

Silvija Zeman¹, Fruk, G., Jemrić, T.²

pregledni znanstveni rad

Alelopatijski odnosi biljaka: pregled djelujućih čimbenika i mogućnost primjene

Sažetak

Alelopatija je kemijska interakcija između dvaju biljaka koja se ostvaruje putem specifičnih kemijskih spojeva - alelokemikalija. Osim kao odnos između biljaka, alelopatija postoji i kao odnos mikrob-mikrob, biljka-insekt, biljka-mikrob ili biljka-biljojed. Alelokemikalije se iz biljke koja ih sintetizira oslobađaju na četiri načina, a biljka na koju alelokemikalije djeluju upija ih preko korijena. Prvi je način u obliku plinova koji se oslobađaju iz lišća. Drugi je način ispiranje alelokemikalija s lišća ili stabljike za vrijeme kiše, rose, magle i snijega. Treći je način izlučivanje alelokemikalija iz korijena. Četvrti je način putem razgradnje biljnih ostataka, pri čemu alelokemikalije dospijevaju u rizosferu. Alelokemikalije se u biljci nalaze u obliku vodotopivih glikozida i mogu se podijeliti u nekoliko skupina: antibiotici, fitoncidi, marazmini i kolini. One se razlikuju po kemijskom sastavu, načinu djelovanja i vrsti organizama na koje djeluju. Njihovo izlučivanje je reakcija biljke na okolišne parametre, prisutnost kompetitora i herbivore, odnosno stres u bilo kojem obliku. Jedan od glavnih ciljeva alelopatijskih istraživanja je primjena alelokemikalija kao dodatne mjere borbe protiv korova i biljnih štetočina kao što su nematode radi smanjenja uporabe sintetičkih pesticida i smanjenja njihovog negativnog utjecaja na okoliš.

Cljučne riječi: alelokemikalije, kemijski signali, herbicidni učinak, nematocidni učinak, stres

1. Uvod

Riječ alelokemikalija dolazi od grčkih riječi *allelon* (jedan drugome) i *pathos* (patiti) što ukazuje na kemijsku inhibiciju jedne vrste prema drugoj. Alelopatija u biljnom svijetu se ostvaruje putem kemijskih spojeva (alelokemikalija) koji inhibiraju rast i razvoj ili služe kao signali za prisutnost kompetitora (Barney i sur., 2009.). Alelopatija postoji i kao odnos mikrob-mikrob, biljka-insekt, biljka- mikrob ili biljka-biljojed (Tiffany i sur., 2004.).

Alelokemikalije se iz biljke oslobađaju na četiri načina. Prvi je način u obliku plinova koji se oslobađaju iz lišća, a druge biljke ih apsorbiraju iz atmosfere i najčešći je u aridnim uvjetima. Drugi je način ispiranje s lišća ili stabljike za vrijeme kiše, rose, magle i snijega i apsorbicija putem korijena. Treći je način izlučivanje iz korijena, a druge ih biljke upijaju također putem korijena. Četvrti je način putem razgradnje biljnih ostataka, pri čemu alelokemikalije dospijevaju u rizosferu nakon odumiranja i raspadanja lišća ili drugih organa.

Alelokemikalije su u biljci pohranjene u obliku vodotopivih glikozida, polimera i soli, a oslobađaju se nakon enzimatske reakcije izazvane ekološkim stresom. Koliko će se kemijska nakupiti u tlu ovisi o dreniranosti, temperaturi i aeraciji tla te nizu drugih čimbenika.

Alelokemikalije se mogu podijeliti u nekoliko skupina: antibiotici, fitoncidi, marazmini i kolini. One se razlikuju, ne samo po kemijskom sastavu, nego i po načinu djelovanja i vrsti organizama na koje djeluju. Antibiotici su farmakološki agensi koji mogu potpuno uništiti patogene mikroorganizme ili zaustaviti njihov rast ili razmnožavanje bez značajnije štete za organizam domaćina. Fitoncidi su izlučevine viših biljaka koje djeluju toksično na biljne patogene.

Spojevi koji u biljkama djeluju kao fitoanticipini ili fitoncidi po kemijskoj su strukturi terpeni, aldehidi, alkaloidi, saponini, stilbeni, glukozidi i tanini. S druge pak strane, mikroorganizmi izlučuju marazmine koji djeluju na više biljke.

