

BIOLOŠKA BORBA PROTIV KOROVA I STRATEGIJE, AGENSI I REGULATIVA

Radmila PETANOVIĆ¹, Zlata KLOKOČAR-ŠMIT², Radoslava SPASIĆ¹

¹ Poljoprivredni fakultet, Beograd

² Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

Petanović, R., Z. Klokočar-Šmit i R. Spasić (2000): *Biološka borba protiv korova, I. Strategije, agensi i regulativa*. - Acta herbologica, Vol. 9, No. 1, 5–19, Beograd.

U ovom revijalnom radu obrađeni su razlozi aktuelizacije biološke borbe protiv korova i pogodnosti primene ove metode, glavne strategije, organizmi koji se koriste kao agensi biološke borbe protiv korova, bitne karakteristike fitofaga i patogena preporučenih za biološku borbu kao i poželjne karakteristike korova, kriterijumi i metode izbora agenasa za introdukciju, propisi i preporuke o unošenju i rukovanju biološkim agensima.

Ključne reči: biološka borba, agensi, strategije, regulativa.

UVOD

U našem milenijumu hemijske mere još uvek predstavljaju osnovni metod borbe protiv štetnih organizama. Uprkos dominaciji ove metode i njenom ekspanzivnom razvoju posle II svetskog rata, već ranih 60-ih se počelo sa sagledavanjem širih implikacija korišćenja hemikalija po ljude i biosferu u celini (CARSON, 1962).

Imajući u vidu neželjene posledice pesticida po zdravlje (hroničan toksičan efekat mnogih jedinjenja, efekat na reprodukciju, mutageni, onkogeni efekat, dugotrajno oštećenje nervnog i imunog sistema itd.), životnu sredinu (kontaminirajuće rezidue u vodi i zemljištu) kao i probleme koji proističu iz neadekvatne aplikacije, u mnogim zemljama se predviđa smanjenje njihove upotrebe i za 50% do 2000. godine. Tri vodeće zemlje su Švedska, Danska i Holandija, dok je američki Kongres 1994. godine predvideo redukciju primene pesticida u izabranim ekosistemima i uvođenje alternative hernijskom suzbijanju (WYSOKI, 1998).

Problemi prouzrokovani prekomernom primenom mineralnih đubriva i pesticida u konvencionalnoj poljoprivredi inicirali su, posebno u visoko razvijenim zemljama razvoj koncepta održive poljoprivrede, a jedan od njenih bitnih elemenata je alternativna kontrola štetnih organizama u agroekosistemima kroz implementaciju biološke borbe, integralne zaštite i drugih alternativnih biološki prihvatljivih metoda, koje su ekonomski opravdane.

Biološka borba (biološko suzbijanje, biološke mere zaštite, biološke metode borbe protiv štetnih organizama) je definisana kao korišćenje populacija parazitoidea, predatora, parazita, patogena, antagonista ili kompetitora za regulisanje gustina populacija štetnih organizama njihovim smanjenjem, a samim tim i smanjenjem šteta do kojih dovode (VAN DRIESCHE & BELLOWS, 1996). Ona obezbeđuje ekološki siguran, energetski efikasan i jeftin način suzbijanja štetnih organizama, bilo samostalno ili kao komponenta integralne zaštite (HOY, 1983). Prema terminološkom rečniku nauke o korovima biološki agens je organizam koji služi za suzbijanje nepoželjnih vaskularnih makrofita, a biološko suzbijanje su mere primene organizama ili njihovih produkata za suzbijanje nepoželjne vegetacije do prihvatljive granice (PIETERSE, 1990). U nastojanju da se odluči između hemijskog i biološkog suzbijanja korova mora se proceniti niz relevantnih činjenica. Nepodobnost klasičnih mehaničkih mera je u njihovoj kratkotrajnoj efikasnosti zbog sposobnosti vegetativne propagacije, nedostatku radne snage i skupih mašina i relativno niskom učinku. Nedostatak hemijskih metoda su postojanje opasnosti pri rukovanju, zagađenje životne sredine i visoka cena.

Smatra se da biološki agensi, ili kako ih još nazivaju „bioracionalni pesticidi“, (BLUMRICH, 1987) obećavaju uspeh jer nisu jednokratna mera, već jednom introdukovani u životno okruženje svojim stalnim prisustvom u toj sredini ugrožavaju nepoželjne biljke.

Primena biološke borbe generalno, a time i biološke borbe protiv korova, ostvaruje se različitim pristupima ili strategijama koje se najčešće, kada su agensi fitofagne artropode definišu kao:

- Klasična biološka borba koja podrazumeva zaštitu od introdukovanih vrsta korova alohtonim organizmima, odnosno organizmima iz područja porekla korova. Najčešće se primenjuje za permanentnu zaštitu od višegodišnjih vrsta korova na ruderalnim staništima, pašnjacima ili kanalima;
- Augmentaciona biološka borba (od lat. *augmentatio* = umnožavanje, pojačanje, povećanje) koja podrazumeva masovnu propagaciju i periodično ispuštanje egzotičnih ili autohtonih prirodnih neprijatelja. Koristi se za privremeno suzbijanje autohtonih ili introdukovanih vrsta korova. Klasična biološka borba obično se ostvaruje inokulacionim postupkom (lat. *inoculatio* = ubrizgavanje), odnosno jednokratnim unošenjem prirodnog neprijatelja u ekosistem koji se dalje sam razmnožava. Augmentaciona biološka borba obično se ostvaruje inundacionim postupkom (lat. *inundatio* = plavljenje, poplava) višekratnim ponavljanjem, odnosno periodičnim ponavljanjem kada je to potrebno).
- Konzervaciona ili konzervativna biološka borba (lat. *conservatio* = održavanje, čuvanje, zaštita od propadanja) u kojoj su agroekosistemi organizovani tako da maksimalno pojačavaju efekat nativnih (autohtonih) prirodnih neprijatelja (BATRA, 1982; ROSEN & HUFFAKER; 1983; BERNAYS, 1985).

Biološka borba protiv korova biljnim patogenima najčešće koristi tri strategije, a to su: 1) klasična (adekvatno fitofagima), 2) augmentaciona, koja podrazumeva pojačavanje efekata patogena na različite načine, ali ne i njegovo veštačko gajenje ili primenu inundativnih metoda i 3) strategija mikrobijalnih herbicida koja podrazumeva masovno gajenje inokuluma patogena, standardizaciju, formulaciju i primenu u uslovi- ma kada su usev i korov u ranim fazama razvoja (CHARUDATTAN, 1985).

