

OBČUTLJIVOST RASTLIN NA OZON V INTERAKCIJI S HERBIVORINataša KOPUŠAR¹, Stanislav GOMBOC², Franc BATIČ³, Cvetka RIBARIČ LASNIK⁴¹ERICo, Inštitut za ekološke raziskave²MKGP, Fitosanitarna uprava RS (FURS)³Biotehnična fakulteta, Oddelek za agronomijo⁴Ekoremediacijski center Celje**IZVLEČEK**

Ozon, škodljivci (herbivori) in bolezni (glive, bakterije, virusi) povzročajo na kmetijskih rastlinah pomembno ekonomsko škodo. V preteklosti je bila večina raziskav o interakciji vplivov ozona in herbivorov na rastline opravljenih v nadzorovanih ali delno nadzorovanih laboratorijskih gojitvenih razmerah. V naravnem okolju, kjer so rastline izpostavljene še drugim okoljskim dejavnikom, pa je teh raziskav zelo malo. Ozonske poškodbe na listih rastlin so lahko zamenljive z drugimi poškodbami, nastalimi zaradi škodljivcev ali bolezni. Raziskovalci morajo biti zato dobro izurjeni v prepoznavanju znakov in ugotavljanju vzrokov nastalih poškodb, za kar potrebujejo osnovno znanje iz entomologije in fitopatologije. Rastline reagirajo na ozon najprej na biokemijsko-fiziološki ravni in zaradi spremenjene kemične sestave postanejo manj ali bolj atraktivne za herbivore. V dvoletnem lončnem poskusu smo uporabili dva na ozon različno odporna klona plazeče detelje sorte Regal, ki smo ju izpostavili na štirih poskusnih mestih. V rednih dvotedenskih presledkih smo poleg ozonskih poškodb ocenjevali še zdravstveno stanje rastlin. Določili smo povzročitelja poškodb in število listov s poškodbami na rastlino. Cilj raziskave je bil ugotoviti ali je tolerančnost rastlin na ozon povezana z velikostjo pojavljanja poškodb zaradi žuželk, polžev, gliv in virusov. Več poškodovanih listov zaradi objedanja polžev in manj poškodb listnih zavrtalk smo ugotovili pri klonu plazeče detelje občutljivem na ozon. Sklepamo, da je obnašanje samic listnih zavrtalk pri odlaganju jajčec povezana z odpornostjo rastlin na ozon. Samice zavrtalk raje odlagajo jajčeca v liste brez ozonskih poškodb odpornega klona plazeče detelje 'Regal', kar je verjetno povezano z večjo količino razpoložljive hrane za rast in razvoj larve.

Ključne besede: herbivori, listne zavrtalke, ozon, ozonske poškodbe, polži, *Trifolium repens* 'Regal', žuželke

ABSTRACT**PLANT SENSITIVITY TO OZONE IN INTERACTION TO HERBIVORES**

Ozone, pests (herbivores) and diseases (fungi, bacteria and viruses) may cause great economic damage to agricultural plants. In the past, the majority of research on the interaction of ozone and herbivores has been carried out on plants in controlled or semi-controlled laboratory growing conditions. However, there were few investigations conducted in the natural environment, where plants were exposed also to other environmental factors. Ozone injury on plant leaves might be mistakenly taken to be injuries caused by pests and diseases. Researchers must be therefore well-trained in recognizing the symptoms and determining the causes of injuries, and this demands from them basic knowledge of entomology and phytopathology. Plants first react to ozone at the biochemical-physiological level, and become less or more attractive to herbivores due to the changed chemical composition of their structure. In our pot experiment conducted over several years, we used two clones of the 'Regal' white clover with different ozone tolerance. They were exposed at four trial sites. Ozone injury and the state of health of the plants were assessed at regular fortnight intervals.

