

## MOŽE LI BIOLOŠKA METODA ZAMIJENITI KEMIJSKU METODU SUZBIJANJA ŠTETNIKA

### U V O D

Osiguranje prinosa u poljoprivredi i prirasta drveća u šumama zavisi u velikoj mjeri o provođenju mjera za zaštitu bilja ili o suzbijanju štetnika i bolesti, koji stalno ugrožavaju prinose. U borbi protiv štetnika kako na poljoprivrednim kulturama tako i u šumama, dominira za sada primjena kemijskih sredstava. Pored kemijske metode suzbijanja štetnika nastojimo agrotehničkim mjerama spriječiti pojavu štetnika, a prema potrebi služimo se eventualno i mehaničkim načinom suzbijanja. Posebno mjesto u toj borbi protiv štetnika zauzima u novije vrijeme sve više biološka metoda suzbijanja, koja se služi biotičkim faktorima u borbi protiv štetnika.

Agrotehničke ili kulturalne mjere suzbijanja i mehanička metoda poznate su od davnine s tom razlikom, da se u posljednje vrijeme agrotehničkim mjerama ili predobrani posvećuje sve veća pažnja, jer se time na razne načine nastoji spriječiti pojavu štetnika i pružiti kulturnim biljkama što bolje uslove za njihov pravilan razvoj. Iako je danas agrotehnika u poljoprivredi na visini, pa ona u velikoj mjeri može pružiti biljkama povoljne uslove za brz i pravilan razvoj, ipak se pojava štetnika i bolesti na kulturnom bilju sve više ispoljuje.

Uz obradu tla, uz pravilnu sjetvu i gnojenje biljaka, redovno se u većoj ili manjoj mjeri upotrebljavaju uz te agrotehničke mjere razna kemijska sredstva u svrhu sprečavanja šteta od štetnika. Naprašivanje zaraženog zemljišta, prašenje sjemenja, upotreba mineralnih gnojiva pomiješanih sa stanovitim insekticidima (aldrinizirani superfosfat) protiv zemljišnih štetnika su uobičajene mjere zaštite ratarskih kultura. Isto tako je poznato suzbijanje štetnika insekticidima kako kod ratarskih biljaka tako i onih u voćnjacima, vinogradima i šumama. Međutim biološka metoda suzbijanja, a naročito njezina praktična primjena vrlo slabo je poznata, jer ona tek u novije vrijeme preuzima u borbi protiv štetnika vidnije mjesto i vjerovatno će u nekim slučajevima s vremenom zamijeniti insekticide.

### PRIMJENA KEMIJSKIH SREDSTAVA

Kemijska metoda suzbijanja svakako je najpoznatija, jer se primjenom insekticida u povoljnim slučajevima najbrže postižu zadovoljavajući rezultati, pa se poljoprivrednici najradije služe insekticidima. Nema sumnje da insekticidi za sada u borbi protiv različitih štetnika u mnogim slučajevima predstavljaju najefikasnija sredstva za sprečavanje šteta, koje počinjaju štetnici na kulturnom i šumskom bilju. Biološka proučavanja sa jedne a primjena kemije sa druge strane dala su danas priličan broj vrlo efikasnih insekticida, pa šta više u izvjesnoj mjeri i univerzalnih, koji nam mogu poslužiti u borbi protiv velikog broja štetnika.

Iskustva stečena kod primjene različitih insekticida pokazala su, da upotreba insekticida ima u prirodi svoja ograničenja o kojima trebaju stručnjaci, kemičari, biolozi i agronomi i te kako voditi računa. Kao najjasniji dokaz tomu je proizvodnja velikog broja insekticida i izbacivanje jednih, a ubacivanje u promet drugih novijih i efikasnijih. Danas je već prilično jasna činjenica, da treba često izbjegavati univerzalne preparate kao što su bili DDT i HCH, a upotrebljavati one koji djeluju efikasno samo na stanovite vrste štetnika. Rezistentnost, koja nastupa kod mnogih vrsta štetnika, dokazala je da mnogi štetnici postaju s vremenom rezistentni prema stanovitom insekticidu, pa štaviše utvrđeno je da za sada jedino spram pire-



trina nije utvrđena rezistentnost kod insekata. U vezi s naknadnom rezistencijom stanovitih insekata pojavili su se kod primjene kemijskih sredstava uopće, a napose kod primjene insekticida, problemi koji su ranije bili gotovo nepoznati.

Ne želimo se ovdje upuštati u detaljnije prikazivanje dobrih i loših strana insekticida, jer ovaj referat ima posve drugu svrhu, ali da bi nam bila jasna današnja situacija u primjeni biološke borbe protiv štetnika i njezin značaj u budućnosti, spomenut ćemo samo neke činjenice u vezi s upotrebom insekticida.

Rezistentnost pojedinih vrsta štetnih insekata ima danas višestruki značaj. Naknadna rezistencija insekata prisiljava u prvom redu kemijske tvornice na proizvodnju novih efikasnijih insekticida, a koji se mogu prije ili kasnije pokazati opet nedovoljno efikasnim. Ta je činjenica poznata u prvom redu s kloriranim ugljikovodicima, pa onda daleko otrovnijim esterima fosforne kiseline, koji su se pokazali naknadno u izvjesnoj mjeri neefikasnim baš prema nekim tipičnim vrstama štetnika (neke lisne uši), a protiv kojih su oni u prvom redu proizvedeni.

Osim te rezistentnosti na koju nailazimo kod muha, pipa, gusjenica nekih savijača, lisnih i štitastih ušiju i slično, treba istaknuti još dvije vrlo važne činjenice. Dok pojavljivanje rezistentnosti kod pojedinih štetnika nameće potrebu primjene većih količina insekticida, što je u osnovi pogrešno, kao i proizvodnju novih efikasnih preparata, sa druge strane toksično djelovanje takvih preparata često ugrožava zdravlje čovjeka i domaćih životinja, a u prirodi smanjuje na tretiranom području broj korisnih insekata. K tome treba dodati podizanje sve većih monokultura, koje omogućuju pojačano razmnažanje baš takvih štetnika, koji su tipični neprijatelji onih kulturnih biljaka, koje se najviše siju ili sade na velikim površinama.

Sa biološkog stanovišta ne možemo postići ni kemijskom metodom suzbijanja nestanak neke štetne vrste insekta već tom borbom treba nastojati štetu štetnika svesti na najmanju mjeru i po mogućnosti sačuvati ravnotežu u biocenozi pojedinog biotopa. Međutim, dok nam to u šumama prilično uspijeva, zato što se tamo ne troše redovito velike količine insekticida, u poljoprivredi je to mnogo teže postići. Kod suzbijanja štetnika bilo kojom metodom i na bilo kojem biotopu uvijek ostaje na životu veći ili manji broj individua, koji opet mogu za neko vrijeme izazvati štetu ili kalamitet. Zbog toga u intenzivnoj poljoprivredi moramo mjere suzbijanja štetnika stalno provoditi, a u šumama onda, kad dođe do neke jače pojave ili kalamiteta štetnika. Pojava štetnika na poljoprivrednim kulturama je redovita, a razlika je samo u kvaliteti štetnika. Neki se štetnici javljaju permanentno i počinju varijabilne štete, koje rijetko predstavljaju kalamitet, već veće ili manje gubitke u prinosu, dok se drugi pojavljuju povremeno masovno i počinjaju obično ogromne štete. U šumama su od najveće važnosti masovne pojave štetnika, jer su tada gubici u prirastu veliki zbog čestog golobrsta drveća, a pored toga masovna pojava štetnika redovno u šumama dovodi i do jačeg pa katkad i do velikog sušenja drveća.

