeltük. A vegyes állományban 10-15 db szerbtövis és 15-20 db parlagfű volt négyzetméterenként. Az állományt július közepétől hetente figyeltük.

A gomba napraforgón való előfordulását 15 hibriden vizsgáltuk klímaszekrényben és szabadföldön. A 15 hibrid: Zoltán, Hysun-321 PR, Alexandra PR, Rigasol PR, PR 63 A 90, NS-H-909, NS-H-930, NS-H-919, NS-H-703, NS-H-474, NS-H-901, NS-H-906, NS-H-927, NS-H-928, NS-H-923. A fertőzés kialakulását figyeltük szabadföldön és klímaszekrényben. Szabadföldön a napraforgó hibrideket kispácellákba (10 m²) vetettük a szerbtövis állománya mellé április 28-án, emellett virágcserepekbe is ugyanebben az időpontban és június 13-án, amelyeket közvetlenül a szerbtövis parcellái mellé tettünk. Július közepétől hetente figyeltük a telepek megjelenését a szerbtövisen és a napraforgón is.

Klímaszekrényben július végétől (amikor rendelkezésre álltak teleutotelepekkel rendelkező friss szerbtövis levelek) figyeltük a hibridek fogékonyságát 24 °C-on, 95-100% relatív páratartalom mellett. A 4-6 leveles napraforgó egyedek fölé 10-15 cm-rel lefelé fordított Petri-csészéket rögzítettünk, melyekben agarba ragasztottuk a telepeket tartalmazó levéldarabokat (Morin et al, 1993). Fénymikroszkóppal megfigyeltük néhány telepen a teleutospórák csírázó képességét és a bazídiospóra képzést. A levélkorongokat hetente cseréltük.

3.4. Az eredmények statisztikai értékelése

Az eredmények értékelése során az alapstatisztikákhoz, az egytényezős varianciaanalízishez, a korreláció és regresszió vizsgálatához az SPSS 9.0 programcsomagot használtuk. Az egytényezős varianciaanalízis során a minták összehasonlítása 5%-os szignifikancia szinten történt, a korrelációvizsgálat során az összefüggések megállapítása 1 és 5%-os szignifikancia szinten.

4. Eredmények

4.1. Az olasz szerbtövis kompetíciós és termés csökkentő képessége

Az első kelési szakasz és késői kelésű szerbtövisek versenyképességét cukorrépában és kukoricában vizsgáltuk kisparcellán 2002. és 2004. között.

4.1.1. Versengés a cukorrépával

Korai és késett kelésű szerbtövisek és a cukorrépa versengését, a versengés termésre gyakorolt hatását tanulmányoztuk cukorrépában 2002. és 2003. években.

2002-ben május 30-31-én (vetés: május 20.) és június 21-23-án (vetés: június 14.) kelt szerbtövisek versengtek a cukorrépával, sűrűségük $3,3 \text{ db/m}^2$ volt. Az első kelés (X1) gyakorlatilag hiánytalanul kelt, a második (X2) viszont hiányosan, és a kikelt növények jelentős része is hamar elpusztult az akkor már nagy borítású cukorrépa árnyékában, így ez már semmilyen hatással nem volt a cukorrépára, és termést sem hozott a gyomnövény (3. ábra).



3. ábra. Az olasz szerbtövis és a cukorrépa borítása a versengés következtében 2002-ben
Kontroll: gyommentes parcellák; X1: május 30-31-én kelt szerbtöviseket tartalmazó parcellák; X2: június 21-23-án kelt szerbtöviseket tartalmazó parcellák

Az X1 kelés a júniusi csapadékszegény időjárásnak megfelelően egy hónap után (július 12-re) 4% borítást ért el, szemben a cukorrépa kontrollhoz hasonló 84%-ával szemben, és magassága nem haladta meg a cukorrépaét. A csapadékosabb július következtében aztán fölé nőtt a kultúrnövénynek, és augusztus 7-én 27%-ra nőtt a borítása (2. kép). Aljnövényzeteként azonban ekkor még a cukorrépa is növelte a borítását 94%-ra, ami alig maradt el a gyommentes kontroll 98%-os értékétől (1. kép). Szeptemberre a szerbtövis már a parcellák 59%-át fedte, aminek hatására az alatta lévő cukorrépa borítása 79%-ra csökkent, ami 15%-kal volt kevesebb a gyommentes kontrollnál.

A június eleji szerbtövis kelés azon túl hogy jelentős magkészlettel gyarapította a talajt, a gyökertermést is csökkentette 29%-kal, a cukortartalmat pedig 5%-kal (30. táblázat).



1.: Gyommentes kontroll terület

2.: X1 parcella

1-2. kép. A cukorrépa és a szerbtövis fejlettsége a kontroll területen és az X1 parcellákban, 2002 augusztusában

2003-ban négy szerbtövis kelési időpont hatását vizsgáltuk a versengésre: X0 (korai kelés, április 20-24.), X1 (kelése május 25-26., cukorrépa 5-10 leveles), X2 (kelése június 11-12.), X3 (kelése június 22-28.). A szerbtövisek sűrűsége X0 állományban 8-10db/m², X1-3 állományokban 3,3 db/m² volt. A kelési időpontok közül az X2 és X3 nem tudott versenyezni a kultúrnövénnyel, az X2 július végéig volt megtalálható a területen, az X3 hiányos kelése után hamarosan maradéktalanul kipusztult, termést így a két utóbbi kelés egyedei közül egyik sem hozott.

A korai kelésű szerbtövis (X0) már június közepén 50% borítást ért el, a vele versengő cukorrépa pedig 10%-kal volt alacsonyabb, mint a kontrollban. Az X1 és X2 kelés ebben az időpontban nem befolyásolta a cukorrépa fejlődését, borításuk 8 és 2% volt. Július 11-én a kontroll területen a cukorrépa a terület 92%-át fedte. A korai kelésű szerbtövis (X0) felülnötte cukorrépát, és az előbbi borítása 65%, az utóbbié 30 volt. A

későbbi szerbtövis kelések a csapadékhiányos június következtében az előző évhez hasonlóan megtorpantak a fejlődésben, az X1 kelésnél a szerbtövis borítása 9%, a cukorrépaé 82%, X2-nél a szerbtövisé 2%, a cukorrépaé 88% volt.

Szeptember közepén a kontroll területen a cukorrépa borítási értéke nem változott az előző értékeléshez viszonyítva. A természetes szerbtövis kelést tartalmazó parcellákon a gyomnövény sűrű lombot képezve a cukorrépa felett 95% borítást ért el, a cukorrépa lombozatának növekedése viszont leállt. A május végén kelő szerbtövis (X1) szeptemberre fölé nőtt a cukorrépának, és borítása 55% volt, de kisebb hatással volt a cukorrépa lombozatának fejlődésére, mint az áprilisi kelés, így az aljnövényzeteként meglévő kultúrnövény 75%-ban fedte a talajt. A két utolsó kelés eltűnt a területről, és hatásuk sem volt érezhető a cukorrépa borításában (4. ábra).

Szignifikáns hatása csak az X0 és X1 keléseknek volt a cukorrépa gyökertermésére. A korai kelésű gyomok természetesen drasztikusan csökkentették a gyökértömeget (82%-kal), de az X1 kelés hatására is csökkent 23%-kal. A cukortartalomra is a két korábban kelő gyomállomány volt hatással, az X0 25%-kal, az X1 5%-kal csökkentette azt (1. táblázat)



4. ábra. Az olasz szerbtövis és a cukorrépa borítása a versengés következtében 2003-ban

Kontroll: gyommentes parcellák; X0: április 20-24-én kelt szerbtöviset tartalmazó parcellák; X1: május 25-26-án kelt szerbtöviset tartalmazó parcellák; X2: június 11-12-én kelt szerbtöviset tartalmazó parcellák; X3: június 22-28-án kelt szerbtöviset tartalmazó parcellák

1. táblázat. A versengés hatása a cukorrépa gyökértermésére és cukortartalmára

	Átlagos gyökértermés (kg/db)		Digestio (%)	
	2002	2003	2002	2003
Kontroll	0,82	0,71	14,06	13,92
X0	-	0,13	-	11,8
X1	0,58	0,55	13,38	13,24
X2	0,82	0,7	14,06	13,91
X3	-	0,69	-	13,92
SzD 5%	0,034	0,039	-	-

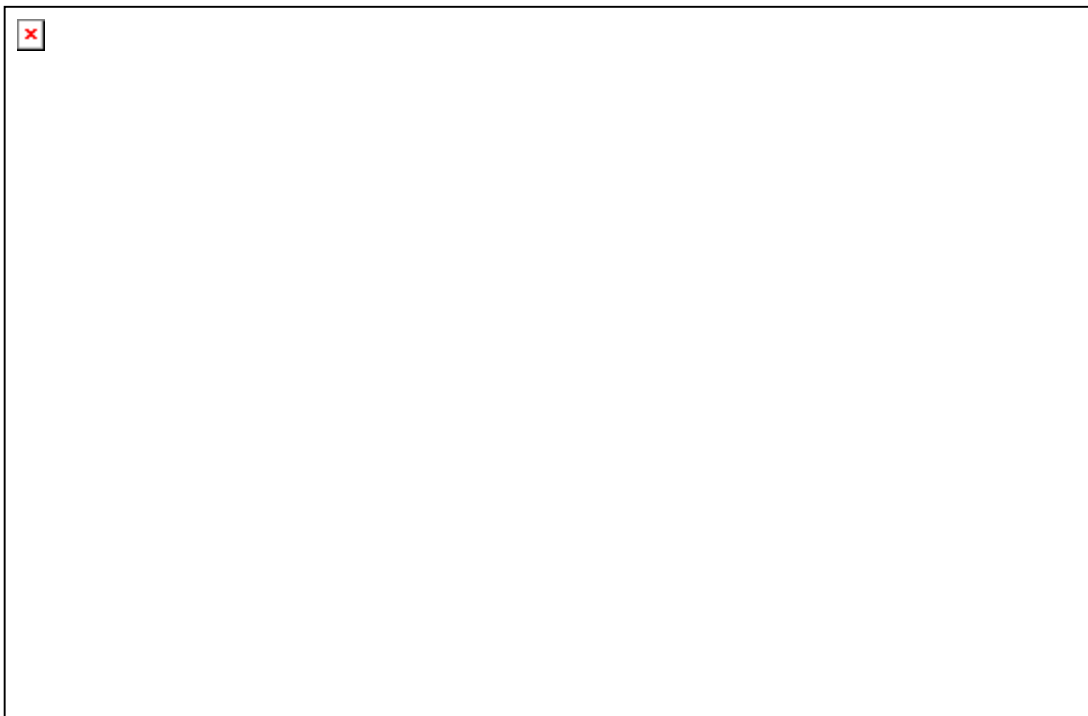
Kontroll, X0, X1, X2, X3: Lásd 31-32. ábra

4.1.2. Versengés a kukoricával

A szerbtövis és a kukorica versengését 2003. és 2004. években tanulmányoztuk, a gyomfaj több kelési idejében és sűrűségében.

2003-ban korai kelésű (X0, kelés április 20-24., sűrűség 10 db/m²), és késői kelésű (sűrűség 3,3 db/m²): X1 (május 25-26., kukorica 6-7 leveles), X2 (június 11-12.), X3 (június 22-23.) szerbtövisek versengését vizsgáltuk kukoricában (5. ábra). A kukorica borítása június 19-én az X0 parcellákat kivéve mindenhol 35% volt. A korai kelésű szerbtövis ekkor már 65% borítást ért el, a vele versengő kukorica viszont csak 15%-ot. Az X1 és X2 kelések borítása 9 és 4 % volt. Júliusban a gyommentes kukorica borítása elérte a 90%-ot, ezzel megegyeztek az X2 parcellákban tapasztalt értékek, és csak néhány százalékkal marad el borítása az X1 parcellákban. A korai kelésű szerbtövis állomány parcelláiban a gyom ekkor már 97%-os borítású volt, a kukorica pedig teljesen háttérbe szorulva 3%. A gyomnövény általi fedettség az X1 kelés esetében 16%, X2 esetében 4% volt a júliusi értékeléskor, az X3 szórványos kelés után eltűnt a területről.

Szeptember közepére a kukorica borítása visszaesett. A kontrollban, X2, X3 parcellákon 65%, az X1 parcellákon 55% volt, az X0 parcellán továbbra is alig megtalálható a szerbtövisek között. A gyomnövény a korai kelésű területen 95%-ban fedte a talajt, az X1 parcellákon 30%-ban, az X2-n 5%-ban. Az X0 területen a szerbtövis magassága hasonló volt, mint a kukoricáé, az X1 parcellákban szeptemberre sem nőtt 60-70 cm fölé, de jelentős magprodukcióval bírt, az X2 területeken pedig 20-25 cm-re nőtt a gyomnövény, egyedenként 8-12 termést hozott.



5. ábra. Az olasz szerbtövis és a kukorica borítása a versengés következtében 2003-ban

Kontroll: gyommentes parcellák; X0: április 20-24-én kelt szerbtöviseket tartalmazó parcellák; X1: május 25-26-án kelt szerbtöviseket tartalmazó parcellák; X2: június 11-12-én kelt szerbtöviseket tartalmazó parcellák; X3: június 22-28-án kelt szerbtöviseket tartalmazó parcellák

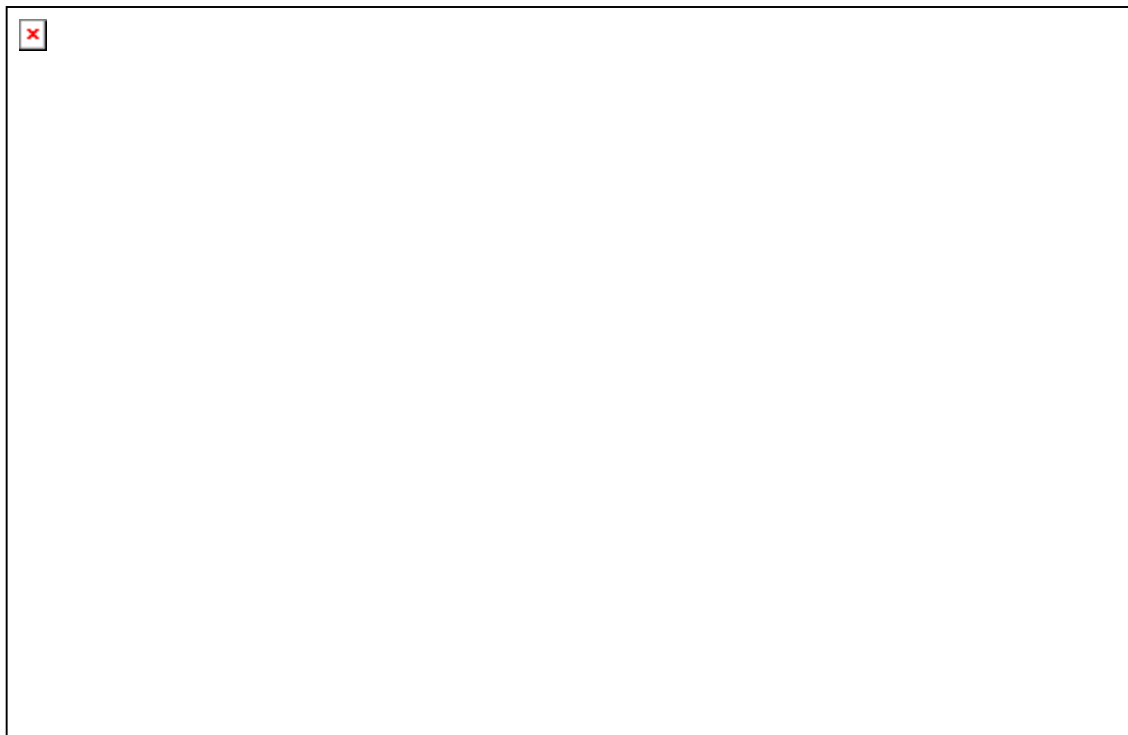
2004-ben a szerbtövis tömeges kelése (április 19-21.) néhány nappal megelőzte a kukoricáét. Ezt a kelést egyes parcellákon (X0 SS) eredeti sűrűségében meghagytuk (60 db/m²), más parcellákon ritkítottuk: X0 S (30 db/m²), X0 R (15 db/m²), X0 RR (5 db/m²). A későbbi kelések időpontjai május 15-16. (X1) és június 4-5. (X2).

Június közepén a kukorica borítása 40% volt a kontroll területen és az X2, X1 parcellákon, ehhez közeli a korai kelésű szerbtövis legritkább állományával versengő kukoricáé. A szerbtövis sűrűsödésével csökkent a kultúrnövény borítása, az X0 SS parcellában csak 15% volt. A szerbtövisé az állomány sűrűsödésével növekedett 5%-ról 80%-ra.

Júliusban a kontrollban a kukorica borítása megközelítette a 90%-ot, amihez már csak az X2 parcellákban volt hasonló. Az X1 területen 55%, a korai kelésű szerbtövis mellett pedig a gyom sűrűségétől függően 10-65%. A szerbtövis borítása a korai kelésben a sűrűség növelésével 25-től 95%-ig változott, a május végi kelésben 45%, a június eleji kelésben 15%-volt.

Szeptember végére a kultúrnövény általi fedettség minden parcellán visszaesett: a kontrollban 65%-ra, a korai kelésű szerbtövis mellett a gyom sűrűségétől függően 0,5-30%-ra, az X1 parcellákban 30%-ra, az X2 parcellákon 35%-ra. Ezzel együtt a

szerbtövis mindegyik területen uralkodóvá vált. A korai kelés három sűrűbb állományában 99,5-90% volt a borítása, a legritkább állományában 70%. Az X1 területen 70%, az X2-n 55% (6. ábra).



6. ábra. Az olasz szerbtövis és a kukorica borítása a versengés következtében 2004-ben

Kontroll: gyommentes parcellák; X0: április 19-21-én kelt szerbtöviseket tartalmazó parcellák; X1: május 15-16-án kelt szerbtöviseket tartalmazó parcellák; X2: június 4-5-én kelt szerbtöviseket tartalmazó parcellák; SS: gyomsűrűség 60 db/m²; S: gyomsűrűség: 30 db/m²; R: gyomsűrűség 15 db/m²; RR: gyomsűrűség 5db/m²

2. táblázat. A kukorica és a szerbtövis magassága a vegetáció alatt 2004-ben

	Június 15.		Július 05.		Szeptember 21.	
	Kukorica	XANIT	Kukorica	XANIT	Kukorica	XANIT
Kontroll	80	-	200	-	240	-
X0 SS	50	45	80	80	80	170
X0 S	55	40	90	90	180	210
X0 R	60	40	110	90	190	210
X0 RR	75	40	160	90	210	210
X1	75	32	150	80	210	200
X2	80	10	195	40	235	175

Kontroll, X0, X1, X2, SS, S, R, RR lásd: 38. ábra

A kukorica és a szerbtövis magasságát a 2. táblázat szemlélteti. A kukorica növekedését elsősorban a korai kelésű szerbtövisek gátolták. A szerbtövis növekedése a korábbi tapasztalatokhoz hasonlóan a nyár második felében vált rohamossá, és még a júniusban

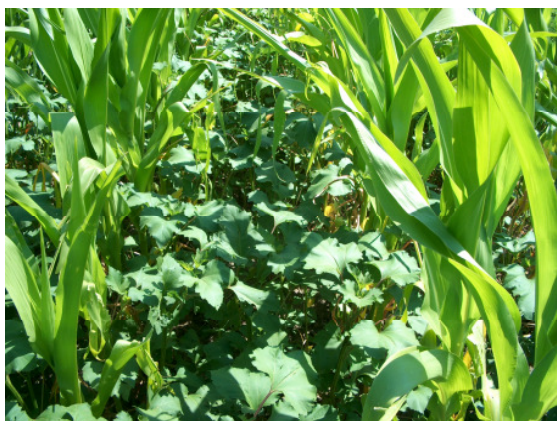
kelő gyomnövények is –feltehetően a csapadékos időjárásnak köszönhetően- jelentős borítást, magasságot és magprodukciót értek el.

A kukorica termése a korai kelésű, legsűrűbb szerbtövisek hatására megsemmisült, más területeken a gyomnövény ritkulásával, későbbi kelésével összefüggésben változott (3. táblázat). A május végén kelő szerbtövis állomány (X1), még 35%-kal csökkentette a csőtömeget és 46%-kal a szemtermést a kontrollhoz viszonyítva, június elején kelve azonban már nem volt szignifikáns hatással a termésre.

3. táblázat. A kukorica cső- és szemtömege a különféle kompetíciós helyzetekben, 2004-ben

	Átlagos csőtömeg (g/db)	Szemtermés (kg/10 m ²)
Kontroll	170,21	8,0
X0 SS	0	0
X0 S	40	0,3
X0 R	81,17	3,4
X0 RR	148,33	4,9
X1	109,67	4,3
X2	180,67	7,3
SzD 5%	11,1	0,78

Kontroll, X0, X1, X2, SS, S, R, RR lásd: 38. ábra



3.: X1 parcella, július 05.



4.: X2 parcella, július 05.



5.: X1 parcella, szeptember 21.



6.: X2 parcella, szeptember 21.

3-6. kép. A kukorica és a szerbtövis fejlettsége az X1 és X2 parcellákban 2004 júliusában és szeptemberében

4.2. Az olasz szerbtövis allelopátiája

4.2.1. Klímaszekrényben nevelt növények allelopátiája

Hosszúnappalos megvilágítási viszonyok között nevelt szerbtövis kivonatainak a hatását vizsgáltuk kerti zsázsa, cukorrépa és kukorica teszt növényeken.

Vizes- és etanolos, friss hajtás- és gyökérkivonatok zsázsa növekedésére gyakorolt hatását szemlélteti a 7. ábra a beállítást követő 6. napon. A teszt növény gyökérnövekedése különbözött a kivonatkészítésre felhasznált szervek, a kivonószer és az alkalmazott dózis függvényében is.

A vizes hajtáskivonatok mindhárom töménységben jelentős mértékben gátolták a zsázsa gyökérnövekedését: a leghígabb (4VHX) esetében 34, a legtöményebb (20VHX) esetében 79%-kal. Az etanolos hajtáskivonatok közül csak a legtöményebb (20EHX) gátolta a zsázsa növekedését, 44%-kal. A hajtások vizes kivonatai minden dózisban szignifikánsan erősebb gátló hatást gyakoroltak a zsázsa, mint az azonos töménységű etanolos kivonatok.

A gyökérkivonatok az alacsonyabb dózisokban (4VGyX, 8VGyX, 4EGyX) nem befolyásolták a zsázsa növekedését, nagyobb töménységben azonban ellentétes hatásúak voltak a víz és alkohol kivonószertől függően. A vizes gyökérkivonat legnagyobb dózist alkalmazva (20VGyX) 71%-kal növelte a gyökérhosszúság a kontrollhoz viszonyítva, etanollal készített töményebb gyökérkivonatok (8EGyX, 20 EGYX) ellenben 37 illetve 41%-kal visszavetették a növekedést.

Összevetve az azonos kivonószerekkel készített, azonos töménységű hajtás- és gyökérkivonatok, látható, hogy etanol felhasználásakor nem volt különbség a felhasznált szervtől függően, vizes kivonással viszont a hajtáskivonatok okozta gátlás mellett a gyökérkivonatok serkentő hatását tapasztalhattuk.



7. ábra. Hosszúnappalos megvilágítás mellett nevelt szerbtövis kivonatainak hatása a kerti zsásza gyökérnövekedésére a 6. napon

4, 8, 20: 4, 8, 20g friss növényi rész/100ml kivonószer; V: vizes kivonat; E: etanolos kivonat; H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat

A cukorrépa csírázását a vizes kivonatok közül a hajtásoké a 6. és 10. napon is gátolta mindhárom vizsgált dózisban (4VHX, 8VHX, 20VHX), ugyanakkor a gyökérkivonatoknak egyik esetben sem volt szignifikáns a hatása (4. táblázat).

4. Táblázat. Hosszúnappalos megvilágítás mellett nevelt szerbtövis vizes kivonatainak hatása a cukorrépa csírázása és növekedésére

Kezelések	Csírázás a kontroll százalékában		Átlagos növekedés (10. nap), mm	
	6. nap	10. nap	gyökér	hajtás
Kontroll	100	100	41,40	20,26
4VHX	26	60	37,94	15,91
8VHX	13	47	24,89	8,06
20VHX	11	33	14,86	4,31
4VGyX	89	97	36,26	15,26
8VGyX	77	85	36,77	16,60
20VGyX	62	83	37,26	16,86
SzD 5%	62	23	11,97	7,55

4, 8, 20: 4, 8, 20g friss növényi rész/100ml kivonószer; V: vizes kivonat; H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat (*Félkövér, dőlt számok: szignifikáns gátlás*)

Az első mérési időpontban a vizes hajtáskivonatok gátló hatása a dózis növelésével 74-ről 89%-ra nőtt. A második mérési időpontban minden kivonat gátló hatása enyhült az első mérés eredményeivel összehasonlítva. Ekkor a hajtáskivonatok okozta gátlás töménységtől függően 40 és 67% között változott.

A cukorrépa gyökér- és hajtásnövekedését a csírázáshoz hasonlóan csak a hajtáskivonatok gátolták. Szignifikáns hatása csak a két nagyobb dózison (8VHX, 20VHX) volt: gyökérnövekedés esetében 40 és 64%, a hajtásnövekedésre 60 és 79% volt a gátlás (4. táblázat).

A kivonatok csírázásra és a növekedésre gyakorolt azonos irányú hatása miatt az 50 magból kelt növények összesített növekedésében összeadódik a gátlás. Ennek következtében a legtöményebb hajtáskivonatoknál a gyökérhossz a kontroll 14%-a, a hajtáshossz 9,5%-a (8. ábra).



8. ábra. Hosszúnappalos megvilágítás mellett nevelt szerbtövises vizes kivonatainak hatása a cukorrépa összegzett gyökér- és hajtásnövekedésére a 10. napon

4, 8, 20: 4, 8, 20g friss növényi rész/100ml kivonószer; V: vizes kivonat; H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat

A tavaszi árpa csírázását nem befolyásolták a szerbtövises kivonatai, és a gyökérnövekedést is csak a legtöményebb, vizes hajtáskivonatok (16VHX) gátolták számottevő mértékben, 32%-kal (9. ábra).

