

Važnost mikoza šumskih insekata s posebnim osvrtom na zeleni muskardin žirotoča

Glavaš, Milan; Hrašovec, Boris; Diminić, Danko

Source / Izvornik: **Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje: Annales pro experimentis foresticis editio peculiaris, 1993, 4, 381 - 390**

Journal article, Published version

Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:647461>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-11**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



MILAN GLAVAŠ, BORIS HRAŠOVEC & DANKO DIMINIĆ

VAŽNOST MIKOZA ŠUMSKIH INSEKATA S POSEBNIM OSVRTOM NA ZELENI MUSKARDIN ŽIROTOČA

IMPORTANCE OF FOREST PEST MYCOSES WITH
A SPECIAL REGARD TO THE GREEN MUSCARDINE ON
ACORN WEEVILS

Prispjelo: 5. II 1993.

Prihvaćeno: 22. II 1993.

Primjena entomopatogenih gljiva kao mikoza insekata u humanoj medicini, poljoprivredi i šumarstvu sve je značajnija. Tu spadaju brojne vrste, biološki veoma interesantne, kozmopoliti ili ograničene u prostoru, na velikom krugu domaćina ili usko specijalizirane.

Na šumskim insektima poznat je velik broj entomopatogenih gljiva, a posebno značenje imaju vrste iz rodova *Beauveria*, *Isaria*, *Cordyceps*, *Entomophthora*, *Aspergillus*, *Metarrhizium* i dr. U inficiranim insektima gljiva izaziva poremećaje cirkulacije krvi, producira toksine i fermente i uzrokuje smrtnost insekata. Bolest se u populaciji širi geometrijskom progresijom i može doći do mortaliteta cijele populacije.

Među mikozama šumskih insekata istraživali smo zeleni muskardin na žirotoču, *Metarrhizium anisopliae*. Ta je gljiva utvrđena na *Curculio glandium*, *C. elephas* i *C. villosus* u Turopoljskom lugu, Varoškom lugu i u Jastrebarskom lugu u šumama hrasta lužnjaka, te na *C. elephas* u šumi hrasta crnike na Rabu. Ona parazitira ličinke, kukuljice i odrasle kukce. Na terenu je teško utvrditi točan mortalitet. Prema rezultatima naših istraživanja on je iznosio oko 3%. Pretpostavljamo da je mnogo veći, što potkrepljuje činjenicom da je u pojedinim slučajevima u laboratoriju iznosio 100%.

Iz navedenoga izlazi da je ta gljiva važan prirodni regulator brojnosti žirotoča, o čemu će se opširnije govoriti u radu.

Ključne riječi: entomopatogene gljive, muskardin, štetnici, žirotoč, hrast, šuma, zaštita

UVOD - INTRODUCTION

Pri upotrebi kemijskih sredstava u modernoj zaštiti bilja trebali bi se ispuniti mnogi zahtjevi. Osobito veliki zahtjevi polazu se na neotrovnost i selektivnost, što

je veoma teško zadovoljiti. Iz tih razloga danas se u svijetu sve više pristupa različitim biološkim sredstvima i načinima zaštite bilja. Jedna važna grana bioloških metoda je uništavanje štetnih insekata entomopatogenim gljivama, o čemu govorimo o ovom radu.

Istražujući štetne insekte naših šuma u više pojedinačnih slučajeva zamijetili smo da su neki inficirani gljivama i da su one bile odgovorne za njihovo ugibanje. Zadnjih nekoliko godina intenzivirana su istraživanja štetnika hrastova žira. Među štetnicima su žirotoči (*Curculio* spp.) učestalo inficirani gljivom *Metarrhizium anisopliae* (Metch.) Sor., zvanom zeleni muskardin.

Česti nalazi te gljive nametnuli su nam potrebu da je detaljnije istražimo, a isto tako da općenito proučimo entomopatogene gljive. Osobito nas je zanimalo značenje zelenog muskardina kao prirodnog faktora redukcije žirotoča. Smatramo da entomopatogene gljive nisu dovoljno poznate u našem šumarstvu, pa u jednom dijelu rada govorimo o njihovu značenju u zaštiti bilja općenito i u šumarstvu. U drugom dijelu govorimo o zelenom muskardinu i prikazujemo rezultate vlastitih istraživanja.