Ima autora koji razlikuju samo klasičnu (inokulacionu) i inundativnu strategiju (primarno se odnosi na bioherbicide) (WATSON & WYMORE, 1989). U biološkom suzbijanju mikroorganizmima strategije su različito definisane u zavisnosti od različitih

kriterijuma i autora, ali su, gore navedene najprihvaćenije među istraživačima koji se bave biološkom borbom protiv korova.

Pored navedenih, najčešćih strategija biološke borbe u poslednje vreme se primenjuju i biotehničke i/ili biotehnoške metode koje se zasnivaju na korišćenju produkata metabolizma najčešće mikroorganizama ili biljaka za dobijanje bioherbicida (mikoherbicida odnosno aleloherbicida), a takođe i tehnologija transfera gena kojom se transformišu gajene biljke da bi postale rezistentne na herbicide (dobijanje takozvanih transgenih ili genetički modifikovanih organizama – GMO).

Uspešnost biološke borbe povećava se integracijom više agenasa, a naročito integracijom sa drugim metodama zaštite od štetnih organizama.

Aplikacija bioloških agenasa na biljke ili zemljište ne bi trebalo da predstavlja veći rizik od onog koji proizvode agrotehničke mere (rotacija useva, obrada zemljišta, mulčiranje, đubrenje, primena pesticida). Ovo pogotovo važi za native (autohtone) agense i strategiju augmentacije.

Biološka borba protiv korova ima dugu tradiciju od dva veka. Brojni su podaci o biološkoj borbi protiv korova kao i primeri efikasnih programa suzbijanja mnogih korovskih vrsta u nekoliko zemalja (CROWLEY, 1989). Uspešni projekti biološke borbe ostvareni su pre svega klasičnim postupkom i to posebno na višegodišnjim korovima, na ruderalnim staništima, pašnjacima i u kanalima. U agroekosistemima ovaj metod je bio ograničen, pre svega različitim antropogenim uticajima koji negativno deluju na prirodne neprijatelje korova. Najznačajniji uspesi na tom polju postignuti su uglavnom u SAD, Kanadi, Južnoj Africi, Australiji i Novom Zelandu, gde su najvećim delom obavljena istraživanja i najviše uloženo u razvoj ovih metoda. Klasičnom introdukcijom uvedene su širom sveta 294 vrste organizama (BATRA, 1982). U poslednje vreme, pretežno zbog rezistentnosti na herbicide formirani su i evropski programi biološke borbe protiv korova u usevima (MÜLLER – SCHARER & FRANTZEN, 1996). Regulacija gustine populacija biološkim agensima izgleda kao jedino moguće rešenje sa gledišta uredbe o zaštiti prirodnih retkosti kao što su na primer kod nas biljne vrste *Nymphaea alba* L., *Nuphar luteum* (L.) Sm. i vrste roda *Trapa*.

Do sada je održano 10 međunarodnih simpozijuma o biološkoj borbi protiv korova. Poslednji simpozijum je održan 1999. godine u državi Montana (SAD).

Predviđa se da će u budućnosti masovna primena biološke borbe protiv korova uticati na smanjenje upotrebe herbicida i verovatno i troškova njihove primene kada se agensi budu ustalili, a to će uticati na smanjenje gubitaka u prinosu i sigurnost za spoljašnju sredinu.

Uprkos ostvarenim programima i optimističkim prognozama treba reći da biološka borba nije uvek bila uspešna. Od 192 vrste egzotičnih organizama koji su korišćeni protiv 86 vrsta korova širom sveta za 80 godina ciljane introdukcije (JULIEN, 1982), ni jedan insekt nije postao ozbiljna štetočina korova, a neki se hrane i gajenim biljkama (WYSOKI, 1998). Posle 100 godina od prvih uspeha ostala su fundamentalna pitanja kao što su: koliko često, koliko mnogo, kako i gde prirodne neprijatelje treba ispustiti. Verovatno je jedan od bitnih razloga nedovoljno istraživanja na ovom polju. Neki od osnovnih razloga neuspešne introdukcije u zemljama u kojima se intenzivno radilo u oblasti biološke borbe protiv korova su: klima, vreme, odsustvo sinhronizacije, pogrešna rasa (soj) ili biotip, različita preferentnost za stanište, kompeticija, predatorstvo, parazitizam, niska stopa populacionog rasta, nedovoljan broj ispuštanja itd.

Limitirajući faktori implementacije biološke borbe u Latinskoj Americi koje je istakao CHAVEZ (1995) mogu se po našem mišljenju primeniti i na našu zemlju:

1. nedovoljno precizno (jasno) poznavanje domaćina i prirodnih neprijatelja;

2. nedovoljan broj obučениh entomologa u oblasti biološke borbe koji će korektno identifikovati prirodne neprijatelje;
3. nedostatak potrebne opreme, karantina i mogućnosti gajenja i istraživanja na tom polju;
4. nedovoljna politička, ekonomska i institucionalna podrška;
5. nepoverenje vlade, proizvođača, pa čak i tehničkih eksperata u efikasnost programa biološke borbe;
6. nelojalna konkurencija transnacionalnih hemijskih kompanija protiv proizvođača agenasa biološke borbe i propagatora ove ideje;
7. odsustvo kooperacije i komunikacije između javnih i privatnih institucija, univerziteta i istraživača zbog profesionalne ljubomore, borbe za preživljavanje u toku ekonomskih kriza i promene prioriteta nadležnih u ovoj oblasti;
8. neupućenost ili nemotivisanost stručnjaka u zavodima za poljoprivredu da prenose tehnologiju ili obučavaju proizvođače;
9. zastarela literatura u bibliotekama i nemogućanost praćenja inovacija na ovom polju.

U ovom radu biće reči o organizmima koji se koriste kao agensi biološke borbe protiv korova, bitnim karakteristikama fitofaga i patogena preporučenih za biološku borbu, kao i pogodnim karakteristikama korova koje na ovaj način želimo da suzbijamo, kriterijumima i metodama selekcije fitofaga i patogena za introdukciju, primerima efikasnog suzbijanja korova klasičnim postupkom, evropskim programima biološke borbe protiv najznačajnijih korova u usevima, savremenim pravcima, odnosno biotehničkim i biotehnoškim metodama, propisima i preporukama o unošenju i rukovanju biološkim agensom i dosadašnjim rezultatima u oblasti biološke borbe protiv korova u našoj zemlji.

ORGANIZMI KORIŠĆENI U BIOLOŠKOJ BORBI PROTIV KOROVA

Najznačajniji agensi korišćeni protiv korova su insekti (WAPSHERE *et al.*, 1989) i oni su razmatrani kao primarni faktori regulacije gustina populacija ovih biljaka (HUFFAKER *et al.*, 1984). Pored insekata proučavaju se i primenjuju grinje, mikroorganizmi (naročito gljive), nematode, herbivorne ribe, druge životinje i biljke (posebno kompetitorski i alelopatski odnosi).