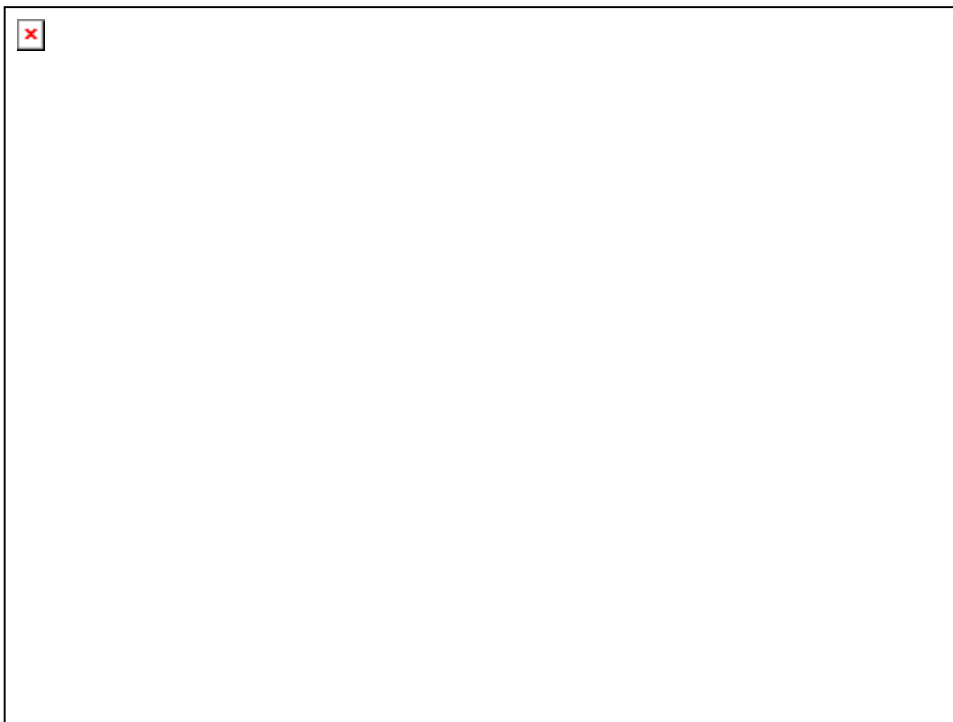


9. ábra. Hosszúnappalos megvilágítás mellett nevelt szerbtövis kivonatainak hatása 50 db tavaszi árpa gyökerének száraz tömegére az 5. napon
 4, 8, 16: 4, 8, 16g friss növényi rész/100ml kivonószert; V: vizes kivonat; H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat

A rövid- és hosszúnappalos megvilágítás mellett nevelt olasz szerbtövisek allelopátiájának összehasonlítása

Az azonos ideig, azonos körülmények között, de eltérő megvilágítási rendszer mellett nevelt szerbtövisek közül a faj tulajdonságának megfelelően a rövid nappalos körülmények között fejlődők virágzásnak indultak a kivonatok készítésének időpontjában.

A rövid nappalos szerbtövis hajtáskivonatai a két alacsonyabb dózisban (4VHX, 8VHX) nem befolyásolták jelentős mértékben a zsázsa gyökérnövekedését, a hosszú nappalosak ellenben ezekben a dózisokban is gátoltak. A legnagyobb töménységben (20VHX) viszont már mindkét esetben hasonló mértékű volt a gátlás: 71 és 79% (10. ábra). A rövid és hosszú nappalos egyedeknél is megfigyelhető a gátló hatás erősödése a dózisok növelésével.



10. ábra. Rövid és hosszúnappalos megvilágítás mellett nevelt szerbtövises vizes kivonatainak hatása a zsázsa gyökérnövekedésére a 6. napon

4, 8, 20: 4, 8, 20g friss növényi rész/100ml kivonószer; V: vizes kivonat; H: hajtáskivonat

4.2.2. Szántóföldön nevelt növények allelopátiája

Öntözött és vízhiányban nevelt olasz szerbtövis allelopátiája

Virágserepekben, öntözött és vízhiányos körülmények között nevelt szerbtövises allelopátiáját vizes kivonataikkal (4g/100ml töménységben) vizsgáltuk cukorrépa teszt növényeken (5. táblázat).

5. táblázat. Öntözött és vízhiányban nevelt szerbtövises vizes hajtáskivonatainak hatása a cukorrépa csírázására és növekedésére

Kezelések	Csírázás a kontroll százalékában		Átlagos növekedés (7. nap), mm	
	6. nap	10.nap	gyökér	hajtás
Kontroll	100	100	21,5	21,2
Öntözött	73	72	18,8	19,3
Öntözetlen	32	61	9,8	11,2
SzD 5%	41	27	4,6	7,9

Öntözött: optimális vízellátottságú szerbtövises; Öntözetlen: vízhiányban nevelt szerbtövises

A vízhiányban nevelt növények kivonatai 68%-kal gátolták a cukorrépa csírázását az első értékelési időpontban, miközben a vízzel jól ellátott növények hatása nem volt jelentős. A 10. napra azonban jelentéktelenné vált a két kezelés közötti különbség. A gyökér- és hajtásnövekedést csak a vízhiányos növények kivonatai gátolták.

A csapadék, a fenológia és az állománysűrűség hatása az allelopátiára

2003. év eredményei

Fiatal (4-6 leveles) növények friss kivonatainak hatása

A zsázsa gyökérnövekedését a hajtások csapadék előtti kivonata mindkét töménységben (4XH, 8XH) gátolta 32 és 47%-kal. Csapadék utáni mintagyűjtés és kivonatkészítés esetén azonban a hígabb kivonatnál (4XHcsu) már nem volt hatás, a töményebb (8XHcsu) viszont nem csak a kontrollhoz, hanem az azonos töménységű csapadék előtti kivonathoz viszonyítva is szignifikánsan nagyobb gátló hatással bírt: a növekedés ez esetben a kontroll 27%-a volt. Gyökérkivonatok esetében a csapadék előtti (4XGy) hatása nem volt számottevő, csapadék után (4XGycsu) azonban szignifikáns, 41%-os serkentő hatást tapasztaltunk. (6. táblázat)

A hajtásnövekedés ugyanazon kivonatokra kevésbé érzékenyen reagált. Gátló hatás egy esetben sem következett be, szignifikáns serkentés is csak két, csapadék utáni minta kivonatánál (4XHcsu, 4XGycsu) volt.

6. táblázat. Fiatal szerbtövis növények kivonatainak hatása a zsázsa növekedésére a 6. napon (2003. május)

Kezelések	Növekedés, mm	
	Gyökérnövekedés	Hajtásnövekedés
Kontroll	48,6	29,5
4XH	33,1	27,3
4XH csu	46,9	37,3
8XH	25,8	33,5
8XH csu	13,2	26,8
4XGy	55,1	31,7
4XGy csu	68,7	35
SzD 5%	9,6	4,4

4, 8: 4, 8g friss növényi rész/100ml víz; H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat; csu: csapadék utáni mintavétel

A cukorrépa csírázását az első mérési időpontban valamennyi kivonat gátolta a kontrollhoz képest, a mintavétel időpontjától függően azonban eltérő volt a hatás erőssége. Minden esetben erősebb hatás figyelhető meg a csapadék utáni mintáknál, de ebben az értékelési időpontban még csak a töményebb csapadék előtti és utáni hajtáskivonatok (8XH és 8XHcsu) közötti különbségek szignifikánsak: csapadék előtt a gátlás 47%, utána pedig 87%. (7. táblázat)

7. táblázat. Fiatal szerbtövis növények kivonatainak hatása a cukorrépa csírázására és növekedésére (2003. május)

Kezelések	Csírázás a kontroll százalékában		Átlagos növekedés, mm			
			Gyökérnövekedés		Hajtásnövekedés	
	6. nap	10. nap	6. nap	10. nap	6. nap	10. nap
Kontroll	100	100	9,4	17,5	8,4	32,8
4XH	40	64	22,6	30,4	14,1	25,8
4XH csu	21	51	21	23,1	21,7	17,6
8XH	53	62	16,2	26,9	16,4	29,5
8XH csu	13	28	27,4	25,9	30	20,9
4XGy	56	75	23,7	28,1	17,2	22
4XGy csu	21	31	19,4	35,2	11,7	28,4
SzD 5%	36	28	6,2	9,5	7,1	10,7

4, 8: 4, 8g friss növényi rész/100ml víz; H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat; csu: csapadék utáni mintavétel

A második értékelési időpontra valamennyi kivonat hatása gyengült, de a csapadék előtti gyökérkivonat (4XGy) kivételével minden esetben szignifikáns a gátlás.

A csapadék előtt és után készített hígabb hajtáskivonatok között a különbség gyakorlatilag megszűnt, a töményebb hajtáskivonatok (8XH és 8XHcsu), illetve a gyökérkivonatok (4XGy és 4XGycsu) között viszont megmaradt. Mindkét esetben a csapadék utáni kivonatok csírázás gátló hatása kétszer erősebb volt, mint csapadék előtt. Attól függően, hogy gyökérből vagy hajtásból készültek a kivonatok azonos dózisban sem csapadék előtt (4XH, 4XGy), sem csapadék után (4XHcsu, 4XGycsu) nem különbözött szignifikánsan a hatás.

A csírázással ellentétben a cukorrépa növekedésére gyakorolt hatás többségében serkentő volt (7. táblázat).

A kivonatok minden esetben serkentették a gyökérnövekedést a 6. napon. A hígabb hajtáskivonatok (4XH, 4XHcsu) hatása között nem volt különbség csapadék előtt és után. Csapadék előtt a dózis növelésével (8XH) csökkent a serkentő hatás a hígabb kivonathoz képest 140%-ról 72%-ra, csapadék után (8XHcsu) azonban nőtt, 123%-ról 191%-ra. A gyökérkivonatok hatása nem különbözött.

A hajtáskivonatok hajtásnövekedésre gyakorolt serkentő hatása mindkét dózisban erősödött csapadék hatására 68%-ról (4XH) 158%-ra (4XH csu) illetve 95%-ról (8XH) 257%-ra (8XH csu). A gyökérkivonatok közül csak a csapadék előttiak serkentő hatása volt szignifikáns.

A 10. napra a kivonatok jelentős részének csökkent vagy megszűnt a serkentő hatása.

Virágzó növények friss kivonatainak hatása

Virágzó növények vizes kivonatainak hatását vizsgáltuk kerti zsázsa és cukorrépa teszt növényeken. A kivonatok csapadék előtt gyűjtött, vagy csapadék előtt gyűjtött és folyó csapvízzel lemosott, illetve csapadék után gyűjtött mintákból készültek.

A zsázsa gyökérnövekedését csak a hajtások csapadék előtt gyűjtött kivonatai (4RH, 4RHm, 4SH, 4SHm) gátolták számottevő mértékben a 3. napon. Ezek kontrollhoz viszonyított hatása között sem a mosás, sem az állománysűrűség következtében nem volt szignifikáns különbség. Jelentősen eltért azonban a hatásuk a csapadék után készített hajtáskivonatoktól (4RHcsu, 4SHcsu). A gyökérkivonatok esetében a ritka állomány csapadék utáni kivonatai (4RGy csu) eltérő hatásúak voltak, mint csapadék előtt (4RGy). (8. táblázat)

A hajtások néhány esetben kevésbé voltak érzékenyek a kivonatokra, mint a gyökerek, az első értékelési időpontban. Enyhébb volt a ritka állomány hajtáskivonatainak hatása, de a csapadék előtti minták gátló hatása (4RH, 4RHm) így is szignifikáns volt. A sűrű állomány hajtáskivonatai mindhárom esetben (4SH, 4SHm, 4SHcsu) gátoltak. A csapadék okozta gyengülő hatás ritka és sűrű állományokban is megfigyelhető.

A gyökérkivonatok hatására a hajtásnövekedés egy esetben sem tért el a kontrolltól.

A 6. napra a gyökérnövekedést gátló hatás minden esetben csökkent, de továbbra is megmaradt az elő értékeléskor említett esetekben (8. táblázat). A csapadék előtti hajtáskivonatok a kontrollhoz és a csapadék utáni mintákhoz viszonyítva is jelentősen gátoltak. A sűrű állomány csapadék utáni kivonata (4SHcsu) ebben a mérési időpontban sem volt hatással a növekedésre, a ritka állományé (4RHcsu) azonban 56%-kal serkentette azt.

A gyökérkivonatok hatására nem változott a gyökérnövekedés a kontrollhoz képest, kivéve a sűrű állomány csapadék utáni kivonata (4SGycsu), ahol 66%-os serkentés volt tapasztalható.

A hajtásnövekedés a 6. napon már csak a sűrű állományok csapadék előtti kivonatai (4SH, 4SHm) hatására tért el a kontrolltól.

8. táblázat. Virágzó szerbtövis növények kivonatainak hatása a zsázsa növekedésére (2003. július)

Kezelések	Gyökérnövekedés, mm		Hajtásnövekedés, mm	
	3. nap	6. nap	3. nap	6. nap
Kontroll	31,9	39,9	16,5	29,4
4RH	4,1	10,7	4,8	20,6
4RHm	7,1	13,6	10,1	26,2
4RHcsu	24,1	62,1	13,2	29
4SH	1,5	6,2	1,1	11,2
4SHm	3,4	13	4,1	16,4
4SHcsu	23,5	35,5	10	26,9
4RGy	34,9	50,6	16,8	23,7
4RGycsu	21,2	35,2	13,1	29,1
4SGy	29,7	52,8	14,7	25,9
4SGycsu	40,3	66,3	16,4	23,5
SzD 5%	11,6	17,2	5,7	10,3

R: ritka állomány kivonata; S: sűrű állomány kivonata; H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat; m: folyó csapvízzel lemosott minta; csu: csapadék utáni minta

A cukorrépa csírázását a ritka állomány csapadék utáni hajtáskivonatának (4RHcsu) kivételével valamennyi kivonat visszafogta a kontrollhoz képest az első értékelési időpontban (9. táblázat). A 10. napra viszont már csak három gyökérkivonat gátló hatása volt szignifikáns.

9. táblázat. Virágzó szerbtövis növények kivonatainak hatása a cukorrépa csírázására és növekedésére (2003. július)

Kezelések	Csírázás a kontroll százalékában		Átlagos növekedés, mm			
			Gyökérnövekedés		Hajtásnövekedés	
	6. nap	10. nap	6. nap	10. nap	6. nap	10. nap
Kontroll	100	100	11,3	20,3	16,1	30,1
4RH	67	89	25,3	28,2	32,5	27,2
4RHm	51	72	14,5	25,2	20	25,8
4RHcsu	76	85	11,9	30,3	7,8	28,5
4SH	67	79	25,8	33	30,3	31,7
4SHm	39	76	21,6	24,2	26,3	20
4SHcsu	54	81	20,7	30,6	16,8	23,4
4RGy	42	47	19,8	40,8	14,2	32,7
4RGycsu	51	70	7,1	26,1	3,7	24
4SGy	41	58	31,9	41,2	25,9	29,6
4SGycsu	65	86	22,7	40	18,8	27,1
SzD 5%	32	29	8,6	10,5	10,5	11,8

R: ritka állomány kivonata; S: sűrű állomány kivonata; H: hajtáskivonat; G: gyökérkivonat; csu: csapadék utáni minta

A gyökérnövekedést a kivonatok többsége serkentette, de ennek mértékében voltak különbségek. A ritka állomány hajtásainak kivonatai közül a csapadék előtti (4RH) serkentett 124%-kal, a lemosott és a csapadék utáni mintáké (4RHm, 4RHcsu) nem befolyásolták a gyökérhosszúságot. A sűrű állományok mindhárom hajtáskivonata (4SH, 4SHm, 4SHcsu) közel azonos mértékben serkentett. A gyökérkivonatoknál ritka (4RGy, 4RGycsu) és sűrű (4SGy, 4SGycsu) állományok esetében is a serkentő hatás megszűnése illetve gyengülése volt tapasztalható csapadék után.

A hajtásnövekedésre a hajtáskivonatok közül csak a csapadék előtti (4RH, 4SH) voltak jelentős hatással (102 és 88%-os serkentés), mosás vagy csapadék következtében a kontrolltól való eltérés már nem volt szignifikáns. A gyökérkivonatok közül ritka állományé csapadék előtt (4RGy) nem befolyásolta a hajtás hosszúságot, a csapadék után (4RGycsu) azonban 77%-kal gátolta azt. A sűrű állományok kivonatainak (4SGy, 4SGycsu) egyik esetben sem volt szignifikáns hatása.

A 10. napra valamennyi kivonat hatása gyengült, és gátló hatás már egyáltalán nem jelentkezett.

Fiatal és virágzó szerbtövisek azonos töménységű kivonatainak (4 g/100 ml) zsázsára gyakorolt hatását hasonlíthatjuk össze a csapadék és az állománysűrűség függvényében a 11., 12. ábrák segítségével.

A kivonatok e tesztnövény esetében nagyobb mértékben befolyásolták a gyökérnövekedést, mint a hajtásnövekedést. A csapadék előtti hajtáskivonatok májusban 32%-kal, júliusban, virágzó növények ritka állományából készült kivonatok esetében 73%-kal, sűrű állománynál 84%-kal csökkentették a gyökérhosszúságot a kontrollhoz viszonyítva. Csapadék után mindhárom esetben megszűnt a gátlás, és a júliusi mintavételkor a ritka állománynál 56%-os serkentést is tapasztalhattunk.

A gyökérkivonatok hatása között csapadék előtt véve a mintát nem volt számottevő különbség, gátló hatása egyik kivonatnak sem volt. Csapadék után azonban eltérően befolyásolták a növekedést. Legnagyobb különbség a ritka és sűrű állományok júliusi kivonatainak hatása között volt: a ritka állomány kivonataival kezelve a gyökérhossz a kontrollhoz hasonló volt, a sűrűé viszont 66%-kal fokozta a növekedését (11. ábra).

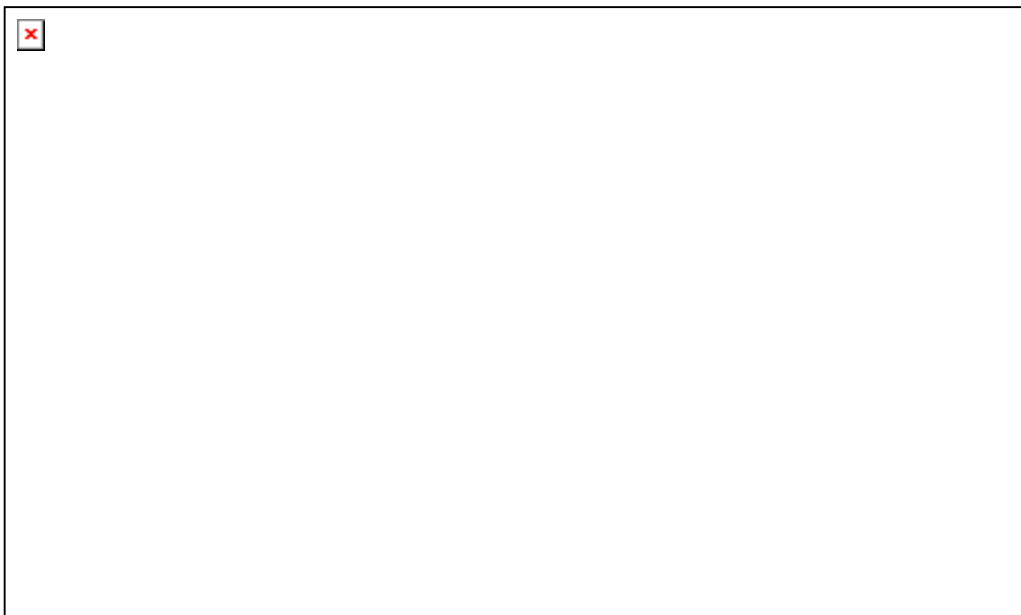


11. ábra. Különböző szerbtövis minták kivonatainak hatása a kerti zsázsa gyökérnövekedésére a 6. napon, 2003-ban

hajtás: hajtáskivonat; gyökér: gyökérkivonat; csu: csapadék utáni minta; R: ritka állományból vett minta; S: sűrű állományból vett minta

A hajtásnövekedés csak egyes csapadék előtti hajtáskivonatok hatására tért el számottevően a kontrolltól (12. ábra). A májusi mintavételkor még nem befolyásolták a kivonatok a hajtások növekedését, de júliusban a ritka állomány kivonata 30%-kal, a sűrűé 62%-kal visszafogta azt.

A 2003-as eredmények alapján látható, hogy a hajtáskivonatok erősebben gátolták a zsázsa növekedését, mint a gyökérkivonatok, és ezek közül is a júliusi minták hatása volt nagyobb. Látni kell azonban, hogy a kivonatok hatását befolyásolta a csapadék és az állománysűrűség: sűrűbb állomány kivonata jobban gátolta a növekedést, de egy nagyobb csapadék jelentősen csökkentette, megszüntette, vagy megváltoztatta a hatást minden vizsgált hajtáskivonat esetében.



12. ábra. Különböző szerbtövis minták kivonatainak hatása a kerti zsázsa hajtásnövekedésére a 6. napon, 2003-ban

hajtás: hajtáskivonat; gyökér: gyökérkivonat; csu: csapadék utáni minta; R: ritka állományból vett minta; S: sűrű állományból vett minta

Májusi és júliusi minták azonos töménységű (4 g/100 ml) kivonatai eltérő mértékben módosították a cukorrépa csírázását is. A 6. napos értékelés alapján látható, kisebb-nagyobb gátlás –egy kivonat kivételével – minden esetben bekövetkezett (13. ábra). A hajtáskivonatok esetében a májusi (4-5 leveles növényekből készült) minták hatása már csapadék előtt is erősebb volt (a gátlás 60%, szemben a júliusi 33%-kal), csapadék után azonban tovább nőtt a különbség: a májusi kivonatok 79%-kal csökkentették a csírázást a kontrollhoz képest, szemben a júliusi mintákkal, ahol ritka állományban csak 24, sűrűnél 46% volt a gátlás.

A gyökérkivonatok hatása között csapadék előtti mintáknál elhanyagolható a különbség, de csapadék után a májusi minták hatása már 79% volt, szemben a júliusi 49 és 35%-kal.

A 10. napra minden kivonat hatása gyengült. A májusi hajtásminták közel azonos, kb. 40%-os hatásúak voltak, de a gyökérkivonatok közötti különbség tartósabbnak bizonyult: csapadék előtt a gátlás már nem volt szignifikáns, csapadék után viszont 69%-os volt.

Az állománysűrűség és a csapadék hatását továbbra sem tapasztaltuk a vizsgált júliusi hajtásmintákban, szignifikáns hatása egyiknek sem volt. A gyökérminták közül csak a sűrű állomány csapadék utáni kivonata nem volt hatásos.



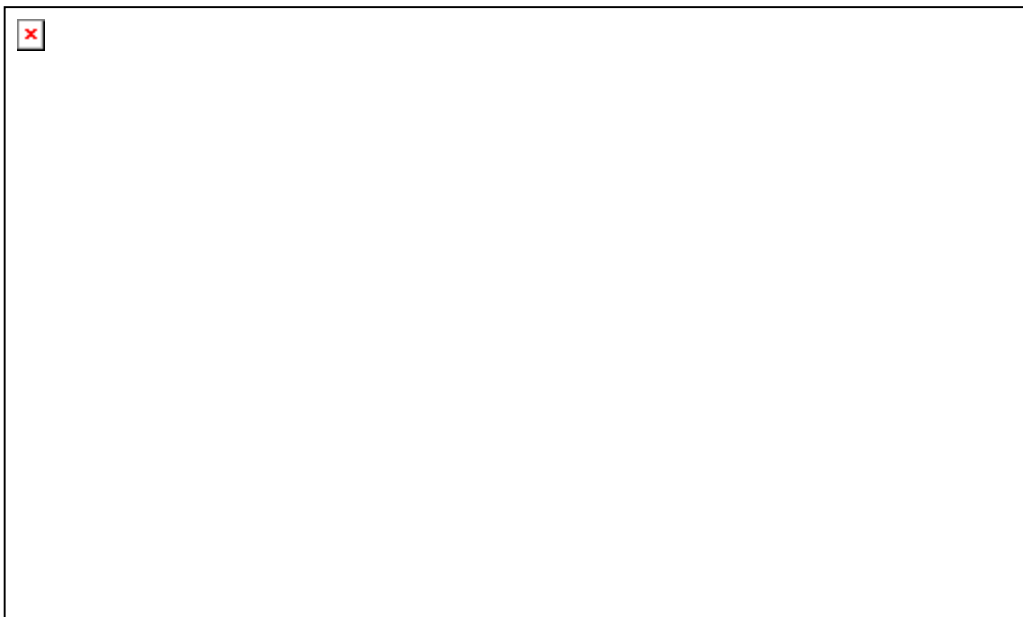
13. ábra. Különböző szerbtövis minták kivonatainak hatása a cukorrépa csírázására a 6. napon, 2003-ban

hajtás: hajtáskivonat; gyökér: gyökérkivonat; csu: csapadék utáni minta; R: ritka állományból vett minta; S: sűrű állományból vett minta

A 2003-as minták egyike sem volt szignifikáns gátló hatással a cukorrépa növekedésére, a 6. napon mért serkentő hatásuk meglétében, illetve annak mértékében azonban jelentősen eltértek a kivonatok (14. ábra).

A csapadék előtti hajtáskivonatok serkentő hatása azonos volt mindhárom esetben (124-140%), de csapadék után a ritka állomány júliusi mintáinak hatását már nem tapasztaltuk. A gyökérkivonatok csapadék előtt sem azonos mértékben serkentettek, csapadék után pedig a júliusi mintavételnél a ritka állomány kivonata csapadék után már hatástalan volt, és a sűrű állomány hatása is jelentősen csökkent a csapadék előtti mintához képest. A májusi gyökérkivonatok növekedésre gyakorolt hatásában nem következett be szignifikáns változás csapadék után.

A kivonatok többségének a 10. napra gyengült a kontrollhoz viszonyított hatása, és a kezelések közötti különbségek is csökkentek, több esetben megszűntek.



14. ábra. Különböző szerbtövis minták kivonatainak hatása a cukorrépa növekedésére a 6. napon, 2003-ban

hajtás: hajtáskivonat; gyökér: gyökérkivonat; csu: csapadék utáni minta

2004. év eredményei

Fiatal növények friss kivonatainak hatása

2004-ben 3-3 időpontban vettünk mintát szerbtövis hajtásokból és gyökerekből, csapadék hullása előtt és után, illetve utolsó alkalommal ritka és sűrű állományból is. A mintavételek ideje május végére (4-5 leveles állapot), június elejére (5-6 leveles állapot) és júliusra (virágzás) esett. A mintákból készült vizes kivonatok hatását kerti zsázsa, kukorica és cukorrépa teszt növényeken vizsgáltuk.

Májusban 16 nappal az utolsó csapadék után, 26-án történt az első mintavétel (május/1). A hajtásokból készült kivonatok az első értékelési időpontban a töménység növelésével (4XH, 8XH, 12XH) erősödő mértékben – 42, 46 és 77%-kal – gátolták a zsázsa gyökernövekedését (10. táblázat). A gyökérkivonatok (4XGy, 8XGy, 12XGy) hatása elmaradt a hajtáskivonatokétól.

A hajtásnövekedés ebben az időpontban egyetlen kivonat hatására sem tért el szignifikánsan a kontrolltól.

A hatodik napra minden, korábban gátló kivonat hatása gyengült (10. táblázat). Ekkor a hajtáskivonatok közül csak a töményebbek (8XH, 12XH) gátolták számottevően a

gyökérnövekedést, a gyökérkivonatok hatása pedig nem érvényesült. A hajtások hosszúságára csak egy kivonat (8XH) volt hatással, mely 30%-kal növelte azt.