Što je fitocenoza na jednom području ili biotopu različitija to će i zoocenoza biti takva, pa na takvim terenima populacije insekata bivaju gušene — nema prenamnožavanja — i ne dolazi do kalamiteta (prašuma). Naprotiv, u čistim šumskim sastojinama i na monokulturama biocenoza se sastoji od malog broja insekata po vrstama, ali se oni često javljaju masovno i izazivaju kalamitet. Baš s obzirom na takvu situaciju na terenu, treba voditi računa o odnosu korisnih insekata i kemijskih sredstava (Schneider, 1954), jer toksično djelovanje insekticida može dovesti do nestanka korisnih vrsta insekata i pojačane pojave štetnih (krvava uš na jabuci, crveni pauci). U prirodnoj sastojini, kao što je mješovita šuma ili prirodna livada pa donekle i lucerišta, voćnjaci i vinogradi, živi organizmi, kako biljni tako i životinjski, čine jedan lanac povezan karikama od kojih svaki ima svoje mjesto u biotopu i svojim životnim procesima vezani su jedan na drugog. Ako zbog prenamnožavanja bilo kojeg člana dotične životne zajednice nastane poremetnja u ravnoteži, sama priroda uspostavit će nakon izvjesnog vremena ravnotežu. Ali budući da su u prirodi biotopi važni za čovjeka i njegovo gospodarstvo on sam nastoji da svojom intervencijom što prije uspostavi ravnotežu u biocenozi. Kako se tu obično radi o masovnoj pojavi nekog štetnika čovjek primjenjuje insekticide, da bi uništio štetnika. Kod te čovjekove intervencije obično dolazi do druge, manje vidljive poremetnje u biocenozi staništa, zbog toga što pri suzbijanju štetnika u većoj ili manjoj mjeri stradaju njegovi prirodni neprijatelji. Treba, naime, imati u vidu, ako napad štetnika primi šire razmjere i prijeđe kritičnu gustoću populacija, onda će



se i njegovi prirodni neprijatelji brojčano povećati, pa ako se štetnik dalje širi i dođe do kalamiteta, gustoća populacija prirodnih neprijatelja bit će optimalna i dovesti svojom intervencijom do smanjenja zaraze ili čak do prestanka. Ako se kod gradacije štetnika primijene kemijska sredstva predatori i paraziti štetnika često stradaju i ne dolaze do izražaja kao prirodni regulator, koji smanjuje zarazu. Intervencija čovjeka pomoću insekticida naročito se očituje u voćnim plantažama. Tako npr. H. J. De Fluiter (1961.) navodi da su u nenjegovanim i nezaštićivanim voćnjacima redovna pojava: *Bryobia rubrioculus* Scheuten, *Enarmonia pomonella* L. i *Psylla mali* Schmidt, dok u onim voćnjacima, koji se dobro njeguju i gdje se provodi suzbijanje štetnika, stalne štete nanose: *Eriosoma lanigerum* Hausm, *Aphis pomi* De G., *Adoxophyes reticulana* Hb i *Metatetranychus ulmi* Koch. Ovo je do- duše jedna vrlo neugodna konstatacija osobito za one zemlje i krajeve, gdje je voćarstvo na visokom stupnju i gdje se mjere suzbijanja stalno provode, ali je ova činjenica, koju iznosi De Fluiter poznata ne samo u Holandiji već u svim zemljama, gdje je voćarstvo intenzivna grana poljoprivrede. Intenzivno suzbijanje štetnika i bolesti u voćnim plantažama stvorilo je problem koji traži temeljitu izmjenu dosadašnjeg tretiranja voćnjaka, a koji se neće tako lako riješiti.

Da bi se ipak i dalje mogla upotrebljavati u voćnim plantažama kemijska sredstava za suzbijanje štetnika taj isti autor preporučuje upotrebu takvih kemijskih sredstava, koja neće uništavati prirodne neprijatelje štetnika. Do nestanka ranije poznatih i raširenih štetnika i do raširenja i pojave onih manje poznatih, koji ranije nisu počinjali neke veće štete, jer su se javljali u malom broju, dolazi zato šao su upotrebljeni insekticidi doveli i do nestanka predatora i parazita, koji uništavaju različite štetne insekte. Zbog toga traži De Fluiter: *modifikaciju suzbijanja, povišenje otpornosti biljaka i povišenje otpornosti okoline.*

Prema tim izlaganjima potrebno je proizvoditi specifične insekticide, akaricide i nematocide, upotrebljavati insekticide s kratkim djelovanjem, koncentracije insekticida po mogućnosti što više smanjiti, a isto tako i broj prskanja, proizvoditi insekticide, koji ne stvaraju otporne rase. Zatim on traži selekciju i hibridizaciju otpornog kulturnog bilja te zaštitu prirodnih neprijatelja.

Ova upozorenja, koja iznosi u svom referatu De Fluiter po sadržaju su slična mnogim drugim preparatima pa i knjigama u kojima se obrađuje pozitivna i negativna strana primjene insekticida (Solomon, Wiesmann, Eichler, Bovey, Schneider i dr.). Iako se najveća pažnja u svijetu posvećuje primjeni insekticida, imamo kod nas kao i u inostranstvu čitav niz sličnih pojava i na drugom kulturnom bilju s obzirom na rezistentnost insekata, na poremećnju u pojavljivanju štetnika kao i na pojavu nestajanja korisnih insekata zbog česte primjene kemijskih sredstava.

U pogledu primjene kemijskih sredstava uopće, a napose samih insekticida, i proizvođačima i stručnjacima je jasno da će se pesticidi odnosno insekticidi i dalje upotrebljavati, jer to zahtijevaju prilike na terenu, gdje svake godine, osobito u intenzivnoj poljoprivredi, dolazi do pojave bolesti i štetnika na kulturnom bilju. Iz godine u godinu nameće se stručnjacima i samim poljoprivrednicima zadatak da povedu računa o tome kako ne bi likvidiranjem jedne zaraze insekticidima stvorili uvjeti za drugu, možda još jaču, kao što se to dešava u plantažnim voćnjacima. Problem suzbijanja štetnika ne može počivati na nekim na brzu ruku stečenim praktičnim iskustvima, već mu mora biti baza proučavanje svih momenta i faktora, koji dovode do pojave nekog štetnika, pa je prema tome problem suzbijanja štetnika u prvom redu ekološke naravi (Solomon 1955).

Ako bismo gledali na problem suzbijanja štetnika na bazi dosada postignutih povoljnih rezultata s različitim insekticidima i uočili one negativne strane kemijske metode suzbijanja, onda sve jasnije dolazimo do zaključka da će biti u najskorije vrijeme potrebno u mnogočem promijeniti dosadašnji način kemijskog suzbijanja sa jednom drugom metodom, koja se više prilagođava ekološkim momentima u pojavljivanju štetnika i fiziološkoj kondiciji pojedinih populacija štetnika, a ta bi metoda bila biološka.

Prema iskustvima, koja su stečena kroz dva posljednja decenija, problem koji se ukazuje kod primjene insekticida u borbi protiv štetnika ima svoje težište uglavnom u ovim pitanjima:

1. treba izbjegavati primjenu univerzalnih sredstava za zaštitu bilja i po mogućnosti upotrebljavati specifične insekticide, akaricide i nematocide;



2. izbjegavati sredstva koja ostavljaju rezidue na biljnim produktima i primjenjivati ona koja imaju kraće djelovanje, a nisu otrovna za čovjeka i domaće životinje;

3. tretirati samo zaražene biljke s odnosnim pesticidom, a ne primjenjivati kemijska sredstva kao preventivnu mjeru onda kad to nije neophodno potrebno;

4. po mogućnosti nižim dozacijama insekticida izbjegavati uništavanje korisne faune;

5. kod suzbijanja štetnika u zemlji bolje će biti tretirati s odgovarajućim insekticidom sjeme ili sadnice radi zaštite od napada štetnika nego tretirati čitavu površinu, da se na taj način sačuva korisna fauna u tlu.

U daljnjem našem izlaganju nastojat ćemo prikazati mogućnost i metodu koju bismo u mnogim slučajevima suzbijanja mogli primijeniti da riješimo neka pitanja u današnjoj problematici suzbijanja štetnika kemijskim sredstvima.