¹mag. univ. dipl. inž. agr., Koroška 58, SI-3320 Velenje

²univ. dipl. inž. agr., Einspielerjeva 6, SI-1000 Ljubljana

³prof. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1111 Ljubljana

⁴doc. dr., Kidričeva 25, SI-3000 Celje

We determined the cause of the injuries and the number of injured leaves per plant. The aim of the research was to ascertain whether plant ozone tolerance had any influence upon the extent of injury caused by insects, slugs, fungi and viruses. More leaves injured by slugs and less injuries caused by leaf-miners were determined with the ozone-sensitive white clover clone. It was concluded that the behaviour of females of the leaf-miner when laying eggs depended on the ozone tolerance of plants. They preferred to lay eggs in leaves of the ozone-tolerant 'Regal' white clover clone with no ozone injury, which might be connected with a higher amount of food available for the growth and development of larva.

Key words: herbivores, insects, leaf-miners, ozone, ozone injury, slugs, *Trifolium repens* 'Regal'

1. UVOD

Sovplivanje različnih abiotičnih in biotičnih dejavnikov na organizme je v naravi vsakdanji pojav. Organizmu, ki je izpostavljen neugodnemu vplivu enega dejavnika, se običajno spremeni tudi strpnost do drugih dejavnikov okolja (Tarman, 1992). Dejavniki okolja vplivajo v laboratorijskih razmerah vsak zase drugače kot v zunanjih razmerah v interakciji drug z drugim. Poleg abiotičnih dejavnikov so pri spremljanju stanja v okolju z rastlinami zelo pomembni tudi biotični dejavniki, med katerimi so pomembni odnosi med istimi in različnimi vrstami organizmov. Ozon v prizemni plasti zraka deluje kot abiotični dejavnik, ki sproži v rastlinah enake obrambne odzive kot na primer okužba s patogenom (Schraudner in sod., 1997). Vse aerobne oblike življenja imajo zato obrambno zaščito na več ravneh, ti sta encimska in neencimska antioksidativna zaščita (Perl-Treves in Perl, 2002). Odziv rastlin na povečane koncentracije O_3 v zraku je dobro preučen, toda spremembe v hranilni sestavi in obrambi rastlin lahko vplivajo na trofične povezave (Karnosky s sod., 1996). Zaradi nespecifične celične obrambe rastlin ne glede ali gre za abiotičen ali biotičen stresni dejavnik, bi lahko pričakovali, da so rastline tolerantnejše na ozon in druga zračna onesnažila tudi tolerantnejše na napad škodljivih organizmov. Ker pa so v zunanjem okolju tem stresnim dejavnikom izpostavljeni tudi škodljivci organizmi je zato odziv rastline v zvezi s škodljivcem in njegovim predatorjem zelo težko predvideti. Na to kažejo različni nasprotujoči izsledki raziskav mnogih avtorjev (Riemer in Whittaker, 1989).

Za bioindikacijo ozona je v svetu razširjena uporaba plazeče detelje 'Regal' (*Trifolium repens* 'Regal'). Uporabljata se dva različno odporna klon na ozon, to sta NC-R (odporen) in NC-S (občutljiv) klon. Klona plazeče detelje 'Regal' se ne razlikujeta le v toleranci na ozon, temveč se razlikujeta tudi po morfologiji listov, potrebi po vodi (Postiglione s sod., 2000) in biokemijsko-fiziološkem odzivu na ozon (Kopušar, 2003). Zato smo menili, da te lastnosti lahko vplivajo tudi na različne odnose fitofagnih organizmov (škodljivci, glivična in virusna obolenja) do obeh klonov. Zaradi razširjenosti uporabe plazeče detelje Regal in neraziskanega odziva obeh klonov do herbivornih organizmov smo se odločili, da to bolje preučimo. Ocenjevalec mora biti večš razlikovanja poškodb, ki jih lahko povzročajo različni fitofagni organizmi (škodljivci, glive, virusi) od fizioloških motenj (oziroma kasneje poškodb) nastalih zaradi abiotičnih dejavnikov okolja (O_3 , SO_2 , NO_x , pomanjkanje hranil, temperatura, vlaga...). Mikuševa s sod. (2004) ugotavlja, da so med herbivornimi organizmi plazeče detelje 'Regal' sesajoče žuželke, ki na listih povzročajo podobne poškodbe kot ozon. Razen poškodb listnih ploskev nastalih zaradi sesanja škržata *Cicadella viridis* Linnaeus in poškodb dvopikčastega škržatka (*Nearctaphis bakeri* Cowen), ki so precej podobne ozonskih poškodbam (Mikuš s sod., 2004), so poškodbe listov nastale zaradi drugih herbivornih organizmov prepoznavno različne od ozonskih. Na listih plazeče detelje so ozonskim poškodbam lahko podobne poškodbe, ki nastanejo zaradi pomanjkanja rastlinam dostopnega kalija v ravnem substratu (Bergmann, 1992; Kopušar, 2003). Kalij ščiti rastline pred ozonom enako dobro kot večje vsebnosti antioksidantov, na primer askorbinske kisline v listih ugotavlja Bruulsema (2002). Zato je pomembno, da v začetku poskusa zagotovimo dovolj veliko količino tega hranila v ravnem substratu, v katerem raste bioindikatorska rastlina za spremljanje onesnaženosti zraka z ozonom.