10. táblázat. Fialat szerbtövis növények kivonatainak hatása a zsázsa növekedésére (2004. május/1)

Kezelések	Gyökérnövekedés, mm		Hajtásnövekedés, mm	
	3. nap	6. nap	3. nap	6. nap
Kontroll	52	69,1	17,4	23
4XH	30,2	57,9	17,3	24,8
8XH	27,9	49,8	19,5	29,8
12XH	12,1	19,8	14,9	22,2
4XGy	32,8	74,5	18	24,3
8XGy	41,6	63,7	21,4	27,5
12XGy	45,3	71,4	23,4	25,2
SzD 5%	13,9	15,1	6	4,9

4, 8, 12: 4, 8, 12g friss növényi rész/100ml víz; H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat

A kukorica növekedését egy kivonat sem befolyásolta számottevően a kontroll növényekhez viszonyítva (*11. táblázat*)

11. táblázat. Fialat szerbtövis növények kivonatainak hatása a kukorica növekedésére (2004. május/1)

Kezelések	Gyökérnövekedés (5. nap), mm	Hajtásnövekedés (5. nap), mm
Kontroll	55	8,1
4XH	61,4	8,6
8XH	53,1	7,4
12XH	62,9	9,7
4XGy	61,6	6,3
8XGy	47	7,1
12XGy	56,9	5,4
SzD 5%	17,6	3,7

4, 8, 12: 4, 8, 12g friss növényi rész/100ml víz; H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat

A cukorrépa csírázását az első értékelés idején egyetlen hajtáskivonat (12XH) kivételével valamennyi kezelés gátolta 44-58%-kal (*12. táblázat*). A 10. napon két hajtáskivonat (4XH, 12XH) hatása nem volt szignifikáns, és a többi oldat hatása is mérséklődött.

A cukorrépa gyökérnövekedését a kivonatok serkentették a 6. napon, kivéve két hajtáskivonatot (4XH, 12XH), ahol nem volt szignifikáns a hatás (*12. táblázat*). A növekedésre gyakorolt kedvező hatás a 10. napon is érvényesült, két kivonat kivételével (4XH, 8XGy).

A hajtások kisebb mértékben reagáltak a kivonatokra, a 10. napra csak egy oldat (12HX) serkentő hatása volt jelentős.

12. táblázat. Fialtal szerbtövis növények kivonatainak hatása a cukorrépa csírázására és növekedésére

Kezelések	Csírázás a kontroll százalékában		Átlagos növekedés, mm			
			Gyökérnövekedés		Hajtásnövekedés	
	6. nap	10. nap	6. nap	10. nap	6. nap	10. nap
Kontroll	100	100	9	17	8,7	16,1
4XH	51	82	16,1	22,8	11,8	14,8
8XH	56	68	18,2	28,5	14,9	23,1
12XH	78	76	15,3	31,8	17,1	33
4XGy	56	69	30,4	27,1	18,5	19,5
8XGy	42	49	17,3	24,5	11,9	22,1
12XGy	56	65	27,6	32,1	17,6	21,5
SzD 5%	41	28	7,8	9,6	9,1	10,2

4, 8, 12: 4, 8, 12g friss növényi rész/100ml víz; H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat

Május 28-án, néhány órával 15 mm esőztető öntözés után történt a második mintavétel (május/2).

Az olasz szerbtövisből készült hajtáskivonatoknak (4XH, 8XH, 12XH), szemben a 2 nappal korábbi mintákkal, már az első értékelés alkalmával sem volt szignifikáns hatása a zsázsa gyökérnövekedésére (13. táblázat). A gyökérkivonatoknál pedig 46-48%-os serkentő hatás jelentkezett két minta esetében (4XGy, 8XGy).

A hajtások a 3. napon egy kivonatra sem reagáltak a növekedés eltéréseivel.

A 6. napon csak a két töményebb gyökérkivonat (8XGy, 12XGy) befolyásolta a gyökérhosszúságot, ahol a serkentés 39 és 47% volt. A hajtásnövekedés enyhe serkentését tapasztaltuk két töményebb hajtáskivonat (8XH, 12XH) és egy gyökérkivonat(12XGy) esetében.

13. táblázat. Fialtal szerbtövis növények kivonatainak hatása a zsázsa növekedésére öntözés utáni mintavétel esetében (2004. május/2)

Kezelések	Gyökérnövekedés, mm		Hajtásnövekedés, mm	
	3. nap	6. nap	3. nap	6. nap
Kontroll	35,6	53,1	16,9	20,3
4XH	38,9	57,8	19,8	22,4
8XH	21,6	45,9	16	28,8
12XH	24,6	47,9	17,2	27,2
4XGy	52,7	58,9	17,7	22,1
8XGy	52	78,3	20,7	23,3
12XGy	46,3	74	18	26,7
SzD 5%	14,3	17,8	5,2	4,1

4, 8, 12: 4, 8, 12g friss növényi rész/100ml víz; H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat

A kukorica növekedését – hasonlóan az öntözés előtti mintákhoz – egy kivonat sem változtatta meg szignifikánsan a kontrollhoz képest (14. táblázat).

14. táblázat. Fialat szerbtövis növények kivonatainak hatása a kukorica növekedésére öntözés utáni mintavétel esetében (2004. május/2)

Kezelések	Gyökérnövekedés (5. nap), mm	Hajtásnövekedés (5. nap), mm
Kontroll	51,6	9,8
4XH	62,6	12,6
8XH	55,8	9,4
12XH	64,7	12,1
4XGy	59,2	9,1
8XGy	37,5	11,8
12XGy	37,8	9,8
SzD 5%	20,2	4,9

4, 8, 12: 4, 8, 12g friss növényi rész/100ml víz; H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat

A cukorrépa csírázását minden kivonat visszafogta a 6. napon, de a 10. napra már csak két kivonat (8XH, 8XGy) esetében volt szignifikáns a hatás (15. táblázat).

A cukorrépa gyökérnövekedését az öntözés utáni kivonatok is serkentették a leghígabb hajtáskivonat (4XH) kivételével a 6. napon, de ezeknek a kivonatoknak a hatása a 10. napra gyakorlatilag megszűnt. A hajtásnövekedést is csak az első értékelés alkalmával befolyásolta két kivonat (8XH, 12XH), melyek serkentő hatása ekkor 101 és 93% volt.

15. táblázat. Fialat szerbtövis növények kivonatainak hatása a cukorrépa csírázására és növekedésére öntözés utáni mintavétel esetében (2004. május/2)

Kezelések	Csírázás a kontroll százalékában		Átlagos növekedés, mm			
			Gyökérnövekedés		Hajtásnövekedés	
	6. nap	10. nap	6. nap	10. nap	6. nap	10. nap
Kontroll	100	100	12,2	26,7	12	21,9
4XH	74	80	15,6	20,4	15,6	18,1
8XH	56	66	22,4	26,1	24,1	20,4
12XH	59	80	23,2	27,6	23,2	21,2
4XGy	74	102	28,4	35,7	20,4	24,6
8XGy	63	64	23,2	33,6	20,6	24,9
12XGy	59	84	21,2	23,1	20,4	17
SzD 5%	23	25	10,1	10,4	10,4	11,5

4, 8, 12: 4, 8, 12g friss növényi rész/100ml víz; H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat

A harmadik mintavétel az öntözés után 4 nappal történt, június 1-én (június/1).

A zsázsa növekedését értékelve, azt tapasztaltuk, hogy a hajtáskivonatok hatása hasonló volt, mint az öntözés előtti mintáknál (16. táblázat). A 3. napon a gyökérnövekedést

mindhárom hajtáskivonat (4XH, 8XH, 12XH) gátolta 38, 66 és 72%-kal, majd a 6. napra kis mértékben enyhült a hatás, 25, 66 és 64%-ra.

A gyökérkivonatok hatása mindkét korábbi mintavételtől elérően alakult. Gyökérnövekedést gátló hatásuk a 3. napon még csak a legtöményebb oldat (12XGy) esetében volt szignifikáns (37%), a második értékeléskor azonban már mindhárom kivonat (4XGy, 8XGy, 12XGy) közel azonos mértékben csökkentette a növekedést: 33-40%-kal.

A hajtásnövekedés a korábbiakhoz hasonlóan sokkal kevésbé volt érzékeny a kivonatokra, így a kontrolltól egy esetben sem tért el jelentősen.

16. táblázat. Fialat szerbtövis növények kivonatainak hatása a zsázsa növekedésére (2004. június/1)

Kezelések	Gyökérnövekedés, mm		Hajtásnövekedés, mm	
	3. nap	6. nap	3. nap	6. nap
Kontroll	65,6	90,3	20,4	22,7
4XH	40,9	68	22	27,9
8XH	22,4	30,8	21,9	25
12XH	18,4	32,4	15,4	25,9
4XGy	59,1	60,3	22,8	22,3
8XGy	49,4	54,3	22,5	23,2
12XGy	41,4	57,1	23,7	26,3
SzD 5%	18	21,9	7,5	6,6

4, 8, 12: 4, 8, 12g friss növényi rész/100ml víz; H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat

A kukorica növekedése, a korábbiakhoz hasonlóan, ebben az időpontban sem reagált a kivonatokra (17. táblázat).

17. táblázat. Fialat szerbtövis növények kivonatainak hatása a kukorica növekedésére (2004. június/1)

Kezelések	Gyökérnövekedés (5. nap), mm	Hajtásnövekedés (5. nap), mm
Kontroll	80,2	8,6
4XH	97,8	13,4
8XH	89,2	12,9
12XH	82	11,4
4XGy	82	9,4
8XGy	66,1	11,7
12XGy	85,2	13,3
SzD 5%	24,5	5,2

4, 8, 12: 4, 8, 12g friss növényi rész/100ml víz; H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat

A cukorrépa csírázását a júniusi első mintavétel kivonatai közül csak egy (4XH) csökkentette szignifikánsan az első értékelés idején (50%-kal), a 10. napra azonban már egy kivonat hatása sem volt statisztikailag igazolható (18. táblázat).

A cukorrépa gyökérnövekedését mindkét korábbi mintavételnél kevesebb kivonat tudta befolyásolni (18. táblázat). Csak annak a két gyökérkivonatnak (4XGy, 12XGy) volt szignifikáns (serkentő) hatása a 6. napon, melyek az öntözés előtt is a leghatásosabbak voltak, de a 10. napra ezek hatása is megszűnt.

18. táblázat. Fiatal szerbtövis növények kivonatainak hatása a cukorrépa csírázására és növekedésére (2004. június/1)

Kezelések	Csírázás a kontroll százalékában		Átlagos növekedés, mm			
			Gyökérnövekedés		Hajtásnövekedés	
	6. nap	10. nap	6. nap	10. nap	6. nap	10. nap
Kontroll	100	100	21,1	31,7	16	26,4
4XH	50	68	28,5	30,9	18	20,8
8XH	64	105	25,7	29,5	25,3	20,3
12XH	100	89	26,9	35,5	25,6	31,4
4XGy	73	108	35,2	35,3	23,4	22,4
8XGy	68	70	17,6	37,7	10,5	24,3
12XGy	77	76	36,4	37,9	24,8	25,6
SzD 5%	37	38	10,7	12,7	10,1	10,6

4, 8, 12: 4, 8, 12g friss növényi rész/100ml víz; H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat

A hajtásnövekedés az első értékelési időpontban kissé érzékenyebbnek tűnt, de a 10. napra csak a legtöményebb hajtáskivonat (12XH) serkentő hatása maradt meg. Öntözés előtt is csak ez a kivonat volt hatásos 10 nap után.

19. táblázat. Fiatal szerbtövis növények kivonatainak hatása a zsázsa növekedésére csapadék utáni mintavétel esetében (2004. június/2)

Kezelések	Gyökérnövekedés, mm		Hajtásnövekedés, mm	
	3. nap	6. nap	3. nap	6. nap
Kontroll	73,5	79,8	22,5	23,4
4XH	67	101,2	22,3	30,2
8XH	42,7	73,7	23,3	28,7
12XH	30,1	67,9	17,1	31
4XGy	57,8	45,9	23,4	22,8
8XGy	39	56	24,3	25,4
12XGy	35,6	48,7	20,9	30,5
SzD 5%	17,3	19,4	6,2	6,4

4, 8, 12: 4, 8, 12g friss növényi rész/100ml víz; H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat

A negyedik mintavétel június 7-én történt, 18 órával 31 mm intenzív csapadék után (június/2).

A csapadék következtében a hajtáskivonatok zsázsa gyökérnövekedésére gyakorolt hatása elmaradt a májusi első (május/1) és júniusi első (június/1) vizsgálat eredményeitől (19. táblázat). A 3. napon szignifikánsan csak a két töményebb kivonat

(8XH, 12XH) gátolt: 42 és 59%-kal, a 6. napon pedig már a leghígabb kivonat (4XH) 27%-os serkentő hatását, és a két töményebb kivonat hatásvesztését tapasztaltuk.

A gyökérkivonatok esetében az előző mintavételhez (június/1) képest erősebb gátlás jelentkezett a 3. napon: csak a leghígabb kivonat hatása (4XGy) nem volt szignifikáns, a két töményebb (8XGy, 12XGy) 47 és 52%-kal gátolt. A 6. napon – hasonlóan a június/1 mintavételhez – már mindhárom gyökérkivonat számottevő hatással bírt.

A kukoricát ennél a mintavételnél egy hajtáskivonat (8XH) fokozott gyökérnövekedésre serkentette (20. táblázat). A hajtások növekedése továbbra sem változott a kivonatok következtében.

20. táblázat. Fialat szerbtövis növények kivonatainak hatása a kukorica növekedésére csapadék utáni mintavétel esetében (2004. június/2)

Kezelések	Gyökérnövekedés (5. nap), mm	Hajtásnövekedés (5. nap), mm
Kontroll	77,8	12
4XH	94,1	14,7
8XH	101,4	14,7
12XH	88,8	16,2
4XGy	73,9	12,4
8XGy	83	13,3
12XGy	87	11,3
SzD 5%	23,5	5,4

4, 8, 12: 4, 8, 12g friss növényi rész/100ml víz; H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat

A cukorrépa csírázása intenzívebben reagált a legtöményebb hajtáskivonatra(12XH), mint korábban (21. táblázat), mely a 6. napon 80%-kal gátolta azt. A 10. napra enyhült a hatás, de két hajtáskivonat (4XH és 12XH) ekkor is 37 és 59%-kal visszafogta a csírázást.

21. táblázat. Fialat szerbtövis növények kivonatainak hatása a cukorrépa csírázására és növekedésére csapadék utáni mintavétel esetében (2004. június/2)

Kezelések	Csírázás a kontroll százalékában		Átlagos növekedés, mm			
			Gyökérnövekedés		Hajtásnövekedés	
	6. nap	10. nap	6. nap	10. nap	6. nap	10. nap
Kontroll	100	100	11,2	17,2	14,9	18,6
4XH	60	63	22	30,8	18,1	21,5
8XH	65	65	30,6	34,5	27,7	22,1
12XH	20	41	37,7	21,6	33,5	11,4
4XGy	130	122	21,5	30	18,9	24
8XGy	90	74	34,7	31,1	27,6	24,7
12XGy	130	61	46,9	35,3	34,6	30
SzD 5%	58	36	9,6	11	10,2	10,4

4, 8, 12: 4, 8, 12g friss növényi rész/100ml víz; H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat

A cukorrépa gyökérnövekedését minden csapadék utáni kivonat serkentette a 6. napon, és a hatás a dózis növelésével fokozódott (21. táblázat). A hajtáskivonatok (4XH, 8XH, 12XH) serkentő hatása 96-237%, a gyökérkivonatoké (4XGy, 8XGy, 12XGy) 92-319%-volt. A 10. napra enyhült a hatás, és a legtöményebb hajtáskivonat (12XH) esetében meg is szűnt.

A hajtásnövekedés a gyökérhez hasonlóan reagált, de kisebb mértékű volt, és a leghígabb hajtás- és gyökérkivonatok (4XH, 4XGy) hatása nem volt szignifikáns már a 6. napon sem, a második értékeléskor pedig már csak a legtöményebb gyökérkivonat (12XGy) serkentette jelentősen a növekedést.

Virágzó növények friss kivonatainak hatása

Az ötödik mintavétel (július/1) ideje július 6., 11 nappal 10 mm csapadék után, a szerbtövisek virágzásának kezdetén. Gyökereket és hajtásokat ritka és sűrű állományokból is szedtünk.

A zsázsa növekedését minden korábbi mintavételnél erősebben gátolták – elsősorban a töményebb – hajtáskivonatok. Ugyanakkor jelentős különbségeket találtunk a ritka és sűrű állományok kivonatai között a hatás erősségében és tartósságában is. A ritka állomány hajtáskivonatai közül a két magasabb dózis (8XH ritka, 12XH ritka) gyökérnövekedést gátló hatása volt szignifikáns: 91 és 97%, a sűrű esetében csak a legmagasabb dózisé (12XH sűrű), 85% a 3. napon. A második értékeléskor már mindkét sűrűségű állománynál csak a legnagyobb töménységben volt jelentős a hatás, de ritka állománynál a gátlás 96% volt, ugyanakkor sűrű állománynál 62%-ra csökkent (22. táblázat).

A hajtásnövekedést az első mérés alkalmával a hajtáskivonatok közül csak a leghígabbak nem gátolták. A töményebb oldatok közül a ritka állományé (8XH ritka, 12XH ritka) 95 és 100%-ban, a sűrűé (8XH sűrű, 12XH sűrű) 56 és 89%-kal gátoltak. A 6. napra a legtöbb kivonathoz jelentős hatásvesztés következett be, és csak a ritka állomány legtöményebb hajtáskivonata (12XH ritka) volt hatásos, a gátlás ekkor 94%-volt.

A gyökérkivonatok közül csak a ritka állományból készült leghígabb oldat (4XGy ritka) gyökérnövekedésre gyakorolt serkentő hatása volt szignifikáns a 3. napon. A második értékeléskor már egy kivonat hatása sem volt jelentős (22. táblázat). A hajtásnövekedés

csak a sűrű állomány legtöményebb gyökérkivonata (12XGy sűrű) hatására maradt el a kontrolltól a 3. napon (57%-kal), de a 6. napra ez a hatás is megszűnt.

22. táblázat. Virágzó szerbtövis növények kivonatainak hatása a zsázsa növekedésére (2004. július/1)

Kezelések	Gyökérnövekedés, mm		Hajtásnövekedés, mm	
	3. nap	6. nap	3. nap	6. nap
Kontroll	20,4	43,5	15,3	20,1
4XH ritka	15,9	28	10,2	19,9
8XH ritka	1,8	25,6	0,7	15,9
12XH ritka	0,5	1,8	0	1,2
4XH sűrű	20,6	47,1	12,3	19,1
8XH sűrű	11,4	36,5	6,7	20,9
12XH sűrű	3	16,4	1,7	11,6
4XGy ritka	34,2	52,2	16,8	23,2
8XGy ritka	21	27,5	12,8	17,7
12XGy ritka	18,5	31,2	12,9	21,5
4XGy sűrű	30,9	53,1	14,1	20,2
8XGy sűrű	24,7	30,4	14,1	15,6
12XGy sűrű	10,5	45,3	6,5	21,7
SzD 5%	11,7	22,6	6	10

4, 8, 12: 4, 8, 12g friss növényi rész/100ml víz; H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat; ritka: ritka állományból gyűjtött minta, sűrű: sűrű állományból gyűjtött minta

23. táblázat. Virágzó szerbtövis növények kivonatainak hatása a kukorica növekedésére (2004. július/1)

Kezelések	Gyökérnövekedés (5. nap), mm	Hajtásnövekedés (5. nap), mm
Kontroll	73	14,2
4XH ritka	79,8	16,1
8XH ritka	84	13,7
12XH ritka	90,2	14,4
4XH sűrű	89,5	15,1
8XH sűrű	73,6	15,3
12XH sűrű	88,4	12,9
4XGy ritka	76,1	10,7
8XGy ritka	67,4	10,8
12XGy ritka	84,4	11,1
4XGy sűrű	48,6	10
8XGy sűrű	46,7	10,9
12XGy sűrű	47,5	13
SzD 5%	24,6	7

4, 8, 12: 4, 8, 12g friss növényi rész/100ml víz; H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat; ritka: ritka állományból gyűjtött minta, sűrű: sűrű állományból gyűjtött minta

A kukorica növekedése a ritka állományok kivonataira ebben az esetben sem reagált, de a sűrű állomány gyökérkivonatai (8XGy sűrű, 12 XGy sűrű) 34-36%-kal gátolták a gyökérnövekedést (23. táblázat).

A cukorrépa csírázására a hígabb hajtáskivonatok sűrű és ritka állományokból vett minták esetében is hasonlóan hatottak az első értékeléskor, de a ritka állomány legtöményebb kivonatának (12XH ritka) hatástalansága mellett a sűrű állományé (12XH sűrű) 75%-os gátló hatású volt. A 10. napra csak a ritka állomány híg kivonata (4XH ritka) veszítette hatását (24. táblázat).

A cukorrépa több kivonat hatására fokozott növekedéssel reagált, a korábbi időpontok mintáihoz hasonlóan (24. táblázat). A 6. napon minden hajtáskivonat serkentette a gyökérnövekedést, de ennek mértékében a ritka és sűrű állományok töményebb kivonatai eltértek. Az előbbi esetben (8XH ritka, 12XH ritka) a serkentés 137 és 162%-os, az utóbbinál (8XH sűrű, 12XH sűrű) 329 és 297%-os volt. A 10. napra jelentősen enyhült a hatás, és megszűntek a két állomány közötti különbségek. Ekkor mindkét esetben csak a középső dózis (8XH ritka, 8XH sűrű) serkentő hatása volt szignifikáns.

A ritka és sűrű állományok gyökérkivonatainak gyökérnövekedésre gyakorolt hatása csak a közepes dózis esetében különbözött egymástól a 6. napon. Serkentő hatású mindkét mérés alkalmával csak egy-egy kivonat (8XGy ritka, 4XGy sűrű) volt a ritka és sűrű állományból. A hajtásnövekedésre kevésbé hatottak a kivonatok: csak a ritka állomány gyökereiből készített közepes töménységű oldat (8XGy ritka) serkentő hatása volt jelentős a 6. napon, majd az is megszűnt.

24. táblázat. Virágzó szerbtövis növények kivonatainak hatása a cukorrépa csírázására és növekedésére (2004. július/1)

Kezelések	Csírázás a kontroll százalékában		Átlagos növekedés, mm			
			Gyökérnövekedés		Hajtásnövekedés	
	6. nap	10. nap	6. nap	10. nap	6. nap	10. nap
Kontroll	100	100	8,7	14,6	10,4	19,6
4XH ritka	50	86	22,4	25	17	17,3
8XH ritka	45	48	20,6	31,5	18,1	23,3
12XH ritka	70	71	22,8	20,6	31,6	21,6
4XH sűrű	30	69	19,2	23,3	18	12,9
8XH sűrű	50	74	37,3	30,6	35,1	20,2
12XH sűrű	25	52	34,5	22,7	41	14,9
4XGy ritka	75	74	21,9	27,1	21	19,5
8XGy ritka	65	76	34,2	28,6	34,1	21,7
12XGy ritka	95	81	10,8	23	9,2	17,8
4XGy sűrű	60	62	18,7	29,8	14,9	24,1
8XGy sűrű	50	86	14,9	20	11	17,5
12XGy sűrű	80	62	13,8	27,6	11,6	22,5
SzD 5%	40	25	8,9	14	9,8	14,3

4, 8, 12: 4, 8, 12g friss növényi rész/100ml víz; H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat; ritka: ritka állományból gyűjtött minta, sűrű: sűrű állományból gyűjtött minta

A hatodik mintavétel július 10-én történt, néhány órával 15 mm csapadék után, ritka és sűrű állományokból (július/2).

A zsázsa gyökérnövekedését a ritka állomány két hígabb hajtáskivonata (4XH ritka, 8XH ritka) hasonló mértékben gátolta (47 és 55%-kal) a 3. napon, szemben a csapadék előtti mintákkal, ahol a közepes dózis hatása kifejezetten erős volt. A 6. napra mindkét kivonat hatását veszítette. A legtöményebb oldat (12XH ritka) az első értékeléskor még a négy nappal korábbihoz hasonló erős gátló hatású volt (95%), a második mérés idejére jelentős hatásvesztést tapasztaltunk, ekkor a gyökérhosszúság 68%-kal volt kisebb a kontroll értékénél (25. táblázat). A hajtásnövekedést a ritka állományok kivonatai közül csak a legtöményebb gátolta, és csak a 3. napon.

A sűrű állományú szerbtövis hajtáskivonatai közül csak a két töményebb (8XH sűrű, 12XH sűrű) gátolta a gyökér- és hajtásnövekedést 61 és 73%-kal, illetve 56 és 60%-kal a 3. napon, majd a második mérés idejére ezek is hatásukat veszítették.

A gyökérkivonatok közül csak a ritka állományéból a legtöményebb (12XGy ritka) gátló hatása volt jelentős a 3. napon (szemben a csapadék előtti gyökérkivonatokkal), majd a 6. napra már a ritka állomány kivonatainak két magasabb dózisa (8XGy ritka, 12XGy ritka) is visszafogta a növekedést 42 és 63%-kal (25. táblázat).

A gyökérkivonatok a hajtásnövekedésre egy esetben sem voltak hatással.

25. táblázat. Virágzó szerbtövis növények kivonatainak hatása a zsázsa növekedésére csapadék utáni mintavétel esetében (2004. július/2)

Kezelések	Gyökérnövekedés, mm		Hajtásnövekedés, mm	
	3. nap	6. nap	3. nap	6. nap
Kontroll	31	62,6	12,6	22,8
4XH ritka	16,3	44,8	9	27,2
8XH ritka	13,8	46,7	8,9	28
12XH ritka	1,4	19,9	0,4	18,1
4XH sűrű	20,9	72,8	11,2	29,8
8XH sűrű	12,1	43,9	5,6	21,7
12XH sűrű	8,6	42,5	5	23,6
4XGy ritka	24,6	56,4	14	22,5
8XGy ritka	21,2	36,4	11,2	19,1
12XGy ritka	15,4	22,9	9,6	16,7
4XGy sűrű	29,5	59,5	11,7	20,1
8XGy sűrű	26,7	53,9	12,2	21,3
12XGy sűrű	25,3	62,1	13,2	21,4
SzD 5%	13	22,6	6,1	8,8

4, 8, 12: 4, 8, 12g friss növényi rész/100ml víz; H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat; ritka: ritka állományból gyűjtött minta, sűrű: sűrű állományból gyűjtött minta

A kukorica növekedését csapadék után már egy kivonat sem gátolta, sőt, több esetben serkentő hatást tapasztaltunk (26. táblázat). A töményebb hajtáskivonatok (8XH, 12XH) ritka és sűrű állomány esetében is hasonló mértékben növelték a gyökérhosszúságot: 56-68%-kal. A gyökérkivonatok közül ritka állománynál a legnagyobb (12XGy ritka), sűrű állománynál a közepes dózis (8XGy sűrű) serkentő hatása érvényesült.

Hajtásnövekedésre egy kivonat volt szignifikáns hatással: a ritka állomány híg hajtáskivonata (4XH ritka) 46%-kal gátolta azt.

