

GDK 844.1:844.2+161.38:172.8

SIMBIONTSKE GLIVE PROGASTEGA LESTVIČARJA *Xyloterus lineatus* (*Trypodendron lineatum*) Ol. (Coleoptera, Scolytidae)

Gorazd BABUDER*, Franci POHLEVEN**

Izvleček

Članek obravnava simbiotske glive iz ravnih sistemov progastega lestvičarja *Xyloterus lineatus* (*Trypodendron lineatum*) Ol. (Coleoptera, Scolytidae), izolirane iz smrekove hlodovine skladiščene na lesnem skladišču Tovarne celuloze in papirja v Goričanah. V laboratorijskih pogojih so bile izolirane in determinirane štiri vrste simbiotskih gliv: *Trichoderma harzianum* Rifai, *Pichia anomale* (Hansen) Kurzman, *Ophiostoma* (= *Ceratocystis*) *piceae* (graphium kot anamorf) in gliva, ki je zelo podobna anamorfu *Ophiostoma* (= *Ceratocystis*) *araucariae*. Na kratko je opisana simbioza med podlubniki in simbiotskimi glivami ter njihov ekonomski pomen.

Ključne besede: simbiotska gliva, *Trichoderma harzianum*, *Pichia anomale*, *Ceratocystis piceae*, *Ceratocystis araucariae*, izolacija gliv, progasti lestvičar

SYMBIOTIC FUNGI OF THE STRIPED BARK BEETLE *Xyloterus lineatus* (*Trypodendron lineatum*) Ol. (Coleoptera, Scolytidae)

Gorazd BABUDER*, Franci POHLEVEN**

Abstract

The article discusses symbiotic fungi from galleries of the striped bark beetle *Xyloterus lineatus* (*Trypodendron lineatum*) Ol. (Coleoptera, Scolytidae) found in spruce logs laying at the timber storage yard of Tovarna celuloze in papirja, Goričane. In laboratory conditions the following fungi were isolated and determined: *Trichoderma harzianum* Rifai, *Pichia anomale* (Hansen) Kurzman, *Ophiostoma* (= *Ceratocystis*) *piceae* (graphium anamorph) and fungi closely similar to *Ophiostoma* (= *Ceratocystis*) *araucariae* (anamorph). The symbiosis between scolytid ambrosia beetles and their symbiotic fungi is shortly described.

Key words: symbiotic fungi, *Trichoderma harzianum*, *Pichia anomale*, *Ceratocystis piceae*, *Ceratocystis araucariae*, isolation of fungi, the striped bark beetle

* dipl. biol., Oddelek za lesarstvo Biotehniške fakultete, Rožna dolina c. VIII/34, 61000 Ljubljana, SLO

** doc. dr., Oddelek za lesarstvo Biotehniške fakultete, Rožna dolina c. VIII/34, 61000 Ljubljana, SLO

KAZALO

1	UVOD	101
2	MATERIAL IN METODE.....	103
3	REZULTATI	104
4	DISKUSIJA.....	104
	SUMMARY	107
	VIRI.....	109

1 UVOD

Raziskave na področju simbioze med insekti in glivami so se začele pred dobrimi 150 leti, ko je SCHMIDBERGER (1836) odkril obarvane rovne sisteme podlubnikov in obarvanje imenoval "ambrozija". Domneval je, da je obarvanje rovon posledica rastlinskega soka. Šele HARTIG je leta 1844 ugotovil, da je obarvanje rovnih sistemov posledica glivne rasti. Simbiotsko ambrozija glivo malega vrtnega lesarja (*Xyleborus* = *Anisandrus dispar*) je imenoval *Monilia candida*. Sledilo je več raziskav na področju simbioze med podlubniki in glivami, ki so potrdile obstoj določene vrste ambrozija glive pri določenem ambrozija hrošču. Prevladovalo je mnenje, da ima vsak ambrozija hrošč eno samo simbiotsko glivo, s katero se prehranjuje (FRANCKE-GROSMANN 1956, BATRA 1963). Nadaljne raziskave pa so potrdile domnevo, da ambrozija hrošči ne živijo v simbiozi samo z ambrozija glivami, ampak obstaja kompleksna skupnost različnih mikroorganizmov (kvasovke, kvasovkam podobne glive, modrivke, bakterije), ki vstopajo v simbiotske odnose (BAKSHI 1950, BAKER 1963, NORRIS 1965, BAKER in NORRIS 1968). NORRIS (1965, 1979) takšno simbiotsko skupnost imenuje večvrstni kompleks mikroorganizmov z ambrozija hroščem oz. supraspecies. Posamezni mikroorganizmi so stopili v simbiozo s hroščem v razvoju več tisoč generacij (NORRIS 1979). Z evolucijo simbioze je prišlo do redukcije in eliminacije antagonističnih odnosov med ektosimbionti in razvoja v smer sinergizma med njimi (HAANSTAD in NORRIS 1985). Dokaz za to so izolacije mešanih kultur simbiotov iz rovon podlubnikov (BAKSHI 1950, BAKER 1963, NORRIS 1965, BAKER in NORRIS 1968, MAGEMMA 1976, HAANSTAD in NORRIS 1985). Z eksperimenti je bilo dokazano, da celotni kompleks mikroorganizmov, ne samo ambrozija glive, služi za prehranjevanje ambrozija hroščem. Aktivnost skupnosti simbiotov omogoča hrošču indirektno izkoriščanje lesnega tkiva (NORRIS 1965, HAANSTAD in NORRIS 1985).