Mi ćemo se u vezi ovog našeg razmatranja osvrnuti na današnje stanje i vrijednost biološke metode suzbijanja štetnika primjenom prirodnih neprijatelja i patogenih mikroorganizama u borbi protiv štetnika. Na kraju ćemo prikazati neke rezultate suzbijanja štetnika subletalnim dozama insekticida na bazi kemijsko-biološke metode suzbijanja.

## BIOLOŠKA BORBA PROTIV ŠTETNIKA

### A. Zaštita i primjena predatora i parazita

Na proučavanju utjecaja prirodnih neprijatelja na štetnike započelo se intenzivnije raditi u USA u drugoj polovini prošlog stoljeća. Glavni povod tim istraživanjima dala je najprije štitasta uš narandžin crvac (*Icerya Purchasi* Mask.), a odmah zatim i *gubar* (*Lymantria dispar* L.) i poslije mnogi drugi štetnici, koji su sa drugih kontinenata uvezeni u USA.

Protiv narandžinog crvca, koji je importiran u Ameriku iz Australije 1868 g. primijenjena je 1888 g. buba mara *Rodolia cardinalis* Muls. Taj predator, koji je također iz Australije importiran u Ameriku brzo se prilagodio životu na drugom kontinentu u tolikoj mjeri, da je postao pratilac narandžinog crvca u svim zemljama, pa tako i kod nas, kamo je taj štetnik naknadno prodirao. Praktična primjena spomenute bube male dala je prve i vrlo dobre rezultate utoliko, što taj predator na svim mjestima, gdje god se nađe narandžin crvac ne dozvoljava, da se ovaj u jačoj mjeri razmnoži. Međutim, u nekim krajevima kad dođe do jače pojave narandžinog crvca u agrumcima ili parkovima na ukrasnoj biljci *Pittosporum* primjenjuju se insekticidi u svrhu zaštite tih biljaka, ali na štetu korisne bube mare.

Drugi praktični rezultat primjene prirodnog neprijatelja protiv jednog štetnika jest primjena parazitičke osice *Prospaltella Berlesei* How. protiv dudove štitaste uši (*Diaspis pentagona* Targ.), koja je oko 1900 g. ugrozila drveće dudova u Italiji u Lombardiji. Nakon unosa spomenute osice iz Japana dudova uš je u najkraće vrijeme spriječena u svom širenju. Praksa pokazuje, da ondje gdje provodimo suzbijanje dudove štitaste uši na dudovi ili breskvi ili na kom drugom drvetu, što ga napada ta uš, štetnik se širi a ondje gdje se ne provodi suzbijanje dudova uš počinja minimalne štete, jer ju u jačem razmnožavanju sprečava njezin prirodni neprijatelj — osica.

Treći ovakav slučaj predstavlja osica *Aphelinus mali* Hal. koja je vjerojatno s krvavom uš iz Amerike prenesena u Evropu, a manje naknadno importirana. Čim se osica udomaćila u Evropi napad krvave uši na jabukama vidljivo je opao, jer je parazit regulirao intenzitet pojave uši. Međutim čim su u voćnjacima primjenjivani sintetički novi insekticidi, a naročito DDT, osice je u prskanim voćnjacima nestalo, a krvava uš se ponovo počela brzo širiti i oštećivati voćke mnogo jače nego ranije.

Spomenuli smo ova tri instruktivna primjera praktične primjene prirodnih neprijatelja protiv štetnika. Tom prilikom možemo ujedno kazati da su to jedini primjeri s vrlo dobrim praktičnim rezultatima u primjeni prirodnih neprijatelja protiv štetnika. Unatoč nastojanju stručnjaka da bilo importom bilo primjenom domaćih parazita i predatora postignu slične rezultate, nije bilo naročitih uspjeha.



Gubar je sigurno jedan od štetnika, kome je nakon importa u Ameriku 1868. godine posvećena naročita pažnja u pravcu njegova suzbijanja pomoću parazita i predatora. Iz Evrope je u Ameriku importirano oko 40 vrsta raznih predatora i parazita, ali tek nekih 8 vrsta se udomaćilo i igra stanovitu ulogu kao prirodni regulator gubara u Americi. Onaj uspjeh, koji je postignut protiv naprijed spomenutih biljnih ušiju nije postignut kod gubara ni s predatorima ni s prarazitima. Gubar ima u Evropi oko 150 vrsta svojih prirodnih neprijatelja i oni u kulminaciji i retrogradaciji redovno igraju prilično važnu ulogu i smanjuju gustoću populacija gubara, ali ih ne možemo smatrati naročitim odlučivajućim faktorom, koji bi spriječio masovnu pojavu gubara. Istraživanja u pogledu primjene različitih predatora i parazita gubara daju izvjesne rezultate, ali unatoč toga Amerikanci su prisiljeni da kao i mi štete kod masovne pojave gubara sprečavaju primjenom DDT, pri čemu kod zamagljivanja, a isto tako i kod prskanja, strada i veliki broj gubarevih prirodnih neprijatelja.

Slične rezultate imamo i kod primjene prirodnih neprijatelja protiv *dudovca* (*Hyphantria cunea* Drury) sa domaćim i importiranim predatorima i parazitima. Taj istraživački rad i nastojanja oko primjene parazita i predatora u borbi protiv gubara dudovca, pa onda protiv *kalifornijske štitaste uši* (*Aspidiotus perniciosus* Comst.) i protiv *krumpirove zlatice* (*Doryphora decemlineata* Say.) i nekih drugih štetnika nisu dali očekivane rezultate (Szelenyi, Jermy i dr.), ali ih ne smijemo podcjenjivati, jer se još uvijek mogu očekivati bolji rezultati od dosadašnjih.

Uloga predatora i parazita iz razreda insekata kao regulatora masovnih periodičkih, a još više onih permanentnih štetnika vrlo dobro je poznata. Međutim treba ovdje, baš s obzirom na njihovu praktičnu primjenu, imati pred očima činjenicu da se tu radi o organizmima, koji uglavnom stoje pod utjecajem istih vanjskih i unutarnjih faktora kao i njihovi domaćini ili štetnici.

Kod proučavanja biologije nekog štetnika moramo naročitu pažnju posvetiti njegovom biotičkom potencijalu i onim faktorima koji utječu na potencijal razmnažanja. a to su različiti vanjski faktori i genetska struktura pojedinih populacija i njihovih individuuma. Isto to vrijedi i za predatore i parazite koji napadaju štetnike. Osvrnut ćemo se na nekoliko karakterističnih činjenica u vezi odnosa prirodnih neprijatelja i njihovih domaćina.

Kao i kod štetnika tako i kod njihovih prirodnih neprijatelja razlikujemo oligofagne i polifagne vrste. Što štetnik napada veći broj kulturnih biljaka to je on veći štetnik. Za prirodne neprijatelje to svojstvo ima samo relativnu vrijednost. Ako je parazit monofagan i pored toga daje veći broj generacija, a njegov domaćin ima također veći broj generacija ali je polifagan, onda možemo računati da će njegov prirodni neprijatelj igrati presudnu ulogu u njegovu životu (*Diaspis pentagona* — *Prospaltella Berlesei*). Taj odnos ima svoju praktičnu vrijednost i onda kad su domaćin i njegov prirodni neprijatelj monofagne, ali polivoltine vrste (*Eriosoma lanigerum* — *Aphelinus mali*). Naprotiv, ako je parazit monograf i univoltina vrsta, a njegov domaćin također univoltina ali polifagna ili monofagna vrsta, a k tome još i temporeran štetnik, parazit će doći do jačeg izražaja samo u godini masovne pojave i to u kulminaciji ili retrogradaciji, jer parazit ranije nije imao prilike za jače razmnožavanje zbog pomanjkanja brojnih populacija domaćina (*Lymantria dispar* — *Anastatus disparis*).