26. táblázat. Virágzó szerbtövis növények kivonatainak hatása a kukorica növekedésére csapadék utáni mintavétel esetében (2004. július/2)

Kezelések	Gyökérnövekedés (5. nap), mm	Hajtásnövekedés (5. nap), mm
Kontroll	47	16,4
4XH ritka	67,2	8,8
8XH ritka	79,1	15,2
12XH ritka	75,9	16,4
4XH sűrű	49,7	11,2
8XH sűrű	73,3	13,2
12XH sűrű	74,6	11,6
4XGy ritka	66,4	13,4
8XGy ritka	54,1	12,7
12XGy ritka	73,6	14,2
4XGy sűrű	65,4	14,2
8XGy sűrű	74	15,9
12XGy sűrű	63,2	13
SzD 5%	26	7,2

4, 8, 12: 4, 8, 12g friss növényi rész/100ml víz; H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat; ritka: ritka állományból gyűjtött minta, sűrű: sűrű állományból gyűjtött minta

A cukorrépa csírázását néhány hajtáskivonat (pl. 12XH ritka, 12XH sűrű) erősebben és tartósabban gátolta, mint csapadék előtt (27. táblázat). Ritka és sűrű állományok kivonatainak többsége hasonló mértékben hatott, ezeknél a gátlás mértéke a 10. napon 48-37% volt. A sűrű állomány legtöményebb kivonata (12XH sűrű) csökkentette a csírázást a többinél erősebben: a gátlás mértéke a 6. napon 100% a 10. napon 85% volt, ezáltal lényegesen különbözött a ritka állomány azonos töménységű kivonatától (12XH ritka), és a négy nappal korábbi, azonos állományból vett mintáktól egyaránt.

A gyökérkivonatok közül szignifikáns (gátló) hatása csak a ritka állomány legtöményebb kivonatának (12XGy ritka) volt.

A cukorrépa növekedésére gyakorolt hatásban is volt néhány eltérés a csapadék előtti kivonatoktól (27. táblázat). Az első értékelés alkalmával a ritka állomány

hajtáskivonatai közül csak a leghígabbnak (4XGy ritka) volt szignifikáns serkentő hatása gyökérnövekedésre. Sűrű állománynál legnagyobb eltérés a csapadék előtti kivonatoktól a legnagyobb dózishoz (12XH sűrű) volt, ahol csírázás hiányában a növekedés is 0 mm volt, hígabb kivonatoknál (4XH sűrű, 8XH sűrű) azonban 56 és 43% serkentés jelentkezett.

A ritka állomány gyökérkivonatai közül a négy nappal korábbihoz hasonlóan a közepes dózis (8XGy ritka) serkentő hatása emelkedett ki, sűrű állomány kivonatainál mindkét hígabb oldat (4XGy sűrű, 8XGy sűrű) hatása érvényesült.

A második értékelés idejére a sűrű állomány legtöményebb hajtáskivonatának (12XH sűrű) kivételével valamennyi oldat hatása jelentéktelenné vált.

A hajtások növekedése a gyökerekéhez hasonlóan reagált a kivonatokra.

27. táblázat. Virágzó szerbtövis növények kivonatainak hatása a cukorrépa csírázására és növekedésére csapadék utáni mintavétel esetében (2004. július/2)

Kezelések	Csírázás a kontroll százalékában		Átlagos növekedés, mm			
			Gyökérnövekedés		Hajtásnövekedés	
	6. nap	10. nap	6. nap	10. nap	6. nap	10. nap
Kontroll	100	100	25,4	36,3	16,8	30,1
4XH ritka	46	63	48,6	33	33,5	26,5
8XH ritka	46	52	16,4	26,5	22	22,8
12XH ritka	52	52	30,2	32,2	40,8	37,5
4XH sűrű	62	59	40,3	31,1	39,5	26,9
8XH sűrű	54	56	36,4	37,2	43	35
12XH sűrű	0	15	0	10,6	0	8,2
4XGy ritka	77	78	23,7	34,7	19,9	30,3
8XGy ritka	77	74	49,4	47,9	36	34
12XGy ritka	54	41	27,6	27,9	28	32,4
4XGy sűrű	100	89	45,7	43,9	30,3	31,1
8XGy sűrű	108	81	49,2	40,5	35,3	33
12XGy sűrű	92	74	33,5	35,6	31,4	32,1
SzD 5%	59	31	10	15,1	9	12,7

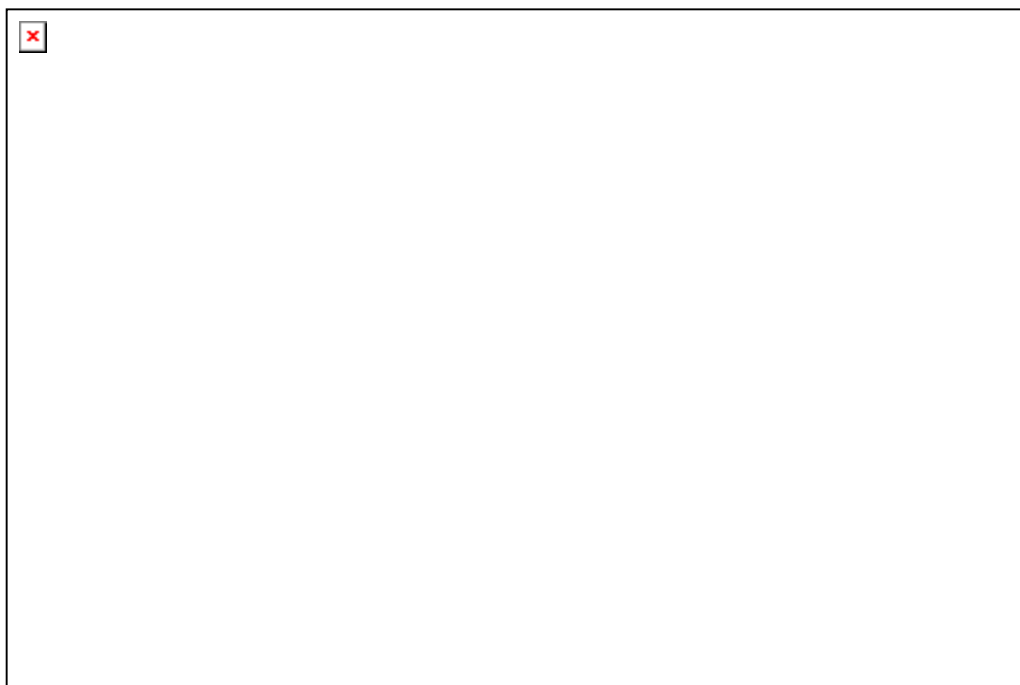
4, 8, 12: 4, 8, 12g friss növényi rész/100ml víz; H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat; ritka: ritka állományból gyűjtött minta, sűrű: sűrű állományból gyűjtött minta

A különböző időpontokban gyűjtött minták azonos töménységű (12 g/100 ml) kivonatainak zsákszára gyakorolt hatását hasonlíthatjuk össze a 15. ábrán. A hajtáskivonatok általában erősebben gátolták a gyökérnövekedést, mint gyökérkivonatok csapadék előtti mintagyűjtés esetén, csapadék hatására (hajtás csu, gyökér csu) azonban több esetben megváltozott ez a helyzet.

A csapadék előtti hajtáskivonatok közül három közel azonos mértékben (62-71%-kal) gátolta a gyökérnövekedést a 6. napon, csak a ritka állomány júliusi kivonata tért el

ettől, ahol a gyökérhosszúság 96%-kal volt kisebb, mint a kontrollban. Csapadék után (hajtás csu) minden esetben a hajtáskivonatok csökkent aktivitását tapasztaltuk: csak a ritka állomány júliusi mintáinak 68%-os gátló hatása volt szignifikáns a kontrollhoz képest.

A gyökérkivonatok közül csapadék előtt csak a júniusi minta gátló hatása volt szignifikáns (37%), a többi kivonat hatástalannak bizonyult. Csapadék utáni kivonatkészítés esetén a májusi gyökérkivonat már 39%-kal fokozta a gyökérnövekedést, júniusban és a júliusi sűrű állomány esetében a csapadék nem változtatta meg a kivonatok hatását, de júliusi ritka állományból véve a mintát a már 63%-os gátlás volt mérhető.

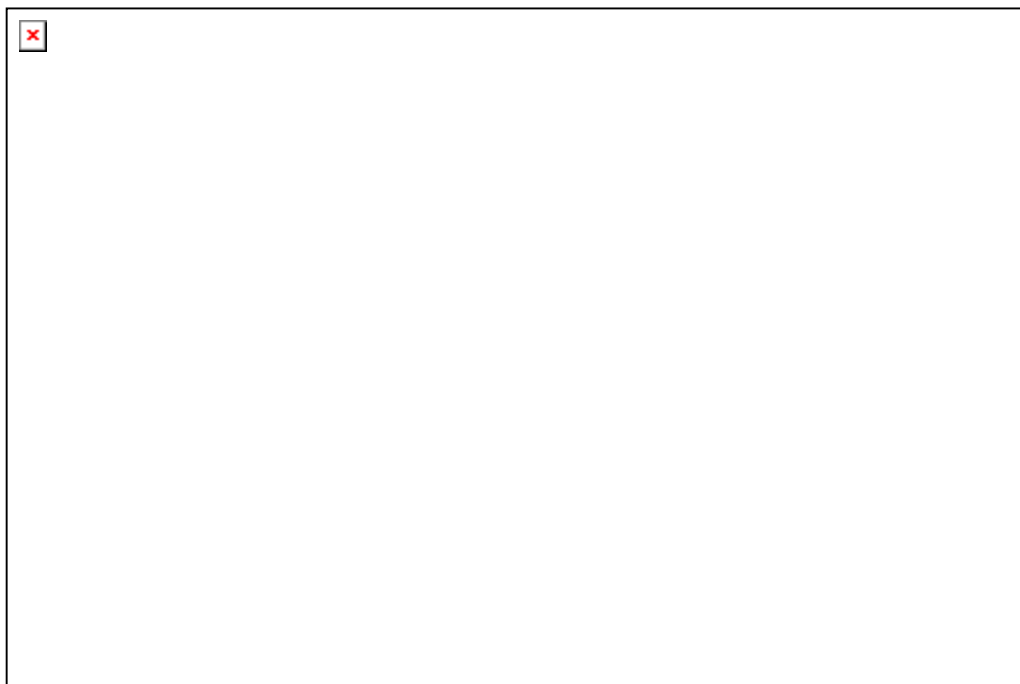


15. ábra. Különböző szerbtövis minták 12g/100ml töménységű kivonatainak hatása a kerti százsza gyökérnövekedésére a 6. napon, 2004-ben

Hajtás: hajtáskivonat; gyökér: gyökérkivonat; csu: csapadék utáni mintavétel; R: ritka állomány kivonata, S: sűrű állomány kivonata

A cukorrépa csírázását több esetben eltérően befolyásolták a kivonatok a mintavétel idejétől és az állomány sűrűségétől függően. A májusi hajtáskivonatok csapadék előtt és után sem voltak hatékonyak, júniusban csapadék előtt még nem befolyásolták, csapadék után viszont 59%-kal csökkentették a csírázást a 10. napon (16. ábra). A júliusi kivonatok gátló hatásában az állomány sűrűségétől függően nem volt szignifikáns különbség csapadék előtt, de csapadék után a ritka állomány kivonatainak 48%-os gátló hatásával szemben a sűrű 85%-kal gátolt.

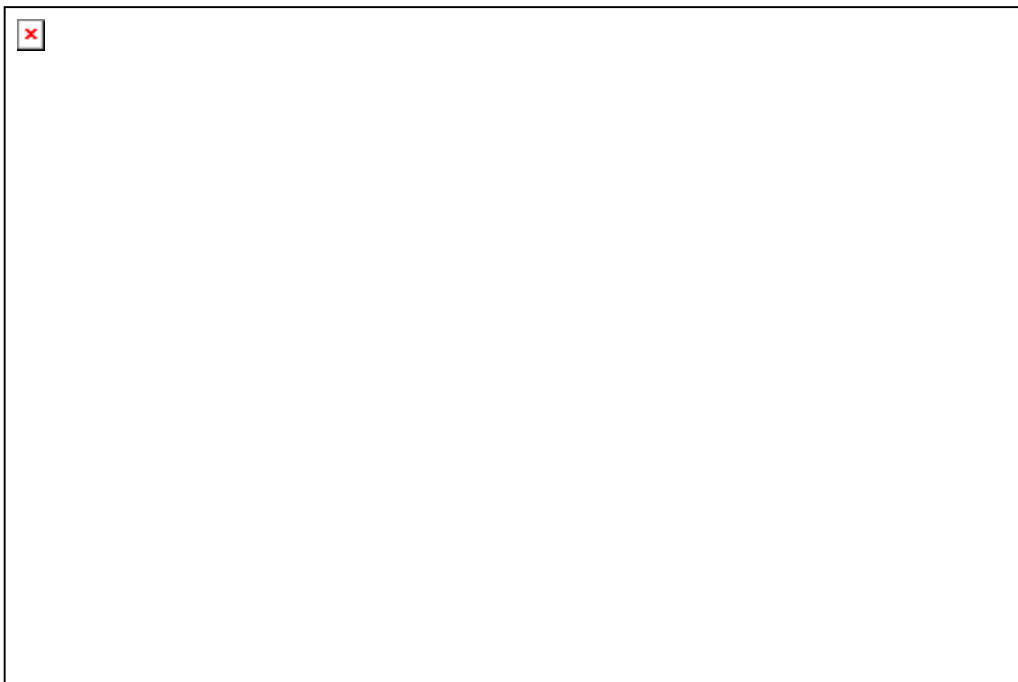
A gyökérkivonatok csírázás gátló hatása májusban csapadék előtt 35% volt, de csapadék utáni mintavétel esetén ez megszűnt. Júniusban csapadéktól függetlenül nem voltak hatékonyak a kivonatok. Júliusban ritka állományból véve mintát a gyökérkivonatok csapadék előtt nem hatottak, csapadék után azonban 59%-kal gátoltak, sűrű állomány esetében csapadék előtt volt szignifikáns gátló hatás (38%), de csapadék után ez megszűnt.



16. ábra. Különböző szerbtövis minták 12g/100ml töménységű kivonatainak hatása a cukorrépa csírázására a 10. napon, 2004-ben

Hajtás: hajtáskivonat; gyökér: gyökérkivonat; csu: csapadék utáni mintavétel; R: ritka állomány kivonata, S: sűrű állomány kivonata

A cukorrépa növekedését az esetek jelentős részében serkentették a kivonatok csapadék előtti mintavételeknél, de csapadék után ez a hatást egy kivétellel már nem tapasztaltuk a 10. napon értékelve (17. ábra). Májusban a hajtás- és gyökérkivonatok is hasonló mértékben (87 és 89%-kal) növelték a gyökérhosszúságot csapadék előtt a kontrollhoz viszonyítva, de csapadék után már nem voltak hatékonyak a májusi minták. Júniusban csak a csapadék utáni gyökérkivonatok serkentő hatása volt számottevő (105%). Júliusban a csapadék előtti minták kontrollhoz viszonyított serkentő hatása egy esetben sem volt szignifikáns, és csapadék után is csak sűrű állomány hajtáskivonatainak gátló hatása volt számottevő, 71%.



17. ábra. Különböző szerbtövis minták 12g/100ml töménységű kivonatainak hatása a cukorrépa gyökérnövekedésére a 10. napon, 2004-ben

Hajtás: hajtáskivonat; gyökér: gyökérkivonat; csu: csapadék utáni mintavétel; R: ritka állomány kivonata, S: sűrű állomány kivonata

Szárított minták kivonatainak hatása

A szerbtövisek szárított mintáiból két töménységben készültek kivonatok: 4 g száraz hajtás vagy gyökér/100 ml víz, illetve 12 g friss tömegnek megfelelő száraz anyagból, ami gyökerek esetében 2,9 g, hajtásoknál 2,3 g. (Ahol a táblázat fejlécében csak a 2,3 g/100 ml van feltüntetve, ott értelemszerűen a gyökérkivonatok esetében 2,9 g/100ml a dózis).

A kivonatok mindegyike gátolta a zsázsa gyökérnövekedését az első és második értékelés alkalmával is, emellett az egyes kivonatok hatása között is jelentős különbségek adódtak (28. táblázat).

A két dózis hatása közötti különbség a legtöbb kivonat esetében jelentős volt. A gyökérkivonatok enyhébb hatása következtében mindkét értékelési időpontban, mindkét dózisban voltak szignifikáns különbségek a gátlás mértékében az egyes kivonatok között. A hajtáskivonatok 4 g/100 ml töménységben a 6. napon is legalább 95%-kal gátoltak, így szignifikáns különbségek csak a hígabb kivonatok hatása között jelentkeztek a két mérés (3. és 6. nap) alkalmával.

A 3. napon a 2,3 g/100 ml töménységű hajtáskivonatok közül a májusi, csapadék előtti (H 05.26) és a júliusiak közül a ritka állományoké csapadék előtt és után (HR 07.06, HR 07.10) voltak a legerősebbek 94 és 98%-os hatékonysággal. A többi hajtáskivonatnak ennél gyengébb volt a gátló hatása: 70 és 83%. A 6. napon kivonatonként eltérő hatásvesztést tapasztaltunk. Ebben a töménységben legtartósabb hatása a sűrű állomány júliusi, csapadék utáni mintáinak (HS 07.10) volt (a gátlás mértéke 91%). Ehhez hasonló hatásúak voltak a 3. napos értékeléskor említett H 05.26, HR 07.06, HR 07.10 kivonatok is.

28. táblázat. Szárított szerbtövis minták kivonatainak hatása a kerti zsázsa növekedésére 3 és 6 nap után

Kezelések	Gyökérnövekedés, mm				Hajtásnövekedés, mm			
	2,3 g/100 ml		4 g/100 ml		2,3 g/100 ml		4 g/100 ml	
	3. nap	6. nap	3. nap	6. nap	3. nap	6. nap	3. nap	6. nap
Kontroll	27,27	90,57	27,27	90,57	18,07	40,83	18,07	40,83
H 05.26.	1,6	15,07	0,2	1,1	0,17	13,43	0,13	0,13
H 05.28.	8,17	38,87	2,2	4,43	2,7	36,03	0,23	3,07
H 06.01.	8,1	27,13	0,6	0,61	3,07	27,3	0	0
H 06.07.	7,33	30,5	0,83	1,43	3,87	27,8	0	0,4
HR 07.06.	0,93	11	0,23	0,5	0	10,07	0	0
HS 07.06.	8,1	21,4	0,7	1,77	5,1	24,43	0,1	2,47
HR 07.10.	0,63	8,77	0,067	0,33	0	12,07	0	0
HS 07.10.	4,67	7,77	0,77	1,2	2,17	9,13	0	1,27
Gy 05.26.	13,37	36,1	5,9	26,33	8,63	36,23	4,87	31,5
Gy 05.28.	14,7	36	10,57	17,63	15,9	41,7	12,8	32,17
Gy 06.01.	10,73	35,33	12,5	24,83	14,4	32,6	9,77	36,93
Gy 06.07.	21,3	36,53	12,73	37,03	19,53	38,6	8,93	38,47
GyR 07.06.	8,93	20,43	5,1	10,87	7,33	29,97	2,9	21,33
GyS 07.06.	18,5	45,33	14,37	41,9	11,17	35	10,97	29,67
GyR 07.10.	12,1	24,67	9,57	28,4	9,47	31,83	8,07	32,03
GyS 07.10.	20,33	53,17	11,17	42,7	12,3	37,37	8,87	35,27
SzD 5%	3,82	10,73	3,82	10,73	4,25	9,44	4,25	9,44

H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat; R: ritka állomány kivonata; S: sűrű állomány kivonata

A gyökérkivonatok gátló hatása májusban és júniusban különbözött csapadék előtt és után. A májusi töményebb (4 g/100 ml) és júniusi hígabb (2,3 g/100 ml) oldat esetében megfigyelhető a 3. napon csökkent hatás csapadék után (78%-ról 62%-ra és 61%-ról 22%-ra mérséklődött a gátlás). A 6. napon a csapadék hatása már csak a júniusi töményebb minták hatásában volt tapasztalható.

Virágzó növényeknél a sűrűbb állomány gyökérkivonatainak hatása csapadék előtt (GyS 07.06) és csapadék után (GyS 07.10) is enyhébb volt, mint a ritkáké mindkét

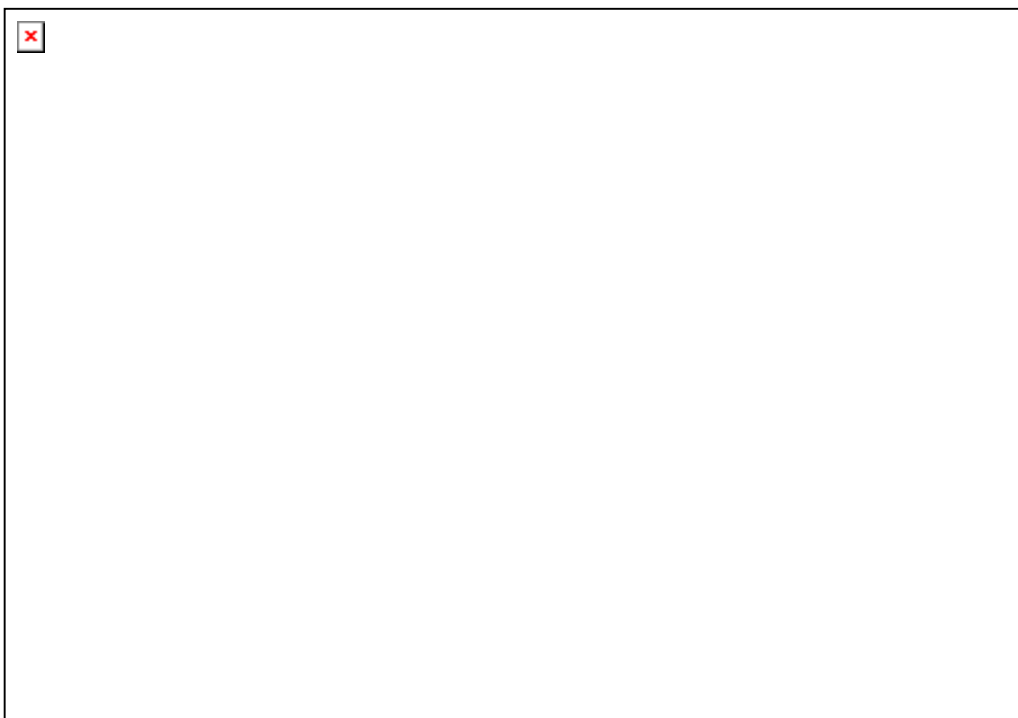
értékelési időpontban: a sűrű állományok hígabb kivonatai a 6. napon 41 és 50%-kal, a ritkáké 73 és 77%-kal csökkentették a gyökérnövekedést a kontrollhoz viszonyítva. A csapadék hatását júliusban csak a ritka állományoknál tapasztaltuk. Csapadék előtt (GyR 07.06) a töményebb oldat 88, csapadék után (GyR 07.10) 69%-kal gátolta a növekedést.

A hajtásnövekedés a gyökérnövekedéshez hasonlóan reagált a kivonatokra, de általában a kontrollhoz viszonyított gátlás enyhébb volt, vagy nem is következett be (28. táblázat).

A töményebb hajtáskivonatok hatása közötti különbségek a 12. napon már láthatóvá váltak (18. ábra). Legtartósabb hatása a májusi, csapadék előtti minta (H4-05.26) kivonatának volt, ahol az átlagos gyökérnövekedés 1,5 mm, a hajtásnövekedés pedig 0,8 mm volt. A két nappal későbbi, esőztető öntözés után gyűjtött minta (H4-05.28) kivonatát használva a zsázsa gyökérnövekedése közel tízszer, a hajtáshossza 21-szer volt nagyobb. Az öntözést követő négy napban nem állt vissza a gátló hatás olyan mértékben, hogy a június 1-én gyűjtött minta (H4-06.01) hatása szignifikánsan különbözzön az előzőtől (H4-05.28). Az ezt követő csapadék után ismét gyengült a kivonat (H4-06.07) hajtásnövekedésre gyakorolt hatása, így az a 12. napon 20,5 mm volt, a gyökérhosszúságot viszont hasonlóan befolyásolta a két júniusi kivonat.

A júliusi minták közül legnagyobb hatásvesztés a ritka állomány csapadék előtti kivonata (HR4-07.06) esetében volt: ezzel a kivonattal kezelve a zsázsa magvakat a gyökérhosszúság 13,5, a hajtáshosszúság 22,2 mm. A többi júliusi minta hatása ennél lényegesen tartósabb volt, a gyökérnövekedés 2,7 és 7,3 mm, a hajtásnövekedés 4,5 és 6,5 mm között változott.

Az összes mintát figyelembe véve a gyökérnövekedések közötti legnagyobb különbség közel tízszeres, a hajtásnövekedések között közel 28-szoros volt.



18. ábra. 4g/100ml töménységű hajtáskivonatok hatása a zsázsa növekedésére a 12 napos kezelés után

H: hajtáskivonat; R: ritka állomány kivonata; S: sűrű állomány kivonata

(Az ábra kontroll értéket nem tartalmaz, mivel a kontroll növények intenzív fejlődése miatt azok a Petri-csészékben 12 napig értékelhető állapotban nem voltak fenntarthatók, illetve az ábra célja a hajtáskivonatok közötti hatásbeli különbségek szemléltetése.)

A cukorrépa csírázását az első értékelés alkalmával a legtöbb, a 10. napon pedig már minden kivonat szignifikánsan csökkentette. A 6. napon a három legkorábbi minta (H 05.25, H 05.28, H06.01) hajtáskivonatai gátoltak leginkább, de ezek is csak néhány későbbi gyökér- és hajtáskivonattól különböztek szignifikánsan (29. táblázat).

A 10. napon a leggyengébb hatású, júliusi ritka állományból származó csapadék előtti gyökérmintát (GyR 07.06) kivéve, a hígabb kivonatok (2,3g/100ml) nem különböztek egymástól lényegesen, és a töményebb oldatok (4g/100ml) közötti különbségek is kisebbek voltak mint a korábbi értékelésnél. A 4 g/100 ml-es oldatok között említésre méltó különbség a júliusi ritka és sűrű állományok közötti, ahol csapadék előtt és után is nagyobb volt a sűrű állomány hajtáskivonatának (HS 07.06, HS 07.10) gátló hatása, mint a ritka állományé.