Stilbeni i stilbenioidi su dosta dobro istražena skupina alelokemikalija. Stilbeni su mala skupina biljnih sekundarnih metabolita izvedenih iz fenilpropanoide. Obilno se sintetiziraju u raznim biljnim vrstama (Chong i sur., 2009.). Imaju važnu ulogu u otpornosti biljaka na bolesti, inhibiciji razvoja susjednih biljaka (Seigler, 2006.), služe kao kemijski signali (Seigler, 2006., Fiorentino i sur., 2008.) i nastaju kao odgovor na oksidativni stres potaknut UV radijacijom (Heill i sur., 2008.). Stilbenioidi utječu na ukupnu antioksidativnu sposobnost tkiva biljke. (Privat i sur., 2002., Teguó i sur., 1998.).

2. Funkcija alelokemikalija u biljnom svijetu

Kao odgovor na okolišne parametre (svjetlo, hranjiva, voda, prisustvo kompetitora i herbivora), biljke stvaraju organske hlapive spojeve koji služe kao kemijski signali za druge biljke. Te tvari mogu imati dvojaku ulogu: mogu izazvati alelopatijski učinak (inhibirati rast i razvoj) i mogu djelovati kao signal za prisutnost kompetitora u njihovoj blizini (Pierik i sur., 2004.).

Hlapive alelokemikalije otpuštaju se naročito iz cvjetnih organa i vegetativnih dijelova nakon oštećenja od herbivora. Najznačajniji konstituenti tih hlapljivina su mješavina terpena (C10 monoterpena i C15 seskviterpena) i C6 aldehidi, alkoholi i esteri koji se izlučuju iz zelenih listova (Unsicker i sur., 2009.) koji su karakteristični za miris oštećenog lista. Terpeni metil-jasmonat, metil-salicitat i aldehidi, alkoholi i esteri su spojevi koji djeluju i kao signalne molekule među različitim biljkama ili organima iste biljke. Oni imaju ulogu u obrani od patogena, zaštiti od topline i oksidativnog stresa (Vickers i sur., 2009.). Kad je napadnuta, biljka ispušta etilen koji za posljedicu ima aktiviranje obrambenih reakcija u udaljenim organima (Baldwin, 2010.), iste biljke ili druge jedinice iste vrste (Baldwin, 2010., Heill i Bueno, 2007.).

Alelokemikalije nastale oštećivanjem listova i drugih vegetativnih tkiva od strane

¹ Silvija Zeman, Bioinstitut d.o.o., Rudolfa Steinera 7, 40000 Čakovec

² Goran Fruk, Tomislav Jemrić, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za voćarstvo, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb

biljojeda funkcioniraju kao zaštita i imaju repelentnu funkciju (Baldwin, 2010.). Istu ulogu imaju i alelokemikalije zelenih listova koje djeluju na udaljene listove, u kojima se onda povećava sinteza ekstrafloralnog nektara. To nadalje privlači mrave, a oni funkcioniraju kao zaštita i tjeraju biljojede od biljke (Baldwin, 2010.). Alelokemikalije mogu privlačiti neprijatelje herbivora (parazitske osice, pauci napadači i ptice). Istraživanja pokazuju da alelokemikalije iz vegetativnih dijelova mogu direktno odbiti biljojede kao što su uši koje traže domaćina i leptire koji odlažu jaja na biljke (Unsicker i sur., 2009.).

3. Čimbenici koji djeluju na koncentraciju alelokemikalija

Sastav hranjiva značajno utječe na izlučivanje alelokemikalija. Kukuruz uzgajan na tlu s manjkom hranjiva stvara manje alelokemikalija induciranih napadom herbivora (Kegge i Pierik, 2009.). Povećanje nedostatka vode povećava emisiju monoterpena kod *Pinus halepensis* i *Cistus albidus* dok nikakav efekt nije uočen kod roda *Rosmarinus officinalis* i *Quercus coccifera* (Ormeño i sur., 2007.). Isto tako, vodeni stres stimulirao je lučenje monoterpena kod *Quercus suber* (Staudt i sur., 2008.).