Dok je polifagni štetnik po svom biotičkom potencijalu opasniji od monofagnog, to u istoj mjeri ne vrijedi za polifagnog predatora ili parazita. Evo nekoliko primjera: *Trichogramma evanescens* Westw. koja parazitira na 67 domaćina, *Oenocyrtus kuwanae* Hov., *Apanteles glomeratus* L. ili *A. liparidis* Bche, pa onda *Compsilura concinnata* Meig., *Tachina larvarum* L. i mnogi drugi poznati su paraziti na raznim štetnicima. Sve te vrste često su vrlo aktivne kod parazitiranja raznih štetnika, ali se događa i obratno, da unatoč toga što je poznato da napadaju veći broj domaćina ne dođu katkad do nekog jačeg izražaja u svom korisnom djelovanju. Iako je *Trichogramma evanescens* najpoznatiji jaini parazit velikog broja domaćina, ipak dosada izvedeni pokusi nisu dali potpuno zadovoljavajuće nego varijabilne rezultate. To isto utvrđeno je i kod mnogih drugih inače aktivnih parazita. Za to može biti više razloga. Jedan razlog može biti da svaka populacija nema uvijek jednak potencijal razmnažanja već se jedna može u povoljnim prilikama jače razmnažati a druga manje. Na taj potencijal razmnažanja može utjecati vrsta domaćina u kome se parazit razvijao, jer vrsta hrane i u ovom slučaju može jako



utjecati na potencijal razmnažanja. Kod umjetnog širenja ovakvih prirodnih neprijatelja dolazi često do disperzije koja umanjuje djelovanje prirodnog neprijatelja kao rezistenc faktora. Takav je slučaj utvrđen kod *Oenocyrtus kuwanae* (Escherich, Eidmann Tadić). Taj parazit napada jaja gubara, ali ga možemo naći u jajima borovog gnjezdara (*Cnethocampa pityocampa* Schiff.), pa i nekih drugih leptira. Ako ga uzgojimo u laboratoriju i ubacimo na površinu zaraženu gubarom, odnosno njegovim leglima, možemo imati vrlo lijep uspjeh u decimiranju jajnih gusjenica koje budu uništene u jajima, ali ako u tome ne uspijemo može biti razlog, što je osica položila manji broj svojih jaja u jaja gubara, a veći broj u jaja borovog četnjaka ili nekog drugog štetnika koji se našao na terenu zaraženom gubarom. Spomenuti parazit prenesen je iz Japana u Ameriku 1909. g., a kasnije je prenesen u Španiju i Sjevernu Afriku, gdje se gubar također često javlja. Na taj način raširio se on na čitavom području Mediterana, pa je pronađen i kod nas (Tadić). Ali unatoč njegovom razmjerno brzom širenju, za sprečavanje masovne pojave gubara čini se da neće biti od presudnog značenja.

Posljednjih nekoliko godina dobili su neki instituti u Evropi predatora krumpirove zlatice — *Perillus bioculatus* Fabr., koja potječe iz Amerike, u svrhu umjetnog uzgoja i širenja u prirodi zbog smanjenja gustoće populacija krumpirove zlatice. Iako je uzgoj u laboratoriju prilično uspio, prema podacima iz Mađarske (Jermly) i našima, širenje toga predatora na krumpirištima nije zadovoljilo, jer se stjenica kratko vrijeme zadržavala na krumpirištima a kasnije prešla na lucerišta gdje je napala djetelinsku škrinjicu (*Subcoccinella 24-punctata* L.) i lucerkinu bubu (*Phytodecta formicata* Bryggm.). Na temelju dosadašnjih rezultata ne bi mogli zaključiti, da će navedena stjenica biti veliki neprijatelj krumpirove zlatice kao što nije ni u Americi, već samo jedan koristan insekat više u našoj fauni.

Na potencijal razmnažanja imaju i kod prirodnih neprijatelja jak utjecaj vremenske prilike u pojedinim godinama kao i na njihove domaćine.

Međutim iako smo time htjeli prikazati, da praktična primjena prirodnih neprijatelja nije tako jednostavan i lak posao potrebno je naglasiti, da proučavanje vrijednosti pojedinih vrsta parazita, bilo domaćih bilo importiranih kao i njihova praktična primjena, ima veliko značenje za rješavanje problematike najtipičnijih štetnika kao što su: gubar, dudovac, krumpirova zlatica, kalifornijska štitasta uš, crveni pauci i mnogi drugi štetnici. Uzgoj raznih parazita i predatora u laboratorijima vrlo će dobro poslužiti povećanju korisne entomofaune u našim šumama i na poljoprivrednim kulturama, a pored toga često će se ono praktično odraziti u pcjačanom smanjenju zaraza.

Stoga u interesu zaštite naših šuma i kulturnog bilja ne možemo preporučiti veliku upotrebu insekticida, jer se tim može u jakoj mjeri smanjiti fond korisne entomofaune. To je uostalom danas već dobro poznata činjenica u mnogim kulturnim zemljama, gdje se vrši borba za zaštitu korisnih insekata.

#### B. Patogeni mikroorganizmi kao prirodni i praktični biotički rezistenc-faktor u borbi protiv štetnika

Pored parazita i predatora drugi biotički faktor, koji kod nekih štetnika ima daleko veće praktično značenje kao prirodni regulator njihove gustoće populacije je su patogeni mikroorganizmi. U drugoj polovini XIX stoljeća započelo se s istraživanjima mikroorganizama, koji izazivaju oboljenja kod insekata, a u prvom redu kod dudovog svilca (Robin. Fresenius. Brefeld, Lohde i dr.) 1884. godine uređen je u Odesi poseban laboratorij za proučavanje parazitičke gljivice *Metarrhizium anisopliae* (Metch.), koju je nešto ranije utvrdio Mečnikov, a koja je i kasnije istraživana u cilju praktične primjene u borbi protiv štetnika kao što je npr. kukuruzni moljac (Hergula). Početkom ovoga stoljeća nastavljena su istraživanja o uzročnicima oboljenja kod insekata, pa je tako utvrđen *Coccobacillus acridiorum* d' Herelle kod skakavaca, zatim su proučavane bolesti pčela, a 1914 godine ustanovljena je bolest gusjenice kod gubara »wilt disease« (Chapman 1914.), koja je kasnije utvrđena kao virusna bolest pod imenom poliedrija (Paillot). U vezi s tim konstatacijama o utvrđivanju raznih uzročnika oboljenja kod korisnih kukaca i kod štetnika većina zemalja s naprednom poljoprivredom i šumarstvom odnosno razvijenom zaštitom bilja osnovala je posebne laboratorije za patologiju insekata.



U spomenutim laboratorijima vrše se istraživanja uzročnika bolesti odnosno epizootija kod insekata i proučava praktična primjena tih uzročnika u borbi protiv štetnika. Najveću zapreku praktičnoj primjeni učinila je otporna fiziološka kondicija pojedinih populacija štetnika. Poznato je, naime, da do zaraznih bolesti dolazi i kod insekata kao i kod viših životinja odnosno čovjeka ako kod organizma postoji za zarazu dispozicija odnosno ako je organizam fiziološki oslabio, pa tako lako oboli od bolesti na koju naginje ili nosi u sebi klicu bolesti.

Kod insekata su ustanovljeni kao uzročnici oboljenja virusi, bakterije, parazitičke gljivice i mikrosporidiji (Zwölfer 1925).

Virusne bolesti i bakterije najrašireniji su uzročnici epizootija insekata, ali ne možemo ni parazitičke gljivice podcijeniti, jer ima malo vrsta kukaca, koje neke gljivice ne bi mogle napasti. Vrlo važnu ulogu po svome broju vrsta i po raširenju u prirodi, koliko nam je poznato, do sada zauzimaju Protozoa, jer se među njima kao tipični uzročnici oboljenja mogu smatrati uglavnom razred Sporozoa, a među ovima red Gregarina, koji napadaju ništa manje nego 327 vrsta kukaca. Svi ti uzročnici oboljenja po našem su mišljenju najvažniji faktori, koji reguliraju gustoću populacija kukaca, a napose onih koji se javljaju masovno periodički.

Viroze su dosada poznate kod 156 vrsta kukaca, pa štaviše neke vrste kukaca imaju i dvije ili tri vrste virusa.