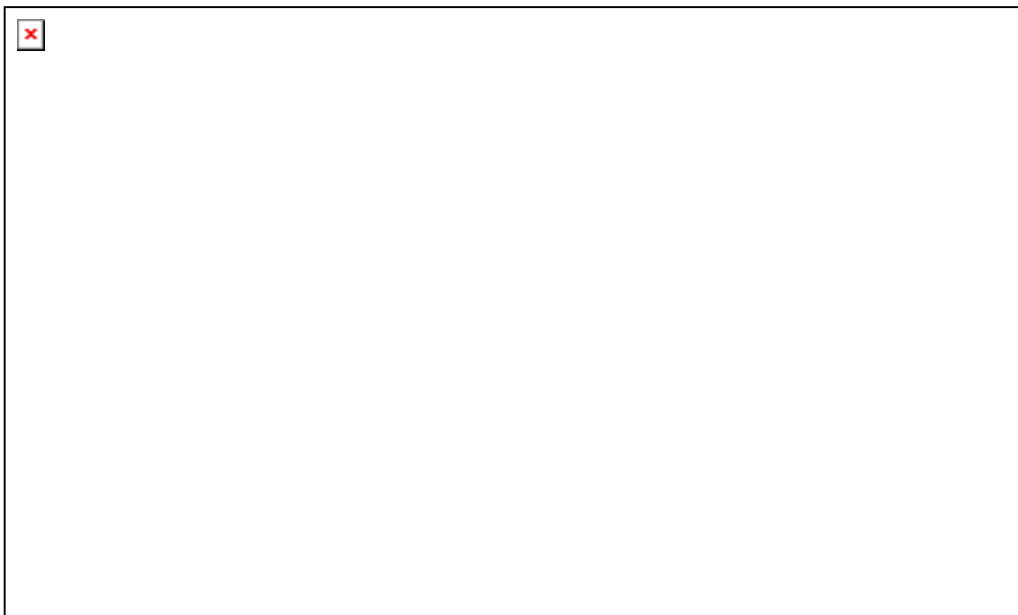
29. táblázat. Szárított szerbtövis minták kivonatainak hatása a cukorrépa csírázására

Kezelések	Csírázás a kontroll százalékában			
	2,3 g/100 ml		4 g/100 ml	
	6. nap	10. nap	6. nap	10. nap
Kontroll	100	100	100	100
H 05.26.	2	37	6	12
H 05.28.	11	31	7	23
H 06.01.	2	29	2	18
H 06.07.	28	30	56	38
HR 07.06.	30	31	52	44
HS 07.06.	50	36	30	23
HR 07.10.	17	29	67	44
HS 07.10.	39	42	15	17
Gy 05.28.	46	44	39	36
Gy 06.01.	44	-	41	26
Gy 06.07.	39	32	39	33
GyR 07.06.	74	55	52	40
GyS 07.06.	44	45	22	27
GyR 07.10.	35	38	43	31
GyS 07.10.	43	38	22	33
SzD 5%	39	21	39	21

H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat; R: ritka állomány kivonata; S: sűrű állomány kivonata

Összehasonlítottuk ugyanazon növéymintákból frissen felhasznált növényi részek, illetve szárított, darált gyökerek és hajtások kivonatainak hatását kerti zsázsa és cukorrépa tesztnövényeken. A kivonatok friss hajtások esetén 12 g/100 ml töménységben készültek, szárítva ennek megfelelő száraz anyagból.

A kerti zsázsa gyökérnövekedését a 3. és 6. napon is erősebben gátolták ugyanazon minták szárított, darált feléből készült kivonatok, mint a frissen felhasználtak (19. ábra). Amennyiben összevetettük a gyökérnövekedést a friss és szárított anyag felhasználásakor, viszonylag gyenge korrelációt kaptunk a kétféle módon előkészített minták kivonatainak hatása között (a 6. napon $R=0,709$). A hatásösszegben jelentkező különbség, és a nem túl erős korreláció fő oka valószínűleg az lehet, hogy a frissen felaprított és szárazon ledarált növényekből nem azonos mértékben tudtak kioldódni a zsázsa ható allelokemikáliák.

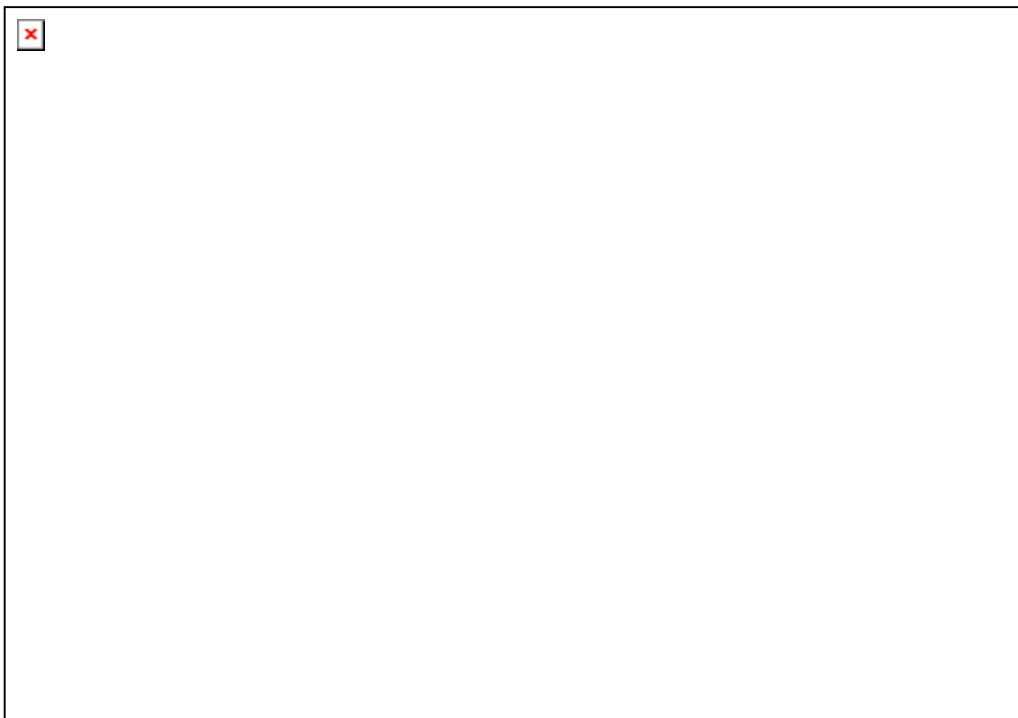


19. ábra. Azonos töménységű, friss és szárított mintából készített kivonatok hatása a kerti zsázsa gyökérnövekedésére a 6. napon

H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat; R: ritka állomány kivonata; S: sűrű állomány kivonata

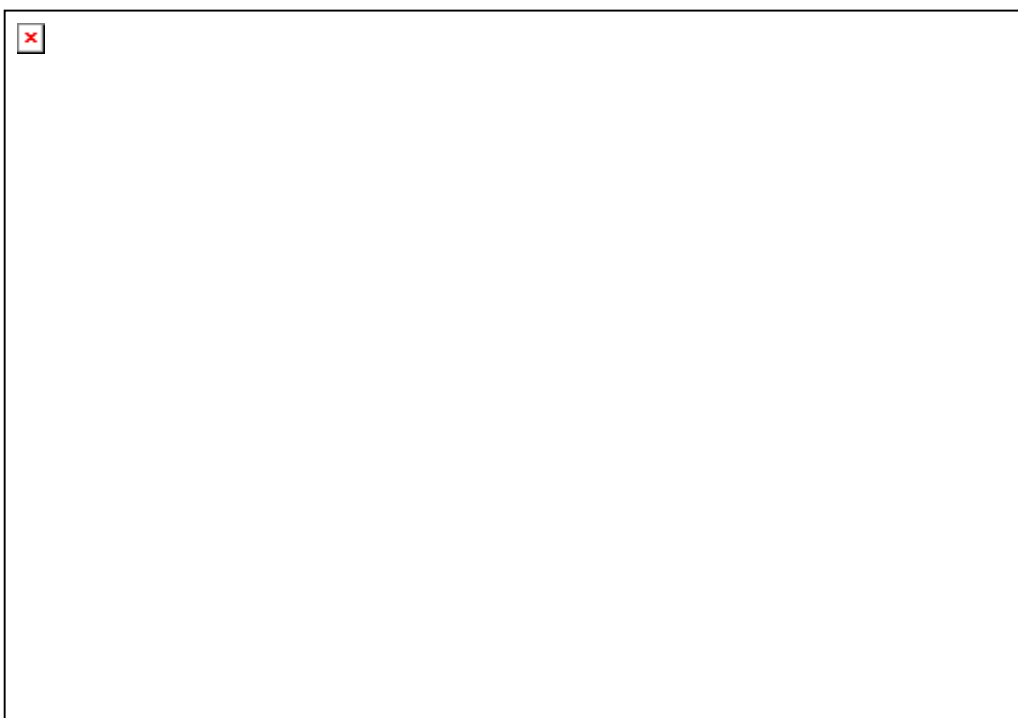
A cukorrépa csírázását többnyire erősebben gátolták a szárított mintákból készült kivonatok, és a hatásuk is egyenletesebb volt. A friss anyagból készült kivonatok esetében a hatás mértéke a mintavétel időpontjától, állománysűrűségtől függően nagyon ingadozott, több kivonat hatása nem volt szignifikáns (20. ábra). A száraz és friss kivonatok hatására tapasztalt csírázási intenzitás nem mutatott összefüggést (a 10. napon $R=0,049$).

A cukorrépa gyökérnövekedését egyes esetekben a száraz, míg más esetekben a friss növényekből készült kivonatok gátolták vagy serkentették erősebben, néhány alkalommal hasonló volt a hatásuk (21. ábra). A minták friss és szárított részéből készített kivonatok hatása között ez esetben sem találtunk összefüggést (a 10. napon $R=-0,262$).



20. ábra. Azonos töménységű, friss és szárított mintából készített kivonatok hatása a cukorrépa csírázására a 10. napon

H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat; R: ritka állomány kivonata; S: sűrű állomány kivonata



21. ábra. Azonos töménységű, friss és szárított mintából készített kivonatok hatása a cukorrépa gyökernövekedésére a 10. napon

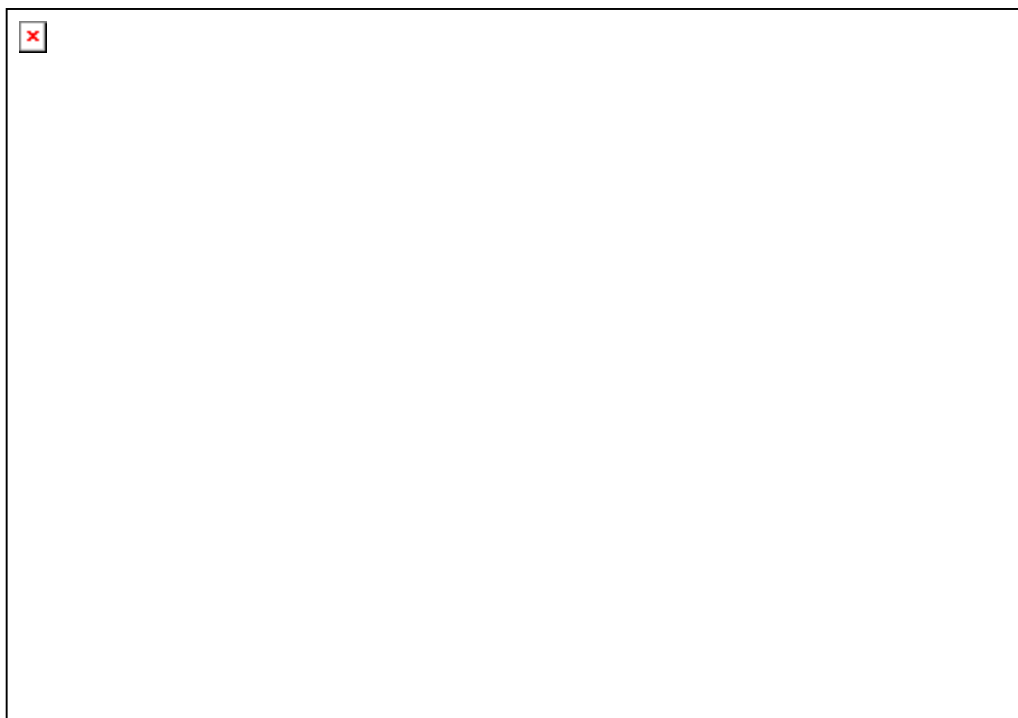
H: hajtáskivonat; Gy: gyökérkivonat; R: ritka állomány kivonata; S: sűrű állomány kivonata

4.2.3. Néhány allelokemikália szintjének változása a tenyészidőszak folyamán

A 2004-ben gyűjtött, nyolcféle hajtás- és gyökérmintából szárítás és darálás után meghatároztuk négy allelokemikália: a klorogénsav, a kumarin, a p-kumarinsav és a transz-fahéjsav mennyiségét.

A klorogénsav, kumarin és fahéjsav koncentrációja, néhány mintától eltekintve, a hajtásokban többszöröse volt, mint a gyökerekben, a kumarinsav mennyisége nem mutatott ilyen mértékű eltérést a föld alatti és feletti részek között (22-25. *ábra*).

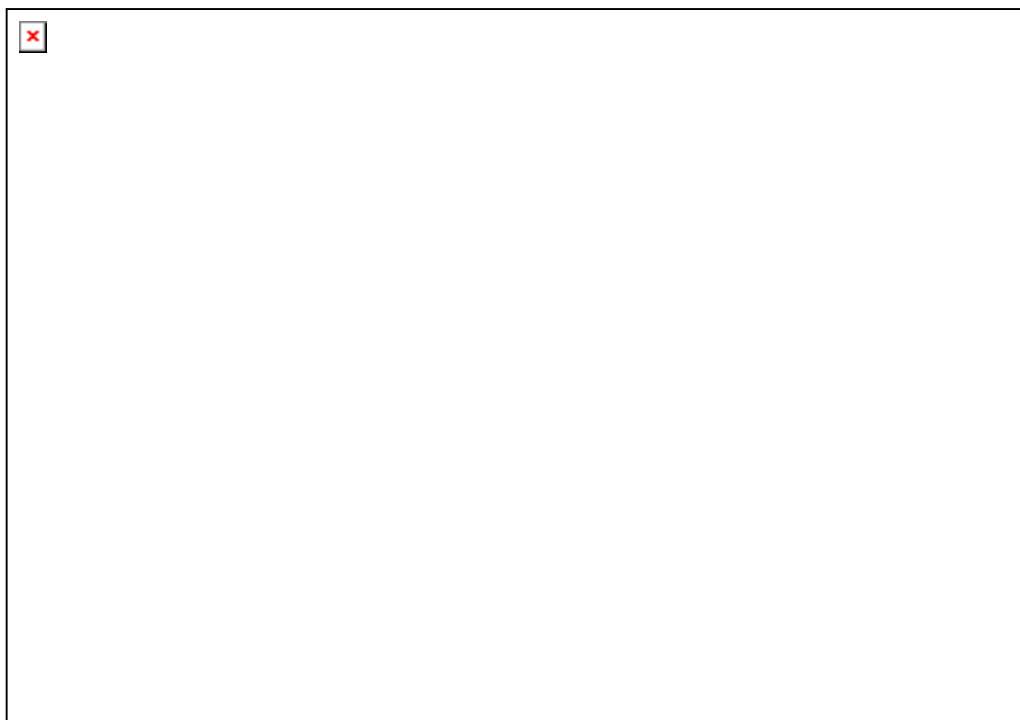
A klorogénsav mennyiségében a legnagyobb különbség hajtásmintákban 9,3-szeres, gyökérmintákban 2,6-szeres (22. *ábra*). Az egyes hónapokban különbözött a vegyület mennyisége csapadék előtti és utáni hajtásmintákban, de a csapadék esetleges hatása nem mindig volt azonos. Májusban nőtt a mennyisége csapadék után, júniusban csökkent, júliusban ritka állománynál jelentősen nem változott, sűrű állománynál viszont drasztikus volt a csökkenés, 5,23 mg/g-ról 0,69 mg/g-ra. A gyökerekben májusban és júniusban is felére csökkent a mennyisége öntözés vagy eső után, júliusban pedig ellentétesen változott sűrű és ritka állományokban.



22. ábra. A klorogénsav mennyiségének változása szerbtövis hajtásokban és gyökerekben a tenyészidőszak folyamán

R: ritka állomány kivonata; S: sűrű állomány kivonata

A kumarin mennyiségében bekövetkező legnagyobb változás a hajtásokban 15,5-szeres, gyökerekben 29,8-szeres (illetve egy esetben nem volt kimutatható). A májusi öntözést kivéve minden esetben jelentősen nőtt a vegyület koncentrációja csapadék utáni hajtásmintákban, illetve júliusban a sűrű állomány csapadék előtt és után is többszörösét tartalmazta, mint a ritka állomány. Júniusban 0,079 mg/g-ról változott 0,252 mg/g-ra, júliusban ritka állományban 0,092 mg/g-ról 0,390 mg/g-ra, sűrű állományban 0,409 mg/g-ról 1,227 mg/g-ra csapadék utáni hajtásmintákban (23. ábra). Gyökerekben a csapadék utáni felhalmozódása csak májusban volt megfigyelhető. Júliusban a ritka állományok gyökerei csapadék előtt és után is magasabb dózisban tartalmazták, mint a sűrű állományoké.

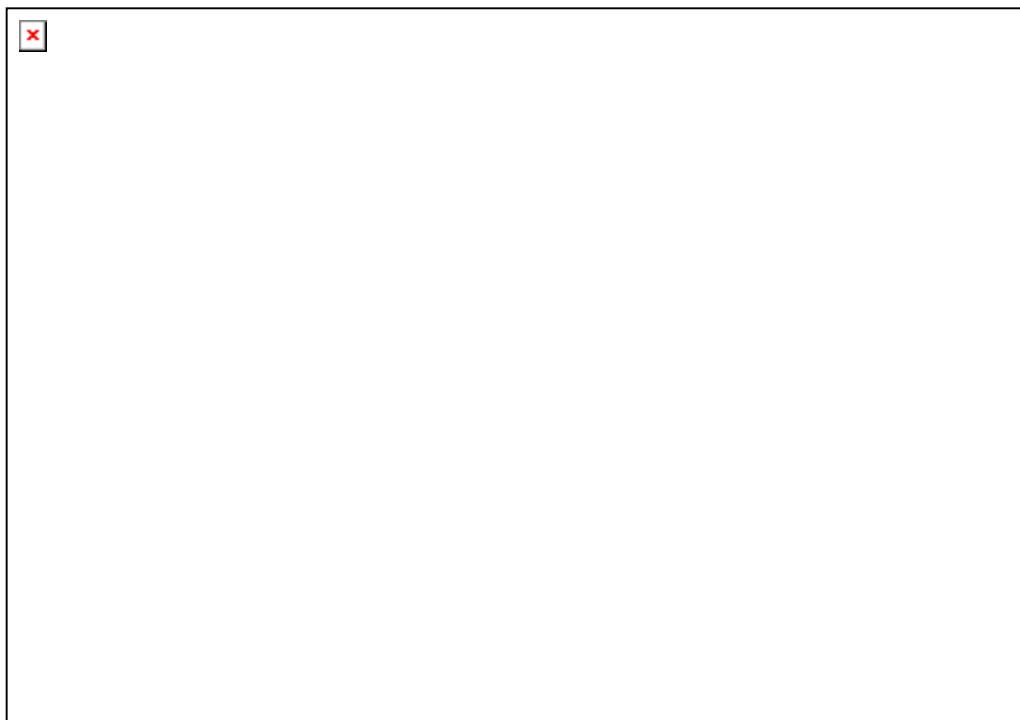


23. ábra. A kumarin mennyiségének változása szerbtövis hajtásokban és gyökerekben a tenyészidőszak folyamán

R: ritka állomány kivonata; S: sűrű állomány kivonata

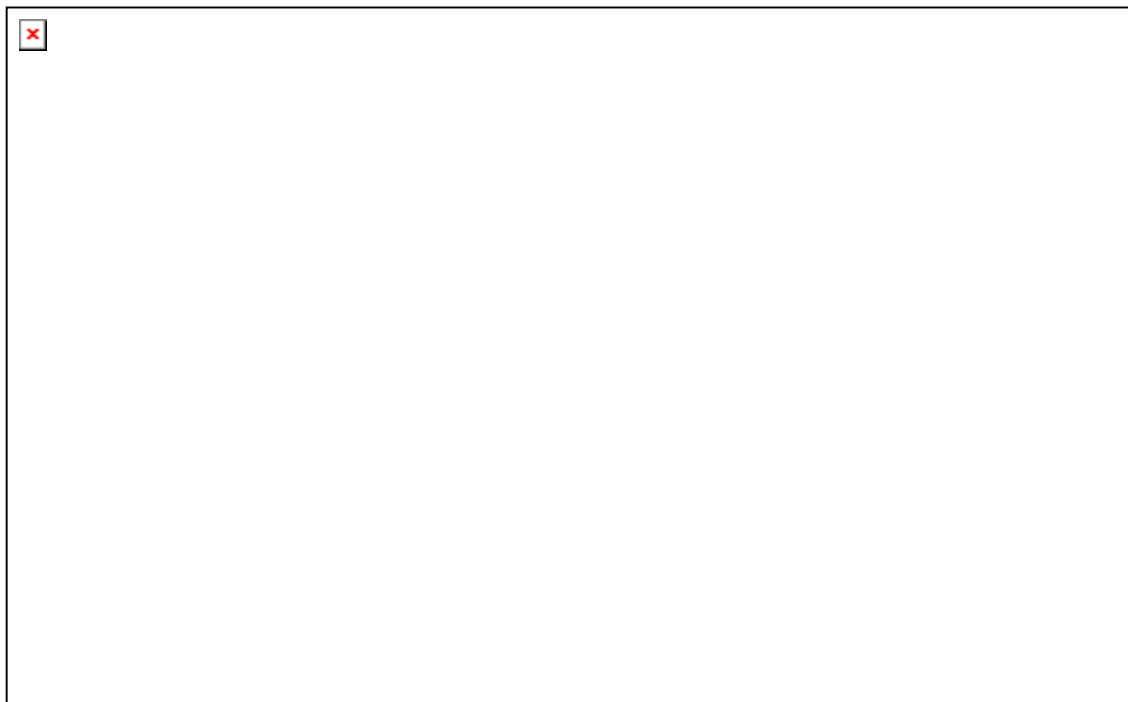
A kumarinsav mennyiségében a legnagyobb változás 4,6-szeres hajtásokban és 4,1-szeres gyökerekben (24. ábra). A hajtásmintákban fiatal növényeknél (májusban 0,102 mg/g-ról 0,054 mg/g-ra, június 0,045 mg/g-ról 0,034 mg/g-ra) és virágzó növények ritka állományánál (0,156 mg/g-ról 0,88 mg/g-ra) is csökkent a mennyisége csapadék után. A júliusi sűrű állományok kisebb mennyiségben tartalmazták, mint a ritka állományok, és a koncentrációja sem változott jelentősen. A gyökerekben, ellentétben a hajtásokkal,

felhalmozódott a kumarinsav csapadék után, de a sűrű állományokban itt sem változott a mennyisége csapadék hatására.



24. ábra. A p-kumarinsav mennyiségének változása szerbtövis hajtásokban és gyökerekben a tenyészidőszak folyamán

R: ritka állomány kivonata; S: sűrű állomány kivonata



25. ábra. A transz-fahéjsav mennyiségének változása szerbtövis hajtásokban és gyökerekben a tenyészidőszak folyamán

R: ritka állomány kivonata; S: sűrű állomány kivonata

A fahéjsav legnagyobb mennyiségi változása hajtásokban 6,6-szeres, a gyökerekben, melyekből a hajtásokban található mennyiség töredéke volt kimutatható, 8-szoros (25. ábra). A fejlettség hatása leginkább ennél a vegyületnél tapasztalható. Virágzó növények hajtásaiban magasabb a szintje (2,435-2,629 mg/g), fiatal növényekben körülbelül ennek fele vagy kevesebb. A vegyület mennyisége eltérő májusban és júniusban csapadék előtt és után, de a változás ellentétes a két hónapban, júliusban viszont sem a csapadék, sem az állománysűrűség hatására nem változott.

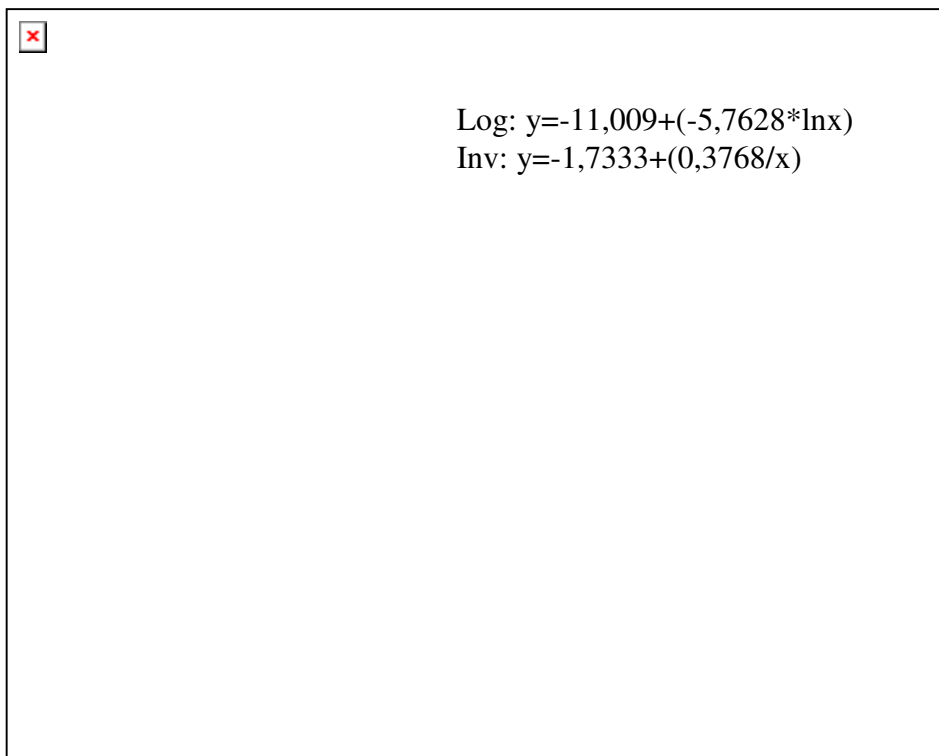
Az egyes szárított mintákból kimutatott vegyületek mennyiségi változását összevettük ugyanazon minták kivonatainak tesztnövényekre gyakorolt hatásával. A lehetséges variációk közül csak a p-kumarinsav és a zsázsa 3. napon, hígabb (2,3 g/100 ml) kivonat hatására tapasztalt növekedése közötti negatív összefüggés volt szoros (26., 27. ábra). Hajtás- és gyökérnövekedés esetében a pontok jól illeszkedtek logaritmikus és inverz függvény görbéjére is. (Hajtásnövekedés esetében logaritmikus függvényt használva $R^2=0,811$, inverz függvénnel $R^2=0,848$; gyökérnövekedés esetében logaritmikus függvényt használva $R^2=0,775$, inverz függvénnel $R^2=0,756$.)

A 6. napon mért értékekkel már nem volt szignifikáns az összefüggés, valószínűleg a vegyület bomlása és egyéb zavaró hatású bomlástermékek feldúsulása miatt.