Progastega lestvičarja *Xyloterus lineatus* (*Trypodendron lineatum*) Ol. (Coleoptera, Scolytidae) uvrščamo na osnovi mikrolokacije in bioekoloških lastnosti med ambrozija hrošče. Hrošči vrtajo različno oblikovane rove v beljavi in v njih samice (redko samci) zanesejo simbiotske glive. Materinski rovi in rovi ličink progastega lestvičarja tvorijo značilen lestvičast rovní sistem (BAKSHI 1950, MAGEMMA 1976, TITOVŠEK 1988). Z vrtanjem v beljavo in vnašanjem simbiotskih gliv v rove (obarvanje lesa - modrenje) povzroča progasti lestvičar veliko ekonomsko škodo v gozdarstvu. V lesni industriji je znan kot škodljivec tehničnega lesa iglavcev (TITOVŠEK 1988, MCLEAN 1991).

Progasti lestvičar le redko napada in naseljuje les neposredno po poseku. Napadi postanejo pogosti po določenem času (nekaj tednov oz. mesecev), ko pride do specifičnih anaerobnih kemijskih procesov v lesu (fermentacija). Posledica tega je sproščanje atraktivnih snovi (npr. etanol), ki delujejo na hrošče kot kairomoni in jih privabljajo (GRAHAM 1968, MOECK 1970). Za razvoj simbiotskih gliv je potrebna ustrezna količina vlage v lesu. Znano je, da progasti lestvičar zapusti rove, ko pade vlažnost lesa pod 53 % (PULLIAINEN 1965).

Ambrozija glive so ektosimbionti (BAKER, 1963). Taksonomsko jih uvrščamo med kvasovke (Hemiascomycetidae) in nepopolne glive (Fungi imperfecti) (BATRA 1963, BATRA 1967). Spore gliv samica prenaša v posebni ektodermalni invaginaciji imenovani micetangij oz. micangij (FRANCKE-GROSMANN, 1956). Gliva se v micetangiju razmnožuje in tvori reproduktivne enote imenovane ambrozija celice (BATRA 1967). Za ambrozija glive je značilen dimorfizem. Ambrozijska (kvasasta) faza glive se navadno pojavlja v micetangijih hroščev in v rovih, naseljenih s hrošči. Micelijska (nitasta) faza pa se pojavlja ob gojenju ambrozija gliv na agarju v laboratorijskih pogojih (BATRA 1967). Glive modrivke pa so v kvasasti obliki v maščobnih in oljnih sekrecijah na telesni površini hrošča (BAKER 1963). S simbiotskimi organizmi samica inokulira stene rovnih sistemov (BAKER 1963, BATRA 1967). Ob primerni vlažnosti pride v rovih do kalitve spor in razraščanja hif v okolno lesno tkivo. Tako glive izkoriščajo kemijske sestavine lesa za svojo lastno rast in služijo kot hrana ličinkam in odraslim hroščem (BATRA 1963, HAANSTAD in NORRIS 1985). Simbiotski način prehranjevanja z glivami je poznan tudi pri nekaterih skupinah termitov in mravelj, zato je SCHEDL (1958) ta način prehranjevanja pri ambrozija hroščih imenoval ksilomicetofagija.