Insekti kao agensi biološke borbe pripadaju svim redovima, ali su među njima najčešće vrste iz reda *Coleoptera* (109 vrsta). a među njima su najznačajnije *Chrysomelidae*, *Curculionidae* i *Cerambycidae*, *Lepidoptera* sa 82 vrste iz familija *Pyralidae*, *Noctuidae* i *Tortricidae*. Ostale vrste pripadaju redovima *Homoptera*, *Hemiptera*, *Diptera*, *Thysanoptera* i *Orthoptera* (JULIEN, 1992).

U toku poslednje decenije poraslo je interesovanje za korišćenje grinja u biološkoj borbi protiv korova, prevashodno zbog njihove sposobnosti da utiču na rast i reprodukciju biljaka (ANDRES, 1983). Do sada su proučavane i korišćene 3 vrste iz familije *Tetranychidae*, 1 iz fam. *Galumnidae*, dok su 4 vrste iz familije *Eriophyidae* korišćene u programima biološke borbe, 15 vrsta su proučavane kao potencijalni agensi, a 14 preporučeno za dalja proučavanja (GERSON & SMILEY; 1990 PETANOVIĆ, 1996; CRAEMER *et al.*, 1999). Eriofide se smatraju primarnim kandidatima za ovu namenu, pre svega zbog njihove monofagije (CROMROY, 1979), ali i sposobnosti da utiču na rast i reprodukciju domaćina (BOCZEK, 1995).

Pored insekata i grinja protiv introdukovanih korova korišćeno je 7 vrsta gljiva, a protiv nativnih 15 vrsta (JULIEN, 1992). U Severnoj Americi je razmatrana lista od 18 vrsta gljiva kao potencijalnih agenasa biološke borbe protiv korova (CHARUDATTAN, 1985).

HASAN (1988) navodi oko 60 vrsta i podvrsta gljiva, neke viruse i jednu vrstu nematode kao potencijalne agense u biološkoj borbi protiv korova.

Još je 1966. MCNEW izračunao da postoji 100.000 raznih oboljenja čiji su uzročnici mikroorganizmi, te bi ovakvo obilje mikroorganizama omogućavalo najširi izbor kandidata upotrebljivih za biološko suzbijanje.

Prednosti primene mikroorganizama su brojne. Tehnologija njihove aplikacije je relativno jednostavna. Jednom uvedeni u biljnu zajednicu sami se dalje održavaju. Njihova brojnost omogućava širok izbor i to usko specijalizovanih. Ne predstavljaju opasnost za čoveka. Nikada ne deluju potpuno eradikativno, ne uništavaju biljnu vrstu, odnosno domaćina potpuno što omogućuje obnavljanje asocijacije. Uvođenje mikroorganizama, patogenih biljaka, zahteva pažljiv pristup i rukovanje. Primena može pod izvesnim okolnostima poremetiti za duže vreme biljnu zajednicu kao što je to bio slučaj još 1930. godine sa *Zostera marina* duž evropske obale Atlantskog okeana i severoistočne obale SAD (ZETTLER & FREEMAN, 1972).

Od drugih organizama navodi se 11 vrsta riba iz familija *Cyprinidae*, *Cichlidae* i *Osphronemidae* za suzbijanje akvatičnih korova i 1 vrsta nematoda (JULIEN, 1992). Herbivorne ribe nisu selektivne, ali vrlo uspešno suzbijaju vodenu vegetaciju. Neke vrste puževa vrlo uspešno uništavaju zelenu masu nepoželjnih biljaka, ali oni nisu selektivni i ne mogu se ograničiti na određeno stanište. Pored toga u poslednje vreme se u Japanu, na pirinčanim poljima koriste crvi (tubificide) za biološku borbu, a i kao hrana ribama koje se takođe hrane korovima (KURIHARA & KIKUCHI, 1988). U SAD uče jaganjce da se hrane korovskim mlečikama (WALKER *et al.*, 1992). Semena ovih biljaka koja prođu kroz crevni trakt ovaca ili koza imaju mnogo manju klijavost (LACEY *et al.*, 1992).

Pored životinja i gljiva druge biljke, posebno zbog kompetitivnih i alelopatijskih odnosa korišćene su za regulaciju brojnosti pojedinih vrsta korova, a ponekad i čitave grupe. Tako vrsta *Coronilla varia*, posejana duž autoputeva sprečava pojavu nepoželjne vegetacije dugi niz godina (LONGCHAMP, 1977). Alelopatija je dokumentovana u slučaju brojnih značajnih gajenih biljaka. Mnoge biljke, kao što su *Juglans* spp. *Eucalyptus* spp. *Platanus occidentalis* L., *Brassica nigra* L., *Prunus densiflora* L. pokazuju čiste zone inhibicije u koje ni jedna strana biljka ne može da se naseli. U akvatičnim staništima zapaženo je da vrste roda *Juncus* fitotoksinima (kolinima) inhibiraju razvoj mnogih akvatičnih biljaka, a *Eleocharis acicularis* (L.) R. Br. potiskuje i zamenjuje *Elodea canadensis* Rich., *Potamogeton crispus* L., *P. pussilis* L., *P. foliosus* L. i *Myriophyllum spicatum* L.. Rast algi inhibisan je fitoalaksinima *Typha latifolia* L. (ALIOTTA *et al.*, 1989), a *Myriophyllum brasiliensis* Comp. sadrži jedinjenja koja potiskuju modro-zelene alge (SAITO *et al.*, 1989.).

Korišćenje jedinjenja izolovanih iz mikroorganizama ili biljaka za dobijanje bioherbicide biće obrađeno u posebnom poglavlju.

Za uklanjanje i regulaciju gustina nekih biljnih vrsta primenjuju se i mere koje se zasnivaju na kompetitorskim odnosima. Tako su na primer zbog kompeticije za svetlost kao osnovni uslov života vodenih biljaka kanali naseljeni flotantnim vrstama iz roda *Salvinia* ili ukorenjenim vrstama sa plovećim listovima velike površine kao *Nymphaea alba* L. ili *Potamogeton natans* L. Obilna produkcija algi ometa razvoj submerznih vrsta. Samo kompeticijom za hranljivim elementima kao što je fosfor ili udruženom sa dejstvom patogene mikromicete *Colletotrichum* sp. masa *Myriophyllum* sp. umanjuje se za 90%.

