

GDK: 844.2

SUKCESIVNO POJAVLJANJE GLIV V ROVIH AMBROZIJA HROŠČEV V HRASTOVEM LESU (*Quercus* sp.)

Gorazd BABUDER*, Franci POHLEVEN**

Izvleček

Iz ravnih sistemov hrastovega strženarja *Platypus cylindrus* Fabr. (Coleoptera, Platypodidae) in malega črnega lesarja *Xyleborus monographus* Fabr. (Coleoptera, Scolytidae) v hrastovi hlodovini (*Quercus* sp.) smo v laboratorijskih pogojih zaporedno izolirali različne vrste mikroorganizmov.

V rovih hrastovega strženarja smo odkrili glive *Raffaelea ambrosiae*, *Ophiostoma piceae*, *O. piliferum*, *Ophiostoma* sp. (anamorf *Hyalorhinocladiella*), *Hormonema dematioides*, *Ascoidea* sp., *Pichia* sp., *Trichoderma* sp., *Penicillium* sp., *Coniophora* sp. in bakterije.

Glive, ki smo jih izolirali iz rovov malega črnega lesarja, so bile *Ophiostoma piceae*, *Ophiostoma* sp., *Scedosporium* ? sp., *Pichia* sp., *Trichoderma* sp., *Penicillium* sp., *Coniophora* sp. in bakterije. Vrstna raznolikost gliv in pojavljanje v določenih časovnih obdobjih v ravnih sistemih opredeljujejo njihovo vlogo in pomen pri različnih razvojnih stadijih ambrozija hroščev.

Ključne besede: ambrozija hrošči, hrastov strženar (*Platypus cylindrus* Fabr.), mali črni lesar (*Xyleborus monographus* Fabr.), hrast (*Quercus* sp.), simbiotske glive, sukcesija gliv, izolacija gliv

SUCCESSIVE APPEARANCE OF FUNGI IN THE TUNNELS OF THE AMBROSIA BEETLES IN OAK WOOD (*Quercus* sp.)

Abstract

From the tunnels of oak pinhole borer *Platypus cylindrus* Fabr. (Coleoptera, Platypodidae) and ambrosia beetle *Xyleborus monographus* Fabr. (Coleoptera, Scolytidae) in oak wood the different species of microorganisms in laboratory conditions were successively isolated.

In the galleries of *P. cylindrus* the following fungi were found *Raffaelea ambrosiae*, *Ophiostoma piceae*, *O. piliferum*, *Ophiostoma* sp. (anamorph *Hyalorhinocladiella*), *Hormonema dematioides*, *Ascoidea* sp., *Pichia* sp., *Trichoderma* sp., *Penicillium* sp., *Coniophora* sp. and bacteria.

Fungi species grown in tunnels of *X. monographus* were *Ophiostoma piceae*, *Ophiostoma* sp., *Scedosporium* ? sp., *Pichia* sp., *Trichoderma* sp., *Penicillium* sp., *Coniophora* sp. and bacteria. Different species of fungi and their successive appearance in the galleries determine their role and importance for the development of ambrosia beetles.

Key words: ambrosia beetles, oak pinhole borer (*Platypus cylindrus* Fabr.), ambrosia beetle *Xyleborus monographus* Fabr., oak (*Quercus* sp.), symbiotic fungi, fungal succession, isolation of fungi

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

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

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	243
2	MATERIAL IN METODE.....	244
3	REZULTATI.....	245
4	DISKUSIJA.....	249
5	POVZETEK.....	251
6	SUMMARY.....	251
7	VIRI.....	252