Utjecaj svijetla na lučenje alelokemikalija povezano je s raznim čimbenicima kao što su: provodljivost puči, stupanj isparavanja alelokemikalija (Niinemets i Reichstein, 2003.; Niinemets i sur., 2002.) i jačina fotosinteze (Grotte, 2007.; Niinemets i sur., 2002.). Izlučivanje alelokemikalija inducirano mehaničkim oštećenjima događa se uglavnom na svijetlu, čak i onda kad su biljke oštećene u mraku, što pokazuje da svjetlost ima važnu ulogu u tom procesu (Arimura i sur., 2008.).

U gustoj vegetaciji veće su šanse da alelokemikalije utječu na susjedne biljke jer se lakše doseže fiziološki djelotvorna koncentracija, kao što je to slučaj za etilen u gustim nasadima duhana. Kad vrste nisu u kompeticiji sa susjedima iste vrste nego s biljkama druge vrste, emisija trepena je općenito smanjena (Ormeño i sur., 2007.).

4. Fiziološko djelovanje alelokemikalija na biljke

Djelovanje alelokemikalija koči fotosintezu inhibirajući fotosustav II (Czarnota i ost. 2001.; Einhellig, 1995.; Einhellig i sur., 1995.; Gonzales i ost. 1997.; Keating, 1999.; Kegan i sur., 2003.; Nimbali i ost., 1996.; Rimando i sur., 1998.) i respiratorni metabolizam zaustavljajući ili ometajući prijenos energije, čime se usporava dioba stanica i ometa klijavost sjemena (Keating, 1999.).

4.1. Djelovanje na fotosintezu

Inhibicija fotosinteze je jedan od čestih načina djelovanja alelopatije u biljnom svijetu. Ona se najčešće odvija putem inhibicije fotosustava II.

Sorgoleon je alelotoksin koji se nalazi u izlučevinama korijenovih dlačica *Sorghum bicolor*. To je široko proučavana alelokemikalija (Duke i sur., 2007.). Po kemijskoj strukturi to je lipofilni benzen koji inhibira fotosustav II (Gonzales i ost. 1997.; Nimbali i ost. 1996.; Czar-

nota i ost. 2001.). Isti učinak imaju i sorgoleonu slični spojevi kao što je 5-etoksisorgoleon, koji se nalazi u izlučevini korijena *Sorghum* sp. (Kegan i sur., 2003.). Mnoge cijanobakterije proizvode alelokemikalije koje se ponašaju kao algicidi s identičnim djelovanjem na fotosintezu. Primjer takve alelokemikalije je fišerelin iz *Fischerella muscola* (Keating, 1999.).

4.2. Djelovanje na klijanje sjemena i rast

Alelokemikalije isprane iz lišća borovnice, ali i iz humusa na kojem su one uzgajane, usporavaju klijanje sjemena i smanjuju rast korijena smreke (Mallik i Pellissier, 2000.).

Castanea dentata ima mnogo alelopatskih učinaka na okolno bilje, najčešće preko otpalih listova koji sadrže alelokemikalije koje usporavaju klijanje i rast kompetitivnih vrsta drveća i grmlja i alelopatski je mehanizam za kontrolu vegetativnog sastava (Vandermaast, 2001.).

Ekstrakt kestenovog lišća značajno je reducirao dužinu izboja kod *Betula lenta*, *Betula allegheniensis*, *Lycopersicon esculentum* i *Tsuga canadensis* (Good, 1968.). Inhibirao je klijanje salate, rododendrona i sjemena kukute te rast korjenčića salate i rododendrona u laboratorijskim uvjetima (Vandermaast, 2001.).

Ekstrakt lista *Castanea dentata* nije imao nikakvog učinka na klijanje stratificiranog sjemena *Acer rubrum*, *Acer saccharum*, *Pinus strobus* (Vandermaast, 2001.). Kestenu srodne vrste kao hrast (*Quercus* sp.) imaju utjecaj na klijavost trava i dr. bilja kroz sintezu kumarina i drugih fenola (Fisher, 1980.).