BITNE KARAKTERISTIKE FITOFAGA, PAŢOGENA I KOROVSKIH VRSTA PODESNIH ZA BIOLOŠKU BORBU

FITOFAGNI ORGANIZMI

Na osnovu mnogobrojnih proučavanja bitnih karakteristika fitofagnih insekata i grinja za biološku borbu protiv korova razvijeni su kriterijumi valorizacije ovih organizama kao poželjnih agenasa (HARRIS, 1973; CROMROY, 1983):

1. specifičnost za domaćina
2. prouzrokovanje direktnog oštećenja
3. nanošenje indirektnog oštećenja
4. fenologija infestacije korova
5. broj generacija godišnje
6. prosečan broj potomaka po ženki
7. spoljašnji faktori mortaliteta
8. ponašanje u ishrani
9. kompatibilnost sa drugim agensima biološke borbe
10. distribucija u odnosu na areal korova
11. uspešnost (efikasnost) odnosno potvrda prethodne efikasnosti u autohtonim staništima
12. disperzija

U vezi sa kriterijumima vrednovanja isti autori (HARRIS, 1973; CROMROY, 1983) su ustanovili i metodologiju vrednovanja osobina artropoda za biološku borbu protiv korova koja se obavlja kroz razvijen bodovni sistem (scoring system) za svaki kriterijum pojedinačno u kome su ponudene varijante različito vrednovane.

1. Specifičnost za domaćina

Utvrđuje se da li je širok polifag, oligofag, strogi monofag ili monofag za grupu vrsta tzv. centrifugalnom filogenetskom metodom, polazeći od srodnih vrsta unutar roda, a zatim širenjem na najrodnije rodove itd. (WAPSHERE, 1974), što se postiže testiranjem ishrane, ovipozicije i izgladnjivanja, a zatim prenošenja na biljne vrste koje se testiraju;

2. Direktna oštećenja domaćina
Utvrđuje se da li dovode do formiranja gala, mina defolijacije itd.
3. Indirektna oštećenja
Utvrđuje se da li agens izaziva inicijalna oštećenja koja ograničavaju produkciju semena ili je vektor prouzrokovala biljnih bolesti itd.
4. Fenologija napada
Utvrđuje se da li je aktivnost na domaćinu vremenski ograničena ili prolongirana u toku cele vegetacione sezone.
5. Broj generacija
Utvrđuje se da li je vrsta agensa obligatno univoltna, bivoltna ili polivoltna.
6. Prosečan broj potomaka po ženki u toku jedne generacije
Utvrđuje se da li je broj potomaka ispod 10, 10–100 ili preko 100.
7. Spoljašnji faktori mortaliteta
Utvrđuje se da li agens ima nespecifične ili specifične prirodne neprijatelje i da li je podložan delovanju drugih ekoloških faktora u smislu povećanja mortaliteta
8. Ponašanje u ishrani
Utvrđuje se da li se agens hrani solitarno (zbog eventualnog kanibalizma, intraspezijske kompeticije i sl.) ili gregarno

9. Kompatibilnost sa drugim agensima biološke borbe
Utvrđuje se u kojoj je meri zadovoljavajuća kompatibilnost u odnosu na druge agense biološke borbe
10. Distribucija
Utvrđuje se da li je distribucija agensa lokalna, a ako nije koliki deo areala biljne vrste domaćina zauzima
11. Dokaz efikasnosti agensa biološke borbe
Utvrđuje se da li su prvi pokušaji biološke borbe bili uspešni ili ne, da li suzbija korov u zemlji porekla (ako se primenjuje u klasičnoj biološkoj borbi) i da li je agens uspešan u najmanje dva regiona u svetu.
12. Disperzija
Utvrđuje se da li agens formira „džepove” populacija niske brojnosti ili ima tendenciju širenja populacija niske ili visoke brojnosti.

Neki primeri koji slede ilustruju značaj pojedinih karakteristika fitofaga za biološku borbu.

Najznačajnija karakteristika fitofaga je specifičnost za domaćina. Organizmi koji se introdukuju radi biološke borbe protiv korova ne bi trebalo da prouzrokuju bilo kakvo značajnije oštećenje na biljkama koje su od ekonomskog ili ekološkog značaja. Testovi specifičnosti za domaćina koji se pre svega odnose na ponašanje u toku ishrane i ovipozicije na seriji biljaka sprovode se najpre u staklarama, potom u laboratorijama i konačno u poljskim uslovima. Testovi se većinom koncentrišu na biljne vrste koje pripadaju istoj ili srodnim familijama, kao i korov koji treba suzbijati (HARRIS, 1989; SHEPHERD, 1989).

Druga značajna karakteristika je mobilnost. Fitofagna vrsta koja intenzivno traži biljku domaćina mnogo je pogodnija za ove namene.

Veoma važna osobina je i tolerantnost na promenljive uslove sredine. Insekti koji se razmnožavaju u insektarijumima su obično izloženi optimalnim, povoljnim i stabilnim uslovima temperature, vlažnosti i svetlosti. Takvi insekti kada se puste u prirodu nailaze na nepovoljne, često mnogo gore uslove.

Za introdukciju su posebno povoljne vrste koje napadaju generativne organe korovske biljke kao što su cvetni pupoljci, cvetovi, semena ili organi za vegetativnu reprodukciju. Takva fitofagna vrsta će uništiti skoro sva semena ili cele biljke. HARRIS (1989) je u Kanadi utvrdio da je 99,5 % semena korova *Centaurea maculosa* Lamarck bilo uništeno od strene dve vrste muva, dve vrste osica i jedne vrste leptira koji napadaju generativne organe. Osica *Trichilogaster acaciaefoliae* (Froggatt) (Hymenoptera: Pteromalidae) formira gale u cvasti *Acacia longifolia* (Andrews) Willdenow. Kada je uneta u Južnu Afriku prouzrokovala je opadanje reprodukcija za oko 80% i rasta za 53% (DENNILL, 1989; MESSERSMITH & ADKINS, 1995). *Tyria jacobea* (L.) (Lepidoptera: Arctidae) i buvač *Longitarsus jacobee* (Waterhouse) uništili su populaciju korova iz roda *Senecio* za 89%, a broj cvasti za 93%. Ove dve vrste fitofaga deluju komplementarno (BROWN, 1989; DIEHL & McEVAY, 1989; FIELD, 1989; JAMES *et al.*, 1992; MESSERSMITH & ADKINS, 1995). Korovska vrsta *Carduus nutans* (L.) biološki je kontrolisana u SAD, Kanadi i Novom Zelandu ispuštanjem rilaša *Rhinocyllus concinus* (Prelich) (Coleoptera: Curculionidae) koji uništava seme u razvoju. Ovaj rilaš je uništio 63% semena dvogodišnjih i 90 % semena jednogodišnjih biljaka. Jednogodišnje biljke koje cvetaju u jesen izbegavaju infestaciju što ukazuje na zavisnost uspeha od fenologije biljne vrste (SHEPPARD *et al.*, 1989). Dve vrste muva iz roda *Urophora* primenjene su u Kanadi za suzbijanje korova evropskog porekla *Centaurea diffusa* Lamarck i *C. maculosa* Lamarck. Larve ovih tefritida formiraju gale cvasti koje

utiču na gubitak energije i odsustvo semena (SHORTHOUSE, 1989). Više od 1/4 vrsta introdukovanih u Kanadu su fitofagi koji prouzrokuju gale.