1 UVOD

Med najpomembnejše škodljivce fiziološko oslabeledih dreves in sveže hlodovine uvrščamo ksilomicetofagne oziroma t.i. ambrozija hrošče. V to skupino sekundarnih lesnih insektov uvrščamo predvsem nekatere hrošče iz družine podlubnikov (Scolytidae) in vse znane vrste strženarjev (Platypodidae). Ambrozija hrošči povzročajo ekonomsko pomembno škodo z vrtanjem rogov v beljavo in/ali jedrovino in vnašanjem simbiotskih gliv (predvsem ambrozija glive in glive modrivke), ki so prve v procesu naseljevanja gliv v rovih hroščev. Hife gliv se razraščajo iz rogov v lesno tkivo in služijo kot hrana larvam in imagom (Baker 1963, Batra 1963, Haanstad in Norris 1985, Babuder in Pohleven 1993). Za simbiotske glive je značilno, da se razširjajo predvsem v parenhimskem tkivu beljave, kjer se prehranjujejo z vsebino parenhimskih celic (škrob, enostavni sladkorji, maščobe in proteini) (Ballard in Walsh 1984). Glive ne producirajo celulolitičnih in ligninolitičnih encimov (Käärik 1960), čeprav nekatere raziskave kažejo na njihovo sposobnost delnega razkroja celične stene (Troja in Navarrete 1989). Babuder in Pohleven (1995) sta dokazala, da so nekatere glive, izolirane iz rogov progastega lestvičarja (*Xyloterus lineatus* Oliv.), sposobne tvoriti encime celulaznega kompleksa pa tudi encime, ki sodelujejo pri razgradnji lignina. Zapuščene rove ambrozija hroščev okužijo glive prave razkrojevalke lesa (bela in rjava trohnoba) in sekundarni saprofiti, ki niso sposobni razkroja celuloze in lignina, ampak metabolizirajo enostavne sladkorje, ki nastanejo kot posledica delovanja pravih razkrojevalk (Garrett 1963).

Ambrozija hrošči povzročajo na hlodovini pojav, ki je v praksi znan kot mušičavost lesa. Med najnevarnejše sekundarne škodljivce hrastove hlodovine in fiziološko oslabeledih dreves uvrščamo hrastovega strženarja (*Platypus cylindrus* Fabr.: Platypodidae) in malega črnega lesarja (*Xyleborus monographus* Fabr.: Scolytidae). Za oba je značilno, da lahko skupaj napadeta hlodovino. Z vrtanjem rogov v les in vnašanjem gliv ne razvrednotita le beljave, ampak lahko prodreta tudi globoko v jedrovino, ki predstavlja najvrednejši del lesne surovine (Baker 1963, Schedl 1964, Vasić 1971, Titovšek 1988, Ferreira in Ferreira 1989).

Cilj raziskave je bil ugotoviti razvojne stadije obeh hroščev, izvesti sukcesivno izolacijo mikroorganizmov iz ravnih sistemov ter identificirati izolate. Kulture gliv nam bodo služile za določanje nekaterih njihovih lastnosti, kot so sposobnost razkroja lesa, encimska aktivnost, interakcije med glivami ter za nadaljnja raziskovanja odnosov med ambrozija hrošči in njihovimi simbiotskimi glivami.

2 MATERIAL IN METODE

Aprila 1994 smo na skladišču lesnopredelovalne industrije Lesna v Litiji odkrili več hrastovih hlodov, posekanih jeseni 1993, ki so bili napadeni s hrastovim strženarjem in malim črnim lesarjem. Hrastova hlodovina je bila pripeljana iz Vinice v Beli krajini. Do napada škodljivcev je prišlo že pred prevozom na skladišče. Dolžina hlodovine je bila 3 - 4 m in premera okoli 45 cm. Napad hroščev smo prepoznali po značilnih okroglih vhodnih odprtinah velikosti okrog 1.5 do 2 mm pri hrastovem strženarju in nekoliko manjšega premera pri malem črnem lesarju, iz katerih se je sipala črvina različne barve, glede na globino prodora insekta v les. Prisotnost črvine na vhodu v rovni sistem tudi dokazuje aktivnost in vitalnost hroščev. V področju ličja in beljave hlodovine smo odkrili tudi rovne sisteme kozličkov (Cerambycidae).

