

GDK: 416.1:176.1 *Quercus* spp. (045)

HRASTI - *Quercus* spp.

OAKS - *Quercus* spp.

BOLEZNI LISTJA

DISEASES OF LEAVES

Microsphaera alphitoides, *Discula quercina*, *Tubakia dryina*

Dušan JURČ¹

Izvleček

Jurc, D.: Hrasti. Bolezni listja. *Microsphaera alphitoides*, *Discula quercina*, *Tubakia dryina*. Gozdarski vestnik, 64/2006, št. 10. V slovenščini, z izvlečkom v angleščini, cit. lit. 28. Prevod v angleščino: avtor. Lektura angleškega besedila: Jana Oštir.

Prikazane so najpogostejše bolezni listov hrastov v Sloveniji. Najpomembnejša je hrastova pepelovka (*Microsphaera alphitoides*), ki predvsem prizadene dob in graden. Podrobno sta opisana anamorf in teleomorf glive, simptomi bolezni ter ekološki dejavniki, ki vplivajo na razvoj bolezni. Predstavljene so možnosti kontrole bolezni s kemičnimi sredstvi in najnovejša dognanja v zvezi z biološko kontrolo, ki temelji na uporabi glive *Ampelomyces quisqualis*. Opisani sta bolezni hrastovih listov, ki jih povzročata endofitni glivi *Discula quercina* in *Tubakia dryina*, ki se splošno pojavljata v Sloveniji, vendar ne ogrožata hrastov.

Ključne besede: hrasti, *Quercus* spp., bolezni listja, *Microsphaera alphitoides*, *Discula quercina*, *Tubakia dryina*, *Ampelomyces quisqualis*, Slovenija

Abstract

Jurc, D.: Oaks. Diseases of leaves. *Microsphaera alphitoides*, *Discula quercina*, *Tubakia dryina*. Gozdarski vestnik, Vol. 64/2006, No. 10. In Slovene, with abstract in English, lit. quot. 28. Translated into English by the author. English language editing by Jana Oštir.

The most frequent diseases of oaks leaves in Slovenia are presented. Most important is oak mildew (*Microsphaera alphitoides*), which affects above all pedunculate oak and sessile oak. Accurately are presented anamorph and teleomorph, symptoms of the disease and ecological factors which influence the disease development. Possibilities of chemical control of the disease are described and the most recent findings in connection with biological control, which is based upon use of the fungus *Ampelomyces quisqualis*. Described are also diseases caused by two endophytic fungi *Discula quercina* and *Tubakia dryina*, which occur commonly throughout Slovenia but they do not affect oaks seriously.

Key words: oaks, *Quercus* spp., diseases of leaves, *Microsphaera alphitoides*, *Discula quercina*, *Tubakia dryina*, *Ampelomyces quisqualis*, Slovenia

ŠIFRA: 51, 52, 53, 78, 79-3.02-2-005/G

HRASTOVA PEPELOVKA

(*Microsphaera alphitoides* Griffon & Maubl. (1912), teleomorf)

Anamorf: *Oidium alphitoides* Griffon & Maubl., (1910), *Oidium quercinum* (Mesnier) Thüm. (1878)

Taksonomska uvrstitev:

Erysiphaceae (pepelarke), Erysiphales (pepelarji), Erysiphomycetidae (pepelarice), Ascomycetes (mešičkovnice), Ascomycota (zaprtotrosnice), Fungi (glive) (KIRK et al. 2001)

Oznaka bolezni

Hrastova pepelovka je gospodarsko najpomembnejša bolezen hrastovih listov in pogosto onemogoči pomlajevanje hrastov v sestojih, ker se mladice posušijo. Močne vsakoletne okužbe listja lahko skupaj z drugimi škodljivimi dejavniki (najpogosteje ličinke žuželk obzirajo listje) povzročijo propad odraslih hrastov.

Opis glive

Podrazred pepelarič obsega 1 red, red pepelarjev obsega 1 družino in družina pepelark obsega 13