MATERIJAL I METODE MATERIALS AND METHODS

Infekcije žirotoča gljivom *Metarrhizium anisopliae* istraživane su na terenu i u laboratoriju.

Dio terenskih istraživanja obavljen je u šumama hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom (*Genisto elatae-Quercetum roboris* Ht. 1938) u Varoškom lugu, Turo-poljskom lugu i u Jastrebarskom lugu. Drugi dio rada obavljen je u šumi hrasta kitnjaka i običnoga graba (*Epimedio-Carpinetum betuli* /Ht. 1938/ Borh. 1963) na južnim obroncima Medvednice (Maksimir). Uz to istraživalo se i na otoku Rabu u šumi hrasta crnike i crnoga jasena (*Orno-Quercetum ilicis* H-ić/1956/1958).

Istraživanja su započela 1989. godine i još traju. Na terenu su ispod hrastovih stabala iskopane ličinke, kukuljice i imaga žirotoča do dubine 25 cm. U kontinentalnim šumama iskopava se svakih 15-30 dana. Na otoku Rabu iskopavanje je obavljeno samo u dva navrata, i to u proljeće 1991. i 1992. godine.

Prilikom iskopavanja živi primjerci su odvojeni na jednu stranu, dok su oboljeli ili uginuli primjerci, kao i komoriće s ostacima pojedinih dijelova tkiva kukaca stavljeni na drugu stranu.

Određeni broj živih ličinaka zajedno sa zemljom u kojoj su se nalazile u prirodi stavljen je u laboratoriju u kontejnere radi kontrole njihova razvoja. Uz praćenje razvoja žirotoča pratili smo ujedno i pojavu zelenog muskardina.

ENTOMOPATOGENE GLJIVE ENTOMOPATHOGENIC FUNGI

Mnoge insekte inficiraju i uništavaju tzv. entomopatogene gljive. Neke od njih dolaze na širokom krugu domaćina i veoma su rasprostranjene. Druge su specijalizirane za određene vrste insekata i prostore njihova života. Neke žive samo na insektima, a druge osim na insektima dolaze na biljkama i drugim organizmima.

Entomopatogene gljive su u svijetu široko rasprostranjene i veoma brojne. Tako

je utvrđeno da su tla u Francuskoj, SAD-u, Švicarskoj i V. Britaniji veoma bogata vrstama roda *Entomophthora*. Pretpostavlja se da ih dosta ima i u našim tlima.

Kada nastupi infekcija kukaca, gljive produciraju različite fermente i toksine, pa se poremeti cirkulacija krvi i raspada unutrašnje tkivo, a potom inficirane jedinice brzo ugibaju. Gljive su sposobne uzrokovati neočekivana zarazna pustošenja mnogih vrsta insekata. Jednom započeta bolest teče geometrijskom progresijom. Kao takve koriste se za uništavanje poljoprivrednih i šumskih insekata i onih koji imaju medicinsko značenje (kućne muhe, komarci). Uspješnost važnijih entomopatogenih gljiva prikazana je u tablici 1.

Podaci u tablici odnose se na pojavu gljiva u prirodnim uvjetima i na tretiranje insekata u prirodi ili laboratoriju uzgojenim gljivama ili njihovim toksinima (Rojter i dr. 1966; Weiser 1968; Diomandé 1969; Smirnov & MacLeod 1973; Kurashvili i dr. 1974; Valdes 1974; Evlehova 1976a, b; Bell & Hamalle 1979).

| gljiva-fungus | štetnik-pest | uginulo-mortality | |
|----------------------------------|-------------------------------|-------------------|---|
| <i>Beauveria bassiana</i> | <i>Dendroctonus micans</i> | 32-41% | ☉ |
| <i>Coniothyrium piricolum</i> | Coccidae | 50% | ☉ |
| <i>Metarrhizium anisopliae</i> | <i>Galleria mellonella</i> | 14-97% | ☉ |
| <i>Cephalosporium sp.</i> | <i>Planococcus citri</i> | 50-80% | ☉ |
| <i>Aschersonia sp.</i> | <i>Dialeurodes citri</i> | 80% | ☉ |
| <i>Beauveria tenella</i> | <i>Melolontha melolontha</i> | 80% | ☉ |
| <i>Triplosporium tetranychii</i> | <i>Tetranychus altheae</i> | 80-85% | ☉ |
| <i>Metarrhizium anisopliae</i> | <i>Chalcodermus aeneus</i> | 88-100% | ☉ |
| <i>Metarrhizium anisopliae</i> | <i>Oryctes monocerus</i> | 100% | ☉ |
| <i>Entomophthora sp.</i> | <i>Cinara curvipes</i> | 100% | ☉ |
| <i>Entomophthora aulicae</i> | <i>Euproctis chrysorrhoea</i> | 100% | ☉ |