Napadeno hlodovino smo prepeljali v Ljubljano in jo postavili na tla v gozdu pri Gozdarskem inštitutu Slovenije, Ljubljana. Kolobarje, debeline 20 cm, ki so bili najbolj napadeni s hrošči, smo v različnih časovnih presledkih izžagovali iz hlodovine ter jih prenašali v laboratorij za analizo. Posamezna razkosanja kolobarjev, izolacije mikroorganizmov in ugotavljanje razvoja insektov v rovih smo opravili v dneh 20.4., 13.5., 2.6., 23.6., 4.8. in 6.9.1994.

V laboratoriju smo s kolobarjev najprej odstranili skorjo ter površino beljave sterilizirali s 95% etanolom. Kolobarje smo nato previdno razkosali s sekiro in dletom, ki smo ju sterilizirali s plamenom gorilnika. Pri razkosanju vzorcev smo ugotavljali razvojno stopnjo obeh hroščev. Iz različnih delov ravnih sistemov, ki so bili temnorjavo obarvani, smo odvzeli koščke okuženega lesa. Izolate smo

aseptično prenesli na sterilen krompirjev dekstrozni agar (PDA, Difco). Različne vrste gliv, ki so se razrasle po gojišču, smo s selektivnim precepljanjem vzgojili do čistih kultur. Glive smo določili s pomočjo literature ter jih za potrditev pravilnosti identifikacije poslali na določanje še v Centraalbureau voor Schimmelcultures (CBS) (Nizozemska).

3 REZULTATI

S sukcesivnim razkosanjem hrastove hlodovine smo ugotovljali različne razvojne stadije hrastovega strženarja in malega črnega lesarja ter izolirali glive iz njihovih ravnih sistemov. Pri obeh hroščih se je število vrst gliv med razvojem spreminjalo. Medtem ko so bili nekateri organizmi prisotni v vseh razvojnih fazah insektov, so se drugi pojavljali le občasno.

Iz aktivnih rogov hrastovega strženarja smo konstantno izolirali ambrozija glivo *Raffaelea ambrosiae*, modrivke *Ophiostoma piceae*, *Ophiostoma piliferum* ter *Ophiostoma* sp. (anamorf *Hyalorhinocladiella*), kvasovko *Pichia* sp., zaprtotrošnico *Ascoidea* sp. in bakterije (Preglednica 1).

Preglednica 1: Razvojni stadiji in organizmi, izolirani iz rogov hrastovega strženarja (*P. cylindrus* Fabr.) v hrastu (*Quercus* sp.)

Table 1: *Developmental stages and organisms isolated from the tunnels of oak pinhole borer (P. cylindrus Fabr.) in oak (Quercus sp.)*

Datum izolacije Date of isolation	Razvojni stadij <i>P. cylindrus</i> Stage of <i>P. cylindrus</i>	Izolirani organizmi Isolated organisms
20.4.1994	Larve II st. in imagi	<i>Pichia</i> sp. <i>R. ambrosiae</i> <i>O. piceae</i> <i>Hyalorhinocladiella</i> <i>Ascoidea</i> sp. Bakterije

Datum izolacije Date of isolation	Razvojni stadij <i>P. cylindrus</i> Stage of <i>P. cylindrus</i>	Izolirani organizmi Isolated organisms
13.5.1994	Larve II st. in imagi	<i>Pichia sp.</i> <i>R. ambrosiae</i> <i>O. piceae</i> <i>O. piliferum</i> <i>Hyalorhinocladiella</i> <i>Ascoidea sp</i> Bakterije
2.6.1994	Larve II st., bube in imagi	<i>Pichia sp.</i> <i>R. ambrosiae</i> <i>O. piceae</i> <i>O. piliferum</i> <i>Hyalorhinocladiella.</i> <i>Ascoidea sp.</i> Bakterije <i>H. dematioides</i>
23.6.1995	Larve II st., bube in imagi	<i>Pichia sp.</i> <i>R. ambrosiae</i> <i>O. piceae</i> <i>O. piliferum</i> <i>Hyalorhinocladiella</i> <i>Ascoidea sp.</i> Bakterije <i>H. dematioides</i> <i>Trichoderma sp.</i> <i>Penicillium sp.</i>
4.8.1994	Larve II st., bube in imagi	<i>Pichia sp.</i> A+Z <i>R. ambrosiae</i> A+Z <i>O. piceae</i> A <i>O. piliferum</i> A <i>Hyalorhinocladiella</i> A <i>Ascoidea sp.</i> A Bakterije A+Z <i>H. dematioides</i> A <i>Trichoderma sp.</i> A+Z <i>Penicillium sp.</i> A+Z