Namen raziskave je bil preučiti soodvisnosti (interakcije) med zračnim onesnažilom ozon, odzivnostjo (občutljivost, odpornost) rastline na ozon in poškodbami fitofagnih organizmov (insekti, glive, virusi). Postavili smo si dva cilja:

- preučiti interakcijo med tolerantnostjo rastlin na ozon in poškodbami herbivorov
- ugotoviti ali velikost imisijskih koncentracij (O_3 , SO_2 in NO_x) spremeni afiniteto herbivornih organizmov do gostiteljske rastline – plazeče detelje 'Regal'.

2. MATERIALI IN METODE DELA

Metoda dela in materiali so opisani v Experimental protokol for ... (2002). Plazečo deteljo 'Regal' smo izpostavili v sredini maja, v lončnem poskusu s samo-namakalnim sistemom. Poskusna mesta so bila: Vnajarje (630 m n.v.) pri Ljubljani, Kovk (600 m n.v.) v Zasavju, Žerjav (550 n.v.) v Mežiški in Zavodnje (770 m n.v.) v Šaleški dolini leta 2002 in 2003. Ob vseh mestih poskusov, razen v Žerjavu, stojijo avtomatske merilne postaje, kjer se vsake pol ure zabeležijo meritve imisijskih koncentracij SO_2 , NO_x , NO_2 in O_3 , temperatura zraka, relativna zračna vlaga in jakost ter smer vetra. Ozonske poškodbe in poškodbe nastale zaradi škodljivcev, bolezni ali virusnih obolenj smo popisovali tedensko ali vsaj na 14 dni, odvisno od vremena. Rezultate popisov smo pred statistično obdelavo združili v povprečja na košnjo (vzorčenje). Košnjo detelje smo izvajali v presledku 4 tednov. Med poskusom nismo uporabljali fitofarmacevtskih sredstev ali dodatnega gnojenja z mineralnimi gnojili. Vsebnosti kalija v rastnem substratu (5 : 4 : 1 : 1 : 1 = črna šota : bela šota : vermikulita : kremenova mivka : ilovica) smo preverili pred in po končanem poskusu posebej za NC-S in NC-R klon plazeče detelje. Med klonoma se vsebnosti kalija v substratu po končanem poskusu niso razlikovale, se je pa vsebnost rastlinam dostopnega kalija ob koncu poskusov v primerjavi z začetkom preploivila iz povprečno 230 mg K_2O/kg na 103 mg K_2O/kg substrata (Kopušar, 2003). Podatke smo analizirali s parametričnimi statističnimi metodami (ANOVA/MANOVA) s pomočjo Statistica for Windows 5.5 (preglednica 1).

3. REZULTATI IN RAZPRAVA

Z namenom ugotoviti ali koncentracije ozona in drugih zračnih onesnažil ob danih mikroklimatskih razmerah v Sloveniji vplivajo na afiniteto fitofagnih organizmov do gostiteljske rastline smo primerjali rezultate popisov zdravstvenega stanja rastlin med leti in med lokacijami poskusov (preglednica 2). Med lokacijami in med leti smo pričakovali značilno velike razlike v merjenih okoljskih dejavnikih. Ugotavljamo, da so bila med letoma 2002 in 2003 značilno velike razlike v povprečnih dnevniških temperaturah zraka, relativni zračni vlagi, povprečnih koncentracijah SO_2 , NO_x , O_3 in vsoti koncentracij ozona nad pragom 40 ppb (AOT40) v obdobju 4 tednov. Leto 2003 je bilo veliko bolj toplo in sušno, koncentracije O_3 in SO_2 so bile večje kot leta 2002. Iz rezultatov meteoroloških meritev in meritev zračnih onesnažil v letu 2002 in 2003 ugotavljamo, da so bile poskusne rastline izpostavljene zelo različnim okoljskim razmeram. Med lokacijami značilno velikih razlik ne ugotavljamo z izjemo imisijskih koncentracij NO_x in AOT40.