Bakterije općenito prate svaku vrstu kukaca, ali kao biotički faktor jedni su više, a drugi manje važni. *Steinhaus* ih dijeli na: 1. entomogene bakterije, koje žive na insektima eksterno, 2. bakterije koje se nalaze redovito i povremeno u crijevnom traktu i pripadaju želučanoj flori, 3. asporogene bakterije patogene, 4. sporogene bakterije koje mogu biti povremeno patogene, 5. sporogene bakterije koje su redovno patogene i 6. sporigene bakterije koje stvaraju kristale. Među njima je *Bacillus thuringiensis* Berliner svakako jedan od najznačajnijih, jer pored toga, što je poznat kod 108 vrsta insekata ova je vrsta vrlo važna, jer se danas praktično primjenjuje protiv većeg broja štetnih insekata i to s vrlo velikim uspjehom.

Parazitičke gljivice, koje pripadaju uglavnom familijama: Entomophthoraceae, Mucorineae, Ascomycetes, Pyrenomycetes, Perisporaceae, Laboulbeniaceae i Fungi imperfecti među kojima su najvažniji rodovi: Botrytis, Cladosporium i Isaria, vrlo su raširene u prirodi. U novije vrijeme pojava tih mikroorganizama nastoji se sve više praktično primijeniti u borbi protiv nekih štetnih kornjaša.

## VIROZE

Virusne bolesti, što ih izazivaju virusi koji se razvijaju u jezgri, ili pak nastaju u plazmi stanica, čini se da su mnogo jače proširene kod insekata nego što se ranije mislilo kad su te bolesti ustanovljene kod dudovog svilca i pčele medarice. Dosada su virusne bolesti utvrđene kod 134 vrste leptira, 10 vrsta opnokrilaca, 5 vrsta kornjaša i 5 vrsta dvokrilaca ili ukupno kod 156 vrsta insekata. Poznato je da neke vrste viroza predstavljaju kod masovne pojave stanovitih štetnika najvažniji prirodni regulator gustoće populacija. Kod nas su pobje poznate samo dvije vrste viroza: poliedrija i granulaza, ali znamo da dolaze još neke vrste samo one nisu tako izražajne pri izazivanju epizootije ili smrtonosnih oboljenja kod štetnika. Kod poliedrije susrećemo poliedralne inkluzije, i ona pripada rodu *Borrelina*, a kod granulaze nalazimo granularne inkluzije i ona pripada rodu *Bergoldia*. Mi se nećemo upuštati u pobje tumačenje tih viroza jedino treba kazati da su to nuklearne viroze koje razaraju staničnu jezgru. Te su viroze kao etalni faktor mnogo značajnije od onih citoplazmatičkih. Pobje o tom govorit će se na drugom mjestu. Mi želimo samo da istaknemo praktičnu vrijednost tih dvaju rodova viroza u vezi s pojavom nekih štetnika, njihovim tokom gradacija i uzrocima prestanka ili retrogradacija.

Po našem mišljenju, a stim se danas slaže velik broj stručnjaka, one vrste insekata kod kojih susrećemo nuklearne viroze, a vjerojatno će biti slična situacija i sa citoplazmatičkim, smatraju se *latentno virotičnim* vrstama. Te vrste, kao i neke biljke, nose u sebi uzročnika viroza, ali se on nalazi u latentnom stanju sve dotle dok ga neki unutarnji ili vanjski faktor ne aktivira ili stimulira. Poliedrija i granulaza su dvije bolesti, koje su jednake samo po svom osnovnom sastavu u pogledu gradnje i inkluzija, ali se one razlikuju kao vrste specificirane za svaku vrstu



domaćina, koji je njihov nosilac. Stoga je mnogo teže inficirati s poliedrijom jedne vrste neku drugu vrstu domaćina i to baš zbog toga, što je viroza svaka za sebe svojstvena i neke vrste sastavni dio svoga domaćina. Ali koliko god je teško inficirati jednom virozom drugu vrstu domaćina, koja njemu inače ne pripada, ipak ona može poslužiti kao stimulator ili aktivator viroze ne samo istoga roda već eventualno i onog drugog. To je jedna vrlo važna činjenica u vezi s infekcijama u samoj prirodi. Mi štaviše mislimo da i u onom slučaju kad primijenimo istu vrstu viroze kod jedne vrste, vršimo s jedne strane infekciju, a s druge stimuliramo postojećeg uzročnika bolesti, odnosno pojačavamo djelovanje patogenog mikroorganizma.

Kod nas je vrlo dobro poznata poliedrija kod gubara (*Lymantria dispar* L.), smrekovog prelca (*Lymantria monacha* L.), dudovog svilca *Bombyx mori* L.), suznika (*Malacosoma neustria* L.), borovog četnjaka (*Thaumatopeoa pityocampa* Schiff.), zlatokraja (*Euproctis chrysorrhoea* L.), a isto tako poznata je i kod mnogih drugih prelaca, sovica, te dudovca, i nekih drugih leptira. Kod svih kukaca, kod kojih je utvrđena virusna bolest poliedrija, pa i druge vrste virusnih bolesti, nalaze se one redovno u latenciji, a izbiju kao epizootija kad ih stimulira neki vanjski ili unutarnji faktor. Međutim iako su viroze, odnosno njihovi uzročnici, utvrđeni kod velikog broja insekata, ipak se one u svom izazivanju ugibanja ne manifestiraju kod svih latentno virotičnih vrsta jednako. Tako npr. poliedrija kod gubara i suznika redovno dovede kod masovne pojave do jakog ugibanja gusjenica, dok naprotiv kod borovog četnjaka ili zlatokraja poliedrija dolazi rijetko do jačeg izražaja, a više se ističu bakterioze i mikoze ili čak paraziti i predatori kao odlučujući regulator gustoće populacija na pojedinim staništima.

Redovna pojava poliedrije kod gubara bio je jedan od glavnih uzroka, što smo pristupili studiju gubara. Nas je gubar manje interesirao već pred trideset i više godina, kao štetnik s obzirom na svoj način života, jer nam je on bio od ranije već prilično poznat, nego su nas više zanimali uzroci njegovih gradacija. Kod svih gradacija gubara nailazimo redovito na izvjesne razlike u toku razvoja pojedinih gradacija i oni koji specijalno to studiraju naći će uvijek neke nove momente, ali koji nisu od presudne važnosti za samu pojavu gubara i sličnih štetnika. Mnogo su zanimljiviji faktori, koji dovode do retrogradacije, jer su oni vidljivi i mogu se upoznati mnogo bolje od onih koji uvjetuju progradaciju. Faktori progradacije, koji mogu biti vanjski ili unutarnji, uvjetuju jaču ili masovnu pojavu štetnika koju ne možemo spriječiti. Faktori rezistencije u retrogradaciji mogu nam najbolje poslužiti ne samo za razjašnjenje izbijanja gradacija, već i kao faktor za suzbijanje štetnika u samoj progradaciji. Utjecaj unutarnjih faktora se odražuje u genetskim svojstvima odnosno populacijama sa svojstvom prenamnožavanja ili masovne pojave štetnika.

S obzirom na pojavu poliedrije u populacijama gubara, nas su najviše zanimali uzroci koji dovode do izbijanja poliedrije kod gubara u Primorju već u drugoj generaciji, a kod onog iz lužnjakovih nizinskih šuma u trećoj ili četvrtoj godini. Ta su istraživanja pokazala, da uzroci izbijanja poliedrije mogu biti vremenske prilike, vrsta hrane, genetska svojstva pojedinih populacija kao i subletalne doze insekticida kod provadanja kemijskog suzbijanja gubara.

Kod gubara ti faktori igraju presudnu ulogu zato što je poliedrija kod te vrste vrlo virulentna, pa uz najmanji podražaj koji stimulira tu bolest može izazvati masovno ugibanje gusjenica upravo u stadiju odrasle gusjenice i kukuljice, pa onda u stadiju jajne gusjenice, dok su L<sub>3</sub> i L<sub>4</sub> prilično otporne.