Sinteza fitotoksičnih kemikalija poznata je i kod *Juglans nigra* (Cook, 1921.), *Celtis laevigata* (Grant i Clebsch, 1975.), *Platanus occidentalis* (Al-nabib i Rice, 1971.), *Sassafras albidum* (Lodhi, 1978.).

Smanjenje klijanja, rasta i prinosa bilo je zabilježeno kod *Triticum aestivum*, posebno na mjestima gdje je postotak organske tvari u tlu bio nizak (Rawti sur., 1997.). Također je zabilježen smanjeni rast *Prunus cerasus* u blizini *Prunus avium* (Manareshi, 1953.).

Suoto i sur. (2001.), otkrili su da otpadne iglice *Pinus radiata* negativno utječu na klijavost sjemena i rast *Lactuca sativa*, *Dactylis glomerata* i *Trifolium repens*.

Korijen izlučuje alelokemikalije (Hiltpold, 2008.), kao što su limonen i alfa-pinen kod *Quercus ilex* (Asensio i sur., 2007.). Alfa-pinen može imati alelopatski učinak kao što je inhibicija klijanja sjemena (Singhi sur., 2006.).

Lonicera mackii uzrokuje redukciju rasta *Arabidopsis thaliana* (Skulman i ost., 2004.).

Negativno djelovanje alelokemikalija na rast može se ostvarivati djelovanjem na biljne

hormone koji reguliraju vegetativni rast. Tako neki flavonoidi aglikona sudjeluju u inhibiciji polarnog transporta auksina vodeći do poremećaja u nivou auksina, što rezultira indukcijom rasta lateralnih korijena (Brunn i sur., 1992.).

5. Moguća primjena alelokemikalija

5.1. Herbicidni učinak alelokemikalija

Hlapiva ulja iz *Eucalyptus citridora* mogu koristiti protiv korova: *Phalaris minor*, *Chenopodium album*, *Echinochloa crus-galli*, *Ageratum conyzoides*, *Parthenium hysterophorus* i *Amaranthus* spp (Cheena i Khaliq, 2000.). Ako govorimo o načinu primjene u praksi, ekstrakt cijele biljke je već uporabljen za kontrolu korova kod konstantnog sistema proizvodnje žita (Cheena i Khaliq, 2000.). Alelokemikalije iz *Castanea sp.* usporavaju klijanje i rast nekih vrsta drveća i grmlja i mogle bi se uporabiti za razvoj herbicida u budućnosti (Vandermaast, 2001.).

5.2 Nematocidni učinak

Fitoparazitske nematode rasprostranjene su širom svijeta i odgovorne su za velike ekonomske štete u poljoprivredi.

Nematode *Meloidogyne* spp. odgovorne su za velike gubitke u poljoprivredi diljem cijelog svijeta (Trudgill i Blok, 2001.). Mrkvina cistična nematoda *Heterodera carotae* uzrokuje značajne gubitke mrkve u umjerenom pojasu (Greco i sur., 1993.). Lucerna (*Medicago sativa*) ima nematocidni učinak i povećava prirodnu rajčicu i mrkvu (Addabbo i sur., 2010.). Biomasa vrsta iz roda *Medicago* može imati potencijal kao nematocidni poboljšivač tla zbog prisutnosti visokih količina saponina s antimikrobnim, fungicidnim i nematocidnim svojstvima (Avato i sur., 2006.; Argentieri i sur., 2008.). Mishustin i Naumova (1955.) opazili su da je rast pamuka bolji uz uporabu lucerne u plodored. Kasnija istraživanja (Waller, 1989.), dokazuju da su za to odgovorni glikozidi medikagenske kiseline o čijoj koncentraciji ovisi i način djelovanja. Taj spoj u visokim koncentracijama ima inhibirajuća svojstva, a u niskim koncentracijama ima stimulirajući učinak. Sadržaj saponina u *Medicago sativa* smanjuje gustoću nematoda (Argentieri i sur., 2008.) pa i taj spoj može biti iskorišten kao mogući nematocid. *Azadirachta indica* sadrži limonide koji su učinkoviti u suzbijanju nematoda. Tanini i fenoli nematocidni su u određenim koncentracijama (Badra i Eligindi, 1979.).