¹ Doc. dr. D. J., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SLO

rodov in 494 vrst (KIRK et al. 2001). Pepelarice povzročajo bolezni rastlin, ki jih imenujemo pepelovke. Značilnost teh gliv je površinski micelij, torej se podgobje ne razrašča v notranjosti gostitelja kot je to običajno pri zajedavskih glivah, ampak je večina telesa glive na površini gostiteljske rastline (Slika 1, slika 2). Po mestu rasti na gostiteljski rastlini jih označujemo kot ektoparazite (endoparaziti pa so tisti paraziti, ki živijo v gostitelju). Hife so prosojne in podgobje opazimo s prostim očesom kot belo ali sivkasto prevleko listov in včasih tudi poganjkov in po tej značilnosti je bolezen dobila ime pepelovka. Površinsko razrasle hife prodirajo v gostiteljeve celice povrhnjice s posebnimi hifami, ki jih imenujemo havstorije (sesalne hife). Z njimi pridobivajo hrano iz celic svojega gostitelja, vendar jih ne poškodujejo močno in parazitirane celice povrhnjice ostanejo dolgo časa žive. Kmalu po spomladanski okužbi gostitelja in začetnemu razvoju površinskega micelija se oblikuje anamorf (nespolna razmnoževalna oblika), ob koncu vegetacijske dobe pa teleomorf (spolna razmnoževalna oblika). Ta prezimi in spomladi sprosti trose, ki povzročijo primarne okužbe.

Glive pepelarice lahko živijo samo na živem gostitelju in jih imenujemo obligatni biotrofni

paraziti. To pomeni, da jih ne moremo gojiti v hranilnih gojiščih v laboratoriju in se v naravi ne razvijajo kot gniloživke (saprobi) na odmrlih ostankih rastlin (kot večina drugih gliv). Poleg pepelovk so obligatne biotrofne glive še rje (Uredinales, deblo Basidiomycotina) in peronospore (Peronosporales, deblo Oomycota). Ker so popolnoma odvisne od žive rastline imajo pepelarice posebne strukture in mehanizme, ki zagotavljajo, da svojega gostitelja življenjsko ne ogrozijo. Hrastova pepelovka odstopa od tega splošnega pravila verjetno zaradi tega, ker je bila prinešena od drugod, evolucijsko se je razvijala na drugem gostitelju in zato nanj ni prilagojena – poškoduje in ogroža ga bolj kot druge pepelovke svoje gostitelje. Havstorij je specializirana hifa, ki je namenjena prehrani parazita. Ima značilno obliko za posamezno vrsto glive, navadno je na različne načine razvejan ali ima mehurčasto obliko. Razraščen je v celici povrhnjice, vendar prodira le skozi celično steno, ne pa skozi celično membrano in nima neposrednega stika z celičnim sokom (citoplazmo). Povzročča neobičajne in močne spremembe v celicah – metabolizem okužene celice se poveča (dihanje 2-4×), dotok hranil se poveča (dotok aminokislin je 3× večji v okužena tkiva



Slika 1. Hrastove liste prerašča površinsko podgobje glive *Microsphaera alphitoides* (Foto D. Jurc)
 Fig. 1. Superficial mycelium of *Microsphaera alphitoides* overgrows oak leaves

Slika 2. Vršni poganjek doba v gozdni drevesnici je okužila hrastova pepelovka, nekateri listi odmirajo (Foto D. Jurc)

Fig. 2. Terminal shoot of pedunculate oak in forest nursery is infected with oak mildew, some leaves are dying out



kot v zdrava tkiva), prične sintetizirati snovi, ki jih potrebuje gliva in gliva naglo spreminja hraniva v snovi, ki jih gostitelj ne more uporabiti (iz saharoze, glavnega produkta fotosinteze, sintetizira trehalozo, glikogen, arabitol ali manitol – snovi, ki jih višja rastlina ne more uporabiti, gliva pa jih lahko). Na ta način postane okuženo mesto ponor hranil, list ne proizvaja več hranil za drevo ampak jih uporabi gliva. Zdravi listi oddajo drevesu več kot 80 % fotosintatov, v močno okužene pa hranila celo dotekajo. Te procese usmerjajo rastlinski hormoni (predvsem citokinini in avksini) in ni še znano ali jih sintetizira gliva ali pa gliva le kontrolira razgradnjo tistih, ki jih sintetizira rastlina. Stranski učinek spremenjenega hormonalnega ravnotežja je gubanje, zvijanje in rastne nepravilnosti okuženih listov. Zanimivo je tudi spreminjanje količine

klorofila v okuženih listih. Po vdoru parazita se količina klorofila zmanjša, kloroplasti so manjši in imajo poškodovane membrane, zato okuženo mesto porumeni (postane klorotično). Kasneje pa se v bližnjih neokuženih delih lista poveča število kloroplastov in tudi ta pojav je verjetno posledica hormonalnih sprememb (HUDSON 1986).