Pokusi izvršeni djelomično u laboratoriju i na terenu pokazali su da subletalnim dozama DDT-a ili suspenzijom poliedrije možemo i u progradaciji izazvati vrlo brzu retrogradaciju, odnosno masovno ugibanje gusjenica zbog otrovanja insekticidom ili zbog infekcije poliedrijom per os.

Čini se da će kao treći i možda najpraktičniji faktor suzbijanja gubara doći u obzir sporo-endotoxin preparati od *Bacillus thuringiensis* Berliner, kako su to pokazali pokusi izvršeni sa gusjenicama gubara, dudovca, borovog četnjaka i nekih leptira.

Proučavajući faktore, koji mogu aktivirati i ubrzati izbijanje poliedrije kod gusjenica gubara, izvršili smo najprije istraživanja u pogledu utjecaja vrste hrane, a zatim smo ispitali djelovanje subletalnih doza DDT-a i Lindana i napokon smo ispitali djelovanje biološkog preparata od bakterije *Bacillus thuringiensis*.



Istraživanjem utjecaja vrste hrane utvrdili smo, da pored nepovoljne hrane, koju gubar nerado uzima, može stanovita vrsta kojom se on vrlo rado hrani (bukva, jabuka, šljiva i još neke) dovesti u kratkom vremenu do fiziološkog oslabljenja i izbijanja poliedrije te velikog ugibanja gusjenica. Ali budući da je gubar vrlo polifagna vrsta štetnika, rezultati ovih istraživanja su vrlo značajni za proučavanje vrste hrane na polifagne štetnike i njihov potencijal razmnažanja. Ti rezultati u slučaju gubara imaju veliko naučno značenje, jer smo na taj način utvrdili, da trajanje gradacija na pojedinim staništima zavisi o klimi područja i vrstama biljaka, ali praktična primjena s obzirom na polifagnost gubara ne bi dala neke zadovoljavajuće rezultate.

Mnogo interesantnije rezultate dala su i ispitivanja subletalnih doza DDT-a i Lindana s obzirom na mortalitet i izbijanje poliedrije kod gubarevih gusjenica.

Naši pokusi izvršeni subletalnim dozama DDT S-25% su pokazali da on u koncentracijama od 0,4 do 0,05% djeluje letalno na gusjenice, a u koncentracijama od 0,01 do 0,0005% djeluje subletalno i izaziva uglavnom ugibanje gusjenica zbog poliedrije, a manje od bakterija. Slične rezultate postigli smo i s emulzijom Pantakan E-25% koji je u koncentraciji od 1,0 do 0,5% djelovao letalno na gusjenice, a kod koncentracije od 0,005 do 0,0005% djelovao subletalno i izazvao naknadno ugibanje gusjenica od poliedrije. Lindan se u tom pravcu pokazao slabiji.

Pokus izveden u šumi pokazao je da 2% DDT Aerosol djeluje na gusjenice L<sub>2</sub> i L<sub>3</sub> toksički i subletalno, jer stanoviti broj gusjenica ostaje iza zamagljivanja na životu, ali kasnije u starijim stadijima sve ugiba od poliedrije.

Premo tome ta istraživanja imaju i svoju vrlo značajnu praktičnu vrijednost, jer smo našim biološko-kemijskim pokusima dokazivali da se i sa subletalnim dozama insekticida postizavaju kod ovakvih latentno virotičnih štetnika kao što je gubar potpuno zadovoljavajući rezultati. Pored toga, primjena subletalnih doza u izvjesnoj mjeri zaštićuje faunu korisnih insekata (Kovačević 1961.).

Pokus izvedeni u laboratoriju s kulturom *B. thuringiensis* dali su u tom pogledu također pozitivne rezultate, ali ta istraživanja bit će završena tek 1962. godine.

Sa gusjenicama dudovca izvršeni su također detaljni pokusi sa subletalnim dozama DDT 25% i Lindanom S-25% kao i sa *B. thuringiensis* i to kako s kulturom spora proizvedenih u laboratoriju, tako i sporo-endotoxin preparatima američke i njemačke provenijence.

Kod pokusa sa subletalnim dozama kod dudovca dobiveni su uglavnom slični rezultati kao i kod gubara, ali je kod izvođenja tih pokusa utvrđeno, da se populacije dudovca sastoje većinom od genetskih heterogenih individuuma, dok su populacije gubara sastavljene u tom pogledu uglavnom od homogenih individuuma. Stoga su rezultati bili povoljni, ali različiti s obzirom na razvojni stadij gusjenica, pa se mortalitet kretao u ovom slučaju između 85 i 100% i to kako kod Pantakana tako i kod Lindana. Razlika je bila samo u tom, da je djelovanje Pantakana bilo mnogo brže nego kod Lindana. Osim toga Lindan je u koncentraciji od 0,15 do 0,1% djelovao letalno, a u nižim koncentracijama subletalno, dok je Pantakan djelovao letalno u koncentraciji od 0,4 do 0,1%, a u nižim subletalno. Ustanovili smo i kod ovih pokusa da i kod dudovca mogu subletalne doze izazvati 100% mortalitet izazvan djelomično djelovanjem insekticida, a djelomično izbijanjem granuloze. I kod dudovca u ovim pokusima upotrebili smo DDT S-25% i Lindan S-25%.

Slične pokuse izvršili smo i sa gusjenicama suznika i zlatokraja. Postignuti rezultati sa gusjenicama suznika gotovo su jednaki kao i kod gubara, ali gusjenice zlatokraja pokazale su se otpornijima, što je prema našem mišljenju i razumljivo, jer one rjeđe ugibaju od poliedrije nego gusjenice gubara i suznika.

Posebnu pažnju zaslužuju naši pokusi protiv gusjenica dudovca primjenom sporo-endotoxin-preparata američke i njemačke provenijencije, koje je izvršila dr. Schmidt uz saradnju dra Kriega, naučnog suradnika Instituta za biološko suzbijanje štetnika iz Darmstadta. Osim laboratorijskih pokusa izvršeni su i terenski pokusi na dudovima zaraženim dudovcem u Otočcu kod Svete Klare. Kod tih pokusa upotrebljen je američki preparat u koncentraciji od 0,5%, a njemački u koncentraciji od 0,05% i 0,5%. Kod tih pokusa je utvrđeno, da američki preparat ima slabije djelovanje od njemačkog. Osim toga utvrđeno je, da mlade gusjenice pogibaju u roku od 1—4 dana od djelovanja preparata, a stariji stadij nakon 7 dana od granuloze.



Pokusi izvedeni na terenu su pokazali i to, da nije potrebno prskati čitavo zaraženo stablo već samo gusjeničke zapretke. Ako se suspenzijom spora *B. thuringiensis* poprskaju jajna legla dudovca ili lišće, mlade gusjenice čim izađu iz jaja odmah ugibaju.

Radi provjeravanja djelotvornosti preparata *B. thuringiensis* izvršeni su pokusi i u kulturama bora na Oštrou kod Kraljevice, gdje je postojala jaka zaraza sa gusjenicama borovog četnjaka (*Cnethocampa pityocampa* Schiff.). Na tom terenu izvršeno je početkom oktobra prskanje zapredaka Fontan prskalicom sa 1% suspenzijom bakterija i zamagljivanje zapredaka. Iako je nakon tretiranja kroz dva dana padala kiša, u zapercima su nađene uginule mlade gusjenice, a starije su ugibale od bakterioze nakon 10 dana. Kontrola, koja je izvršena u februaru 1962. godine, utvrdila je, da kulture borova tretirane u jesen bakterijama nemaju nikakvih zapredaka, dok su na kontrolnim površinama u to vrijeme upravo izlazile gusjenice radi kukuljenja u zemlju.

Kontrolirajući pokuse s preparatima bakterija ustanovljeno je da kod dudovca mlade gusjenice nakon tretiranja ugibaju od bakterioze, a starije od granulose, dok mikroskopskim pregledom kod ovih nisu nađene bakterije. Kod četnjaka je naprotiv utvrđeno, da i mlade i starije gusjenice ugibaju od bakterioze, dok poliedrija ne dolazi do izražaja. Pokus izvršen kod Kraljevice pokazuje, da se s preparatom bakterija mogu postići vrlo dobri rezultati i da je taj preparat dao za sada najbolje rezultate prema mnogim drugim pokusima izvršenim protiv četnjaka.