Odnos med ambrozija hroščem in glivami je obvezna simbioza (mutualizem). Hrošč omogoča glivam neposredno inokulacijo vlažnega lesa. Urea in sečna kislina v ekskrementih hroščev predstavljata pomemben vir dušika za glive. V času hibernacije in rojenja so ambrozija glive v micetangiju, kjer so zaščitene pred izsušitvijo. Glive s svojim destruktivnim delovanjem predvsem v parenhimatskih celicah omogočajo ličinki lažje vrtanje v les. Glive predstavljajo edino hrano nekaterim imagam in ličinkam (BATRA 1967). BAKER (1963) poudarja, da ambrozija gliva nedvomno predstavlja najpomembnejši del hrane hroščev in ličink. Ni pa znano, katere komponente lesa predstavljajo preostali del hrane in v kakšnem obsegu.

Namen naše raziskave je bila izolacija simbiotskih organizmov progastega lestvičarja iz smrekove hlodovine in njihova determinacija. Tako izolirane

kulture gliv nam bodo služile za nadaljna raziskovanja simbiotskih odnosov ter njihov vpliv na razkroj lesa.

2 MATERIAL IN METODE

V juniju 1992 smo na lesnem skladišču Tovarne celuloze in papirja v Goričanah opazili kup smrekove hlodovine, ki je bila napadena s progastim lestvičarjem (*Xyloterus lineatus*) in malim smrekovim ličarjem (*Hylurgops palliatus*). Do okužbe lesa je zelo verjetno prišlo že pred prevozom na skladišče. Kraj in čas poseka nista znana. Napad progastega lestvičarja smo prepoznali po številnih vhodnih odprtinah, velikosti 1 do 1,5 mm na površini lubja, iz katerih se je sipala bela črvina. To dokazuje prisotnost aktivnih hroščev v rovih.

Dele hlodovine, ki je bila najbolj napadena s progastim lestvičarjem, smo našagali na cca. 20 cm debele kolobarje. Te smo nato prenesli v laboratorij na razkosanje in izolacijo simbiotskih organizmov.

V laboratoriju smo z lesnih vzorcev najprej odstranili skorjo ter površino beljave sterilizirali s 95 % etanolom. Za razkosanje vzorcev smo uporabili sekuro in dleto, ki smo ju sterilizirali s plamenom. Pri razkosanju vzorcev smo ugotovili prisotnost aktivnih rogov hroščev, ki so bili temno rjavo obarvani. Prav tako je bil obarvan tudi les v neposredni bližini rogov. Izolacije gliv smo opravili s sterilno pinceto in skalpelom. Iz različnih delov rovnih sistemov, in sicer iz vhodnih materinskih radialnih rogov, materinskih lateralnih rogov, aksialnih rogov ličink in lesnega tkiva neposredno ob rovnem sistemu smo odvzeli koščke okuženega lesa. Izolacije smo izvedli tudi iz zapuščenih delov rogov. Izolate smo aseptično prenesli na sterilno hranilno gojišče - krompirjev dekstrozni agar (PDA). Odrasle hrošče iz rogov smo aseptično prenesli na petrijevke s PDA podlago ter tako omogočili neposredno sproščanje spor simbiotov s telesne površine hrošča na agar oz. neposredno inokulacijo. Izolate smo s selektivnim precepljanjem "očistili" do čistih kultur. Le te smo determinirali na podlagi obstoječe literature. Za potrditev pravilnosti identifikacije smo čiste kulture gliv poslali na določanje še v Centraalbureau voor Schimmelcultures, Identification service, Baarn, Netherlands.

3 REZULTATI

Z odstranitvijo dela skorje hlodovine smo v živi skorji (floem) in na površini beljave odkrili prisotnost bub in mladih hroščev malega smrekovega ličarja. Ob razkosanju vzorcev lesa pa smo ugotovili stopnjo razvoja progastega lestvičarja. Prisotni sta bili fazi bube in imaga, ki se je zrelostno prehranjeval s simbiotskimi glivami. Iz različnih delov ravnih sistemov smo izolirali štiri vrste simbiotskih gliv : *Trichoderma harzianum* Rifai, *Pichia anomale* (Hansen) Kurzman, *Ophiostoma* (= *Ceratocystis*) *piceae* (graphium kot anamorf) in glivo, ki je zelo podobna anamorfu *Ophiostoma* (= *Ceratocystis*) *araucariae* (Preglednica 1). Poleg teh smo občasno izolirali še nekaj drugih mikroorganizmov, ki pa so se pojavljali le enkrat na eni lokaciji in so lahko posledica okužbe med izolacijo. Zato jih nismo determinirali.