Najefikasnija borba protiv korova ostvaruje se fitofagima koji formiraju gale generativnih organa. Koncentracija asimilata u galama prouzrokuje ne samo deformacije već i značajno iskorišćavanje čitave biljke. Gale cvetova inhibiraju razvoj semena (HARRIS, 1989). Simultana introdukcija nekoliko fitofagnih vrsta koje napadaju različite organe korova u toku čitave vegetacije prouzrokuju permanentan stres kod biljaka.

Fitofagne vrste predviđene za biološku borbu ne smeju imati prirodne neprijatelje kao što su patogeni, paraziti i predatori u regionima u kojima se ispuštaju (JAMES *et al.*, 1993; JAMES & STEVENS, 1992; SHEPHERD, 1989; SHORTHHOUSE, 1989).

Pogodne vrste za introdukciju trebalo bi da se lako masovno gaje, naročito na veštačkim podlogama.

PATOGENI – prednosti i uslovi za primenu mikroorganizama

Dok se konvencionalnim metodama prigovara, zavisno da li su mehaničke ili hemijske, visoka cena i sveopšta neefikasnost, ili moguće zagađenje sredine, ili opasnost za rukovaoca, prednosti mikrobnih agenasa su brojne:

1. osetljivost na hemijske agense (okvašivače, fungicide, insekticide, herbicide, mineralna tečna đubriva)
2. brojnost i raznovrsnost
3. specifičnost
4. efikasnost
5. promenljivost
6. neeradikativnost
7. lako širenje i samoregulacija
8. neškodljivost za čoveka i životinje

Tehnologija biološkog suzbijanja mora da se zasniva na znanju kako patogenom efikasno upravljati. Zato je potrebno poznavanje objekta suzbijanja, biološkog agensa i uslova staništa te njihovih mogućih interakcija u sredini u kojoj će biti primenjeni.

Faktori koji potpomazu u razvoju oboljenja (CHARUDATAN, 1987) su sledeći:

1. gustina populacije biljke domaćina
2. genetska uniformnost
3. osetljivost biljke domaćina
4. prisustvo dovoljne količine inokuluma, propagula, patogena
5. sposobnost preživljavanja u strukturama otpornim na nepovoljne uslove
6. povoljni uslovi za umnožavanje patogena
7. uspešne tehnologije

Velika gustina populacije omogućava brzo širenje oboljenja i obezbeđuje mikrouslove koji pogoduju razvoju patogena. Homogenost populacije obezbeđuje veći uspeh primenjenog bioagensa. Poznato je da vegetativno razmnožavanje biljaka daje populacije uniformnije po genetskoj strukturi koja je osetljivija na bioagense, nego ona koja potiče od polno razmnožene vrste (BURDON & MARSHALL, 1981). Uspešnom razvoju oboljenja doprinose i sledeće tehnologije: propagacija genetski uniformne vrste, obilno unošenje hranljivih materija, deseminacije, namerne ili slučajne, navodnjavanje kišenjem, povređivanje košenjem, povrede koje nanose herbivore, različiti fiziološki stresovi.

Kada se jednom utvrdi i odredi da je izolovani mikroorganizam patogen za odgovarajuću biljnu vrstu, potrebno je sprovesti mnoga ispitivanja ilustrovana na primeru

Fusarium roseum „culmorum”, mikromicete koja uništava *Hydrilla verticillata* (L.) Royelle (CHARUDATAN *et al.*, 1990).

Potrebna ispitivanja

1. nalaženje i izolacija
2. determinacija
3. uticaj na biljku, objekat suzbijanja
4. histopatologija
5. određivanje spektra domaćina
6. sposobnost za prezimljavanje u vodi i zemljištu
7. uticaj fungicida na patogenu gljivu
8. uticaj na kvalitet vode
9. uticaj na neciljane vrste (rakove, ribe itd.)
10. razrada tehnologije proizvodnje inokuluma za širu primenu
11. produkcija organa (spora i drugih struktura) za prezimljavanje
12. utvrđivanje efikasnosti na većoj površini u prirodnim uslovima.

Pored bitnih karakteristika fitofaga ili patogena izvesne karakteristike čine korovske vrste pogodnijim za biološko suzbijanje. Korovska biljka mora biti preferentna za fitofaga ili patogena u poređenju sa drugom biljkom spontane flore. Korovska vrsta treba da bude posebno atraktivna kao biljka domaćin za fitofagne vrste i patogene. Trebalo bi da u čitavom regionu bude genetički uniformna, odnosno da ne formira biotipove koji bi bili različite hranljive vrednosti ili različitih drugih osobina.

Lakše je suzbijati korov koji ima nižu regenerativnu sposobnost oštećenih delova, sa manjom sposobnošću grananja i kompenzacije korišćenja slobodnog prostora i komponenata ishrane (MEIJDEN, 1989; MEYERS *et al.*, 1989).

Bolji rezultati u biološkom suzbijanju obično se dobijaju kod korova koji imaju niži potencijal indukovane rezistentnosti, odnosno odbrane od svih vrsta stresa.

Ponekad se u eksperimentima biološke borbe protiv korova pojavljuje konflikt interesa različitih udruženja. Najznačajniji introdukovan korov na Novom Zelandu je *Ulex europeus* L., ali istovremeno ova biljka ima veliki ekonomski i ekološki značaj. Pčelari je smatraju dragocnim izvorom polena, a značajna je i kao generator zasniivanja nativnih šuma, hrana za koze, raste na nagibima sklonim eroziji, a koristi se i kao živa ograda ili zabran za stoku (DELFOSE, 1989; HILL, 1989). *Phragmites communis* L. predstavlja smetnju funkcionisanju kanala i postoje patogeni koji bi se mogli uspešno koristiti (FISCHL, 1996; FISCHL & SZEGLET, 1998; FISCHL *et al.*, 1998; BAN i sar., 1998; KLOKOČAR i ARSENOVIĆ, 1989), no istovremeno postoji otpor uklanjanju emerznih vrsta kao idealnih staništa za divljač.