Na osnovi meteoroloških dejavnikov okolja smo pričakovali, da bodo ozonske poškodbe na listih klona NC-S (občutljiv klon na ozon) večje v letu 2003 kot leta 2002 in večje na lokaciji Kovk kot na drugih lokacijah. Ugotovili smo, da so bile pri klonu NC-S ozonske poškodbe na listih na nekaterih lokacija v povprečju leta 2002 celo večje (preglednica 3). Vzrok je verjetno v tem, da je sprejem O_3 v rastlino enako kot CO_2 reguliran z dinamiko odpiranja in zapiranja listnih rež. Menimo, da so v letu 2003 rastline zaradi pomanjkanja vlage v zraku in velikih temperatur v času velikih koncentracij ozona v zraku, listne reže zapirale. Način reagiranja rastlin pred nevarnostjo prevelike izgube vlage lahko razumemo tudi kot način obrambe rastlin pred ozonom z izogibom. Ozonske poškodbe smo popisali v letu 2003 tudi na listih NC-R klona (odporen klon na ozon). Razlika v odzivu obeh klonov na ozon se je pokazala tudi na ravni pridelka, najnižje razmerje med pridelkoma obeh klonov je bilo na Kovku v letu 2002 (preglednica 2). Pridelk klona NC-S je bil pričakovano nižji od pridelka NC-R klona. V

nadaljevanju smo primerjali razlike med klonoma in letoma v odvisnosti od poškodb različnih herbivornih organizmov (preglednica 1 in 3).

Na poskusnih mestih s plazečo deteljo 'Regal' smo določili poškodbe listnih zavrtačev *Agromyza nana* Meigen, *Liriomyza congesta* Becker, škržatov *Cicadella viridis* (L.), *Macrostelus cristatus* (Ribaut, 1927), *Psammotettix alienus* (Dhlbm., 1851), *Forcipata citrinella* (Zettstedt, 1828), listnih uši (*Myzus persicae* Sulz.), hrčic iz družine Cecidomyiidae, stenic iz družine Miridae (mehkokožne stenice) *Adelphocoris lineolatus* (Goeze.), *Adelphocoris seticornis* (F.), *Rhopalus parumpunctatus* (Schill.), *Lygus rugulipennis* (Poppius), *Notostira erratica* (L.), tobakovega resarja (*Thrips tabaci* Lindeman) in navadno pršico (*Tetranychus urticae* Koch). *Liriomyza congesta* se je dolgo časa v Sloveniji in tudi drugje v Evropi zamenjevala s karantensko vrsto *Liriomyza trifolii* Burgess (1880). Pojavljanje vrste *L. trifolii* v Sloveniji je bilo potrjeno v poznih sedemdesetih letih v rastlinjakih v okolici Brežic. Bolj sistematično spremljanje te vrste na ozemlju Slovenije v zadnjih letih kaže, da je večina ostalih pisnih navedb o pojavljanju te vrste na prostem (npr. tudi v Kopusar, 2003) najverjetneje napačnih in se po vsej verjetnosti nanašajo na vrsto *L. congesta* (Backer, 1903), ugotavlja Seljak (2003, 2004a, 2004b). V bližini mesta ali na plazeči detelji smo našli na poljskega slinarja *Deroceras reticulatum* in druge polže (*Limax* spp., *Arion* spp.). Med boleznimi smo beležili okužbe z listno kodravostjo detelje (*Polythrincium trifolii* Kunze) in okužbe z deteljno rjo (*Uromyces flectens* Lagerh.). Ob popisih smo evidentirali tudi virusne okužbe, ki so se najpogosteje pokazale v nenormalni obliki cvetov in zakrmeli rasti.