Datum izolacije Date of isolation	Razvojni stadij <i>P. cylindrus</i> Stage of <i>P. cylindrus</i>	Izolirani organizmi Isolated organisms
6.9.1994	Bube in imagi	<i>Pichia</i> sp. A+Z <i>R. ambrosiae</i> A+Z <i>O. piceae</i> A <i>Hyalorhinocladiella</i> A <i>Ascoidea</i> sp. A Bakterije A+Z
6.9.1995	Bube in imagi	<i>Trichoderma</i> sp. A+Z <i>Penicillium</i> sp. A+Z <i>Coniophora</i> sp. Z

Legenda: A - aktivni rovi, Z - zapuščeni rovi

Legend: A - active tunnels, Z - abandoned tunnels

Iz rovvov, naseljenih s hroščem *X. monographus*, smo izolirali modrivki *Ophiostoma piceae* in *Ophiostoma* sp., glivo, podobno *Scedosporium*-u, kvasovko *Pichia* sp. ter bakterije (Preglednica 2). Kasneje se je v nekaterih aktivnih rovnih sistemih pojavile gliva, ki je preraščala samo v sterilni obliki in zato ni bila determinirana.

Preglednica 2: Razvojni stadiji in organizmi, izolirani iz rovnih sistemov malega črnega lesarja (*X. monographus* Fabr.) v lesu hrasta (*Quercus* sp.)

Table 2: Developmental stages and organisms isolated from the galleries of *X. monographus* in oak wood (*Quercus* sp.)

Datum izolacije Date of isolation	Razvojni stadij <i>X. monographus</i> Stage of <i>X. monographus</i>	Izolirani organizmi Isolated organisms
20.4.1994	Imagi	<i>Pichia</i> sp. <i>O. piceae</i> <i>Ophiostoma</i> sp. <i>Scedosporium</i> ? sp. Bakterije

Datum izolacije Date of isolation	Razvojni stadij <i>P. cylindrus</i> Stage of <i>P. cylindrus</i>	Izolirani organizmi Isolated organisms
13.5.1994	Imagi	<i>Pichia</i> sp. <i>O. piceae</i> <i>Ophiostoma</i> sp. <i>Scedosporium</i> ? sp. Bakterije
2.6.1994	Imagi	<i>Pichia</i> sp. <i>O. piceae</i> <i>Scedosporium</i> ? sp. Bakterije
23.6.1994	Imagi	<i>Pichia</i> sp. A+Z <i>O. piceae</i> A Bakterije A+Z <i>Trichoderma</i> sp. Z <i>Penicillium</i> sp. Z
4.8.1994	Zapuščeni rovi	Bakterije <i>Trichoderma</i> sp- <i>Penicillium</i> sp.
6.9.1995	Zapuščeni rovi	<i>Trichoderma</i> sp. <i>Penicillium</i> sp. <i>Coniophora</i> sp.

Legenda: A - aktivni rovi, Z - zapuščeni rovi

Legend: A - active tunnels, Z - abandoned tunnels

Nekateri rovi hrastovega strženarja in vsi rovi malega črnega lesarja so bili ob razkosanju 4.8. in 6.9.1994 že zapuščeni, kar pomeni, da je tam razvoj insekta že potekel do konca. Iz zapuščenih rovov smo poleg kvasovk in bakterij izolirali glive *Trichoderma* sp. in *Penicillium* sp. Nekateri rovi obeh hroščev so bili preraščeni z belim micelijem neidentificirane glive prostotrosonice, ki se je razraščala po skorji hlodovine in prodrla skozi vhodne odprtine v rove insektov. Les v okolici posameznih zapuščenih rovov je bil razkrojen z glivo iz rodu *Coniophora*. Iz zapuščenih rovov nismo izolirali gliv povzročiteljic modrenja lesa,

kar je morda posledica hitre rasti drugih gliv na gojišču in onemogočanje rasti modrivk ali pa gre hkrati tudi za antagonistično delovanje tako *in vivo* kot *in vitro*.