PROPISI I PREPORUKE O UNOŠENJU I RUKOVANJU BIOLOŠKIM AGENSOM

S obzirom da naša zemlja nije donela zakonska akta koja regulišu primenu bioloških agenasa u prirodnim staništima, moramo se oslanjati na međunarodna i strana iskustva.

Organizacija FAO pri UN je 1996. godine (ANONIMUS, 1996) regulisala ovu oblast propisujući internacionalne standarde i fitosanitarne mere. Uvoz egzotičnih patogena regulisan je u delu I Pravilnika sa propisima o sprovođenju uvoza i ispuštanja egzotičnih bioloških agenasa. Ovaj akt je donet na 28. zasedanju FAO u novembru 1995. godine. Njime se uređuje uvoz egzotičnog agensa za biološko suzbijanje za istraživanja (1), uvoz i ispuštanje egzotičnog agensa za biološko suzbijanje (2) i uvoz i ispuštanje egzotičnog agensa za biološko suzbijanje koji će se primeniti za biopesticide koji sadrži organizam koji se može razmnožavati.

U SAD je postupak uvođenja agenasa za biološko suzbijanje štetnih biljaka regulisan zakonima. Zakonodavac razlikuje agens za biološko suzbijanje primenom inokulativne tehnike, augmentativne ili inundativne tehnike. Inundativne agense (mirobne herbicide) reguliše i registruje Agencija za zaštitu životne sredine (EPA), a agense klasične strategije i augmentativne Ministarstvo poljoprivrede – Inspeksijska služba za zdravlje životinja i biljaka (USDA-APHIS), (CHARUDATTAN, 1988). Tri zakona pokrivaju ovo polje: (1) Zakon o karantinu iz 1912, (2) Federalni zakon o štetočinama, (3) Zakon o nacionalnoj politici u oblasti zaštite životne sredine. Proces iznalaženja, testiranja (screening) i uvođenja bioagensa za suzbijanje korova traje veoma dugo, slično pesticidima i lekovima, nekad je to dug period od 10–12 godina pre prvog ispuštanja (CONFRANCESCO, 1992).

Na Novom Zelandu još od 1978. zakonskim aktom određuju se klase štetnih biljnih vrsta i način postupanja s njima. Tako su *Salvinia* i vodeni ljljan u klasi A, vrste koje su opasne i imaju se eliminisati o državnom trošku, o njima se stara centralna vlada, ali od svakog regiona se zahteva da razvije regionalnu strategiju za suzbijanje korova koji je za njih najvažniji, (CLAYTON, 1998).

Zakonskom regulativom naše države ovo područje je samo delimično obuhvaćeno. O uvozu bioagensa stara se Ministarstvo za poljoprivredu i delimično se može primeniti postojeća lista karantinskih patogena i štetočina. Režim uvoza je „po odobrenju”. Za dozvolu uvoza je potrebno pojedinačno tražiti odobrenje Saveznog sekretarijata poljoprivrede koji je dužan da razmotri zahtev naučno stručne ustanove. Niti Zakon o zaštiti bilja (ANONIMUS, 1998), a ni Zakon o zaštiti životne sredine (ANONIMUS, 1991a) ne regulišu ovu materiju.

Kod nas su Pravilnikom o metodologiji i dokumentaciji za ispitivanje pesticida (ANONIMUS, 1994) regulisane neke procedure oko prijave ispitivanja u cilju dobijanja dozvole za promet pesticida biološkog porekla na teritoriji SRJ.

Deo iz „Pravilnika o kriterijumima razvrstavanja otrova u grupe i metodama za određivanje stepena otrovnosti pojedinih otrova ” (ANONIMUS, 1991b), primenljiv je i za biopesticide. U članu 5 je određeno šta se podrazumeva pod mikrobiološkim svojstvima otrova: morfološke osobine, način kultivisanja, biohemijska aktivnost, antigena struktura, patofiziološki efekat i stabilnost.

Sve do sada navedeno kod nas se ne odnosi na mikroorganizme niti na fitofagne organizme u službi biološkog suzbijanja korova, te ostaje da se preuzmu pravilnici svetske organizacije ili sačine naši, koji bi regulisali uvoz, istraživanja, testiranja, formulacije, prometa i primene bioagensa u suzbijanju nepoželjnih biljnih vrsta.

LITERATURA

- ALIOTTA, G., M. GRECA, P. DELLA MONACO, & G. PINTO (1989): In vitro algal growth inhibition by phytoalexins of *Typha latifolia* L. Journal of Chem. Ecology, 16, (9): 2637–2646.
- ANDRES, L. A. (1983): Considerations in the Use of Phytophagous Mites in Biological Control of Weeds. In: Hoy, M. A., G. L. Cunningham & L. Knutson (eds.) (1983): Biological Control of Pests by Mites. Univ. Calif. Press: 53–56.
- ANONIMUS (1991a): Zakon o zaštiti životne sredine. Sl.glasnik RS, (66): 2730–2743.
- ANONIMUS (1991b): Pravilnik o kriterijumima o razvrstavanju otrova u grupe i metodama za određivanje stepena otrovnosti pojedinih otrova. Službeni list SFRJ, (79): 1285–1286.
- ANONIMUS (1994): Pravilnik o metodologiji i dokumentaciji za ispitivanje pesticida.