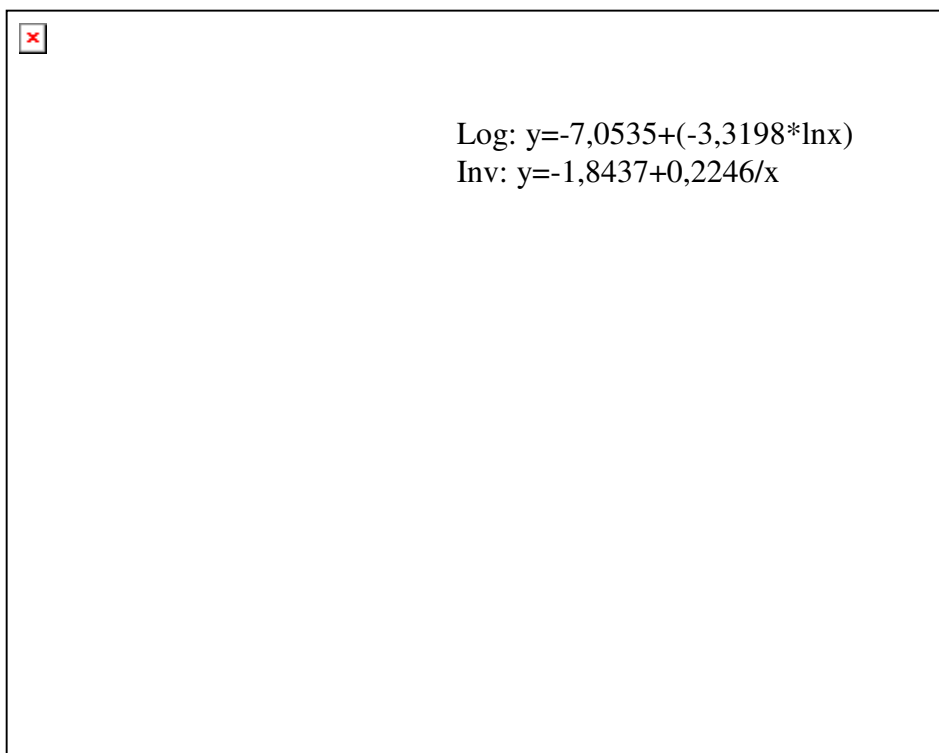
Hasonlóan szoros korreláció nem fordult elő a különféle vegyületek mennyisége és a tesztnövények csírázása, növekedése között, aminek oka minden bizonnyal az lehet, hogy egyszerre számos allelokemikália kerül kapcsolatba a tesztnövénnel, melyek kölcsönhatása adja a végső eredményt, így egyetlen vegyület markáns hatása ritkán jelenik meg.

A kumarinsav és a zsázsa korai növekedése közötti összefüggésnél gyengébb korrelációt kaptunk még fahéjsav és a zsázsa (2,3 g/100 ml töménységű oldat hatására tapasztalt) 6. napon mért növekedése ($R=-0,743$) között. Ez esetben lehetséges, hogy a kumarinsav bomlása vagy hatásvesztése után a fahéjsavnak vagy bomlástermékeinek szerepe vált döntővé. Ugyanakkor a viszonylag gyengébb korreláció, illetve más esetekben az összefüggések hiánya felhívják a figyelmet arra, hogy egyéb vegyületek hatásával is számolni kell.

(A vonatkozó korreláció és regresszió vizsgálatok eredményei az 1-6. mellékletekben)



26. ábra. A p-kumarinsav mennyiségi változásának hatása a zsázsa 3. napon tapasztalt átlagos gyökernövekedésére



27. ábra. A p-kumarinsav mennyiségi változásának hatása a zsázsa 3. napon tapasztalt átlagos hajtásnövekedésére

4.2.4. Növényi maradványok allelopátiás hatása

Olasz szerbtövis gyökér- és hajtásmaradványok vizes kivonatainak allelopátiáját értékeltük kerti zsázsa, cukorrépa és kukorica tesztnövényeken, melyeket párhuzamosan csíráztattunk szobahőmérsékleten (20-22 °C-on) és 8-10 °C-on.

A szobahőmérsékleten fejlődő zsázsa gyökérnövekedését egyetlen kivonat sem befolyásolta az első értékelési időpontban, és a hajtásnövekedés is csak a töményebb gyökérmaradvány kivonat (8XGy) hatására csökkent 37%-kal (30. táblázat).

A 6. napon már egyetlen kivonat sem gátolta sem a gyökér- sem a hajtásnövekedést, és szignifikáns serkentő hatás is csak a hajtásmaradványok hígabb kivonatánál (4VHX) jelentkezett.

Alacsonyabb hőmérsékleten csírázó zsázsa növények gyökérnövekedését az első mérés alkalmával minden hajtásmaradványt tartalmazó kivonat (4VHX, 8VHX, 2+2X, 4+4X) gátolta, dózistól és gyökérmaradvány tartalomtól függetlenül. A gátlás mértéke hasonló volt: 36-42%. A hajtásnövekedést ekkor minden kivonat visszafogta. A gátlás mértéke hajtáskivonatoknál 34-41%, gyökérvonatoknál 23-26%, vegyes gyökér-és hajtáskivonatoknál 48%.

30. táblázat. Szerbtövis maradványok hatása a kerti zsázsa növekedésére

Kezelések	Szobahőmérsékleten				Klímaszekrényben (8-10 °C)			
	Gyökérnövekedés mm		Hajtásnövekedés mm		Gyökérnövekedés mm		Hajtásnövekedés mm	
	3. nap	6. nap	3. nap	6. nap	6. nap	10. nap	6. nap	10. nap
Kontroll	39,6	50	22,8	23	13,1	27,7	7,3	15,6
4XH	43,8	77,3	19,4	27,8	8,1	31,3	4,3	12,7
8XH	40,4	64,2	19	29,7	7,9	30	4,8	12,2
4XGy	43,1	61	16,8	20,9	13,9	35,7	5,6	12,5
8XGy	32,7	56,9	14,4	20,8	10,7	44,3	5,4	12,5
2+2X	42,3	47,7	17,8	20,4	8,4	32,8	3,8	11
4+4X	38,2	53,6	17,5	24,7	7,6	27,6	3,8	10,7
SzD 5%	16	24,3	6,6	7,4	3,5	10,7	1,5	2,8

4XH, 8XH: 4, 8g hajtásmaradvány/100ml víz; 4XGy, 8XGy: 4, 8g gyökérmaradvány/100ml víz; 2+2X, 4+4X: 2+2, 4+4g gyökér és hajtásmaradvány/ 100ml víz

A második mérési időpontra (10. nap) a gyökerek növekedésének gátlása minden esetben megszűnt, a töményebb gyökérvonatok (8XGy) alkalmazásakor pedig serkentést tapasztaltunk. A hajtásnövekedést továbbra is gátolta minden kivonat, aminek mértéke hajtáskivonatoknál 19-22%, gyökérvonatoknál 20%, vegyes gyökér-és hajtáskivonatoknál 30-32%.

Szobahőmérsékleten a cukorrépa csírázását csak egy gyökérmaradvány kivonat (4XGy) gátolta a 6. napon, a többi oldat hatása nem volt szignifikáns, a 10. napra már egyetlen kivonat hatása sem volt jelentős (31. táblázat).

Alacsonyabb hőmérsékleten három gyökérmaradvány tartalmú kivonat (4XGy, 2+2X, 4+4X) volt hatással a csírázásra az első értékelési időpontban, ekkor a gátlás mértéke 22 és 48% között változott. A második mérés alkalmával már mind a négy gyökértartalmú kivonat (4XGy, 8XGy, 2+2X, 4+4X) gátló hatása szignifikáns volt, a hajtáskivonatoknak (4XH, 8XH) viszont ekkor sem volt jelentős hatása.

A cukorrépa növekedésére magasabb és alacsonyabb hőmérsékleten is nagyobb hatással voltak a kivonatok, mint a csírázásra.

Szobahőmérsékleten a hajtáskivonatok mindkét töménységben (4XH, 8XH), a magasabb dózisú gyökérvonat (8XGy) és a hígabb vegyes kivonat (2+2X) is szignifikánsan serkentették a gyökérnövekedést a 10. napon, 113 és 130%-kal, 76%-kal, illetve 92%-kal. Gátlás egy esetben sem fordult elő.

A hajtásnövekedést csak a hajtáskivonatok (4XH, 8XH) és a hígabb vegyes kivonat (2+2X) serkentette 123 és 140%-kal, illetve 115%-kal, más kivonatok hatása nem volt számottevő.

31. táblázat. Szerbtövis maradványok hatása a cukorrépa csírázására és növekedésére

Kezelések	Szobahőmérsékleten				Klímaszekrényben (8-10 °C)			
	Csírázási %		Növekedés, mm		Csírázási %		Növekedés, mm	
	6. nap	10. nap	gyökér	hajtás	10. nap	14. nap	gyökér	hajtás
Kontroll	100	100	23	13,1	100	100	6,4	2,4
4XH	59	73	49	29,2	104	96	16,8	4,1
8XH	91	81	53	31,6	75	85	10,4	3,7
4XGy	53	90	34	20,9	68	80	12,9	3,7
8XGy	76	99	40,4	19,2	78	82	19,7	3,7
2+2X	106	95	44,1	28,2	52	72	14,2	3,6
4+4X	74	92	32,4	20,4	62	80	11,5	3
SzD 5%	45	28	13,3	10,7	32	16	5,4	1,3

4XH, 8XH: 4, 8g hajtásmaradvány/100ml víz; 4XGy, 8XGy: 4, 8g gyökérmaradvány/100ml víz; 2+2X, 4+4X: 2+2, 4+4g gyökér és hajtásmaradvány/ 100ml víz

Alacsonyabb hőmérsékleten a gyökérnövekedést a hajtásmaradványok kivonatai közül csak a hígabb (4XH) serkentette, 163%-kal, továbbá mindkét gyökérvonat (4XGy, 8XGy), 102 és 208%-kal, és a hígabb vegyes kivonat (2+2X), 122%-kal (31. táblázat).

A hajtásnövekedést mind a hajtáskivonatok (4XH, 8XH), mind a gyökérvonatok (4XGy, 8XGy) serkentették, a vegyes kivonatok hatása azonban nem volt szignifikáns.

A kukorica növekedését szobahőmérsékleten egyetlen kivonat sem befolyásolta, alacsony hőmérsékletnek kitett kukorica ellenben több kivonatra érzékeny volt (32. táblázat). A gyökérnövekedést a hajtásmaradványok kivonatai (4XH, 8XH) a dózistól függően 54% és 72%-kal gátolták. A gyökérmaradványok közül a hígabb (4XGy) 54%-kal serkentette a növekedést. A vegyes kivonatok hatására a gyökérnövekedés nem tért el a kontrolltól.

A hajtás hosszúságot egy kivonat sem befolyásolta a vizes csíráztatáshoz viszonyítva.

32. táblázat. Szerbtövis maradványok hatása a kukorica növekedésére

Kezelések	Szobahőmérsékleten		Klímaszekrényben (8-10 °C)	
	Gyökérnövekedés mm	Hajtásnövekedés mm	Gyökérnövekedés mm	Hajtásnövekedés mm
Kontroll	68,6	7,8	6,5	0,2
4XH	76,7	8,0	3,0	0,0
8XH	67,4	6,3	1,8	0,0
4XGy	67,2	7,2	10	0,1
8XGy	67,6	7,5	8,2	0,4
2+2X	68,5	6,1	6,4	0,0
4+4X	61,7	8,2	6,8	0,0
SzD 5%	15,3	2,4	2,8	0,3

4XH, 8XH: 4, 8g hajtásmaradvány/100ml víz; 4XGy, 8XGy: 4, 8g gyökérmaradvány/100ml víz; 2+2X, 4+4X: 2+2, 4+4g gyökér és hajtásmaradvány/ 100ml víz

4.3. A szerbtövisrozsdá előfordulása és a szerbtövisek fertőzöttsége Debrecen környékén

A világ számos pontján elterjedt, de Magyarország területéről korábban még nem jelzett szerbtövis rozsdá (*Puccinia xanthii* Schwein.) előfordulását Debrecenben, a DE ATC területén tapasztaltuk első alkalommal 2002. augusztusában olasz szerbtövissen.

A faj meghatározása után a fertőzés mértékét későbbi kelésű ritkább ($3,3 \text{ db/m}^2$) és korábbi kelésű sűrűbb (10 db/m^2) szerbtövis állományban vizsgáltuk. A sűrűbb állomány június végére zárt állományt alkotott, a ritkább állomány borítási értékei a 35. ábrán láthatók.

A szerbtövis sűrűségéből adódó eltérő mikroklíma alapvetően meghatározta a fertőzés mértékét. A ritka állományban a vegetáció végéig elmaradt a fertőzés a sűrű állományban tapasztalttól. A sűrű állományban szeptember közepén minden vizsgált növény fertőzött volt, az egyes növényeken pedig a levelek 70%-án találtunk teleutotelepet. A telepek mennyisége levelenként 1 és 31 között változott, sűrűségük $0,02\text{-}2,37 \text{ db/cm}^2$ volt (átlagosan $0,78 \text{ db/cm}^2$) (7. kép).

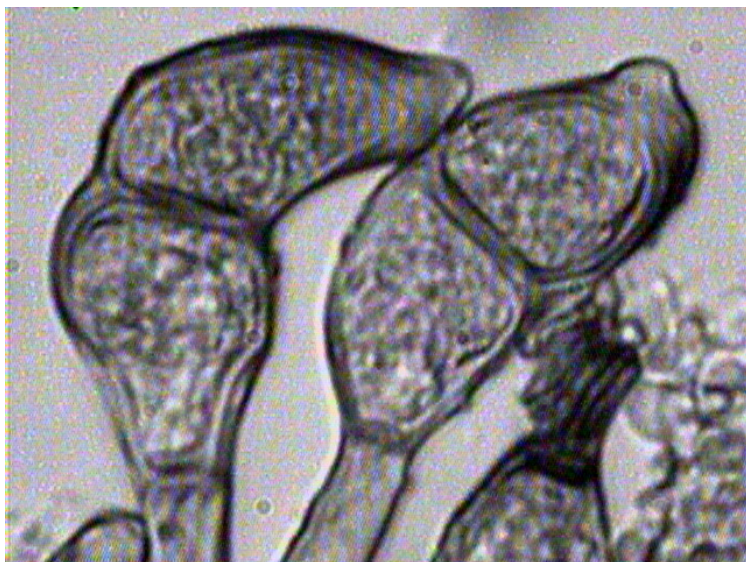


7. kép. Rozsdával fertőzött szerbtövis állomány 2002 szeptemberében

A telepek átmérője a levélen a mérés időpontjában 1 és 6mm közötti, átlagosan 3,8mm volt. A telepek alakja, az irodalomnak megfelelően, a levélen többnyire kör vagy ovális, ritkán, elsősorban nagyobb erek mentén, megnyúlt (8., 9. kép). A száron és levélnyélen alakjuk hosszúkas, kiemelkedők, felhasadók.



8. kép. Szerbtövis rozsdá teleutotelepei levélen



9. kép. A szerbtövis rozsdá nyeles teleutospórái fénymikroszkópban

A fertőzés 2003-ban és 2004-ben is bekövetkezett. A fertőzésre utaló klorotikus foltok és levél deformáció (dudorok képződése) illetve szórványosan a teleutotelepek 2003-ban július első napjaiban jelentek meg, majd a betegség az előző évihez hasonló

fertőzést okozott. 2004-ben csak július második felében tapasztaltuk az első tüneteket, és a későbbi fertőzés következtében a betegség mértéke kissé elmaradt a korábbi évektől.

A rozsdá faj jelenlétét a kísérlet helyszínén kívül Hajdú-Bihar megye több pontján is megfigyeltük, ahol szerbtövisek kisebb-nagyobb állománya élt, pl. Hajdúböszörmény, Látókép, Püspökladány, Hosszúpályi, stb. olasz és bojtortján szerbtövise is.

A debreceni szerbtövisrozsdá fertőzések érdekessége, hogy minden évben csak a nyár második felében jelent meg a betegség, holott a fogékony gazdanövény (szerbtövis) már tavasztól jelen volt, és legkésőbb június elején, közepén már olyan sűrű állományt alkotott, ami megfelelő mikroklimatikus feltételeket teremthetett a fertőzéshez. 2003-tól a szerbtövis maradványain a telepek, és rajtuk a teleutospórák is a területen voltak. Bár 2003-ban az átlagosnál szárazabb év volt, viszont előtte, de különösen az utána következő évben az időjárási viszonyok megfelelőek lettek volna a korábbi fertőzéshez, az mégis 2004-ben késett leginkább. A fiatal, 4-6 leveles szerbtövisek fogékonyságát számos irodalom bizonyítja (Julien et al., 1979, Morin et al., 1992a, 1992b, 1993), de akár szikleveles növényeken is kialakulhatnak a telepek (Kiss, 2005 – személyes közlés). Ezek ismeretében feltételezhető, hogy a szerbtövisrozsdá nem tudott a vizsgált élőhelyen áttelelni, és ezért csak a nyár közepétől, a délről érkező inokulum hatására indulhatott el a fertőzés.

A betegség gazdanövényei között említett parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*) szerbtövisekkel vegyes állományában csak jelentéktelen fertőzést tudott előidézni a rozsdagomba (egy egyeden volt 3 db kis méretű, 1-2 mm-es teleutotelep), 2004-ben pedig egyetlen növényen sem találtunk telepeket. Ugyanakkor a vele vegyes állományt alkotó szerbtöviseken jelentős fertőzés alakult ki.

Tizenöt, áprilisi és júniusi vetésű napraforgó hibrid esetleges fertőzöttségét is megfigyeltük szabadföldön, természetes infekciós körülmények között, és klímaszekrényben, Morin és munkatársai (1993) „levélkorongos” módszerével. Klímaszekrényben a szerbtövisrozsdá számára optimális körülményeket teremtettünk, aminek következtében a teleutospórák egy órán belül csírázásnak indultak, majd bazídiospórákat képeztek. Ennek ellenére sem szántóföldön, sem klímaszekrényben egyetlen esetben sem tapasztaltuk teleutotelepek kialakulását napraforgón.

5. Következtetések, javaslatok

A szerbtövisek biológiájának kutatása több területen folyik, melyek közül mezőgazdasági szempontból legjelentősebbek a kompetíciós képesség vizsgálatok, az allelopátia kutatása, illetve a biológiai, agrotechnikai és kémiai védekezési módszerek kifejlesztése, tökéletesítése, átalakítása a szerbtövisek okozta gondok kezelésére.

A fenti irányvonalak tükrében a dolgozatomban közölt vizsgálatok fő témái:

- Az olasz szerbtövis kompetíciós képességének, és a vele versengő kultúrnövények gyomelnyomó képességének pontosabb megismerése,
- Az olasz szerbtövis allelopátiájának vizsgálata, és e vizsgálatok kapcsán az allelopátiás vizsgálatok reprodukálhatóságát befolyásoló néhány tényező felderítése,
- A szerbtövisek elleni biológiai védekezésben potenciálisan felhasználható szervezet, a *Puccinia xanthii* szerbtövissel parlagfűvel és napraforgóval való kapcsolatának vizsgálata.

Az olasz szerbtövis kultúrnövényekkel való versengését cukorrépa és kukorica vetésekben vizsgáltuk a gyomfaj különböző kelési időpontjaiban.

A cukorrépában az első, áprilisi kelési hullámon túl, a kultúrnövény után 35-40 nappal később kelő szerbtövisek (3,3 db/m²) is versenyképesek voltak: bár kezdeti fejlődésük lassú volt, augusztusra mégis a cukorrépa fölé nőttek, és csökkentették a répatermést, cukortartalmat. További két hét elteltével kelő egyedek azonban már fiatalon elpusztultak, ezáltal – szemben a korábbi kelésekkel – sem a talaj magkészletét nem tudták növelni, sem a termésre nem voltak negatív hatással.

Kukoricában az első kelési hullám a gyomsűrűség (5-60 db/m²) növekedésével arányosan csökkentette a termést, de a legkisebb sűrűség mellett is jelentős volt a termés kiesés. A későbbi kelések közül a kukorica termését a vizsgálatokban csak a kultúrnövény után 4 héten belül kelt szerbtövisek tudták szignifikánsan csökkenteni, de magprodukcióra még 5-6 héttel a kukorica után kelve is képesek voltak. A késői kelésű szerbtövisek – megerősítve más szerzők kukoricában és szójában szerzett tapasztalatait – csapadékosabb évben versenyképesebbek, mint egy szárazabb évben. Ez megmutatkozott a gyomnövény tenyészidőszak végére elért magasságában és magprodukciójában is.

A klímasekrényben és szabadföldön nevelt olasz szerbtövisek allelopátiáját kerti zsázsa, cukorrépa, kukorica és tavaszi árpa tesztnövényeken vizsgáltuk.

A tesztnövények, és azok életfolyamatai (csírázás, növekedés) eltérő mértékben reagáltak a szerbtövis friss és szárított részeiből készített kivonatokra, gyökér- és hajtásmaradványaira, de mindegyik tesztnövény igazolta az allelopátiát biotesztekben. A kezelések a cukorrépa csírázását és növekedését is megváltoztatták, a másik három tesztnövénynek azonban csak a növekedését befolyásolták.

Az allelopátia mértéke azonban nem csak tesztnövény fajától függött, hanem egyéb tényezőktől is, melyek feltehetőleg befolyásolják az allelokemikáliák termelését, kiválasztását, esetleg kioldhatóságát.

- A felhasznált növényi részekről függően változott a hatás iránya, erőssége.
- Meghatározta a biotesztek eredményét az, hogy élő növényről vett mintákból készültek a kivonatok vagy növényi maradványokból.
- A kivonószer (víz, etanol) befolyásolta az egyes tesztnövényeken tapasztalt hatást.
- Eltérő módon hatottak a klímasekrényben és szántóföldön nevelt növények azonos részeiből készített kivonatok.
- Klímasekrényben nevelve a szerbtöviseket, eltért az azonos korú növények kivonatainak hatása attól függően, hogy rövid vagy hosszúnappalos megvilágítási körülmények között fejlődtek.
- Szántóföldön nevelve a szerbtöviseket befolyásolta az allelopátiát a növények mintavétel előtti vízellátottsága, a mintavétel előtt hullott csapadék, a növények fejlettségi állapota, a mintát szolgáltató állomány sűrűsége.
- A minta előkészítésének módja a kivonatkészítéshez (friss felhasználás vagy szárított, darált anyag felhasználása) szintén befolyásolta az allelopátia végkimenetelét.
- Befolyással volt a biotesztek végeredményére az is, hogy a csíráztatás milyen hőmérsékleten történt.

A friss növényi részekből készített kivonatok hatása tesztnövényenként a következőkben összegezhető:

Cukorrépa tesztnövény esetében a kivonatok csírázásra gyakorolt hatása, kisebb-nagyobb gátlásban nyilvánult meg, de a gátló hatás erősségét illetve a hatásvesztés mértékét befolyásolták a fent említett tényezők. Általánosságban az állapítható meg,

hogy a hajtáskivonatok hatása erősebb volt, mint a gyökérkivonatoké. 2003-ban a fiatal növények kivonatainak csírázás gátló hatása erősebb volt, mint a virágzóké. 2004-ben azonban már nem volt ilyen különbség. Egy-egy jelentősebb csapadék hatására mindkét évben a kivonatok erősödő csírázás gátló hatását tapasztaltuk. A két év közül – a kedvezőbb és egyenletesebb csapadék ellátottságú – 2004-ben volt kisebb egy-egy csapadék ilyen irányú hatása. A teszt növény növekedésére – amennyiben hatásosak voltak a kivonatok – többnyire serkentőleg hatottak, de bizonyos esetekben gátló hatás is fellépett (pl. virágzó szerbtövis növényekről a csapadék előtt gyűjtött minták serkentő hatását csapadék után gyűjtve már nem tapasztaltuk, ellenben több esetben gátlás fordult elő). A teszt növény gyökérnövekedése általában érzékenyebben reagált a kivonatokra, mint a hajtásnövekedés.

Kerti zsázsa esetében a csírázás nagymértékű gátlása csak néhány, kivételesen „erős” kivonat esetében fordult elő, a növekedésre gyakorolt hatás azonban széles határok között változott a kivonatkészítés előzményei és körülményei függvényében. A kivonatkészítésre felhasznált növényi részeket figyelembe véve azt tapasztaltuk, hogy a hajtáskivonatok többnyire erősebb gátló hatással bírtak, mint a gyökérkivonatok. Hajtáskivonatok esetében a teszt növényre gyakorolt gátló hatás erősebb volt csapadék előtt, mint utána, amikor több esetben már nem jelentkezett gátlás, vagy éppen serkentőleg hatottak a kivonatok. Gyökérkivonatoknál ez a jelenség nem volt megfigyelhető, több esetben inkább ennek az ellenkezője volt tapasztalható. A végső hatást azonban a csapadékon túl egyéb tényezők is befolyásolták. A kerti zsázsa növekedését mindkét évben erősebben gátolták a virágzó növények kivonatai, mint a 4-5 leveles növényeké. A szerbtövis állománysűrűségének hatása azonban csak néhány 2004-es minta esetében volt szignifikáns. A teszt növény hajtásnövekedése kevésbé érzékenyen reagált a kivonatokra, mint a gyökérnövekedés.

A kukorica általában kevésbé érzékenyen reagált a kivonatokra, mint a két fentebb említett teszt növény, de a csapadék, állománysűrűség és a donor növények fenológiájának hatása ez esetben is beigazolódott. Gátlás csak a virágzó növények sűrű állományából készített gyökérkivonatok hatására jelentkezett, de közvetlenül csapadék után ez már nem volt tapasztalható, ellenben serkentés több esetben is.

Kerti zsázsa és cukorrépa esetében összevetettük a friss növényi részekből készített kivonatok hatását a minták szárított, darált részéből készült kivonatok hatásával. Kerti zsázsa esetében találtunk összefüggést a friss és szárított részek hatása között, de az

utóbbi hatékonyabb volt. A tesztnövénynek ez esetekben is a gyökérnövekedése volt az érzékenyebb a kivonatok hatására.

A cukorrépa ható allelokemikáliák összetétele, kioldhatósága azonban annyira megváltozott a szárítás és a darálás során, hogy semmilyen összefüggés nem volt a friss és száraz minták kivonatainak hatása között. A szárított minták kivonatainak csírázást gátló hatása erősebb, tartósabb volt, mint a friss részekből készültek oldatoké, illetve a különböző időpontokban gyűjtött minták hatása között sem volt jelentős a különbség.

A szerbtövis maradványainak tesztnövényekre gyakorolt hatását meghatározta, hogy a csíráztatás milyen hőmérsékleten zajlott. A tesztnövényekre gyakorolt gátló hatás általában jobban érvényesült a csírázáshoz kevésbé kedvező, alacsonyabb hőmérsékleten. A kerti zsásza növekedését alacsonyabb hőmérsékleten nagyobb mértékben gátolták a kivonatok, mint szobahőmérsékleten. A cukorrépa csírázását gyakorlatilag nem gátolták a kivonatok szobahőmérsékleten, klímasekrényben azonban minden gyökérmaradványt tartalmazó kivonat gátolt. A cukorrépa növekedésére gyakorolt serkentő hatásban viszont nem volt jelentős különbség a csírázási hőmérséklettől függően. A kukorica érzékenyen reagált a hajtásmaradványokat tartalmazó kivonatokra kedvezőtlen csírázási hőmérsékleten, szobahőmérsékleten viszont minden kivonat hatástalan volt erre a tesztnövényre.