Tab. 1. Uspješnost entomopatogenih gljiva – Effectiveness of entomopathogenic fungi

Entomopatogene gljive na šumskim štetnicima

Entomopathogenic fungi on forest pests

Na šumskim štetnicima dolazi prilično velik broj vrsta entomopatogenih gljiva. Najviše su istraživani insekti koji napadaju jelu, smreku, bor i hrast. Obradom podataka u literaturi (Moore 1970; Smirnov & Eichorn 1970; MacLeod i dr. 1973; Klein & Coppel 1973; Smirnov & MacLeod 1973; Kuraksvilli i dr. 1974; Keller 1974; Vandenberg & Soper 1975; Barson 1976; Eichhorn 1990; Halperin 1990) utvrđeno je da na jednom insektu kao domaćinu često dolazi nekoliko entomopatogenih gljiva (tablica 2).

Važnost tih gljiva za uništavanje šumskih štetnika prikazat ćemo s nekoliko primjera.

| | |
|--|---------------------------------|
| <i>Aspergillus</i> <i>Beauveria</i> <i>Fusarium</i> <i>Metarrhizium</i> | <i>Dendroctonus pini</i> |
| <i>Beauveria bassiana</i> <i>Isaria formosa</i> <i>Cordyceps sp.</i> | <i>Adelges sp.</i> |
| <i>Entomophthora bullata</i> | <i>Sarcophaga aldrichi</i> |
| <i>Entomophthora tenthredinis</i> | <i>Diprion similis</i> |
| <i>Entomophthora sp.</i> | <i>Cinara curvipes</i> |
| <i>Entomophthora spp.</i> | <i>Choristoneura fumiferana</i> |
| <i>Verticillium lecani</i> | <i>Scolytus scolytus</i> |
| <i>Beauveria bassiana</i> | <i>Dendroctonus micans</i> |
| <i>Beauveria tenella</i> <i>Metarrhizium anisopliae</i> | <i>Melolontha melolontha</i> |
| <i>Metarrhizium anisopliae</i> <i>Beauveria bassiana</i> <i>Paecilomyces sp.</i> <i>Verticillium sp.</i> | <i>Thaumatopoea wilkinsoni</i> |
| <i>Beauveria bassiana</i> <i>Aspergillus flavus</i> <i>Metarrhizium anisopliae</i> <i>Paecilomyces favinus</i> <i>Cordyceps stylophora</i> | <i>Cephalcia abietis</i> |

Tab. 2. Entomopatogene gljive na šumskim kukcima – Entomopathogenic fungi on forest insects

Smirnoff & MacLeod (1973) navode da je 1970. godine brojna populacija ušiju *Cinara curvipes* napala jelu u Quebecu. Te su uši žestoko napadnute gljivom *Entomophthora sp.*, koja ih je uništila.

Populacija potkornjaka *Dendroctonus micans* na smreci tretirana je Beauverinom (produkt gljive *Beauveria bassiana*) i uništena 32–41% (Kurashvili i dr. 1974).

Gemma i dr. (1984) sugeriraju upotrebu gljiva *Metarrhizium anisopliae* i *Beauveria bassiana* u zaštiti brijesta od holandske bolesti, jer su one antagonisti prema gljivi *Ceratocystis ulmi*.

Keller (1974) preporučuje upotrebu gljiva *Beauveria tenella* i *Metarrhizium anisopliae* kao najpouzdaniju mikrobiološku metodu za suzbijanje larvi hrušta.

Također postoje podaci (Evléova 1976a, b) da je *Entomophthora aulicae* u dolini donjeg Dnjepra 1957. godine potpuno uništila populaciju gusjenica zlatokraja.