4 DISKUSIJA

Na začetku raziskav simbiotskih odnosov med ambrozija hrošči in glivami je prevladovalo mnenje, da ima vsak ambrozija hrošč specifično simbiotsko glivo, s katero se prehranjuje (Francke-Grosmann 1956, Batra 1963). Številne raziskave odnosov med insekti in glivami zadnjih let pa kažejo, da ambrozija hrošči ne živijo v simbiozi le z ambrozija glivami (Baker 1963, Norris 1965, Baker in Norris 1968, Kinuura in sod. 1991, Kajimura in Hijii 1992, Babuder in Pohleven 1993). Na podlagi izolacij iz rogov hroščev in samih hroščev so dokazali, da obstaja kompleksna skupnost različnih organizmov (kvasovke, kvasovkam podobne glive, modrivke, bakterije), ki vstopajo v simbiotske odnose. Do razvoja simbioze med hroščem in posameznimi organizmi je prišlo v razvoju več tisoč generacij z eliminacijo antagonizma med ektosimbionti in razvojem v smer sinergizma med njimi. Poskusi *in vitro* in *in vivo* so pokazali, da skupnost simbiotov, ne samo ambrozija glive, služi za prehranjevanje ambrozija hroščev.

V raziskavi smo ugotavljali razvojne stadije dveh ambrozija hroščev v hrastovi hlodovini in njihove simbiotske organizme. Življenjski cikel in simbiotske organizme hrastovega strženarja in malega črnega lesarja so ugotavljali že mnogi avtorji, vendar so njihovi rezultati različni. Obsežno raziskavo biologije in bioekologije hrastovega strženarja in njegovih simbiotskih gliv je opravil Baker (1963), ki je iz rogov in s površine insekta sukcesivno izoliral predvsem štiri vrste gliv ter jih označil kot ambrozija glive hrastovega strženarja. Primarna ambrozija gliva je iz rodu *Sporothrix* (= *Raffaelea ambrosiae*), ki pa se pojavi šele mesec dni po oblikovanju rogov oz. v času ovipozicije. V tem času je izoliral tudi glivo *Cephalosporium* sp., za katero je bilo značilno, da je bila najbolj pogosto izolirana ambrozija gliva in je najboljše preraščala na gojišču. Filamentozna kvasovka *Endomycopsis* se je prva pojavila v rovih strženarja in je bila

dominantna do časa ovipozicije. V drugem letu hroščevega razvoja pa se je pojavila kvasovka *Candida* sp. Vse štiri glive formirajo kompleks ambrozija gliv, s katerim se prehranjujejo larve in imagi hrastovega strženarja. Iz vhodnih rovov, v starih rovih in iz lesa v bližini rovov je izoliral tudi glive modrivke, ki lahko v teh delih postanejo dominantnejše od ambrozija gliv. Vendar pa Baker (1963) meni, da modrivke predstavljajo le manjši del hrane strženarja. Modrivke, ki jih je pogosto izoliral, so bile *Ceratocystis piceae*, *C. pluriannulata* in *C. piliferum*. Poleg njih je iz rovov občasno izoliral še *Coryne sarcoides*, različne vrste iz rodu *Penicillium*, *Paecilomyces varioti*, *Fusarium* sp., *Stysanus* sp., *Botrytis* sp., *Trichoderma viride*, glive iz reda Mucorales, in različne vrste gliv pravih razkrojevalk lesa. Slednje so bile le redko izolirane iz rovov, naseljenih s hrošči, čeprav so okužile les v okolici rovov. Verjetno gre za antagonizem med njimi.