Preglednica 1: Simbiotski organizmi, izolirani iz ravnih sistemov progastega lestvičarja X. lineatus Ol.

Vrsta simbionta	Vhodni materinski rov	Izolacije iz delov ravnih sistemov			
		Lateralni materinski rov	Ličinkin aksialni rov	Les ob rovu	Zapuščen rov
Kvasovka					
<i>Pichia anomale</i>	+	+	+	-	-
Plesen					
<i>Trichoderma harzianum</i>	+	+	+	+	+
Modrivka					
<i>Ceratocystis piceae</i> (grap.)	+	+	+	+	+
<i>Ceratocystis araucariae</i> ? (anamorf)	+	+	+	+	+

Legenda: + gliva prisotna, - gliva ni prisotna

4 DISKUSIJA

Z našo raziskavo smo ugotovili prisotnost štirih različnih vrst mikroorganizmov v ravnem sistemu progastega lestvičarja. Potrditev podobnosti oz. različnosti naših rezultatov smo iskali v literaturi. BAKSHI (1950) poroča o treh vrstah gliv, ki so bile konstantno izolirane iz ravnih sistemov progastega lestvičarja. Modrivki *Leptographium lundbergii* Lagerberg

- Melin in *Ceratocystis piceae* (Munch) Bakshi sta bili izolirani iz rogov v smreki in japonskem macesnu, medtem ko je bila modrivka *Oedocephalon lineatum* izolirana le iz japonskega macesna. Avtor prišteva vse tri med ambrozija glive na podlagi njihove prisotnosti v ravnih sistemih in odkritja spor v prebavilih ličink in odraslih hroščev. Poudarja pa, da ni izvedel poskusa prehranjevanja imagov in ličink s simbiotskimi glivami. KAARIK (1971) omenja v svoji študiji simbioze med modrivkami in podlubniki prisotnost progastega lestvičarja na smreki in boru. Poleg *Ceratocystis penicillata* in specifične glive, ki jo uvršča v rod *Ambrosiella*, poroča še o modrivki *C. piceae* kot nespecifičnem simbiontu. Modrivka *Ceratocystis piceae* povzroča obarvanje lesa ameriškega hrasta, napadenega z ambrozija hroščem *Corthylus columbianus* Hopk. (WILSON 1959a). Isti avtor (1959b) opisuje način penetracije in razširjanja *C. piceae* po lesnem tkivu. FRANCKE-GROSMANN (1963) poudarja, da so mnoge vrste iz rodov *Ceratocystis* (n.pr. *C. piceae*), *Graphium* in *Leptographium* (n.pr. *L. lundbergii*) napačno uvrščane med ambrozija glive, saj ne tvorijo značilne ambrozija faze in ne služijo za hrano insektom. Konstantno pojavljanje modrivk v ravnem sistemu potrjuje njihovo tesno povezanost s hroščem, kljub dejstvu, da ne gre za prave ambrozija glive.

Med mikroorganizmi, ki so konstantno izolirani iz rogov in delov telesa ambrozija hroščev, so tudi različne vrste kvasovk. WILSON (1959a) je iz ameriškega hrasta, napadenega s ambrozija hroščem *Corthylus columbianus*, izoliral vrsto kvasovke iz rodu *Pichia* iz rogov in lesa ob rovih. *Pichia* sp. je bila izolirana predvsem iz parenhimatskega tkiva. Dokazano je bilo, da povzroča razkroj taninov ter tako omogoča uspešno rast drugim glivam v lesu. Kvasovki *Pichia* sp. in *Candida* sp. sta bili izolirani iz rogov in lesa neposredno ob rovih ter iz različnih delov telesa ambrozija hrošča *Xyloterinus politus* (HAANSTAD in NORRIS 1985). V naši študiji smo izolirali vrsto *Pichia anomale* iz aktivnih rogov, medtem ko jo iz zapuščenih rogov in lesa ob rovih nismo izolirali.