Prema istom autoru smrtnost odraslih kornjaša hrušta uzrokovana entomoftorozom iznosila je 80% na moskovskom području 1928. godine.

***Metarrhizium anisopliae* (Metch.) Sor. – Zeleni muskardin**
Green muscardine.

Među entomopatogenim gljivama veliko značenje ima vrsta *Metarrhizium anisopliae*, uzročnik zelenog muskardina. Otkriće te gljive i pokusi njezina masovnog razmnožavanja smatraju se temeljem istraživanja mikrobiološke borbe sa štetnim insektima u cijelom svijetu. Ona zaražava preko 70 vrsta insekata, od kojih 34 vrste pripadaju kornjašima. Rasprostranjena je po cijelom svijetu (E v l e h o v a 1976). L e g e r i dr. (1992) domaćine te gljive svrstavaju u 6 redova i 23 porodice (tablica 3).

Gljiva je svestrano istraživana i o njoj postoje brojni radovi, a ovdje navodimo samo najvažnije činjenice.

Da bi lakše inficirala insekta, producira egzotoksine zbog kojih nastaju promjene u epidermalnim stanicama klišnjaka. Te promjene olakšaju infekciju gljive (Z a c h a r u k 1974). isto tako nakon infekcije gljiva u tijelu kukca proizvodi toksine koji imaju specifično djelovanje na kukca. Dva njezina toksina, destruktori A i B, detaljno su istražena i utvrđen je njihov kemijski sastav. Smatra se da u osnovi gljiva djeluje pogubno na insekte toksinima koji blokiraju cirkulaciju hemolimfe, što vodi potpunom raspadu tkiva tijela. Tako se letalno stanje objašnjava djelovanjem toksina.

Istražena su genetska svojstva i druge karakteristike *Metarrhizium anisopliae*. Na primjer, dokazano je da postoje tipovi različite patogenosti te gljive, tj. uska specijaliziranost. To se objašnjava time što izolat iz jedne vrste insekata nije patogen za svaku drugu vrstu insekata (F e r r o n i dr. 1972). Isto tako u zajednici s nekim gljivama pokazuje izrazita antagonistička svojstva, npr. prema *C. ulmi*. U laboratorijskim uvjetima zadrži svoju patogenost i nakon 3 godine (B e l l & H a m a l l e 1974). Gljiva se lako uzgaja na umjetnim hranjivim podlogama, što daje mogućnost njezine masovne primjene na terenu. Postoji više vrsta šumskih insekata za koje je visoko patogena.

| Red-Order | Porodica-Family |
|-----------------------|-----------------|
| Lepidoptera | 9 |
| Homoptera | 3 |
| Hemiptera | 1 |
| Coleoptera | 7 |
| Hymenoptera | 1 |
| Orthoptera | 2 |
| Ukupno-Total 6 | 23 |

Tab. 3. Domaćini *Metarrhizium anisopliae* – Hosts of *Metarrhizium anisopliae*

REZULTATI – RESULTS

Na svim istraživanim lokalitetima i plohama utvrdili smo u prirodnim uvjetima gljivu *Metarrhizium anisopliae*. U šumama hrasta lužnjaka, kitnjaka i crnike gljiva je utvrđena na žirotočima *Curculio glandium*, *C. elephas* i *C. villosus* (tablica 4).

C. glandium i *C. elephas* su štetnici žira, a *C. villosus* je insekt koji se javlja na hrastovim šiškama. *C. glandium* kao štetnik hrastova žira je najvažniji i njemu je tijekom istraživanja posvećena najveća pažnja. Dalji rezultati većinom se odnose na tu vrstu.

Učestalost nalaza gljive i njezino djelovanje na ugibanje insekata bilo je podjednako na svim istraživanim plohama i lokalitetima, zbog čega prikazujemo sumarne podatke za sva istraživana područja zajedno.

Prema razvojnom stadiju kukaca gljivu smo u prvom redu nalazili na ličinkama, zatim na kukuljicama, no najrijeđe na odraslim kukcima.