Georgescu in sod. (1945) omenjajo delovanje različnih dejavnikov (nepropustnost in erozija tal, suša), ki negativno vplivajo na odpornost različnih vrst hrasta na napad ksilomicetofagnih insektov. Mikroorganizmi, ki so jih izolirali iz rovov hrastovega strženarja, sta bili modrivki *Ophiostoma valachicum* in *O. roboris* ter bakterija *Bacterium quercus*. Uchastnova (1985) je iz rovov hrastovega strženarja in malega črnega lesarja v hrastu *Quercus castaneifolia* izolirala sedem različnih gliv. Po njenem mnenju je ambrozija gliva hrastovega strženarja gliva iz rodu *Sporothrix*, ambrozija gliva malega črnega lesarja pa je *Penicillium* sp.

V naši raziskavi smo od gliv, ki jih imajo drugi avtorji za ambrozija glive hrastovega strženarja, izolirali le glivo *Raffaelea ambrosiae*. Baker (1963) poudarja, da lahko hitrejša rast gliv modrivk na gojišču onemogoči uspešno izolacijo ambrozija gliv. Verjetno je to glavni razlog, da smo izolirali samo eno ambrozija glivo. Kvasovke (*Pichia* sp.), bakterije in gliva *R. ambrosiae* so edini organizmi, ki smo jih konstantno izolirali skozi ves razvojni cikel hrastovega strženarja, iz aktivnih in tudi iz zapuščenih rovov. Glive modrivke smo izolirali samo iz aktivnih sistemov, medtem ko smo glivi *Trichoderma* sp. in *Penicillium* sp. izolirali konec junija iz zapuščenih in iz aktivnih rovov.

Iz rogov malega črnega lesarja smo izolirali manjše število gliv. Schedl (1964), ki je natančno obdelal biologijo in bioekologijo hrošča *X. monographus*, poudarja, da je njegova ambrozija gliva iz rodu *Mortierella*. Podobno kot pri hrastovem strženarju smo modrivke izolirali samo iz rogov, naseljenih s hrošči. Iz zapuščenih in nekaterih aktivnih rogov smo izolirali glivi *Trichoderma* sp. in *Penicillium* sp. Gliva iz rodu *Coniophora* in nedoločena prostotrosnica sta preraščali izključno zapuščene rovne sisteme.

5 POVZETEK

Iz rovnih sistemov hrastovega strženarja (*P. cylindrus* Fabr.) in malega črnega lesarja (*X. monographus* Fabr.) v hrastovem lesu (*Quercus* sp.) smo v različnih obdobjih izolirali številne vrste mikroorganizmov. Vrstna raznolikost gliv in pojavljanje v določenih časovnih obdobjih opredeljujejo njihovo vlogo pri razvoju ambrozija hroščev. Od ambrozija gliv, ki jih omenjajo avtorji (Baker 1963, Schedl 1964, Uchastova 1985) pri obeh hroščih, smo izolirali le glivo *Raffaelea ambrosiae* pri hrastovem strženarju. Izolacija predvsem različnih vrst gliv modrivk iz aktivnih rogov ambrozija hroščev kaže, da imajo le te morda večjo vlogo pri razvoju in prehranjevanju različnih razvojnih stadijev insektov, kot so dosedaj mislili. Rove, v katerih je razvoj insektov potekel že skoraj do konca ali so zapuščeni kratek čas, naselijo najprej glive plesni ali glive, za katere je značilna nizka sposobnost razkroja lesa. Kasneje se v sukcesiji gliv v rovih ambrozija hroščev pojavijo glive prave razkrojevalke lesa, ki hitreje in globlje prodrejo v les in ga dodatno razvrednotijo.