Amonijak, nitriti, hidrogen sulfidi, organske kiseline i drugi spojevi proizvedeni iz organske tvari imaju nematocidno djelovanje (Sayre i sur., 1964.; Hollis i Rodriguez-Kabana, 1996.; Elmiligy i Norton, 1973.; Badra i Eligindi, 1979.).

Literatura

Addabbo, D., Avato, P., Tava, A. (2009.): Nematicidal potential of materials from *Medicago* spp, *European Journal of Plant Pathology* 125: :39-49.

Al Nabib, F.A.G., Al-Mousawi, A.H. (1976.): Allelopathic effects of *Eucalyptus microtheca*, identification and characterization on the phenolic compounds in *E. Microtheca* *Kuwait science* 3: 83-87.

Al-Nabib, F.A.G., Rice, E.L. (1971.): Allelopathic effects of *Platanus occidentalis*, *Botany Club* 98: 75-82.

Argentieri, M. P., D'Addabbo, T., Tava, A., Agostinelli, A., Jurzysta, M., Avato, P. (2008.): Evaluation of nematicidal properties of saponins from *Medicago* spp, *European Journal of Plant Pathology* 120: 189-197.

Asensio, D., Peñuelas, J., Illusa, J. (2007.): On-line screening of soil vocs exchange responses to moisture, temperature and root presence, *Plant and Soil* 291: 249-261.

Avato, P., Buci, R., Tava, A., Vitali, C., Rosato, A., Bialy Z. (2006.): Antimicrobial activity of saponins from *Medicago* spp, *Phytotherapy Research* 20: 454-457.

Badra, T., Eligindi, D.M. (1979.): The relationship between phenolic content and *Tylenchulus semipenetrans* populations in nitrogen-amended citrus plants, *Revue de Nematologie* 2: 164-169.

Baldwin, I.T. (2010) Plant volatiles, *Current Biology* vol 20: R392-R397.

Cao, P.R., Luo, M.S.L. (2005.): Allelopathy in south China agroecosystems, *The Fourth World Congress on Allelopathy*, Charles Sturt University, Wagga Wagga, NSW, Australia, pp. 8-10.

Chemma, Z.A., Mubeen, M., Khaliq, A. (2003.): Response of wheat and winter weeds to foliar application of different plant water extracts of *Sorghum*, *Weed Science Society of Pakistan* 9: 89-97.

Chong, J., Poutaraud, A., Huglieny, P. (2009.): Metabolism and roles of stilbens in plants. *Plant Science* 177: 143-155.

Cook, M. T. (1921.): Wilting caused by walnut tress, *Phytopatology* 11: 346.

Czarnota, M.A., Dayan, F.E., Nimbal, C.I., Weston, L.A. (2001.): Mode of action localization on production, chemical nature and activity of sorgoleone: a potent PS 2 inhibitor in *Sorghum* spp root exudates, *Weed Technology* 15: 813-825.

Duke, I.S.O. (2003.): Ecophysiological aspects of allelopathy, *Planta* 217: 529-539.

Einhellig, F.A. (1995.): Mechanisms of action of allelochemicals in allelopathy, *American Society Symposium*, vol 582: pp 96-107.

Einhellig, F.A., Rasmussen, J.A., Hejl, A.H., Souza, I.F. (1993.): Effects of root exudate sorgoleone on photosynthesis, *Journal of Chemical Ecology* 19: 369-375.

Elmiligy, I. A., Norton, D. C. (1973.): Survival and reproduction of some nematodes as affected by muck and organic acids, *Journal of Nematology* 5: 50-54.

Florentino, B., Abrosca, D., Pacifico, S., Esposito, A., Monaco, P. (2008.): Potential allelopathic effects of stibenoids and flavonoids from leaves of *Carex distachya*, *Biochemical Systematics and Ecology* 36: 691-698.

Fisher, R. F. (1980.): Allelopathy: A potential cause of regeneration failure, *Journal of Forestry* 78: 346-350.

Gilpatrick, J. D. (1969.): Role of ammonia in the control of avocado root with alfaalfa meal soil amendment, *Phytopatology* 59: 973-978.

Gonzales, V.M., Kazimir, J., Nimbal, C., Weston, L.A., Cheniae, G.M. (1997.): Inhibition of photosystem 2 electron transfer reaction by the natural product sorgoleone, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45: 1415-1421.