Povprečno je bilo več poškodb listov od larv listnih zavrtačev pri klonu NC-R v primerjavi s klonom NC-S v vseh letih na vseh lokacijah. Med leti in lokacijami ni razlik v številu poškodovanih listov od listnih zavrtačev in sklepamo, da koncentracije ozona niso dejavnik, ki bi vplival na odnose listnih zavrtačev do plazeče detelje. Je pa tolerantnost rastlin na ozon lastnost, ki vpliva na samice listnih zavrtačev, da pri izbiri listov za odlaganje jajčec raje izberejo liste klona NC-R. Morda je ravno fiziološka obramba klona NC-S pred ozonom hkrati tudi učinkovita obramba pred listnimi zavrtači. Ali pa poškodovani listi klona NC-S oddajajo kemične informacije (npr. H₂O₂, ...), ki so hlapljive in odvrčajoče učinkujejo na samice listnih zavrtačev?

Število poškodovanih listov od gosenic, uši, škržatov in drugih sesajočih žuželk se med leti in med lokacijami ne razlikujejo zato domnevamo, da dejavniki okolja in biokemijske spremembe v kakovosti listov niso vplivale na vedenje le teh.

Med ljubitelji svežih listov detelje so tudi polži, ki deformirajo zgornjo plast lista ali pa požrejo celo listno površino. Ugotavljamo, da smo v dveh letih na vseh lokacijah v povprečju popisali večjo škodo od polžev pri NC-S klonu. Sklepamo, da so razlogi verjetno v morfoloških razlikah med listi ali pa v količini listov obeh klonov. Ugotavljamo še, da je bilo povprečno, toda statistično neznačilno, več poškodb leta 2002, kar je pričakovano glede na meteorološke meritve. Na terenu smo ocenili še delež rastlin z glivičnimi in virusnimi boleznimi. V Vnajarjah zabeležili povprečno največje delež virusno okuženih rastlin. Leta 2003, ko so bile večje temperature in koncentracije ozona, smo beležili pri NC-S klonu več poškodb kot pri NC-R klonu. Razlike med klonoma so bile leta 2002 manjše, povprečno je bilo več virusno okuženih rastlin pri NC-R klonu v letu 2002 kot leta 2003. Pričakovali bi lahko, da se vzporedno z razlikami v lokacijah v virusnih obolenjih pokažejo te razlike tudi pri poškodbah sesajočih žuželk (npr. uši), ki so vektorji za raznašanje virusnih okužb, toda tega nismo uspeli dokazati. Pričakovano smo pri popisih glivično obolelih rastlin ugotovili, da je leto (oziroma temperatura zraka, relativna vlaga) pomemben dejavnik. V letu 2002 je bil značilno večji delež glivično obolelih rastlin kot leta 2003. Razlik v glivičnih poškodbah rastlin med klonoma nismo ugotovili.

Menimo, da bi bilo dobro v prihodnje pri terenskih ocenah poškodb sesajočih in grizočih žuželk uporabiti metodo, ki bi natančneje številčno ovrednotila poškodbe in bi posamezne poškodbe natančneje povezala z vrsto povzročitelja. Pomembnejši vpliv na vrednotenje vplivov ozona na pridelek, imajo glivične in virusne bolezni, manj polži in še manj listni zavrtači.

Preglednica 3: Povprečne vrednosti in standardni odkloni rezultatov popisov ozonskih poškodb in zdravstvenega stanja plazeče detelje Regal v letu 2002 in 2003 na lokacijah Kovk, Vnajnarje, Zavodnje in Žerjav.