6 SUMMARY

From the galleries of oak pinhole borer (*P. cylindrus* Fabr.) and ambrosia beetle *X. monographus* (Fabr.) in oak wood (*Quercus* sp.) numerous kinds of microorganisms were isolated. Different species of fungi and their successive appearance determine their role and importance for the development of

ambrosia beetles. From ambrosia fungi of both ambrosia beetles reported by different authors fungus *Raffaelea ambrosiae* mentioned in association with *P. cylindrus* was only isolated. The isolation of different blue-stain fungi from active tunnels of ambrosia beetle has proved that the role of staining fungi in the development and feeding habits of different developmental stages of insects may be more significant than it has been thought up till now. Pinholed wood abandoned by ambrosia beetles is first occupied by molds or fungi with low-degrading ability. Later in succession white and brown rot fungi appear and faster penetrate in wood through the tunnels, thus additionally devaluating it.

7 VIRI

BABUDER, G./ POHLEVEN, F. 1993. Simbiotske glive progastega lestvičarja *Xyloterus lineatus* (*Trypodendron lineatum*) Ol. (Coleoptera, Scolytidae).- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 41, s. 99-110.

BABUDER, G./ POHLEVEN, F. 1995. Evaluation of fungi isolated from the galleries of the striped ambrosia beetle *Xyloterus lineatus* (Ol.) (Col., Scolytidae).- IRG/WP 95 - 10092.

BAKER, J.M. 1963. Ambrosia beetles and their fungi, with particular reference to *Platypus cylindrus* Fab.- Symp. Soc. Gen. Microbiol., 13, s. 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, s. 246-250.

BALLARD, R.G./ WALSH, M.A. 1984. The penetration and growth of blue-stain fungi in the sapwood of lodgepole pine attacked by mountain pine beetle.- Can. J. Bot., 62, s. 1724-1729.

- BATRA, L.R. 1963. Ecology of ambrosia fungi and their dissemination by beetles.- Trans. Kansas Acad. Sci., 66, s. 213-236.
- FERREIRA, M.C./ FERREIRA, G.W.S. 1989. *Platypus cylindrus* F. (Coleoptera, Platypodidae), a pest of *Quercus suber* L.- Bollet. de San. Veget., 15, 4, s. 301-306.
- GARRETT, S.D. 1963. Soil fungi and soil fertility.- Oxford, London, Paris and Frankfurt: Pergamon Press.
- HAANSTAD, J.O./ NORRIS, D.M. 1985. Microbial symbiotes of the ambrosia beetle *Xyloterinus politus*.- Microb. Ecol., 11, s. 267-276.
- KÄÄRIK, A. 1960. Growth and sporulation of *Ophiostoma* and some other blueing fungi on synthetic media. - Symbolae botanicae Upsalienses XVI: 3.
- KAJIMURA, H./ HIJII, N. 1992. Dynamics of the fungal symbionts in the gallery system and the micangia of the ambrosia beetle, *Xylosandrus mutilatus* (Blandford) (Coleoptera: Scolytidae) in relation to its life history.- Ecol. res., 7, s. 107-117.
- KINUURA, H./ HIJII, N./ KANAMITSU, K. 1991. Symbiotic fungi associated with the ambrosia beetle, *Scolytoplatypus mikado* Blandford (Coleoptera: Scolytidae) - Succession of the flora and fungal phases in the gallery system and the mycangium in relation to the developmental stages of the beetle. - J. Jpn. For. Soc., 73, s. 197-205.
- NORRIS, D.M. 1965. The complex of fungi essential to the growth and development of *Xyleborus sharpi* in wood.- Mat. Organ., Beih. 1, s. 523-529.
- SCHEDL, W. 1964. The biology of *Xyleborus monographus*. - Z. angew. Ent., 53, 4, s. 411-428.

- TITOVŠEK, J. 1988. Podlubniki (Scolytidae) Slovenije. Obvladovanje podlubnikov.- Ljubljana, Gozdarska založba.
- TROYA, M.T./ NAVARRETE, A. 1989. Blue-stain fungi (*Ceratocystis* spp.) found in Spain on pine woods.- IRG/WP/1410
- UCHASTOVA, L.N. 1985. The complex of fungi associated with the galleries of *Platypus cylindriciformis* Rtt. and *Xyleborus monographus*.- Biolog. nauki, 2, s. 47-50.
- VASIĆ, K. 1971. Zaštita drveta-Ksilofagni insekti.- Beograd, Naučna knjiga.