Good, N. F. (1968.): A study of the natural replacement of chestnut in six stands in the highlands of New Jersey, *Botany Club* 95: 240-253.

Grant, R. E., Clebsch, E.E.C. (1975.): Allelopathic influences of *Sassafras albidum* in old-field succession in Tennessee, *Ecology* 56: 604-615.

Grote, R. (2007.): Sensitivity of volatile monoterpene emission to changes in canopy structure: a model-based exercise with a process based emission, *New Phytologist* 173: 550-561.

He, S., Wu, B., Pan, Y., Jiang, L. (2008.): Stilbene oligomers from *Parthenocissus laetevirens*: isolation, biomimetic

synthesis, absolute configuration and implication of antioxidative defense system in the Plant, *The Journal of Organic Chemistry* 73: 5233-5241.

Heill, M, Silva Bueno, J.C. (2007.): Within-plant signaling by volatiles leads to induction and priming of an indirect plant defense in nature, *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA* 104: 5467-5472.

Hiltbold, I, Turlings, T.C.J. (2008.): Bellowground chemical signaling in Maize: When simplicity rhymes with efficiency, *Journal of Chemical Ecology* 34: 628-635.

Hollis, J.P., Rodriguez Kabana, R. (1966.): Rapid kill of nematodes in flooded soil, *Phytopathology* 56: 1015-1019.

Kagan, I.A., Rimando, A.M., Dayan, F. E. (2003.): Chromatographic separation and in vitro activity of sorgoleone congeners from the roots of *Sorghum bicolor*, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 7589-7595.

Keating, K.I. (1999.): Allelochemicals in plankton communities, Boca Raton: CRC press., pp 165-178.

Kegge, W., Pierik, R. (2009.): Biogenic volatile organic compounds and plant competition, *Trends in Plant Science* 15: 126-132.

Lohdi, M.A.K. (1978.): Allelopathic effect of decaying litter of dominant trees and their associated soil in a lowland forest community, *American Journal of Botany* 65: 340-344.

Maffei, M.E., Mithöfer, A., Arimura, G., Uchtenhagen, H. Bossi, S., Berte, C.M., Starvaggi Cucuzza, L., Novero, M., Volpe, V., Quadro, S., Boland, W. (2008.): Effects of feeding Spodoptera littoralis on Lima beans leaves, *Plant Physiology* 146: 965-973.

Mallik, A.U., Pelussier, F. (2000.): Effects of *Vaccinium myrtillus* on Spruce Regeneration: Testing the Notion of Coevolutionary Significance of Allelopathy, *Journal of Chemical Ecology* 26: 2197-2209.

Manaresi, A. (1953.): Soil sickness in tree nurseries, *Italian Agriculture* 90: 477-492.

May, F.E., Ash, J.E. (1990.): An assessment of the allelopathic potential of Eucalyptus, *Australian Journal of Botany* 38: 245 - 254

Nimbal, C.I., Yerkes, C.N., Weston, L.A., Weler, S.C. (1996.): Herbicidal activity and site of action of the natural product sorgoleone, *Pesticide Biochemistry and Physiology* 54: 73-83.

Ninemets, U., Hauff, K., Bertin, N. (2003.): Monoterpene emissions in relation to foliar photosynthetic and structural variables in mediterranean evergreen Quercus species, *New Phytology* 153: 243-256

Ninemets, U. Reichstein, M. (2003.): Controls on the emission of plant volatiles through stomata: differential sensitivity of emission rates to stomatal closure explained, *Journal of Geophysical Research* 108 (D7): 4208.

Ormeño, E., Fernandez, C., Mévy, J.P. (2007.): Plant coexistence alters terpene emission and content of mediterranean species, *Phytochemistry* 68: 840-852

Pierik, R., Whitelam, G.C., Voeselek, L.A., de Kroon, H., Visser, E.J. (2004.): Canopy studies on ethylene -intensive Tobacco identify ethylene as a novel element in blue light and plant-plant signaling. *The Plant Journal*. 38: 310-319

Privat, C., Telo, J.P., Bernardes-Genisson, V., Vieira, A., Souchard, J.P., Nepveu, F. (2002.): Antioxidant properties of trans-epsilon-viniferin as compared to stilbene derivatives in aqueous and non aqueous media, *Food Chemistry* 50: 1213-1217.