Nakon ovih pozitivnih rezultata sa biološkim preparatom *B. thuringiensis* nastojali smo utvrditi djelotvornost takvih preparata i protiv bijelca glogovog, suznika i zlatokraja, pa smo izvršili takve pokuse. Rezultati su uglavnom bili posve jednaki onima kod gubara, dudovca i borovog četnjaka. O primjeni biološkog preparata *B. thuringiensis* i subletalnih doza DDT-a bit će izneseni detaljni podaci u posebnom radu.

Mi smo u našem izlaganju uglavnom prikazali nastojanja naših i inostranih stručnjaka u borbi protiv tzv. latentno-virotičnih vrsta štetnika primjenom one metode, koja dovodi do ubranog ugibanja štetnika zbog izbivanja viroze ili bakterioze. Pored prikazanih rezultata sa spomenutim uzročnicima oboljenja kod nekih štetnika, pokušava se danas primijeniti i parazitičke gljivice u borbi protiv onih štetnika, koji ne ugibaju od viroza, a mogu uginuti od mikoza. Mikoze su naročito česte i u izvjesnoj mjeri specifične za kornjaše. S tim u vezi vrše se u mnogim zemljama (pa i kod nas) pokusi suzbijanja krumpirove zlatice umjetnim zaražavanjem s parazitičkom gljivicom *Beauveria bassiana* Bals. I u tom pravcu su postignuti izvjesni rezultati osobito u SSSR-u i nekim drugim zemljama (Telenga, Samšina-kova).

U ovom našem radu smo samo skrenuli pažnju stručnjacima na vrijednost biološke borbe protiv stanovitih štetnika, gdje bi (bilo suspenzijama virusa bilo subletalnim dozama insekticida ili primjenom suhih endotoxin sporo-preparata *Bacillus thuringiensis*) mogla biološka metoda prema našim rezultatima zamijeniti insekticide. Za sada u tom pravcu na prvo mjesto dolazi primjena *B. thuringiensis*, a zatim primjena suspenzija virusa i subletalne doze insekticida.

Treba svakako naglasiti, da biološka metoda naročito u vezi primjene patogenih mikroorganizama predstavlja novo područje rada u suzbijanju štetnika. Samo se po sebi razumije, da biološka metoda, unatoč svojih pozitivnih karakteristika, ne isključuje primjenu kemijske metode suzbijanja štetnika već treba da se obadviije metode gdje god je to moguće dopunjuju i zamjenjuju.

## ZAKLJUČAK

Iz svega što smo naprijed iznijeli mogli bi se povući ovi zaključci:

1. S obzirom na različite negativne pojave kod primjene insekticida treba posvetiti što veću pažnju proizvodnji specifičnih insekticida, a izbjegavati primjenu onih univerzalnih, odnosno onih koji djeluju na veliki broj različitih štetnika. Ovakvi insekticidi izazivaju često poremetnju u biocenozi staništa uništavanjem korisnih kukaca, što opet dovodi do eventualne pojačane pojave ne samo onih dobro poznatih, kao što je krvava uš na jabuci, već i onih manje poznatih kao što su crveni pauzi.



2. Voditi stalnu kontrolu o pojavi rezistentnosti insekata prema insekticidima kao i kontrolirati trajnost djelovanja i rezidualnost pojedinih insekticida.
3. Izbjegavati preveliki broj prskanja i povećanje dozacija zbog eventualne pojave ubrzane rezistentnosti.
4. Kod insekata koji su latentno virotični mogu se primjenjivati i subletalne doze DDT-a bez opasnosti za eventualnu pojavu naknade rezistentnosti, budući da smo utvrdili u našim istraživanjima, da fiziološki oslabljeni insekti podliježu naknadno napadu bolesti, pa se ne razvijaju imaga.
5. Kod onih štetnika kojih pojavljivanje uspješno regulira i drži u minimalnoj gustoći populacije njegov prirodni neprijatelj, kao što je kod dudove štite uši, narandžinog crvca i krvave uši na jabukama, treba po mogućnosti izbjeći upotrebu insekticida.
6. S obzirom na vrlo čestu pojavu epizootija kod velikog broja štetnika treba primjenjivati sporo-endotoxin preparate *Bacillus thuringiensis* Berliner u onim slučajevima gdje znamo da štetnik strada od neke viroze ili bakterioze.
7. Kod onih štetnika koji naginju na oboljenja od mikoza i bivaju često napadnuti od mikroorganizama, treba primjenjivati suspenziju spora parazitičke gljivice *Beauveria bassiana* ili koje druge vrste gljivice tipične za dotičnu vrstu štetnika. Osim toga gljivica *B. bassiana* može se umjetno primijeniti i protiv onih kukaca, koji inače rijetko stradaju od te bolesti. Ukoliko se radi o štetnicima, koji su prirodno odnosno morfološki rezistentni treba primijeniti najprije jedan insekticid u subletalnim dozama koji izaziva fiziološko oslabljenje, a zatim primijeniti suspenziju spora. Postupak se može skratiti tako, da se otopini preparata dodaju spore gljivice i onda tretiraju zaražene biljke.
8. Patologiji insekata treba posvetiti osobitu pažnju, jer patogeni mikroorganizmi predstavljaju jedan važan biotički faktor koji je u mnogim slučajevima glavni regulator gustoće populacija štetnika, a naročito onda kada nam uspije da to umjetno provedemo.
9. Osim *Bacillus thuringiensis*, koji se već u mnogo slučajeva praktično s uspjehom primjenjuje, postoje i druge mogućnosti za primjenu patogenih mikroorganizama kao što su za neke štetnike spore parazitičkih gljivica.
10. Protiv latentno virotičnih kukaca mogu se primijeniti kao biološko kemijska metoda subletalne doze insekticida. U tom slučaju mogu se subletalnim dozama insekticida dodati suspenzije virusa, bakterija ili gljivica.
11. Dosadašnja iskustva u borbi protiv štetnika pokazuju, da se ubuduće trebamo služiti ne samo jednom metodom suzbijanja kao što je kemijska, već treba nastojati, da pored agrotehničkih i kemijskih sredstava za zaštitu bilja treba, gdje za to postoje mogućnosti, zamijeniti kemijsku metodu biološkom. Naročito je potrebno izbjeći upotrebu velikih količina bilo kakvih kemijskih sredstava, jer se kod toga u kratko vrijeme postižu negativni i nepoželjni rezultati.
12. Kod upotrebe velikih količina kemijskih sredstava kao što su: mineralna gnojiva, insekticidi, fungicidi i herbicidi strada redovno i korisna fauna kako na površini zemlje tako i u tlu. Utvrđeno je, da naročito insekticidi, primijenjeni često i u većim količinama, uništavaju ne samo štetnu nego i korisnu faunu u tlu.
13. Budući je kod primjene insekticida, osobito ako se isti preparati često upotrebljavaju, primijećena rezistentnost kod većeg broja štetnika i pored toga pojačana pojava drugih manje poznatih štetnih vrsta, to je potrebno u takvim slučajevima prema mogućnostima zamijeniti ne samo sredstva već i metodu. Gdje god za to ima mogućnosti treba se poslužiti biološkom metodom suzbijanja štetnika bilo kojim raspoloživim biotičkim faktorom.
14. Kod upotrebe insekticida ili bilo kojeg pesticida treba upotrebljavati samo propisane količine sredstava, jer s povećanim količinama u svakom slučaju odmah ili naknadno dolazi do negativnih pojava, koje je onda teško ukloniti.
15. U borbi protiv štetnika trebamo se poslužiti ne samo kemijskom metodom kao jedinom i efikasnom već treba voditi računa kako o agrotehničkim mjerama i eventualnoj mehaničkoj borbi, tako isto treba voditi računa i o primjeni biološke metode osobito ondje gdje postizavamo sigurne rezultate. Kod primjene biološke metode suzbijanja strada samo onaj štetnik protiv kojega je to sredstvo primijenjeno, dok korisna fauna ne strada. Uostalom za tim se danas ide i u primjeni kemijskih sredstava, pa se traže specificirani preparati, koji služe za suzbijanje samo jednog štetnika ili jedne određene grupe (npr. lisne uši), a nemaju neki univerzalni karakter.