- ANONIMUS (1996): International Standards for Phytosanitary Measures, Impact regulations; Code of Conducts for the Import and Release of Exotic Biological Control Agents. Ed. Secretariat of the International Plant Protection Convention of FAO of UN, Roma: 1–21
- BAN, R., G. FISCHL, F. VIRANYI & CS. OBRADOVICS (1998): Survey of pathogenic fungi in different reed stands. *Novenytermeles*, 47 (4): 407–416.
- BATRA, S. W. T. (1982): Biological Control in Agroecosystems. *Science* 215 (4529): 134–139.
- BERNAYS, E. A. (1985): Arthropods for Weed Control in IPM Systems. In: Hoy, M. A. & D. C. Herzog (eds.) (1985): *Biological Control in Agricultural IPM Systems*. Academic Press Inc., 373–391.
- BLUMRICH, H., (1987): Die biologische Unkrautbekaempfung – Stand und Entwicklungstendenzen, Grenzen und Moeglichkeiten. *Nachrichten fuer den Pflanzenschutz in DDR*, 10 : 212–215
- BOCZEK, J. (1995): Eriophyid mites (*Acari: Eriophyoidea*) as agents of biological control of weeds. In: Kropczynska, D., J. BOCZEK & A. TOMCZYK (eds.) (1995): *The Acari, Physiological and Ecological Aspects of Acari-Host Relationships*. Dabor, Warszawa, 601–605.
- BROWN, R. E. (1989): Biological control of tansy ragwort (*Senecio jacobaea*) in western Oregon. *Proc. VII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds* 299–305.
- BURDON, J. J. & D. R. MARSHALL (1981): Biological control of the reproductive mode of weeds. *J. Appl. Ecol.* 18: 649–658.
- CARSON, R. (1962): *Silent Spring*. Houghton Mifflin, Boston, 368 pp.
- CHARUDATTAN, R. (1985): The Use of Natural and Genetically Altered Strains of Pathogens for Weed Control. In: Hoy, M. A. & D. C. Herzog (eds.) (1985): *Biological Control in Agricultural IPM Systems*. Academic Press Inc., 347–372.
- CHARUDATTAN, R. (1987): Impact of pathogens on aquatic plants used in water treatment and resource recovery systems. U: „Aquatic Plants for Water Treatment and Resources Recovery”, Ed. Reddy, K.R. i Smith, W.H., Magnolia Publishing Inc.: 795–803.
- CHARUDATTAN, R. (1988): Inudative control of weeds with indigenous fungal pathogens. U: *Fungi in biological control systems*, ed. Burge, M.N., Manchester Univ. Press: 86–110
- CHARUDATTAN, R., J. T. DE VALERIO & V. J. PRANGE (1990): Microbial control of aquatic weeds. *Proceedings EWRS 8th Symposium on Aquatic Weeds*, Uppsala: 71–78.
- CHAVEZ, H. A. T. (1995): Limitations and activities in the application of biological control. *Biocontrol* 1: 37–40.
- CLAYTON, J. (1998): Aquatic plant management in New Zealand: achievements and direction. *Proceedings of 10th EWRS Symposium on Aquatic Weeds*, Lisbon: 335–340
- CONFRANCESCO, A. F. (1992): Procedure for Introducing Biocontrol Agents of Noxious Plant into the U.S. Abstracts of the Aquatic Plant Management Soc. Inc., abstract No. 43: 15, Thirty-Second Annual Meeting and Intern. Symp. on the Biology and Management of Aquatic Plants, 12–16.1992, Daytona Beach, Florida, USA.
- CRAEMER, C., R. SOBHIAN, A. S. McCLAY & J. W. JR. AMRINE (1999): A New Species of *Cecidophyes* (*Acari: Eriophyidae*) from *Galium aparine* (*Rubiaceae*) with Notes on Its Biology and Potential as a Biological Control Agent for *Galium spuri-um*. *Internat. J. Acarol.*, 25 (4): 225–263.

- CROWLEY, M. J. (1989): Plant life history and success of weed biological control projects. Proc. VII Intern. Symp. on Biol. Control of Weeds, 17–26.
- CROMROY, H. L. (1979): Eriophyoidea in Biological Control of Weeds. Recent Advances in Acarology I. Academic Press Inc., 473–475.
- CROMROY, H. L. (1983): Potential Use of Mites in Biological Control of Terrestrial and Aquatic Weeds. In: Hoy, M. A., G. L. Cunningham & L. Knutson (1983): Biological Control of Pests by Mites. Univ. Calif. Press. pp. 61–66.
- DELFOSE E. S. (1989): Echium in Astralia. Proc. VII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds: 117.
- DENNILL, G. B. (1989): Why a gall former can be a good biocontrol agent: the gall wasp *Trichilogaster acaciaelongifoliae* and the weed *Acacia longifolia*. Proc. VII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds: 37.
- DENNILL, G. B. & V. C. MORAN (1989): On insect–plant associations in agriculture and the selection of agents for weed biocontrol. Proc. VII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds: 3.
- DIEHL J. W. & P. B. McEVOY (1989): Impact of the cinnabar moth (*Tyria jacobaeae*) a non–target native plant in Oregon. Proc. VII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds: 119–126.
- FIELD R. P. (1989): Progress towards biological control of ragwort in Australia. Proc. VII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds: 315–322.
- FISCHL, G. (1995). A Balaton mosccari movenyeinn elofordulo mikroszkopikus gombafajok. Novenyvedelem, 31 (5): 229–232
- FISCHL, G. (1996): Nehany lagyszaru makrofiton gombabetegsege a Kis– Balaton II Utem teruleteen. Nevenyvedelmi tudomany napok, 108–109.
- FISCHL, G. & P. SZEGLET (1998): Fontosab gombabetesegek a Balaton moscari novenyfajain. Jou. hungarian hydrolog. Soc., 78 (5–6): 309–310.
- FISCHL, G., GY. BUERGES & P. SZEGLET (1998): Plant hygiene conditions on the reed in the lake Balaton with the special view of the fungal diseases. Meddelingen Fac., Landbouw., Gent, 63a: 869–871.
- GERSON, M. & R. L. SMILEY (1990): Acarina Biological Control Agents. An Illustrated Key and Manual. Chapman and Hall, pp. 174.
- HARRIS, P. (1973): The selection of effective agents for the biological control of weeds. Can. Entomol. 105: 1495–1503.
- HARRIS, P. (1989): Feeding strategy, coexistence and impact of insects in spotted knapweed capitula. Proc. VII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds: 39–47.
- HASAN, S. (1988): Biocontrol of Weeds with Microbes. U: „Biocontrol of Plant Diseases”, 1: 129–151, Ed. K.G. Mukererji, K.L. Garg., CRC Press, Boca Raton, Florida.
- HILL, R. L. (1989): Environmental protection procedures and the biological control programme against gorse in Nea Zealand. Proc. VII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds: 127–133.
- HOY, M. A. (1983): Oportunities for Genetic Improvement of Mites as Biological Control Agents. In: Hoy, M. A., G. L. Cunningham & L. Knutson (eds.) (1983): Biological Control of Pests by Mites. Univ. Calif. Press: 141–145.
- HUFFAKER, C. B., D. L. DAHLSTEN, D. H. JANZEN & C. G. KENNEDY (1984): Insect influences in the regulation of plant populations and communities. In: Huffaker, C. B. & R. I. Rabb (eds.): Ecological Entomology. John Willey, New York, 844 pp.
- JAMES, D. G. & M. M. STEVENS (1992): *Stenomestius japonicus* (*Hy nenoptera*: *Eulophidae*) a parasitoid of the introduced biological control agent *Dialectica scalarisella* (Zeller) (*Lepid.*: *Gracillaridae*). J. Aust. Entomol. Soc., 31: 233–234.
- JAMES D. G., P. B. McEVOY & C. S. COX (1992): Combining the cinnabar moth (*Tyria jacobaeae*) and the ragwort flea beetle (*Longitarsus jacobaeae*): an experimental analysis. J. Appl. Ecol., 29: 589–596.