LOKACIJA	LETO	KLON	Razred ozon. poškodb (0-6)		Poškodbe od polžev (št. list./rast.)		Poškodbe od griz. žuželk (št. list./rast.)		Poškodbe od sesajoč. žuželk (% rastlin/popis)		Poškodbe od list. zavrtačev (št. list./rast.)		Glivične bolezni (% rastlin)		Virusne okužbe (% rastlin)	
			Pov.	Std.	Pov.	Std.	Pov.	Std.	Pov.	Std.	Pov.	Std.	Pov.	Std.	Pov.	Std.
Kovk	2002	NC-S	3,07	0,97	2,67	2,81	3,18	3,97	13,33	29,81	0,56	0,78	5,00	11,18	4,00	5,48
Kovk	2002	NC-R	0,00	0,00	2,00	3,48	3,13	3,14	33,33	74,54	1,16	1,05	4,00	8,94	22,00	8,37
Vnajnarje	2002	NC-S	1,56	1,29	2,75	2,22	9,53	6,85	30,00	67,08	0,67	0,88	22,00	43,82	34,00	21,91
Vnajnarje	2002	NC-R	0,00	0,00	1,24	1,30	8,24	9,77	8,00	17,89	1,64	2,27	23,33	43,46	22,00	25,88
Zavodnje	2002	NC-S	2,02	1,31	4,90	4,42	6,22	7,27	6,20	12,59	0,53	0,70	20,00	44,72	4,00	2,24
Zavodnje	2002	NC-R	0,00	0,00	1,30	2,64	7,01	9,09	7,09	16,53	0,80	0,99	20,00	44,72	12,00	6,71
Žerjav	2002	NC-S	1,20	1,18	2,82	2,35	8,16	6,71	17,00	25,06	0,54	0,80	17,00	32,71	6,00	5,48
Žerjav	2002	NC-R	0,00	0,00	0,64	1,16	8,19	5,13	16,89	31,26	1,05	1,18	20,00	44,72	6,00	5,48
Kovk	2003	NC-S	2,00	1,50	2,57	2,59	3,08	2,97	14,20	20,10	0,69	0,70	3,00	4,47	15,00	9,13
Kovk	2003	NC-R	0,14	0,35	2,07	3,43	3,03	3,43	32,58	62,35	2,01	1,91	2,20	3,03	0,00	0,00
Vnajnarje	2003	NC-S	1,83	1,43	1,80	1,37	9,58	6,88	31,20	60,23	0,93	1,17	3,40	7,60	30,00	23,45
Vnajnarje	2003	NC-R	0,59	0,94	0,96	1,24	8,24	9,79	9,50	17,08	1,84	2,13	3,00	6,71	14,00	15,17
Zavodnje	2003	NC-S	1,20	1,26	3,38	1,70	6,02	7,72	5,10	12,50	0,72	1,03	3,00	6,71	18,34	3,73
Zavodnje	2003	NC-R	0,00	0,00	1,29	1,43	7,11	9,87	7,87	15,34	2,02	2,87	2,00	4,47	0,00	0,00
Žerjav	2003	NC-S	0,91	1,06	0,87	1,56	8,52	6,97	17,89	25,69	1,31	1,23	3,00	6,71	21,68	4,55
Žerjav	2003	NC-R	0,34	0,89	1,04	2,04	8,02	5,41	16,70	37,30	1,91	2,08	2,40	5,37	23,34	3,71

4. SKLEPI

1. Tolerantnost rastline na ozon ne vpliva na afiniteto fitofagnih organizmov, kot so sesajoče in grizajoče žuželke, glive in virusi. Na velikost teh poškodb tudi povprečne dnevne koncentracije ozona in drugih zračnih onesnažil ne vplivajo.
2. Odpornost rastlin na ozon vpliva na število poškodb nastalih od polžev in listnih zavrtačev; toda med lokacijami in med letoma ni razlik – torej velikost koncentracije ozona nima pomembnega vpliva. Sklepamo, da samice listnih zavrtačev za odlaganje jajčec raje izbirajo tiste liste, ki so manj ali nepoškodovani od ozona. Po našem mnenju ozon vpliva na spremembe v kemični sestavi listov, in zato vpliva tudi na kakovost hrane fitofagov. Med različno tolerantnima klonoma plazeče detelje Regal so tudi morfološke razlike v listih. Sklepamo, da našete lastnosti pomembno vplivajo na odnose določenih vrst fitofagnih organizmov do plazeče detelje 'Regal'.
3. Na število virusno okuženih rastlin plazeče detelje sorte Regal imajo pomemben vpliv mikroklimatske razmere na posamezni lokaciji. Na glivična obolenja predvsem vplivajo povprečne temperature zraka in relativna zračna vlaga v letu.
4. Menimo, da bi natančnejša metoda popisa poškodb in bolezni na listih plazeče detelje 'Regal' in tudi natančneje opredeljena po povzročiteljih, verjetno pripeljala do rezultatov z več razlikami med klonoma, leti in lokacijami, kar nam ostaja raziskovalni izziv za naprej.