Gliva *Ambrosiella ferruginea* (Mathiesen-Kaarik) Batra, ki je bila po literaturi (BAKER 1963, BATRA 1967) izolirana iz micetangijev in ravnih sistemov progastega lestvičarja v boru in smreki ter je opisana kot njegova ambrozija gliva, ni bila izolirana. BATRA (1963) poudarja, da ambrozija glive intenzivno rastejo v rovih s prisotnimi hrošči. V primeru izolacije in precepljanja ambrozija gliv iz rogov hroščev na hranilni medij pa navadno ni bila opažena rast gliv. Kalitev ambrozija gliv, izoliranih iz micetangijev spomladanskih in poletnih generacij hroščev, varira med 0 - 25 %, pri hiberniranih progastih lestvičarjih pa je bila kalitev 43,6 % (BATRA 1963).

Na vrstno sestavo in obseg simbiotskih gliv verjetno vpliva tudi vrsta napadenega lesa.

MAGEMA (1976) je izoliral simbiote iz rogov progastega lestvičarja v smreki *Picea excelsa* Link.. Iz naseljenih rogov je izoliral ambrozija glivo *Ambrosiella ferruginea* in modrivki *Aureobasidium* sp. in *Ceratocystis* sp., iz zapuščenih rogov pa glive *Ambrosiella ferruginea*, *Aureobasidium* sp., *Ceratocystis* spp. (anamorf graphium in sporothrix), *Trichoderma* sp., *Botryotrichum* sp., *Mucor* sp., *Mortierella* sp., *Penicillium* sp., in *Aspergillus* sp. Pojavnost različnih vrst gliv v zapuščenih rovih je lahko posledica sukcesije glede na vlažnost lesa. Ko hrošči zapustijo rovni sistem, izgine tudi selektivna prednost njihovih simbiotskih gliv ter pride do razraščanja nespecifičnih gliv in pojava novih. Nekatero med njimi, kot *Trichoderma* sp. in *Botryotrichum* sp. izkazujejo antagonistično delovanje in sposobnost eliminacije simbiotskih gliv v zapuščenih rovih (MAGEMA 1976). Znano je, da se variabilnost in pogostnost pojavljanja neambrozija gliv in bakterij v rovih ambrozija hroščev spreminja glede na razvojni stadij hrošča oz. prisotnosti in aktivnosti odraslih insektov (BATRA 1963). V začetni fazi prevladujejo kvasovke, v stadiju bube pa se poveča število vrst iz rodov *Ceratocystis*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium* in vrsta *Trichoderma lignorum*, kar je lahko posledica zmanjšane aktivnosti samice (BATRA 1963).

V naši raziskavi smo izvedli izolacijo gliv v stadiju bube in odraslih mladih hroščev. Glivo *Trichoderma harzianum* smo izolirali iz vseh aktivnih in zapuščenih rogov. Kljub temu pa v literaturi še nismo zasledili izolacije vrste *Trichoderma harzianum* in *Pichia anomala* iz rovnih sistemov kateregakoli ambrozija hrošča in gre torej verjetno za prvo navedbo simbioze progastega lestvičarja s temi glivami. Zapuščene rove ambrozija hroščev lahko kasneje okužijo prave razkrojevalke lesa, ki hitreje in globlje prodrejo v les in ga z razkrojem celične stene dodatno razvrednotijo (BATRA 1963).

Za časovno spremljanje pojavljanja simbiotov in nespecifičnih organizmov v rovnih sistemih progastega lestvičarja bi bila potrebna sukcesivna izolacija gliv iz napadenega lesa, ki vsebuje različne razvojne stadije insekta.