- JAMES, D. G., J. C. MILLER & B. LIGHTHART (1993): *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* affects a beneficial insect, the cinnabar moth (*Lepidoptera: Arctiidae*). J. econ. Entomol., 86: 334–339.
- JULIEN, M. H. (ed.) (1992): Biological of Weeds: A World Catalogue of Agents and Their Target Weeds. 3rd ed. CAB Internat. Walingford, UK, 186 pp.
- KLOKOČAR-ŠMIT, Z. i M. ARSENOVIĆ (1989): Mikroflora emerznih vrsta u kanalima DTD. Fragmenta Herbologica Jugoslavica, (1): 26–34.
- KURIHARA, Y & C. KIKUCHI (1988): The use of tubificids for weeding and aquaculture in paddy fields in Japan. J. Trop. Ecol., 4: 393–401.
- LACEY, J. R., R. WALLANDER & K. OLSON-RUTZ (1992): Recovery, germinability and viability of leafy spurge (*Euphorbia esula*) seeds ingested by sheep and goats. Weed Technol. 6: 599–602.
- LONGCHAMP, R. (1977): La lutte biologique contre les mauvaises herbes. Phyt. – Phytoph. 26.
- MEIJDEN, VAN E. (1989): Plant's response to herbivory: the trade-off between defence and regrowth. Proc. VII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds: 137–144.
- MESSERSMITH, C. G. & S. W. ADKINS (1995): Integrating weed-feeding insects and herbicides for weed control. Weed Technol., 9: 1.
- MEYERS, J. H., C. RISLEY & R. ENG (1989): The ability of plants to compensate for insect attack: why biological control of weeds with insects is so difficult. Proc. VII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds: 67–73.
- MÜLLER-SCHARER, H. & J. FRANTZEN (1996): A European Programme for the Biological Control of Weeds in Crops: Objectives and Present Status. IX Intern. Symp. on Biol. Control of Weeds, South Africa, 22–26. Jan. 1996. Programme and Abstracts, 81–82.
- PETANOVIĆ, R. (1996): Eriofide (Acari: Eriophyoidea) agensi biološke borbe protiv koro-va – osnove za primenu, dosadašnja iskustva. Zaštita bilja, vol. 47 (4) 218: 277–300
- PIETERSE, A. H. (1990): Concept, Ecology and Characteristics of Aquatic Weeds. U: „Aquatic Weeds, the Ecology and Mangement of Nuisence Aquatic Vegetation”, Ed. by Pieters, A. H., Murphy, K. J., Oxford University Press, 593.
- ROSEN, D. & C. B. HUFFAKER (1983): An overview of desired attributes of effective biological control agents, with particular emphasis on mites. In: Hoy, M. A., G. L. Cunningham & L. Knutson (eds.) (1983): Biological Control of Pests by Mites. Univ. Calif. Press: 2–11.
- SAITO, K., M. MATSUMOTO, T. SEKINE, I. MURAKOSHI, N. MORISAKI & S. IWASAKI. (1989): Inhibitory substances from *Myriophyllum brasiliense* on growth of blue-green algae. Jou. Natural Products, 52(b):1221.1226.
- SHEPHERD, R. C. H. (1989): Problems which arise with host specificity testing of insects. Proc. VII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds: 85–92.
- SHEPPARD, A. W., J. M. CULLEN, J. P. AESCHLIMANN, J. L. SAGLIOCCO & J. VITOU (1989): The importance of insect herbivores relative to other limiting factors on weed population dynamics: a case study of *Carduus nutans*. Proc. VII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds: 211–219.
- SHORTHOUSE, J. D. (1989): Modification of flowerheads of diffuse knapweed by the gallinducers *Urophora affinis* and *U. quadrifasciata* (Diptera: Tephritidae). Proc. VII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds: 221–228.
- VAN DRIESCHE, R & G. BELLOWS (1996): Biological Control, Chapman & Holl. Int. Thompson Publ., New York, Washington, 539 pp.
- WALKER, H. L., H. G. HEMENWAY & P. G. HATTFIELD (1992): Training lambs to be weed eaters: Studies with Leafy Spurges. J. Range Management 45: 245–249.

- WAPSHERE, A. J. (1973): A strategy for evaluating the safety of organisms for biological weed control. *Ann. Appl. Biol.* 77: 201–211.
- WAPSHERE, A. J., E. S. DELFOSSE & J. M. CULLEN (1989): Recent Development in Biological Control of Weeds. *Crop Protection* 3: 227–250.
- WATSON, K. A. & L. A. WYMORE (1989): Biological Control, a Component of Integrated Weed Management. IN: *Proc. VII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds*, 6–11 March, 1988, Rome, Italy. Delfosse E. S. (ed.) 1st Spec. Patol. Veg. (MAF) CSIRO Publications, 101–106.
- WYSOKI, M. (1998): Problems and Trends of Agricultural Entomology at the End of the 2nd Millenium. *Bull. Lab. Ent. Agr. Filippo Silvestri*, 54: 89–143.
- ZETTLER, F. W. & T. E. FREEMAN (1972): Plant Pathogens as Biocontrols of Aquatic Weeds. *Ann. Rev. Phytopath.*, 10: 455–470.

Primljeno: 25. I 2000.

Odobreno: 17. II 2000.

BIOLOGICAL CONTROL OF WEEDS: STRATEGIES, BIOCONTROL AGENTS AND REGULATIONS

Radmila PETANOVIĆ¹, Zlata KLOKOČAR-ŠMIT², Radoslava SPASIĆ¹

¹Faculty of Agriculture, Belgrade

²Faculty of Agriculture, Novi Sad

SUMMARY

A strong tendency to control weeds by cultural and biological methods is presently observed in the world. One of the main plant protection problems facing agriculture today concerns the implementation of different control methods and the impact on the environment and public health by extensive use of chemicals.

This review discusses reasons for the actualization of biological control, advantages of this method, main strategies, organisms (insects, mites, fungi) i.e. biocontrol agents, most important characteristics of herbivores and pathogens and suitable characteristics of weeds for biological control, criteria and methods for selection of herbivores and pathogens for introduction and regulations for import and distribution of biological control agents.

Received: January, 25th 2000

Accepted: February 17th 2000