A fenti megfigyelések tükrében nyomon követtük négy allelokemikália, a transz-fahéjsav, kumarin, p-kumarinsav és a klorogénsav mennyiségi változásait a természetes körülmények között fejlődő szerbtövis hajtásaiban és gyökereiben. Az adott vegyületek töménysége a hajtásokban 4,6-15,5-szeres, gyökerekben pedig 2,6-29,8-szeres változáson ment át a tenyészidőszak folyamán. Bár az allelopátiát többnyire számos vegyület együttes hatása alakítja, a p-kumarinsav és a transz-fahéjsav mennyiségi változásai összefüggést mutattak egyes kivonatok kerti zsászára gyakorolt hatásával. Más esetekben azonban egyik vegyület mennyiségi változásából sem lehetett következtetni a tesztnövények a növekedési, csírázási erélyére, ami jelzi, hogy a szerbtövisekben más allelokemikáliák hatása is jelentős lehet.

A szerbtövis okozta allelopátiának a tesztnövényeken tapasztalt változékonysága, illetve az allelokemikáliák külső és belső tényezőktől függő jelentős mennyiségi eltérései szükségessé teszik a változásokat kiváltó tényezők felderítését, hatásuk számszerűsítését, figyelembe vételüket az allelopátia vizsgálata során, a jobb megismételhetőség, az eredmények jobb felhasználhatósága érdekében.

Az általunk vizsgált és egyéb tényezők szerepe az eredmények alapján sok esetben jelentős lehet. Az egy-egy allelopátiás kapcsolatban ténylegesen ható faktorok felderítéséhez, azok hatásának pontos meghatározásához további vizsgálatok szükségesek. Meg kell találni azokat a tényezőket, melyek hatása leginkább befolyásolja a vizsgálati eredményeket. Pl. a mintavétel előtt hullott csapadék mennyiségéből, intenzitásából közvetlenül csak az allelokemikáliák hajtásokból történő kimosására következtethetünk, a növények vízellátottságát, az abban bekövetkező változást egy-egy csapadék hatásán túl a talaj csapadék hullása előtti és utáni vízszolgáltató képessége, a légköri szárazság, stb. is befolyásolják, így ezekre egy csapadék hatása csak közvetett. Ez esetben a növény vízellátottságát jobban tükröző jellemzők, pl. a vízpotenciál, mérése is szerencsés lenne a későbbi vizsgálatokban.

A szerbtövis elleni biológiai védekezés egyik lehetséges eszköze a *Puccinia xanthii*, mely az utóbbi években Magyarországon is előfordul. Vizsgálataink során felmértük egyes szerbtövis állományokban a gomba által okozott fertőzést, továbbá napraforgó hibrideken és a parlagfűvön való esetleges előfordulását.

A betegség a tenyészidőszak végére látványos tüneteket (nagy számú teleutotelep) idézett elő szerbtövisen, de rendszeres késői megjelenése (július-augusztus) következtében nem okozott számottevő károsodás a gyomfaj állományában. Feltételezésünk szerint a korai fertőzés elmaradását az inokulum hiánya okozhatta, ami annak lehet a következménye, hogy a szerbtövisrozsda egyelőre nem tud áttelelni Magyarországon, ezért valószínűleg a Dél-Európából érkező inokulum indította el a fertőzéseket. Ezek következtében gyomszabályozó hatása nem érvényesült, és nem érvényesül, amíg korábbi fertőzés nem történik.

A tanulmányozott napraforgó hibrideket és a parlagfűvet egyik évben sem tudta károsítani az általunk izolált gomba.

6. Összefoglalás

A világ számos pontján már régóta nehéz feladat elé állítják a növénytermesztéssel foglalkozókat a szerbtövis fajok (*Xanthium* spp.), más régiókban, pl. Magyarországon, az utóbbi évtizedekben kerültek a legveszélyesebb gyomnövények közé.

A szerbtövis fajok (*Xanthium strumarium* L., *X. italicum* Mor., *X. spinosum* L.) magyarországi előretörése a 60-as évektől vált látványossá, amikortól kezdve az évtizedenként elvégzett országos gyomfelvételezések alkalmával az említett fajok által fertőzött terület és a borítási értékeik is megegyezőszorozódtek. Térhódításuk legjellemzőbb a kapás kultúrákban, melyek közül hazánkban a kukorica, napraforgó cukorrépa a legjelentősebb, a világ más pontjain ehhez társul még a szója, gyapott, földimogyoró, bizonyos esetekben a legelőterületek. A művelt területeken okozott kártétel mellett azonban nem szabad megfeledkezni elsősorban az olasz szerbtövis, mint inváziós faj, folyók (Magyarországon főleg a Tisza és mellékfolyói) hullám és árterein, természetes társulásokban való előrenyomulásáról sem.

A szerbtövisek széleskörű elterjedésének és károsításának több oka van: a nemzetség fajainak, különösen szántóterületeken, jó a versenyképessége, allelopátiás fajok, mélyről és elhúzódva képesek kelni, csíranövényük nagy méretű, korai fejlődésük ezáltal gyors, későn kelő egyedei a kultúrnövény árnyékában is jól fejlődnek. E tényezők vizsgálata illetve a szerbtövis fajok szabályozási lehetőségeinek kutatása számos területen folyik.

Saját vizsgálataimban három fő témával foglalkoztam:

- Az olasz szerbtövis kompetíciós képességének, és a vele versengő kultúrnövények (kukorica, cukorrépa) gyomelnyomó képességének pontosabb megismerése, különös tekintettel a gyomfaj késői kelésű egyedeinek versenyképességére.
- Az olasz szerbtövis allelopátiájának vizsgálata, és e vizsgálat kapcsán az allelopátiás vizsgálatok reprodukálhatóságát befolyásoló néhány tényező felderítése.
- A szerbtövis elleni biológiai védekezésben potenciálisan felhasználható szervezet, a *Puccinia xanthii* szerbtövissel és napraforgóval való kapcsolatának vizsgálata.

Az olasz szerbtövis első kelési hullámával szemben természetesen egyik vizsgálatba bevont kultúrnövény sem versenyképes, de a későn kelő egyedek is okozhatnak jelentős termés kiesést. A cukorrépában a kultúrnövény után 35-40 nappal később kelő szerbtövisek is versenyképesek voltak: bár kezdeti fejlődésük lassú volt, augusztusra mégis a cukorrépa fölé nőttek, és csökkentették a répatermést, cukortartalmat.

A későbbi kelések közül a kukorica termését a vizsgálatokban csak a kultúrnövény után 4 héten belül kelt szerbtövisek tudták szignifikánsan csökkenteni, de magprodukcióra még 5-6 héttel a kukorica után kelve is képesek voltak.

A késői kelésű szerbtövisek – megerősítve más szerzők kukoricában és szójában szerzett tapasztalatait – csapadékosabb évben versenyképesebbek voltak, mint egy szárazabb évben.

A klímaszekrényben és szabadföldön nevelt olasz szerbtövisek allelopátiáját kerti zsázsa, cukorrépa, kukorica és tavaszi árpa teszt növényeken vizsgáltuk.

A teszt növények, és azok életfolyamatai (csírázás, növekedés) eltérő mértékben reagáltak a szerbtövis friss és szárított részeiből készített kivonataira, gyökér- és hajtásmaradványaira, de mindegyik teszt növény igazolta az allelopátiát biotesztekben. A kezelések a cukorrépa csírázását és növekedését is megváltoztatták, a másik három teszt növénynek gyakorlatilag csak a növekedését befolyásolták.

Az allelopátia mértéke azonban nem csak teszt növény fajától függött, hanem egyéb tényezőktől is, melyek feltehetőleg befolyásolják az allelokemikáliák termelését, kiválasztását, esetleg kioldhatóságát.

A kivonat készítéshez felhasznált növényi részekről függően változott a hatás erőssége. Meghatározta az biotesztek eredményét, hogy élő növényről vett mintákból készültek a kivonatok vagy növényi maradványokból.

A kivonószer (víz, etanol) befolyásolta az egyes teszt növényeken tapasztalt hatást.

Eltérő módon hatottak a klímaszekrényben és szántóföldön nevelt növények azonos szerveiből készített kivonatok. Alátámasztja a külső tényezők hatásának jelentőségét az is, hogy a klímaszekrényben, szabályozott, egyenletes körülmények között fejlődő szerbtövisek kivonatainak hatása is „kiszámíthatóbb” volt, mint a szántóföldön nevelt egyedeké.

Klímaszekrényben nevelve a szerbtöviseket, eltért az azonos korú növények kivonatainak hatása attól függően, hogy rövid vagy hosszúnappalos körülmények között fejlődtek.

Szántóföldön nevelve a szerbtöviseket befolyásolta a hatást a növények mintavétel előtti vízellátottsága, a mintavétel előtt hullott csapadék, a növények fejlettségi állapota, a mintát szolgáltató állomány sűrűsége.

A minta előkészítésének módja a kivonatkészítéshez (friss felhasználás vagy szárított, darált anyag felhasználása) szintén befolyásolta az allelopátia végeredményét.

Befolyással volt a biotesztek végeredményére az is, hogy a tesztnövények csíráztatása milyen hőmérsékleten történt. A kedvezőtlenül alacsony hőmérséklet érzékennyé tette a tesztnövényeket a kivonatok hatására.

A tesztnövényeken tapasztalt hatásbeli különbségek mellett négy allelokemikália (transz-fahéjsav, kumarin, p-kumarinsav és a klorogénsav) jelentős mennyiségi változásait is megfigyeltük a szerbtövisek hajtásaiban és gyökereiben a tenyészidőszak folyamán gyűjtött mintákban. A vizsgált vegyületek közül a p-kumarinsav és a transz-fahéjsav mennyiségi változásai összefüggést mutattak a kivonatok kerti zsázsán tapasztalt hatásával.

A szerbtövisek okozta allelopátiának a tesztnövényeken tapasztalt változékonysága, illetve az allelokemikáliák külső és belső tényezőktől függő jelentős mennyiségi eltérései szükségessé teszik a változásokat kiváltó tényezők felderítését, hatásuk számszerűsítését, figyelembe vételüket az allelopátia vizsgálata során, a jobb megismételhetőség, az eredmények jobb felhasználhatósága érdekében.

A szerbtövis elleni biológiai védekezés egyik potenciális organizmusa, a szerbtövisrozsda magyarországi megjelenése óta tanulmányoztuk a gyomfajon okozott fertőzés mértékét, illetve napraforgó hibrideken és parlagfűvön való esetleges előfordulását.

A betegség a tenyészidőszak végére ugyan látványos tüneteket (nagy számú teleutotelep) idézett elő szerbtöviseken, de rendszeres késői megjelenése (július-augusztus) következtében nem okozott számottevő károsodást a gyomfaj állományában. Feltételezésünk szerint a korai fertőzés elmaradását az inokulum hiánya okozhatta, ami annak lehet a következménye, hogy a szerbtövisrozsda egyelőre nem tud áttelelni Magyarországon, ezért valószínűleg a Dél-Európából érkező inokulum indította el a fertőzéseket. Ezek következtében gyomszabályozó hatása nem érvényesült, és nem érvényesül, amíg korábbi fertőzés nem történik.

A tanulmányozott napraforgó hibrideket és a parlagfűvet egyik évben sem tudta károsítani az általunk izolált gomba.

7. Irodalomjegyzék

- Abbas, H. K., Egley, G. H. (1996): Influence of corn oil and surface-active agents on the germination and infectivity of *Alternaria helianthi*. *Biocontrol Science and Technology* 6. 531-538.
- Abbas, H. K., Pantone, D. J., Paul, R. N. (1999): Characteristics of multiple-seeded cocklebur: a biotype of common cocklebur (*Xanthium strumarium* L.) *Weed Technology* 13. 257-263.
- Abbas, H. K., Johnson, B. J., Pantone, D. J., Hines, R. (2004): Biological control and use of adjuvants against multiple seeded cocklebur (*Xanthium strumarium*) in comparison with several other cocklebur types. *Biocontrol Science and Technology* 14. 855-860.
- Alcorn, J. L. (1976): Host range of *Puccinia xanthii*. *Transactions of the British Mycological Society* 66. 365-367.
- Alcorn, J. L., Kochman, J. K. (1976): A field record of *Puccinia xanthii* on sunflower. *Austral. Plant Pathol. Soc. Newsl.* 5. 33.
- Amakura, Y., Okada, M., Tsuji, S., Tonogai, Y. (2000): Determination of phenolic acids in fruit juices by isocratic column liquid chromatography. *Journal of Chromatography A* 891. 183-188.
- Auld, B. A. (1993): Vegetable oil suspension reduce dew dependence of a mycoherbicide. *Crop Protection* 12. 477-479.
- Awad, M. A., Jager, A., van der Plas, L. H. W., van der Krol, A. R. (2001): Flavonoid and chlorogenic acid changes in skin of Elstar and Jonagold apples during development and ripening. *Scientia Horticulturae* 90. 69-83.
- Balke, N. E. (1985): Effects of allelochemicals on mineral uptake and associated physiological processes. In: *The chemistry of allelopathy*. Ed.: Thompson, A. C. American Chemical Society, Washington, D. C. 161-178.
- Barrentine, W. L. (1974): Common cocklebur competition in soybeans. *Weed Science* 22. 600-603.
- Batra, S. W. T. (1981): *Puccinia xanthii forma specialis ambrosia-trifidiae*. A microcyclic rust for the biological control of giant ragweed, *Ambrosia trifida* (Compositae). *Mycopathologia* 73. 61-64.
- Beckett, T., Stoller, E. W., Wax, L. M. (1988): Interference of four annual weeds in corn. *Weed Science* 36. 764-769.

- Ben, G. Y., Osmond, C. B., Sharkey, T. D. (1987): Comparisons of photosynthetic responses of *Xanthium strumarium* and *Helianthus annuus* to chronic and acute water stress in sun and shade. *Plant Physiology* 84. 476-482.
- Bene S., Radócz L. (2003): Changes of weed associations under conservation soil tillage technologies. *Analale Universitatii Din Oradea, Fascicula protectia Mediului* 8, 73-80.
- Bernasconi, P., Woodworth, R. A., Rosen, B. A., Subramanian, M. V., Siehl, D. L. (1995): A naturally occurring point mutation confers broad range tolerance to herbicides that target acetolactate synthase. *J. Biol. Chem.* 270. 17381-17385.
- Bernasconi, P., Woodworth, R. A., Rosen, B. A., Subramanian, M. V., Siehl, D. L. (1996): A naturally occurring point mutation confers broad range tolerance to herbicides that target acetolactate synthase. *J. Biol. Chem.* 271. 13925.
- Béres I. (1983): A parlagfű (*Ambrosia elatior* L.) allelopatikus hatásának vizsgálata. *Növényvédelem* 19. 265-266.
- Béres I. (2000): Allelopátia. In: Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia. Szerk.: Hunyadi K., Béres I., Kazinczi G. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 307-320.
- Béres I., Kazinczi G., Lukács D (2001): Néhány fontosabb hazai gyomfaj allelopátiája. 6. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum 2001. Debrecen, Előadások, szerk.: Kövics Gy., Debrecen, 2001. DE ATC 353-361.
- Béres I., Lehoczy É., Nádasy E. I. (2003): Allelopathy of some important perennial weeds. 3rd International Plant Protection Symposium at Debrecen University, 15-16 October, 2003., Debrecen, Proceedings, Ed: Kovics G., DU CAS, Debrecen, 2003, 276-282.
- Bhowmik, P. C., Doll, J. D. (1982): Corn and soybean response to allelopathic effects of weed and crop residues. *Agronomy Journal* 74. 601-606.
- Bisht, N. P. S., Singh, R. (1979): Chemical constituents of the stem and roots of *Xanthium strumarium* Linn. *J. Indian Chem. Soc.* 56. 108-109.
- Bloomberg, J. R., Kirkpatrick B. L., Wax, L. M. (1982): Competition of common cocklebur (*Xanthium pensylvanicum*) with soybean (*Glycine max*). *Weed Science* 30. 507-513.
- Blum, U. (1998): Effects of microbial utilization of phenolic acids and their phenolic acid breakdown products on allelopathic interactions. *J. Chem. Ecol.* 24. 685-707.
- Botz L., Kovács Zs. O., Miklós Ené, Horváth Gy., Szabó L. Gy. (2001): Translocation of exogen phenoloids and alkaloid sin acceptor plant – histo- and phytochemical characteristics. *Acta Botanica Hungarica* 43. 79-93.
- Böszörményi A., Bagi I. (2001): *Xanthium italicum* Mor. dominálta vegetációfolt fejlődésdinamikájának vizsgálata a Tisza hullámterén. *Kitaibelia* 6. 45-50.

- Böszörményi A., Bagi I. (2004): Invázió által veszélyeztetett élőhelyek az Alsó-Tisza hullámterén. Aktuális flóra és vegetációkutatása Kárpát-medencében VI., Keszthely, 2004. február 26-29. Összefoglalók 136.
- Brückner D. J. (1998): A parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L) allelopátiás hatása a kultúrnövények csírázására. Növénytermelés 47. 635-644.
- Brückner D. J., Lepossa A., Herpai Z. (2001): Parlagfű-allelopátia: közvetett kölcsönhatások. Növénytermelés 50. 231-236.
- Bushra, I., Farruk, H., Farhat, B. (1987): Allelopathic effects of Pakistani weeds. *Xanthium strumarium* L. Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research 30. 530-533.
- Cartter, J. L., Hartwig, E. E. (1963): The management of soybean. In: The soybean, Ed.: Norman, A. G., Academic Press, New York, 162-221.
- Casini, P. (2004): Allelopathic influences of common cocklebur (*Xanthium italicum* Moretti) on maize. Allelopathy Journal 11. 189-199.
- Chon, S. U., Kim, Y. M., Lee, J. C. (2003): Herbicidal potential and quantification of causative allelochemicals from several *Compositae* weeds. Weed Research 43. 444-450.
- Clay, P. A., Griffin, J. L. (2000): Weed seed production and seedling emergence responses to late-season glyphosate applications. Weed Science 48. 481-486.
- Cole, R. J., Stuart, B. P., Lansden, J. A., Cox, R. H. (1980): Isolation and redefinition of toxic agent from cocklebur (*Xanthium strumarium*). J. Agric. Food Chem. 28. 1330-1332.
- Colton, C. E., Einhellig, F. A. (1980): Allelopathic mechanisms of velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medic., *Malvaceae*) on soybean. Am. J. Bot. 67. 1407-1413.
- Cornish, K., Zeevaart, J. A. D. (1985): Abscissic acid accumulation by roots of *Xanthium strumarium* L. and *Lycopersicon esculentum* Mill. in relation to water stress. Plant Physiol. 79. 653-658.
- Craig, J. C., Mole, M. L., Billets, S., El-Feraly, F. (1976): Isolation and identification of the hypoglycemic agent, carboxyatractylate, from *Xanthium strumarium*. Phytochemistry 15. 1178.
- Cutler, H. G., Cole, R. J. (1983): Carboxyatractyloside: a compound from *Xanthium strumarium* and *Atrachtylis gummifera* with plant growth inhibiting properties. The probable „inhibitor A”. Journal of Natural Products 46. 609-613.
- Czarnota, M. A., Paul, R. N., Dayan, F. E., Nimbal, C. I., Weston, L. A. (2001): Mode of action, localization of production, chemical nature, and activity of sorgoleone: A potent PSII inhibitor in *Sorghum* spp. root exudates. Weed Technology 15. 813-825.

- Dias, A. S., Dias, L. S. (2000): Effects of drought on allelopathic activity of *Datura stramonium* L. *Allelopathy Journal* 7. 273-278.
- Dikova, B. (1997): Weeds in sugar beets – infection containers for the virus of the „Rhizomania” (beet necrotic yellow vein virus – BNYVV). *Rastenievadni Nauki* 34. 93-96.
- Dirks, J. T., Johnson, W. G., Smeda, R. J., Wiebold, W. J., Massey, R. E. (2000): Use of preplant sulfentrazone in no-till, narrow row, glyphosate-resistant *Glycine max*. *Weed Science* 48. 628-639.
- Einhelling, F. A., Stille Muth, M., Schon, M. K. (1985): Effects of allelochemicals on plant-water relationships. In: *The chemistry of allelopathy*. Ed.: Thompson, A. C. American Chemical Society, Washington, D. C. 179-196.
- Elmore, C. D. (1980): Inhibition of turnip (*Brassica rapa*) seed germination by velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) seed. *Weed Science* 28. 658-660.
- Fraenkel, G. S. (1959): The raison d'être of secondary plant substances. *Science* 129. 1466-1470.
- Fernald, M. L. (1970): Gray's manual of botany. 8th ed. New York, D. Ban Nostrand, 1470-1474.
- Gossett, B. J. (1971): Cocklebur – soybean's worst enemy. *Weeds Today* 2. 9-11.
- Gressel, J. B., Holm, L. G. (1964): Chemical inhibition of crop germination by weed seeds and the nature of inhibition by *Abutilon theophrasti*. *Weed Research* 4. 44-53.
- Grümmer, G. (1955): Die gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen – Allelopathie. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena
- Gulya, T. J., Charlet, L. D. (2002): First report of *Puccinia xanthii* on sunflower in North America. *Plant Disease* 86. 564.
- Gupta, K. C., Gupta, D. R. (1975) Isolation of an antibacterial compound, xanthumin from the leaves of *Xanthium strumarium* Linn. *J. Indian Chem. Soc.* 52. 1224-1225.
- Guttieri, M. J., Eberlein, C. V., Mallory-Smith, C. A., Thill, D. C., Hoffman, D. L. (1992): DNA sequence variation in Domain A of the acetolactate synthase gene of herbicide resistant and susceptible biotypes. *Weed Science* 40. 670-677.
- Guttieri, M. J., Eberlein, C. V., Thill, D. C. (1995): Diverse mutations in the acetolactate synthase gene confer chlorsulfuron resistance in kochia (*Kochia scoparia*) biotypes. *Weed Science* 43. 175-178.
- Györfy I. (1922): *Xanthium echinatum* Murr. (*X. italicum* Moretti) prope Szeged. *Magyar Botanikai Lapok* 21. 64.

- Haigler, W. E., Gossett, B. J., Harris, J. R., Toler, J. E. (1988): Resistance of common cocklebur (*Xanthium strumarium*) to organic arsenical herbicides. *Weed Science* 36. 24-27.
- Haigler, W. E., Gossett, B. J., Harris, J. R., Toler, J. E. (1994): Growth and development of organic arsenical-susceptible and -resistant common cocklebur (*Xanthium strumarium*) biotypes under noncompetitive conditions. *Weed Technology* 8. 154-158.
- Hódi L., Torma M. (2004): Possibilities to control problem weeds in imidazolinone-resistant sunflower hybrids in Hungary. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 111, 909-913.
- Horváth K., Radvány B., Szabó L., Varga L. (1998): Szerbtövis fajok (*Xanthium* spp.) In: Veszélyes-24. Szerk.: Csibor I., Hartmann F., Princzinger G., Radvány B., Mezőföldi Agrofórum, Szekszárd, 68-72.
- Inderjit, M. K., Foy, C. L. (2001): On the significance of field studies in allelopathy. *Weed Technology* 15. 792-797.
- Jawad, A. L. M., Mahmoud, M. J., Al-Naib, A. (1998): Antimicrobial activity of *Xanthium strumarium* extracts. *Fitoterapia* 59. 220-221.
- Jones, R. E., Walker, R. H., Wehjte, G. (1997): Soybean (*Glycine max*), common cocklebur (*Xanthium strumarium*), and sicklepod (*Senna obtusifolia*) sap flow in interspecific competition. *Weed Science* 45. 409-413.
- Johnson, G. A., Defelice, M. S., Helsel, Z. R. (1993): Cover crop management and weed control in corn (*Zea mays*). *Weed Technology* 7. 425-430.
- Johnson, W. G., Defelice, M. S., Holman, C. S. (1997): Application timing affects weed control with metolachlor plus atrazine in no-till corn (*Zea mays*). *Weed Technology* 11. 207-211.
- Johnson, W. G., Bradley, P. R., Hart, S. E., Buesinger, M. L., Massey, R. E. (2000): Efficacy and economics of weed management in glyphosate-resistant corn (*Zea mays*). *Weed Technology* 14. 57-65.
- Joshi, S. P., Rojarkar, S. R., Nagasampagi, B. A. (1997): Antimalarial activity of *Xanthium strumarium*. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences* 19. 366-368.
- Julien, M. H., Broadbent, J. E., Matthews, N. C. (1979): Effects of *Puccinia xanthii* on *Xanthium strumarium* (*Compositae*). *Entomophaga* 24. 29-34.
- Kawazu, K., Nakajima, S., Ariwa, M. (1979): Xanthumin and 8-epi-xanthatin as insect development inhibitors from *Xanthium canadense* Mill. *Experientia* 35: 1294-1295.

- Kazinczi G., Béres I., Hunyadi K., Mikulás J., Pölös E. (1991): A selyemmályva (*Abutilon theophrasti* Medic.) allelopatikus hatásának és kompetitív képességének vizsgálata. *Növénytermelés* 40. 321-331.
- Kazinczi G., Mikulás J., Hunyadi K., Horváth J. (1997): Allelopathic effect of weeds on growth of wheat, sugarbeet and *Brassica napus*. *Allelopathy Journal* 4. 335-340.
- Kazinczi G., Béres I., Narwal, S. S. (2001): Allelopathic Plants 3. Velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medic.). *Allelopathy Journal* 8. 179-188.
- Kazinczi G., Reisinger P., Mikulás J. (2004): Az időjárás változás hatásai a herbológia területén. *Magyar gyomkutatás és technológia* 5:2. 3-26.
- Kinugasa, T., Hikosaka, K., Hirose, T. (2003): Reproductive allocation of an annual, *Xanthium canadense*, at an elevated carbon dioxide concentration. *Oecologia* 137. 1-9.
- Klement Z. (2004): A növényi és állati immunrendszerek közös vonása. 9. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum, 2004. október 20-21. Debrecen, Előadások, szerk.: Kövics Gy., Debrecen, DE ATC, 2004. 3-7.
- Kutluk, N. D., Erkan, S., Bicken, S., Haas, H. U., Hurle, K. (2000): Weeds as host for *Rhizomania*'s agent. *Proceedings 20th German Conference on Weed Biology and Weed Control*, Stuttgart-Hohenheim, Germany, 14-16 March, 2000. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 2000. Sonderh. 17. 167-171.
- Lee, J. M., Owen, M. D. K. (2000): Comparison of acetolactate synthase enzyme inhibition among resistant and susceptible *Xanthium strumarium* biotypes. *Weed Science* 48. 286-290.
- Logarzo, G., Gandolfo, D., Cordo, H. (2002): Biology of *Apogomerella versicolor* Boheman (*Coleoptera: Cerambycidae*) in Argentina, a candidate for biological control of cocklebur (*Xanthium* spp.)
- Löve, D., Dansereau, P. (1959): Biosystematic studies on *Xanthium*: taxonomic, appraisal and ecological status. *Can. J. Bot.* 37. 173-208.
- Ma, Y. T., Huang, M. C., Hsu, F. L., Chang, H. F. (1998): Thiazinedione from *Xanthium strumarium*. *Phytochemistry* 48. 1083-1085.
- Malik, M. S., Sangwan, N. K., Dhindsa, K. S., Bhatti, D. S. (1987): Nematicidal activity of extracts of *Xanthium strumarium*. *Pesticides* 21. 19-20.
- Mandava, N. B. (1985): Chemistry and biology of allelopathic agents. In: *The chemistry of allelopathy*. Ed.: Thompson, A. C. American Chemical Society, Washington, D. C. 33-54.
- McMillan (1975): The *Xanthium strumarium* complexes in Australia. *Aust. J. Bot.* 23. 173-192.