SUMMARY

The present research established the presence of four different types of microorganisms in galleries of the striped bark beetle. The similarity and diversity of the results were confirmed by the results found in literature. BAKSHI (1950) gives an account on three kinds of fungi, which were constantly found in galleries of the striped bark beetle. *Leptographium lundbergii* Lagerberg-Melin and *Ceratocystis piceae* (Munch) Bakshi were taken from the galleries in the spruce and the Japanese larch tree while the *Oedocephalon lineatum* was only found in the Japanese larch. All three fungi are ranked as ambrosia fungi, the classification being done on the basis of their presence in galleries and the establishing of spores in the digestive apparatus of larvae and adult beetles. It is, however, stressed that no experiment as to the nutrition of beetles and larvae with symbiotic fungi was carried out. KAARIK (1971) mentions in his study of symbiosis between blue stain and scolytid beetles, the presence of the striped bark beetle in the spruce and pine tree. Besides *Ceratocystis penicillata* and a specific fungus, which is classified into the *Ambrosiella* genus, *C. piceae* is mentioned as a nonspecific symbiont. *Ceratocystis piceae* causes the colouring of timber of the American oak, attacked by the *Corthylus columbianus* Hopk. WILSON (1959a). The same author (1959b) describes the method of penetration and spreading of *C. piceae* through timber tissue. FRANCKE-GROSMANN (1963) points out that many species from the *Ceratocystis* (e.g. *C. piceae*), *Graphium* and *Leptographium* (e.g. *L. lundbergii*) genera have been incorrectly classified into ambrosia fungi, because they do not form the characteristic ambrosia phase and do not function as food for insects. The constant presence of blue stain in galleries confirms their close connection with the beetle, despite the fact that these are no real ambrosia fungi.

Some of the microorganisms which are constantly found in galleries and body parts of ambrosia beetles are also various kinds of the yeasts. WILSON (1959a) found in American oak, attacked by the *Corthylus columbianus*, a species of the yeast from the *Pichia* genus from the galleries and wood next to them. *Pichia* sp. was found first of all in parenchymatic tissue. It was proven that it caused the decomposition of tannins and thus enabled successful growth of other fungi in timber. *Pichia* sp. and *Candida* sp. were found in galleries and the wood next to galleries as well as in different parts of the body of the *Xyloterinus politus* (HAANSTAD and NORRIS 1985). For the present study, *Pichia anomale*

was found in active galleries and not in abandoned galleries and the wood next to galleries.

Ambrosiella ferruginea (Mathiesen-Kaarik) Batra, which the literature (BAKER 1963, BATRA 1967) deals with and was found in mycetangia and the galleries of the striped bark beetle in the pine and spruce tree and was described as its ambrosia fungus, was not found. BATRA emphasizes that intensive growth of ambrosia fungi can be established in galleries with beetles present. In the case of the isolation and inoculation of ambrosia fungi from beetle's galleries to a nutrition medium the growth of fungi was normally not established. The germination of ambrosia fungi found in mycetangia of spring and summer beetle generations varied from 0 - 25 %, with hibernated striped bark beetles the germination totaled 43.6 % (BATRA 1963). The species structure and the scope of symbiotic fungi is most probably influenced by the sort of wood attacked.

MAGEMA (1976) found symbionts in the galleries of the striped bark beetle in the *Picea excelsa* Link. In populated galleries *Ambrosiella ferruginea*, *Aureobasidium* sp. and *Ceratocystis* sp. were found and from abandoned galleries *Ambrosiella ferruginea*, *Aureobasidium* sp., *Ceratocystis* spp. (anamorf graphium and sporothrix), *Trichoderma* sp., *Botryotrichum* sp., *Mucor* sp., *Mortierella* sp., *Penicillium* sp. and *Aspergillus* sp. were isolated. The occurrence of various fungus species in abandoned galleries can be the result of succession regarding the dampness of timber. When beetles abandon galleries, there is also no selective priority of their symbiotic fungi anymore, nonspecific fungi start to grow luxuriantly and new species emerge. Some of them like *Trichoderma* sp. and *Botryotrichum* sp. prove antagonistic functioning and the capability of elimination of symbiotic fungi in abandoned galleries (MAGEMA 1976). It is well known that the variability and frequency of the emergence of nonambrosia fungi and bacteria in the galleries of ambrosia beetles vary as to the developmental stage of the beetle or the presence and activity of adult insects (BATRA 1963). In the initial stage yeasts prevail, in the pupa stage the number of species from the *Ceratocystis*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium* genera and *Trichoderma lignorum* species increase, which could be the consequence of reduced activity of the female (BATRA 1963).

In the present research fungi were found during the pupa and adult young beetle's stages. *Trichoderma harzianum* was found in all active and abandoned galleries. Nevertheless, no data on the establishing of *Trichoderma harzianum* and *Pichia anomala* from the galleries of any

ambrosia beetle were found in the literature. Consequently, this might be the first citing of the symbiosis of the striped bark beetle with these fungi. Abandoned galleries of ambrosia beetles can later on be infected by real wood decomposing fungi, which penetrate into wood faster and deeper and additionally deteriorate it by the decomposition of cell wall (BATRA 1963).