Mortalitet ličinaka na terenu mogao se utvrditi jedino u onim slučajevima kada smo nailazili na polurazorena ili potpuno razorena tijela kukaca. U obzir smo uzeli samo one ličinke, kukuljice i imaga na kojima smo sa sigurnošću mogli utvrditi da su uginuli od gljive *M. anisopliae*. Na osnovi brojnog stanja živih i uginulih individua utvrdili smo da njihov mortalitet iznosi u prirodi oko 3%. Naglašavamo da se prilikom iskopavanja mehanički unište i previde pojedini primjerci u tlu. Iz tih razloga vrlo je vjerojatno da je mortalitet žirotoča veći od uvrđenoga. Unatoč relativno malom broju, zbog zelenog muskardina uginulih žirotoča, činjenica je da se ta gljiva nalazi na svim istraživanim lokalitetima. Na osnovi toga pretpostavljamo da su tla u našim hrastovim šumama bogata gljivom *M. anisopliae*, iako ju je ovom metodom teško točno kvantitativno utvrditi, zbog čega smo naša istraživanja dopunili laboratorijskim pokusima.

| lokalitet -locality | vrsta drveća -tree species | vrsta žirotoča -pest species |
|--|-------------------------------|---|
| Jastrebarski lug Turopoljski lug Varoški lug | <i>Quercus robur</i> | <i>Curculio glandium</i> <i>Curculio elephas</i> <i>Curculio villosus</i> |
| Maksimir | <i>Quercus petraea</i> | <i>Curculio glandium</i> <i>Curculio elephas</i> <i>Curculio villosus</i> |
| Rab | <i>Quercus ilex</i> | <i>Curculio elephas</i> <i>Curculio glandium</i> |

Tab. 4. *Metarrhizium anisopliae* na *Curculio* spp. u Hrvatskoj – *Metarrhizium anisopliae* on *Curculio* spp. in Croatia.

U laboratoriju smo ponajprije pratili razvoj ličinaka i ujedno njihov mortalitet uzrokovan zelenim muskardinom. Za pokuse smo upotrijebili iskopanu zemlju s terena u kojoj su se nalazile ličinke žirotoča. Tijekom razvoja ličinaka pojavu zelenog muskardina najbolje smo opažali u staklenim kontejnerima. Ukupno smo pratili razvoj 300 ličinaka.

Utvdili smo da je po pojedinom kontejneru razvoj dovršilo 0-50% uzgajanih žirotoča. To s druge strane znači da je mortalitet štetnika uzrokovan gljivom *M. anisopliae* u pojedinim kontejnerima iznosio i do 100%. U cijelom pokusu smrtnost je iznosila 85%, a preživljenost 15%.

Ovdje valja naglasiti da je uganbanje žirotoča nastupilo u njegovim različitim razvojnim stadijima. Žirotoči su većinom ugibali u stadiju ličinke, nešto manje u stadiju kukuljice, a najmanje su stadiju imaga. U svim slučajevima insekti su uginuli (bez obzira na razvojni stadij) prije nego što smo primjetili zeleni muskardin. On se intenzivno pojavi i jasno vidi tek kad je štetnik uginuo, i to na ostacima njegova tijela i u zemlji oko tih ostataka.

RASPRAVA I ZAKLJUČCI DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Entomopatogene gljive *Metarrhizium anisopliae* na žirotočima, pogotovo na *Curculio glandium*, u hrastovim šumama istražujemo već nekoliko godina. Prema dosadašnjim rezultatima možemo ukratko zaključiti:

Gljiva je utvrđena na svim istraživanim lokalitetima na *Curculio glandium*, *C. elephas* i *C. villosus*. Najčešći nalazi bili su na *C. glandium*. Radom na terenu nismo utvrdili visok postotak uništenja žirotoča gljivom. Držimo da bi trebalo naći prikladniju metodu za taj dio rada. Naime, nalazi gljive posvuda u tlima hrastovih šuma pokazuju da je ona u nas široko rasprostranjena.