- McWhorter, C. G., Anderson, J. M. (1976): Bentazon applied postemergence for economical control of common cocklebur in soybeans. *Weed Science* 24. 391-396.
- Millspaugh, C. F., Sherff, E. E. (1919): Revision of the North American species of *Xanthium*. *Publ. Field Mus. Nat. Hist. No. 204, Bot. Ser. 4.* 9-49.
- Mikulás J. (1976): *Sorgum halepense* (L.) Pers. elleni védekezési kísérletek. Magyar Vegyipari Egyesülés Budapest, 55-85.
- Mikulás J. (1984): Allelopathy of *Sorgum halepense* (L.) Pers. on weeds and crops. *Acta Agronomica Academica Scientiarum Hungaricae* 33, 423-427.
- Mikulás J., Pölös E., Váradi Gy. (1992): A szőlősorközök takarónövényeinek allelopátiája. *Magyar Szőlő- és Borgazdaság* 2/1, 9-11.
- Mirkova, E., Todorova, M., Nikolova, V. (2000): *Puccinia xanthii* Schw. - life cycle and possibility to overwinter in Bulgaria. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 6. 419-422.
- Mohammad, T. B. (1998): Effect of tillage and interference on common cocklebur (*Xanthium strumarium*) and sicklepod (*Senna obtusifolia*) population, seed production, and seedbank. *Weed Science* 46. 424-431.
- Morin, L., Brown, J. F., Auld, B. A. (1992a): Teliospore germination, basidiospore formation and the infection process of *Puccinia xanthii* on *Xanthium occidentale*. *Mycol. Res.* 96. 661-669.
- Morin, L., Brown, J. F., Auld, B. A. (1992b): Effects of environmental factors on teliospore germination, basidiospore formation, and infection of *Xanthium occidentale* by *Puccinia xanthii*. *Phytopathology* 82. 1443-1447.
- Morin, L., Brown, J. F., Auld, B. A. (1993): Host range of *Puccinia xanthii* and postpenetration development on *Xanthium occidentale*. *Canadian Journal of Botany* 71. 959-965.
- Nagabhushana, G. G., Worsham, A. D., Yenish, J. P. (2001): Allelopathic cover crops to reduce herbicide use in sustainable agricultural systems. *Allelopathy Journal* 8. 133-146.
- Nariman, F., Eftekhar, F., Habibi, Z., Falsafi, T. (2004): Anti-Helicobacter activities of six Iranian plants. *Helicobacter* 9. 146-151.
- Nehl, D. B., Brown, J. F. (2000): Biological control of the Noogoora burr complex with *Alternaria zinniae*: environmental conditions favouring disease. *Australian Plant Pathology* 29. 71-80.
- Németh I. (1991): Mediterrán növények megjelenése Heves megyében. *Növénytermelés* 40. 313-320.

- Németh I. (1996): Gyomnövényismeret. Regiocon Kiadó, Kompolt, 171-173.
- Németh I. (2000): A szántóföldi, kertészeti, erdészeti és élősködő gyomfajok jellemzése. In: Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia, Szerk.: Hunyadi K., Béres I., Kazinczi G., Mezőgazda Kiadó, 2000. 160-166.
- Norsworthy, J. K. (2004): Soybean canopy formation effects on pitted morningglory (*Ipomoea lacunosa*) common cocklebur (*Xanthium strumarium*), and sicklepod (*Senna obtusifolia*) emergence. Weed Science 52. 954-960.
- Obatomi, D. K., Bach, P. H. (1998): Biochemistry and toxicology of the diterpenoid glycoside atractyloside. Food and Chemical Toxicology 36. 335-346.
- Ohmes, G. A., Kendig, J. A. (1999): Inheritance of an ALS-cross-resistant common cocklebur (*Xanthium strumarium*) biotype. Weed Technology 13. 100-103.
- Omar, A. A., Elrashidy, E. M., Ghazy, N. A., Metwally, A. M., Ziesche, J., Bohlmann, F. (1984): Xanthanolides from *Xanthium spinosum*. Phytochemistry, 23. 915-916.
- Palmer, W. A., Goeden, R. D. (1991): The host range of *Opharella communis* LeSage (Coleoptera, Chrysomelidae). Coleopterists Bulletin 45. 115-120.
- Parmelee, J. A. (1969): The autoecious species of *Puccinia* on *Heliantheae* (Ambrosiaceae) in North America. Canadian Journal of Botany 47. 1391-1402.
- Parmelee, J. A. (1977): *Puccinia xanthii*. Fungi Canadenses No. 99.
- Peterson, D. E. (1999): The impact of herbicide-resistant weeds on Kansas agriculture. Weed Technology 13. 632-635.
- Piacente, S., Pizza, C., Tomassi, N., Simone, F. (1996): Sesquiterpene and diterpene glycosides from *Xanthium spinosum*. Phytochemistry, 41. 1357-1360.
- Pimpongkol, A. T., Camper, N. D. (2003): Photosynthetic activity of MSMA-resistant and -susceptible common cocklebur. Pesticide Biochemistry and Physiology 76. 46-54.
- Pretorius, Z. A., Van Wyk, P. S., Kriel, W. M. (2000): Occurrence of *Puccinia xanthii* on ornamental sunflower in South Africa. Plant Disease 84. 924.
- Radics L., Pusztai P. (2000): Az árnyékolóhatás szerepe a vetésforgókban a gyomok ellen. Növénytermelés 49. 69-79.
- Regnier, E. E., Salvucci, M. E., Stoller, E. W. (1988): Photosynthesis and growth responses to irradiance in soybean (*Glycine max*) and three broadleaf weeds. Weed Science 36. 487-496.
- Regnier, E. E., Stoller, E. W., Nafried, E. D. (1989): Common cocklebur (*Xanthium strumarium*) root and shoot interference in soybean. Weed Science 37. 308-313.

- Rice, E. L. (1964): Inhibition of nitrogen-fixing and nitrifying bacteria by seed plants. *Ecology* 45. 824-837.
- Rice, E. L. (1984): Allelopathy. Second edition. Academic Press Inc., USA.
- Savulescu, T. (1953): Monografia uredinalelor din Republica Populara Romana. Editura Academiei Republicii Populare Romane.
- Schermann Sz. (1967): Magismeret I.-II. Akadémiai Kiadó, Budapest, 454.
- Schmidt, L. A. (2004): Management of acetolactate synthase (ALS)-resistant common cocklebur (*Xanthium strumarium*) in soybean. *Weed Technology* 18. 665-674.
- Sene, M., Dore, T., Gallet, C. (2001): Relationships between biomass and phenolic production in grain sorghum grown under different conditions. *Agronomy Journal* 93. 49-51.
- Simon T. (2002): A magyarországi edényes flóra határozója. Ötödik kiadás, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 514-516.
- Solymosi P. (2005): Az éghajlat változásának hatása a gyomflórára a hazai kutatások tükrében, az 1969 és 2004 közötti időszakban. *Növényvédelem* 41. 13-24.
- Somogyi L. Z. (1991): A *Xanthium* genus biológiája. Doktori értekezés, PATE GMK, Keszthely
- Sprague, C. L., Stoller, E. W., Wax, L. M. (1997): Common cocklebur (*Xanthium strumarium*) resistance to selected ALS-inhibiting herbicides. *Weed Technology* 11. 241-247.
- Steckel, G. J., Wax, L. M., Simmons, F. W., Phillips, W. H. (1997): Glufosinate efficacy on annual weeds is influenced by rate and growth stage. *Weed Technology* 11. 484-488.
- Sterling, T. M., Putnam, A. R. (1987): Possible role of glandular trichome exudates in interference by velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). *Weed Science* 35. 308-314.
- Szabó L. (2001): Nehezen irtható kétszikű gyomnövények elleni védekezés cukorrépában. 6. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum, 2001. Debrecen, Előadások, szerk.: Kövics Gy., Debrecen, 2001. DE ATC, 209-225.
- Szabó L. Gy (1994): Fitokémiai analógiák ökológiai vonatkozásai. *Gyógyszerészet* 38. 567-571.
- Szabó L. Gy. (2000): Juglone index – a possibility for expressing allelopathic potential of plant taxa with various life strategies. *Acta Botanica. Hungarica* 42. 295-305.
- Szabó L. Gy., Botz L., Walcz I. (2000): Effect of microfungi on stability of allelochemicals. *Acta Botanica. Hungarica* 42. 307-322.
- Szőke L. (2001): A melegigényes gyomfajok gyors terjedése és a klímaváltozás összefüggése. *Növényvédelem* 37. 10-12.

- Talakal, T. S., Dwivedi, S. K., Sharma, S. R. (1995): In vitro and in vivo antitrypanosomal activity of *Xanthium strumarium* leaves. *Journal of Ethnopharmacology* 49. 141-145.
- Taylor, A. O. (1965): Some effects of photoperiod on the biosynthesis of phenylpropane derivatives in *Xanthium*. *Plant Physiology* 40. 273-280.
- Torma M., Bereczkiné K. E. (2004): A *Cirsium arvense* (L.) Scop. és a *Sorghum halepense* (L.) Pers. allelopatikus hatásának tanulmányozása. *Magyar Gyomkutatás és Technológia* 5/2, 35-41.
- Tóth E., Molnár I., Somlyay I., Popovics I., Gulyás A., Kara B. (2004): Teljesen új lehetőség a napraforgó posztemergens gyomirtására: a Granstar 75 DF alkalmazása Granstar-toleráns napraforgóban. 9. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum, 2004. Debrecen, Előadások, szerk.: Kövics Gy., Debrecen, 2004. DE ATC, 351-355.
- Tranel, P. J., Wassom, J. J. (2001): Genetic relationships of common cocklebur accessions from the United States. *Weed Science* 49. 318-325.
- Tranel, P. J., Jeschke, M. R., Wassom, J. J., Maxwell, D. J., Wax, L. M. (2003): Variation in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) interference among common cocklebur (*Xanthium strumarium* L.) accessions. *Crop Protection* 22. 375-380.
- Tsankova, E. T., Trendafilova, A. B., Kujumgiev, A. I., Galabov, A. S., Robeva, P. R. (1994): *Zeitschrift für Naturforschung* 49c. 154-155.
- Tuzson J. (1909): A hazai flóra új *Xanthium* faja. *Természettudományi Közlöny* 41. 136.
- Ujvárosi M. (1973): Gyomnövények. *Mezőgazdasági Kiadó*, Budapest, 450-453.
- Van Klinken, R. D., Julien, M. H. (2003): Learning from past attempts: does classical biological control of Noogoora burr (*Asteraceae: Xanthium occidentale*) have a promising future? *Biocontrol Science and Technology* 13. 139-153.
- Wassom, J. J., Tranel, P. J., Wax, L. M. (2002): Variation among U. S. accessions of common cocklebur (*Xanthium strumarium*). *Weed Technology* 16. 171-179.
- Weaver, S. E., Lechowicz, M. J. (1983): The biology of Canadian weeds. 56. *Xanthium strumarium* L. *Can J. Plant Sci.* 63. 211-225.
- Weber, C. R., Staniforth, D. W. (1957): Competitive relationships in variable weed and soybean stands. *Agronomy Journal* 49. 440-444.
- Webster, T. M., Coble, H. D., (1997): Changes in the weed species composition of the Southern United States: 1974-1995. *Weed Technology* 11. 308-317.
- Whittaker, R. H., Feeney, P. P. (1971): Allelochemicals: chemical interactions between species. *Science* 171. 757-770.

- Widder, F. J. (1923): Die Arten der Gattung *Xanthium*. In: Reprium Nov. Spec. Regni. Veg. 20. 1-222.
- Wilson R. G. (1995): Response of sugar beet, common sunflower, and cocklebur to clopyralid or desmedipham plus phenmedipham. Journal of Sugar Beet Research 32. 89-97.
- Woodworth, A., Bernasconi, P., Subramanian, M., Rosen, B. (1996): A second naturally occurring point mutation confers broad-based tolerance to acetolactate synthase inhibitors. Plant Physiology 111. 105.
- Wrubel, R. P., Gressel, J. (1994): Are herbicide mixtures useful for delaying the rapid evolution of resistance? A case study. Weed Technology 8. 635-648.
- Zeevaart J. A. D. (1980): Changes in the levels of abscisic acid and its metabolites in excised leaf blades of *Xanthium strumarium* during and after water stress. Plant Physiol. 66. 672-678.

8. Ábrák, táblázatok és képek jegyzéke

1. ábra. Csapadékviszonyok a mintavételek körüli időszakban, 2003-ban	44
2. ábra. Csapadékviszonyok a mintavételek körüli időszakban, 2004-ben	45
3. ábra. Az olasz szerbtövis és a cukorrépa borítása a versengés következtében 2002-ben	48
4. ábra. Az olasz szerbtövis és a cukorrépa borítása a versengés következtében 2003-ban	50
5. ábra. Az olasz szerbtövis és a kukorica borítása a versengés következtében 2003-ban	52
6. ábra. Az olasz szerbtövis és a kukorica borítása a versengés következtében 2004-ben	53
7. ábra. Hosszúnappalos megvilágítás mellett nevelt szerbtövisek kivonatainak hatása a kerti zsázsa gyökérnövekedésére a 6. napon	57
8. ábra. Hosszúnappalos megvilágítás mellett nevelt szerbtövisek kivonatainak hatása a cukorrépa összesített gyökér- és hajtásnövekedésére a 10. napon.....	58
9. ábra. Hosszúnappalos megvilágítás mellett nevelt szerbtövisek kivonatainak hatása 50 db tavaszi árpa gyökerének száraz tömegére az 5. napon.....	59
10. ábra. Rövid és hosszúnappalos megvilágítás mellett nevelt szerbtövisek kivonatainak hatása a zsázsa gyökérnövekedésére a 6. napon	60
11. ábra. Különböző szerbtövis minták kivonatainak hatása a kerti zsázsa gyökérnövekedésére a 6. napon, 2003-ban	66
12. ábra. Különböző szerbtövis minták kivonatainak hatása a kerti zsázsa hajtásnövekedésére a 6. napon, 2003-ban.....	67
13. ábra. Különböző szerbtövis minták kivonatainak hatása a cukorrépa csírázására a 6. napon, 2003-ban.....	68
14. ábra. Különböző szerbtövis minták kivonatainak hatása a cukorrépa növekedésére a 6. napon, 2003-ban.....	69
15. ábra. Különböző szerbtövis minták 12g/100ml töménységű kivonatainak hatása a kerti zsázsa gyökérnövekedésére a 6. napon, 2004-ben	82
16. ábra. Különböző szerbtövis minták 12g/100ml töménységű kivonatainak hatása a cukorrépa csírázására a 10. napon, 2004-ben	83
17. ábra. Különböző szerbtövis minták 12g/100ml töménységű kivonatainak hatása a cukorrépa gyökérnövekedésére a 10. napon, 2004-ben.....	84
18. ábra. 4g/100ml töménységű hajtáskivonatok hatása a zsázsa növekedésére a 12 napos kezelés után	87
19. ábra. Azonos töménységű, friss és szárított mintából készített kivonatok hatása a kerti zsázsa gyökérnövekedésére a 6. napon	89
20. ábra. Azonos töménységű, friss és szárított mintából készített kivonatok hatása a cukorrépa csírázására a 10. napon	90
21. ábra. Azonos töménységű, friss és szárított mintából készített kivonatok hatása a cukorrépa gyökérnövekedésére a 10. napon	90
22. ábra. A klorogénsav mennyiségének változása szerbtövis hajtásokban és gyökerekben a tenyészidőszak folyamán.....	91
23. ábra. A kumarin mennyiségének változása szerbtövis hajtásokban és gyökerekben a tenyészidőszak folyamán	92
24. ábra. A p-kumarinsav mennyiségének változása szerbtövis hajtásokban és gyökerekben a tenyészidőszak folyamán.....	93

25. ábra. A transz-fahéjsav mennyiségének változása szerbtövis hajtásokban és gyökerekben a tenyészidőszak folyamán.....	93
26. ábra. A p-kumarinsav mennyiségi változásának hatása a zsázsa 3. napon tapasztalt átlagos gyökérnövekedésére	95
27. ábra. A p-kumarinsav mennyiségi változásának hatása a zsázsa 3. napon tapasztalt átlagos hajtásnövekedésére	95

1. táblázat. A versengés hatása a cukorrépa gyökértermésére és cukortartalmára	51
2. táblázat. A kukorica és a szerbtövis magassága a vegetáció alatt 2004-ben	53
3. táblázat. A kukorica cső- és szentömege a különféle kompetíciós helyzetekben, 2004-ben	54
4. Táblázat. A cukorrépa csírázása és növekedése hosszúnappalos megvilágítás mellett nevelt szerbtövises vizet kivonatainak hatására.....	57
5. táblázat. Öntözött és vízhiányban nevelt szerbtövises vizet kivonatainak hatása a cukorrépa csírázására és növekedésére	60
6. táblázat. Fiatal szerbtövis növények kivonatainak hatása a zsázsa növekedésére a 6. napon (2003. május)	61
7. táblázat. Fiatal szerbtövis növények kivonatainak hatása a cukorrépa csírázására és növekedésére (2003. május)	62
8. táblázat. Virágzó szerbtövis növények kivonatainak hatása a zsázsa növekedésére (2003. július).....	64
9. táblázat. Virágzó szerbtövis növények kivonatainak hatása a cukorrépa csírázására és növekedésére (2003. július)	64
10. táblázat. Fiatal szerbtövis növények kivonatainak hatása a zsázsa növekedésére (2004. május/1)	70
11. táblázat. Fiatal szerbtövis növények kivonatainak hatása a kukorica növekedésére (2004. május/1)	70
12. táblázat. Fiatal szerbtövis növények kivonatainak hatása a cukorrépa csírázására és növekedésére.....	71
13. táblázat. Fiatal szerbtövis növények kivonatainak hatása a zsázsa növekedésére öntözés utáni mintavétel esetében (2004. május/2)	71
14. táblázat. Fiatal szerbtövis növények kivonatainak hatása a kukorica növekedésére öntözés utáni mintavétel esetében (2004. május/2)	72
15. táblázat. Fiatal szerbtövis növények kivonatainak hatása a cukorrépa csírázására és növekedésére öntözés utáni mintavétel esetében (2004. május/2)	72
16. táblázat. Fiatal szerbtövis növények kivonatainak hatása a zsázsa növekedésére (2004. június/1).....	73
17. táblázat. Fiatal szerbtövis növények kivonatainak hatása a kukorica növekedésére (2004. június/1).....	73
18. táblázat. Fiatal szerbtövis növények kivonatainak hatása a cukorrépa csírázására és növekedésére (2004. június/1)	74
19. táblázat. Fiatal szerbtövis növények kivonatainak hatása a zsázsa növekedésére csapadék utáni mintavétel esetében (2004. június/2).....	74
20. táblázat. Fiatal szerbtövis növények kivonatainak hatása a kukorica növekedésére csapadék utáni mintavétel esetében (2004. június/2).....	75
21. táblázat. Fiatal szerbtövis növények kivonatainak hatása a cukorrépa csírázására és növekedésére csapadék utáni mintavétel esetében (2004. június/2).....	75
22. táblázat. Virágzó szerbtövis növények kivonatainak hatása a zsázsa növekedésére (2004. július/1).....	77

23. táblázat. Virágzó szerbtövis növények kivonatainak hatása a kukorica növekedésére (2004. július/1).....	77
24. táblázat. Virágzó szerbtövis növények kivonatainak hatása a cukorrépa csírázására és növekedésére (2004. július/1).....	78
25. táblázat. Virágzó szerbtövis növények kivonatainak hatása a zsázsa növekedésére csapadék utáni mintavétel esetében (2004. július/2)	79
26. táblázat. Virágzó szerbtövis növények kivonatainak hatása a kukorica növekedésére csapadék utáni mintavétel esetében (2004. július/2)	80
27. táblázat. Virágzó szerbtövis növények kivonatainak hatása a cukorrépa csírázására és növekedésére csapadék utáni mintavétel esetében (2004. július/2)	81
28. táblázat. Szárított szerbtövis minták kivonatainak hatása a kerti zsázsa növekedésére 3 és 6 nap után	85
29. táblázat. Szárított szerbtövis minták kivonatainak hatása a cukorrépa csírázására ..	88
30. táblázat. Szerbtövis maradványok hatása a kerti zsázsa növekedésére	96
31. táblázat. Szerbtövis maradványok hatása a cukorrépa csírázására és növekedésére	97
32. táblázat. Szerbtövis maradványok hatása a kukorica növekedésére.....	98
 1-2. kép. A cukorrépa és a szerbtövis fejlettsége a kontroll területen és az X1 parcellákban, 2002 augusztusában.....	49
3-6. kép. A kukorica és a szerbtövis fejlettsége az X1 és X2 parcellákban 2004 júliusában és szeptemberében	55
7. kép. Rozsdával fertőzött szerbtövis állomány 2002 szeptemberében.....	98
8. kép. Szerbtövis rozsdá teleutotelepei levélen.....	99
9. kép. a szerbtövis rozsdá nyeles teleutospórái fénymikroszkópban.....	99

9. Mellékletek

1. melléklet. A klorogénsav kivonatokban mért töménységének és a zsázsa növekedésének összefüggése

Correlations

		klorogénsav	hgg623	hgg640	hgg323	hgg340	hgh623	hgh640	hgh323	hgh340
klorogénsav	Pearson Correlation	1,000	,169	,083	,404	,046	,309	,433	,577	,115
	Sig. (2-tailed)		,690	,845	,321	,914	,457	,284	,134	,786
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Hgg323: a zsázsa gyökérnövekedése a 3. napon 2,3 g/100ml hajtáskivonat hatására; hgg340: a zsázsa gyökérnövekedése a 3. napon 4 g/100ml hajtáskivonat hatására; hgg623: a zsázsa gyökérnövekedése a 6. napon 2,3 g/100ml hajtáskivonat hatására; hgg640: a zsázsa gyökérnövekedése a 6. napon 4 g/100ml hajtáskivonat hatására; hgh323: a zsázsa hajtásnövekedése a 3. napon 2,3 g/100ml hajtáskivonat hatására; hgh340: a zsázsa hajtásnövekedése a 3. napon 4 g/100ml hajtáskivonat hatására; hgh623: a zsázsa hajtásnövekedése a 6. napon 2,3 g/100ml hajtáskivonat hatására; hgh640: a zsázsa hajtásnövekedése a 6. napon 4 g/100ml hajtáskivonat hatására

2. melléklet. A kumarin kivonatokban mért töménységének és a zsázsa növekedésének összefüggése

Correlations

		kumarin	hgg623	hgg640	hgg323	hgg340	hgh623	hgh640	hgh323	hgh340
kumarin	Pearson Correlation	1,000	-,459	-,017	-,028	,006	-,419	,230	,087	-,201
	Sig. (2-tailed)		,252	,968	,947	,988	,302	,584	,838	,634
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Hgg323: a zsázsa gyökérnövekedése a 3. napon 2,3 g/100ml hajtáskivonat hatására; hgg340: a zsázsa gyökérnövekedése a 3. napon 4 g/100ml hajtáskivonat hatására; hgg623: a zsázsa gyökérnövekedése a 6. napon 2,3 g/100ml hajtáskivonat hatására; hgg640: a zsázsa gyökérnövekedése a 6. napon 4 g/100ml hajtáskivonat hatására; hgh323: a zsázsa hajtásnövekedése a 3. napon 2,3 g/100ml hajtáskivonat hatására; hgh340: a zsázsa hajtásnövekedése a 3. napon 4 g/100ml hajtáskivonat hatására; hgh623: a zsázsa hajtásnövekedése a 6. napon 2,3 g/100ml hajtáskivonat hatására; hgh640: a zsázsa hajtásnövekedése a 6. napon 4 g/100ml hajtáskivonat hatására

3. melléklet. A p-kumarinsav kivonatokban mért töménységének és a zsázsa növekedésének összefüggése

Correlations

		kumarinsav	hgg623	hgg640	hgg323	hgg340	hgh623	hgh640	hgh323	hgh340
kumarinsav	Pearson Correlation	1,000	-,546	-,362	-,836**	-,506	-,629	-,462	-,832*	-,120
	Sig. (2-tailed)		,162	,378	,010	,200	,095	,250	,010	,777
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Hgg323: a zsázsa gyökérnövekedése a 3. napon 2,3 g/100ml hajtáskivonat hatására; hgg340: a zsázsa gyökérnövekedése a 3. napon 4 g/100ml hajtáskivonat hatására; hgg623: a zsázsa gyökérnövekedése a 6. napon 2,3 g/100ml hajtáskivonat hatására; hgg640: a zsázsa gyökérnövekedése a 6. napon 4 g/100ml hajtáskivonat hatására; hgh323: a zsázsa hajtásnövekedése a 3. napon 2,3 g/100ml hajtáskivonat hatására; hgh340: a zsázsa hajtásnövekedése a 3. napon 4 g/100ml hajtáskivonat hatására; hgh623: a zsázsa hajtásnövekedése a 6. napon 2,3 g/100ml hajtáskivonat hatására; hgh640: a zsázsa hajtásnövekedése a 6. napon 4 g/100ml hajtáskivonat hatására

4. melléklet. A transz-fahéjsav kivonatokban mért töménységének és a zsázsa növekedésének összefüggése

Correlations

		fahéjsav	hgg623	hgg640	hgg323	hgg340	hgh623	hgh640	hgh323	hgh340
fahéjsav	Pearson Correlation	1,000	-,743*	-,243	-,520	-,437	-,674	,097	-,245	-,179
	Sig. (2-tailed)		,035	,562	,187	,278	,067	,820	,559	,672
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Hgg323: a zsázsa gyökérnövekedése a 3. napon 2,3 g/100ml hajtáskivonat hatására; hgg340: a zsázsa gyökérnövekedése a 3. napon 4 g/100ml hajtáskivonat hatására; hgg623: a zsázsa gyökérnövekedése a 6. napon 2,3 g/100ml hajtáskivonat hatására; hgg640: a zsázsa gyökérnövekedése a 6. napon 4 g/100ml hajtáskivonat hatására; hgh323: a zsázsa hajtásnövekedése a 3. napon 2,3 g/100ml hajtáskivonat hatására; hgh340: a zsázsa hajtásnövekedése a 3. napon 4 g/100ml hajtáskivonat hatására; hgh623: a zsázsa hajtásnövekedése a 6. napon 2,3 g/100ml hajtáskivonat hatására; hgh640: a zsázsa hajtásnövekedése a 6. napon 4 g/100ml hajtáskivonat hatására

5. melléklet. A p-kumarinsav mennyiségének és a zsázsa 3. napon mért gyökernövekedésének összefüggése

Independent : KUMARINSAV

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1
HGG323	LOG	,775	6	20,61	,004	-11,009	-5,7628
HGG323	INV	,756	6	18,57	,005	-1,7333	,3768



6. melléklet. A p-kumatinsav mennyiségének és a zsázsa 3. napon mért hajtásnövekedésének összefüggése

Independent: KUMSAV

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1
HGH323	LOG	,811	6	25,83	,002	-7,0535	-3,3198
HGH323	INV	,848	6	33,45	,001	-1,8437	,2246