Time studies of the emergence of symbionts and nonspecific organisms in galleries of the striped bark beetle would require successive isolation of fungi from the attacked timber which contains different developmental stages of the insect.

VIRI

- BAKER, J.M., 1963. Ambrosia beetles and their fungi, with particular reference to *Platypus cylindrus* Fab. - Symp. Soc. Gen. Microbiol. 13: 232 -265.
- BAKER, J.M./NORRIS D.M., 1968. A complex of fungi mutualistically involved in the nutrition of the ambrosia beetle *Xyleborus ferrugineus*. - J. Invertebr. Pathol. 11: 246 -250.
- BAKSHI, B.K., 1950. Fungi associated with ambrosia beetles in Great Britain. - Trans. Brit. mycol. Soc. 33: 111 -120.
- BATRA, L.R., 1963. Ecology of ambrosia fungi and their dissemination by beetles. - Trans. Kansas Acad. Sci. 66: 213 -236.
- BATRA, L.R., 1967. Ambrosia fungi: a taxonomic revision, and nutritional studies of some species. - Mycologia 59: 976 -1017.
- FRANCKE -GROSMANN, H., 1956. Hautdrusen als Trager der Pilzsymbiose bei Ambrosiakafern. - Z. Morph. & Okol. Tiere 45: 275 -308.
- FRANCKE -GROSMANN, H., 1963. Some new aspects in Forest Entomology. - Ann. Rev. Ent. 8: 415 -438.
- GRAHAM, K., 1968. Anaerobic induction of primary chemical attractancy for ambrosia beetles. - Canadian Journal of Zoology 46: 905 -908.
- HAANSTAD, J.O./ NORRIS, D.M., 1985. Microbial symbiotes of the ambrosia beetle *Xyloterinus politus*. - Microb. Ecol. 11: 267 -276.
- HARTIG, T., 1844. Ambrosia des *Bostrichus dispar*. - Allg. Forst -Jagdztg. 13: 73 - 74. Cit. po Baker (1963).
- KAARIK, A., 1971. The relationship between blue - stain and bark beetles. IRG/WP/19.
- MAGEMA, N., 1976. La nature des degats de *Xyloterus lineatus* OLIV. (Coleoptera: Scolytidae) sur *Picea excelsa* LINK.: observations dans la foret de Saint -Hubert. - Parasitica 32 (2): 79 -83.
- MCLEAN, J.A., 1991. Boring beetles put the bite on lumber values. - Paper presented at the Annual meeting of the Western Forestry and Conservation meeting, Victoria, B.C.

- MOECK, H.A., 1970. Ethanol as the primary attractant for the ambrosia beetle *Trypodendron lineatum* (Coleoptera: Scolytidae). - Can. Ent. 102: 985 -995.
- NORRIS, D.M., 1965. The complex of fungi essential to the growth and development of *Xyleborus sharpi* in wood. - Mat. Organ., Beih. 1: 523 -529.
- NORRIS, D.M., 1979. The mutualistic fungi of Xyleborini beetles. - In: Batra, L.R. (ed.) Insect fungus symbiosis. Allanheld, Osmun and Co, Montclair, pp 53 -63.
- PULLIAINEN, E., 1965: Studies on the light and humidity reactions of *Trypodendron lineatum* (Oliv.) (Col., Scolytidae). - Ann. Ent. Fenn. 31 (3): 197 -208.
- SCHEDL, K.E., 1958. Breeding habits of arboricole insects in Central Africa. - Proc. 10th int. Congr. Ent. 1956, 1, 183. Cit. po Baker (1963).
- SCHMIDBERGER, J., 1836: Naturgeschichte des Apfelforkenkafers *Apatе dispar*. - Cit. po Baker (1963).
- TITOVŠEK, J., 1988. Podlubniki (Scolytidae) Slovenije. Obvladovanje podlubnikov. - Ljubljana, Gozdarska založba.
- WILSON, C.L., 1959a. The Columbian timber beetle and associated fungi in white oak. - For. Sci. 5: 114 -127.
- WILSON, C.L., 1959b. Penetration and invasion of *Ceratocystis piceae* in white oak wood. - Mycologia 51: 311 -317.