S druge strane rezultati dobiveni u laboratoriju pokazuju da su tla istraživanih lokaliteta njome vrlo bogata. Isto tako 85% uginulih individua potvrđuje da je ona veoma važan prirodni faktor reguliranja brojnosti žirotoča, jer možemo pretpostaviti da se slično događa i u prirodi. Valja naglasiti da 15% preživjelih individua u laboratoriju, mada male brojnosti, ima veliko značenje za uništavanje žira. To potkrepljujemo time što je utvrđeno da vrste roda *Curculio* mogu uništiti i do jedne četvrtine uroda žira (Hrašovec 1993). Iz navedenoga zaključujemo da bi štete na žiru svake godine bile i mnogo veće kada zeleni muskardin ne bi smanjivao populacije žirotoča.

Stoga ovoj gljivi dajemo veliko značenje sada i u budućim istraživanjima na primjeni bioloških metoda u kontroli brojnosti štetnih insekata.

LITERATURA - REFERENCES

- Barson, G., 1976: Laboratory studies on the fungus *Verticillium lecanii*, a larval pathogen of the large elm bark beetle (*Scolytus scolytus*). *Annals of Applied Biology*, 83(2): 207-214. (R.P.P., 55, 4476).
- Bell, J. V., & R. J. Hamalle, 1974: Viability and pathogenicity of entomogenous fungi after prolonged storage on silica gel at -20 C. *Canadian Journal of Microbiology*, 20(5): 639-642. (R.P.P., 54, 15)
- Bell, J. V., & R. J. Hamalle, 1970: Three fungi tested for control of the cowpea curculio, *Chalchodermus aeneus*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 15(3): 447-450.

- Diomandé, T., 1969: Contribution à l'étude du développement de la muscardine verte à *Metarrhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin (fungi imperfecti) des larves d' *Oryctes monoceros* Ol. (Coléoptère scarabaeidae). Bull. Inst. fondam. Afrique noire, Sér. A, 31(4): 1381–1405. (R.P.P., 49, 2305)
- Eichhorn, O., 1990: Untersuchungen über die Fichtengespinntblattwespen *Cephalcia* spp. Panz. (Hym., Pamphiliidae). Journal of Applied Entomology, 110(4): 321–345.
- Evlekhova, A. A., 1976a: Porjadok Entomofitorov (Entomophthorales). Žizn' rastenij, Tom vtoroj – griby. 73–82, Moskva.
- Evlekhova, A. A., 1976b: Entomopatogennie nesovershennye gribi. Ibid. 439–442.
- Ferron, P., B. Hurpin & P. H. Robert, 1972: Sur la spécificité de *Metarrhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin. Entomophaga, 17(2): 165–178.
- Gemma, J. N., G. C. Hartmann & S. S. Wasti, 1984: Inhibitory interactions between *Ceratocystis ulmi* and several species of entomogenous fungi. Mycologia, 76(2): 256–260. (R.P.P., 63, 3573)
- Halperin, J., 1990: Natural enemies of *Thaumetopoea* spp. (lep., *Thaumetopoeidae*) in Israel. Journal of Applied Entomology, 109(5): 425–435.
- Hrašovec, B., 1993: Prilog poznavanju bioekologije insekata iz roda *Balaninus* Germ., štetnika žira hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). Glasnik za šumske pokuse 29: 1–38.
- Keller, S., 1974: Über die krankheiten des Maikäfers (*Melolontha* spec.) und die Möglichkeiten seiner mikrobiologischen Bekämpfung. Mitteilungen für die Schweizerische Landwirtschaft, 22(4): 73–85. (R.P.P., 53, 3298).
- Klein, M. G., & H. C. Coppel, 1973: *Entomophthora tenthredinis*, fungal pathogen of the introduced pine sawfly in northwestern Wisconsin. Annals of the Entomological Society of America, 66(5): 1178–1180. (R.P.P., 54, 1570)
- Kurashvili, B., P. Chanturishvili, A. Cholokova, G. Kakuliya, V. Odikadze, L. Maglakelidze & I. Dzhambazishvili, 1974: Rezultaty opytovv primeneniya griba belo mjskardiny protiv bol'sogo elovoga luboeda. Tbilisi, Metsniereba, 34 pp. (R.P.P., 55, 1041)
- Leger, R. J. St., B. May, L. L. Allee, D. C. Frank, R. C. Staples & D. W. Roberts, 1992: Genetic differences in allozymes and in formation of infection structures among isolates of the entomopathogenic fungus *Metarrhizium anisopliae*. Journal of Invertebrate Pathology, 60(1): 89–101.
- MacLeod, D. M., D. Tyrrell, R. S. Soper & A. J. Lyzer, 1973: *Entomophthora bullata* as a pathogen of *Sarcophaga aldrichi*. Journal of Invertebrate Pathology, 22(1): 75–79.
- Moore, G. E., 1970: Isolating entomogenous fungi and bacteria, and tests of fungal isolates against the southern Pine beetle. J. econ. Ent., 63(5): 1702–1704.
- Rojter, S., J. K. Bonney & J. T. Legg, 1966: Investigation into the use of a pathogenic fungus (*Cephalosporium* sp.) as a means of controlling the mealy-bug (Pseudococcidae) vectors of swollenshoot virus in Ghana. Ghana Jnl. Sci., 6(3–4): 110–114. (R.P.P., 49, 1265)
- Smirnov, W. A., & O. Eichhorn, 1970: Diseases affecting predators of *Adelges* spp. on fir trees in Germany, Switzerland and Turkey. Journal of Invertebrate Pathology, 15(1): 6–9.
- Smirnov, W. A., & D. M. MacLeod, 1973: Une épizootie d' *Entomophthora* sp. dans une population du puceron du sapin (*Cinara curvipes*) (Heimptera: Aphididae). Canadian Entomologist, 105(10): 1369–1372. (R.P.P., 54, 2639)
- Valdés, T., 1974: Patogenicidad del hongo *Metarrhizium anisopliae* en larvas de *Galleria mellonella*. CIARCO, 4(3–4): 5–6. (R.P.P., 56, 4329)
- Vandenberg, J. D., & R. S. Soper, 1975: Isolation and identification of *Entomophthora* spp. (Fres. (Phycomycetes: Entomophthorales) from the spruce budworm *Choristoneura fumiferana* Clem. (Lepidoptera: Tortricidae). Journal of the New York Entomological Society, 83(4): 254–255. (R.P.P., 55, 4996)
- Zacharuk, R. Y., 1974: Ultrastructural pathology of the epidermis of molting elaterid larvae (Coleoptera) with a fungus and a bacterium in the ecdysal space. Journal of Invertebrate Pathology, 23(1): 13–21.
- Weiser, J., 1968: *Triplosporium tetranychii* sp. n. (Phycomycetes, Entomophthoraceae), a fungus infecting the red mite *Tetranychus althaeae* Hanst. Folia Parasitol. Praha, 15(2): 115–122. (R.P.P., 50, 17)