Rawat, S. M., Pant, G., Prasad, D., Joshi, R.K., Pande, C.B. (1997.): Plant growth inhibitors (proanthocyanidins) from *Prunus armeniaca*, *Biochemical Systematics and Ecology* 26: 13-23.

Sayre, R. M., Patrick Z.A., Thorpe, H.J. (1964.): Substances toxic to plant parasitic nematodes in decomposing plant residue, *Phytopathology* 54: pp 905.

Singh, H.P. i ost. (2006.): Alpha pinene inhibits growth and induces oxidative stress in roots, *Botany* 98: 1261-1269.

Skulman, B.W., Mattice, J. D., Cain, M.D., Gbur, E.E. (2004.): Evidence for allelopathic interference of Japanese honeysuckle (*Lonicera japonica*) to loblolly and shortleaf pine regeneration, *Weed Science* 52: 433-409

Staudt, M., Ennajah, A., Mouillot, F., Joffre, R. (2008.): Do volatile organic compound emission of Tunisian cork oak populations originating from contrasting climatic conditions differ in their responses to summer drought. *Canadian Journal of Forest Research* 38: 2965-2975.

Suoto, X.C., Bolano, J.C., Gonzales, L., Reigosa, M.J. (2001.): Allelopathic effects of tree species on some microbial populations and herbaceous plants, *Biology Plantarum* 44: 269-275.

Trudgil, D. L., Blok, V. C. (2001.): Apomictic, polyphagous root-knot nematodes :exceptionally successful and damaging biotrophic root pathogens, *Annual Review of Phytopathology* 39: 53-77.

Tuego W.P., Fauconneau, B., Deffieux, G., Huguet, F., Vercauteren, J., Merillon, J. (1998.): Isolation, identification and antioxidant activity of three stilbene glucosides newly extracted from *Vitis vinifera* cell cultures, *Journal of Natural Products* 61: 655-657

Unsicker, S.B., Kunert G. Gershenzon, J. (2009.): Protective perfumes: the role of vegetative volatiles in plant defense against herbivores, *Current opinion in Plant Biology* 12: 479-485. Seigler, D.S. (2006.): Basic pathways for the origin of allelopathic compounds, *Allelopathy: proces with ecological implications*, Springer, pp 11

Vandermaast, D.B., Van Lear, D.H., Clinton, B.D. (2001.): American chestnut as an allelopath in the southern Appalachians, *Forest Ecology and Management* 165: 173-181

Vickers, C.E., Gershezon, J., Lerdau, M.T., Loreto F. (2009.): A unified mechanism of action for isoprenoids in plant abiotic stress, *Nature. Chemical. Biology* 5: 283-291.

Weir, T., Park, S., Vivanco, J. (2004.): Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals, *Current opinion in Plant Biology* 7:472-479.

surveying scientific study

Allelopathic plant relations: review of affecting factors and possible application

Summary

Allelopathy is a chemical interaction between two plants, which is achieved through specific chemical compounds - allelochemicals. Except as the relationship between plants, allelopathy also occurs as microbe-microbe, plant-insect, plant-microbe or plant-herbivore relationship. Allelochemicals from plants that synthesize them are released in four different ways and are adsorbed by the receiving plant through the roots. The first way is in the form of gases that are released from the leaves. Another way is flushing allelochemicals from leaves or stems during the rain, dew, fog and snow. The third way is secretion from the roots. The fourth way is through the decomposition of plant residues containing allelochemicals. Allelochemicals exist in a plant in the form of water soluble glycosides and can be divided into antibiotics, phytoncides, marasmines and cholines. They differ in chemical composition, mode of action and type of organisms on which they operate. They are synthesized as reaction of plant to different environmental parameters, such as the presence of competitors and the herbivore, or stress in any form. One of the main objectives of allelopathic research is the application of allelochemicals against weeds or other pests such as nematodes in order to reduce the use of synthetic pesticides and reduce their negative impact on the environment.

Key words: allelochemicals, chemical signals, herbicide effect, nematocide effect