IS IT POSSIBLE THAT THE CHEMICAL CONTROL OF DAMAGE INSECTS  
CAN BE EXCHANGED BY THE BIOLOGICAL CONTROL

Prof. Dr. Željko Kovačević

SUMMARY

In this publication the author shortly refers about the recent stage of insects control in agricultural cultures and forests. The first part is a review about chemical preparations for plant protection considering to fact that many of them have not only certain efficacy, but also universality. Many of the present preparations we consider like a best method of various damage insects control and we very often use them in greater quantities than it is necessary. Such method of insect control is dangerous for plants development although not directly but more indirectly. The discussed problem has already arisen in many parts of the world, especially where is plant protection well developed.

The author points out two facts, firstly the possibility of resistance of certain insect specimens against preparations and secondly the appearance of damage insect once unknown like pests. In the present situation we must by all means find a better manner in our chemical control measures or change some universal preparations with specific ones. Sometimes, where it is possible, we are forced to introduce the biological method in plant protection. The biological method is very important because chemical preparations always derange the biocenotical equilibrium in some biotopes, arising the mass appearance of certain insect specimens, because of the fact that many useful insects can be killed.

In some cases chemical preparations are dangerous for men and domestic animals because of them poisonousness.

In the second part of publication the author firstly discuss about natural enemies of damage insects, which can stop the expansion of certain insect specimen (e. g. *Icerya purchasi* *Rodolia cardinalis*, *Diaspis pentagona* — *Prospaltella Berlesei*, *Eriosoma lanigerum* — *Aphelinus mali*). Many of these enemies are natural regulators of population density and especially when their hosts were multiplied in mass. But the natural enemies are also organisms, which depend on external factors and in point of this fact we sometimes can not achieve practical results how it could be expected.

In connection with the above pointed problems the author emphasizes the main importance of pathogenic microorganisms application because they cause diseases in insects and could be an important factor of very rapid reduction in mass outbreaks of insect populations. He discusses with particular reference to insect diseases, which affect virus diseases and can be transmitted from generation to generation as are viruses in *Lymantria dispar* L., *Malacosoma neustria* L., *Euproctis chrysorrhoea* L., *Thaumatopoea ptyocampa* Schiff. and *Hyphantria cunea* Drury.

Experiments with the above evident insect specimens have been made in two ways: Against *L. Dispar*, *M. neustria*, *E. chrysorrhoea* and *H. cunea* were examined the laboratory and terrain effects of sublethal doses of DDT (Kovačević).

Other kind of experiments on the all mentioned insect were made with various Endotoxin — preparations of *Bacillus thuringiensis* Berliner (Schmidt). The best effects of examinations with sublethal doses of DDT were get on *Lymantria dispar*. It was evident in various treatments in the laboratory and similar ones on the terrain and that with the same results if examined animals have been collected in an increased or decreased population. Similar results were evident in experiments with *Malacosoma neustria*, since the degree of other insect specimens mortality was very various because of variable physiological condition their populations.

At the same time it was evident a very good success in all experiments with *Bacillus thuringiensis*.

These data suggest that sublethal doses of DDT or bacteria *Bacillus thuringiensis* could be practically used against some damage insects instead certain chemical preparations which derange the biocenotical balance.



The author has given a brief reference about results of experts Kovačević and Schmidt and intimate an another paper much detailed discussing about the above mentioned problem.

#### L I T E R A T U R A

1. Bergold, G. H.: Viruses of insects, Handbuch der Virusforschung, Wien, 1958.
2. Bird F. T.: Transmission of Some Insect Viruses with Particular Reference to Ovarial Transmission and Its Importance in the Development of Epizootics, Journal of Insect Pathology, Volume 3, Number 4, 1961.
3. Bucher G. E.: General Summary and Review of Utilization of Disease to Control Insects, Proceedings Tenth International Congress of Entomology, Vol. 4. 1956 (1958).
4. Franz J. M.: The Ecological Effect of the Control of Insects by Means of Viruses and (or) Bacteria as Compared with Chemical Control, IUCN Symposium, Warszawa 15—24. VII 1960.
5. Grison P.: Perspectives d'avenir sur l'utilisation des virus et bactéries spécifiques dans la lutte contre les insectes nuisibles aux plantes cultivées, Chimie et Industrie, Vol. 85, No. 5., Mai 1961.
6. Kenneth M. S.: Lauffer M. A.: Advances in Virus Research, Volume I., New York, 1953.
7. Kovačević Ž.: Subletalne doze DDT-a i Lindana kao aktivator viroza kod *Lymantria dispar* i *Hyphantria cunea* — Jugoslavenski simpozij za zaštitu bilja 1961. »Agronomski glasnik« br. 5—7/62.
8. Kovačević Ž.: Značaj poliedrije za masovnu pojavu nekih insekata, Zaštita bilja, Beograd, 1954.
9. Kovačević Ž.: Pathogene Mikroorganismen als Begleiter und Mortalitätsfaktoren des Schwammspinners *Lymantria dispar* L. und amerikanischen Webebären *Hyphantria cunea* Drury., Anzeiger für Schädlingskunde, XXXI. Jahrg. Heft 10, 1958.
10. Kovačević Ž.: Einfluss sublethaler Konzentrationen auf das Erscheinen von Krankheiten bei einigen Insekten, Trans I. Conf. Insect Pathology and Biol. Control, Praha, 1958.
11. Kovačević Ž.: Chemische Stoffe (subletale Insektiziddosen) als Erreger von Viruskrankheiten bei einigen Insekten, Internat. Entom. Kongress, Wien, 1960.
12. Kovačević Ž.: Kemijsko-biološka metoda suzbijanja gubara, Šumarski list, 1—2 1962.
13. Kovačević Ž.: Kemijska i biološka metoda protiv štetnika na kulturnom i šumskom bilju. Kemija u poljoprivredi, br. 1, Zagreb 1962.
14. Krieg A.: *Bacillus thuringiensis* Berliner, Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land — und Forstwirtschaft, Berlin — Dahlem, Berlin 1961.
15. Krieg A. — Schmidt L.: Über die Möglichkeiten einer mikrobiologischen Bekämpfung von *Hyphantria cunea* Drury., Rukopis u štampi u »Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes«, 1962.
16. Martignoni M. E. — Schmidt P.: Studies on the Resistance to Virus Infections in Natural Populations of Lepidoptera, Journal of Insect Pathology, Vol. 3, No. 1, March 1961.
17. Schmidt L.: Aktivatori patogenih mikroorganizama kod *Lymantria dispar* L. i *Hyphantria cunea* Drury., Jugoslavenski simpozij iz zaštite bilja, Zagreb, 1961.
18. Schmidt L.: Die granulose von *Hyphantria cunea* Drury, neu entdeckte Viruskrankheit, Transaction of the First International Conference of Insect Pathology and Biological Control, Praha, 13 — 18. VIII. 1958.
19. Schmidt L.: Istraživanja patogenih mikroorganizama na gubaru u 1959. god., Zaštita bilja, Beograd, 1960.
20. Schmidt L.: Bedeutung einer Kapselviruskrankheiten bei dem Auftreten von *Hyphantria cunea* Drury, XI, Internat. Kongres in Wien, August 1960.
21. Schmidt L.: — Philips Đ.: Granuloza — nova virusna bolest na dudovcu (*Hyphantria cunea* Drury.), Zavod za entomologiju, Polj. šum. fak., Zagreb, 1958.
22. Steinhaus E. A.: Principles of Insects Pathology, New York, 1949.
23. Vago C.: Emploi des virus contre les insectes nuisibles, Conference donnée au Palais de la Découverte, le 15 Avril 1961.