MILAN GLAVAŠ, BORIS HRAŠOVEC & DANKO DIMINIĆ

IMPORTANCE OF FOREST PEST MYCOSES WITH
A SPECIAL REGARD TO THE GREEN MUSCARDINE ON
ACORN WEEVILS

Summary

The use of entomopathogenic fungi as mycoses on harmful insects is growing in its importance in medicine, agriculture and forestry. Large numbers of such fungi are narrowly tied with forest insects. Some of them are: *Beauveria*, *Isaria*, *Cordyceps*, *Entomophthora*, *Aspergillus* and *Metarrhizium*.

In this research special attention was given to *Metarrhizium anisopliae*, known as »green muscardine«, a wide known parasite on forest insects. The evaluation of the existing literature shows how important can *M. anisopliae* be for the forest insects population density. In many cases, high mortality levels were established due to these entomopathogenic fungi.

Our research dealt with acorn weevils as some of the few major pests on the acorn of the various oak species. *M. anisopliae* attacked larvae of 3 weevil species, namely: *Curculio glandium*, *C. elephas* and *C. villosus*. The fungus was found on all experimental plots that were located in various stands of deciduous and evergreen oaks in Croatia. Mortality rate in situ was relatively low (only 3%) obviously because of inappropriate methods (excavation of buried larvae). Attacked and destroyed larvae are almost impossible to locate and therefore were overseen. Laboratory experiments where larvae, pupae and adults were kept in soil containers, showed significantly greater mortality rate. In some cases it reached 100% while overall mortality varied around 85%. This indicates a capability of high reduction rate for this lethal agent, and our further investigation is aimed to determine in what way we can promote *M. anisopliae* in the field and use it as a biological reduction agent for acorn weevil populations.