Za razumevanje posledic za rastline, ki jih v zadnjem desetletju prinašajo spremembe v okolju (na primer globalno segrevanje ozračja in stalno naraščanje koncentracij določenih onesnažil v zraku), bi bilo potrebno v prihodnosti veliko več raziskovalnega dela in finančne podpore vložiti v preučevanja trofičnih zvez (producenti – potrošniki I. reda - plenilci). Na tem pomembnem področju se srečajo interesi različnih strok, fitopatologov, entomologov, rastlinskih genetikov, ekologov, pridelovalcev rastlinske hrane, proizvajalcev fitofarmaceutskih sredstev in države.

5. LITERATURA

- Bergmann W. 1992 (ed.). Nutritional disorders of Plants. Development, Visual and analytical diagnosis. Gustav Fischer Verlag Jena, Villengang 2, D-O-6900 Jena, Stuttgart, New York: 76-79, 121-132 in 417-418
- Bruulsema T.W. 2002. <http://www.back-to-basics.net/fertilityfacts/northeast.htm>
- Experimental protokol for the 2002 Season of the ICP-Vegetation (International Cooperative Programme on Effect of Air Pollution on Natural Vegetation and Crops). Wge – Working Group on Effects, Convention on Long-range Transboundary Air Pollution United Nations Economic Commission for Europe, 31 str.
- Karnosky, D.F., Percy, K., Mankovska, B., Prichard, T., Noormets, A., Dickson, R.E., Jepsen, E., Isebrands, J.G., 2003. Ozone affects the fitness of trembling aspen. In: D.F. Karnosky, K.E. Percy, A.H. Chappelka, C. Simpson, and J.M. Pikkarainen (Eds.), Air Pollution, Global Change and Forests in the New Millennium. Elsevier Press, Amsterdam. pp.199-209.
- Kopušar, N. 2003. Vpliv zračnih onesnažil na rast in produkcijo izbranih vrst kmetijskih rastlin. Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana: 193 [33] s.
- Mikuš, T., Gomboc, S., Batič, F., Milevoj, L., 2004. Primerjava poškodb sesajočih škodljivcev in ozona na listih klonov plazeče detelje (*Trifolium repens* 'Regal'). Acta agriculturae slovenica, 83: 301-311
- Perl-Treves R., Perl A. 2002. Oxidative Stress: An Introduction. V: Oxidative stress in Plants. Inzé D. in Van Montagu M. (eds.). London and New York, Taylor & Francis: 1-32
- Postiglione, L., Fagnano, M., Merola, G., 2000. Response to ambient ozone of two white clover (*Trifolium repens* L. cv. "Regal") clones, one resistant and one sensitive, grown in a Mediterranean environment. Environmental Pollution, 109: 525-531
- Riemer, J., Whittaker, J.B., 1989. Air pollution and insect herbivores: observed interactions and possible mechanisms. Insect-Plant Interaction, 1: 73-105
- Schraudner M., Langebartels C., Sandermann H. 1997. Changes in the biochemical status of plant cells induced by the environmental pollutant ozone V: Physiologia plantarum, 100: 274-280
- Seljak, G. 2003. Obvladovanje karantenskih listnih zavrtalk (*Liriomyza* spp.) v Sloveniji.; Izvlečki referatov 6. Slov. posv. o varstvu rastlin, Zreče 2003; 100-101.
- Seljak, G. 2004a. Pojavi in gibanje škodljivih organizmov na Primorskem v letu 2004. Poročilo za FURS, 1-21.
- Seljak, G. 2004b. Poročilo o izvedbi strokovnih nalog v letu 2004 s področij zdravstveno varstvo rastlin in opazovalno napovedovalne dejavnosti. Poročilo FURS, 1-15.
- Tarman K. 1992. Osnove ekologije in ekologija živali. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 547 str.