Anamorf

Anamorf ne oblikuje posebnih trosišč. Konidiji (nespolni trosi) nastajajo na posamičnih trososcih (konidioforih) v velikem številu kjerkoli na podgobju. Hifa prične rasti pravokotno na površino lista in podgobja, v njej se oblikuje prečna stena in nastane posamični tros. Ko ta odpade, se oblikuje novi in tak način nastajanja trosov imenujemo bazipetalni način, to je tako, da



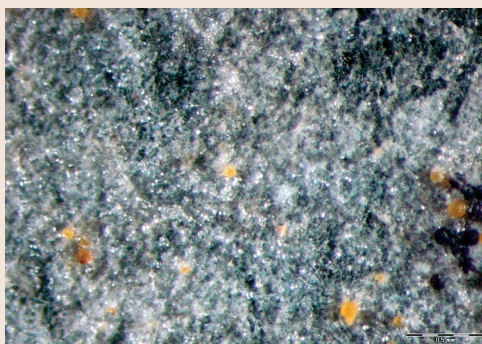
Slika 3. Dva trosonosca s sodčkastima oidijema, tretji oidij je sproščen (črta=20 μm) (Foto D. Jurc)
 Fig 3. Two conidiophores with barrel shaped oidia, one oidium is loosened (bar=20 μm)

je na koncu trosonosca najstarejši tros, sledi mu mlajši. Pri nekaterih pepelovkah zreli konidiji ne odpadejo takoj, ampak ostanejo na konidioforu nanizani v daljši ali krajši verižici. Zaradi načina nastanka s prečno rastjo stene ima konidij značilno sodčkasto obliko: sploščena konca in izbočena vzdolžna stena. Konidij take oblike se imenuje oidij in tudi rodovno latinsko ime anamorfa je *Oidium*. Trosonosec je sestavljen iz bazalne celice velike 15-30×6-9 μm, nato ji sledijo 1-3 kratke celice in zadnja oblikuje konidij. Ta običajno takoj po nastanku odpade in pri mikroskopskem pregledu običajno opazimo en terminalni oidij (slika 3, slika 4). Oidiji so prosojni, brezbarvni, veliki 25-40×13-23 μm. Oblikujejo se v velikem številu v teku celotne vegetacijske dobe. Ko podgobje oblikuje oidije izgleda kot posuto s pepelom oz. z moko, če pa oidije ne oblikuje, je gladko. Z binokularjem opazimo pri velikih povečavah (50-100×) posamične konidije kot svetleče bele pike (slika 5).

Velikost konidijev pepelavic je različna na različnih mestih nastanka (npr. na zgornji ali spodnji površini istega lista), v različnih rastnih razmerah (npr. v bolj ali manj vlažnem okolju), na različnih gostiteljih in v različnih letnih časih (BRAUN 1987). Kljub temu je pogosto mogoče določiti vrsto pepelavice, čeprav je razvit le anamorf.



Slika 4. Trosonosec z mladim, nerazvitim oidijem (črta=20 μm) (Foto D. Jurc)
 Fig. 4. Conidiophore with young, undeveloped oidium (bar=20 μm)



Slika 5. Z binokularno lupo pri veliki povečavi opazimo konidije kot svetleče pike (črta=0,5 mm) (Foto D. Jurc)
 Fig. 5. With high magnification binocular magnifier the conidia are seen as bright dots (bar=0,5 mm)

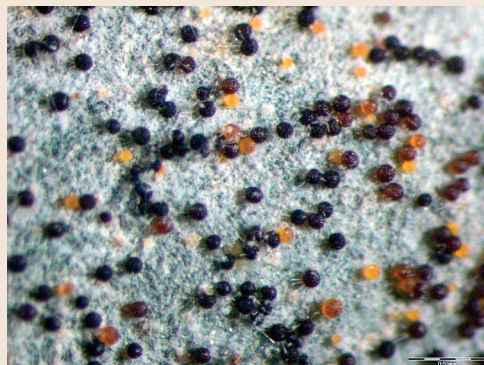
Teleomorf

V naših klimatskih razmerah se teleomorf oblikuje jeseni, če pa je poletje vroče, pa že ob koncu avgusta ali v začetku septembra. Na belem do sivem podgobju opazimo s prostim očesom številne črne pike (slika 6). Vsaka pika je okroglo trosišče, ki nima odprtine in v njem nastajajo aski z askosporami. Tako trosišče imenujemo kleistotecij. Najprej nastajajo na najstarejših delih podgobja, nato na mlajših. Včasih so na redko posejani na podgobju, posamični, v drugih primerih so razviti množično, po celi okuženi površini lista ali v večjih ali manjših skupinah. Nerazviti kleistoteciji so rumeni, nato se povečujejo, porjavijo in zreli so črni (slika 7). Njihov premer je 70-180 μm. Stena kleistotecija je sestavljena iz nepravilnih, črnih ali rjavih več kotnih celic, ki imajo premer 8-30 μm (slika 8). Na obodu kleistotecija izrašča 4-28 priveskov, največkrat pa jih je 8-18. Priveski so prosojni, brezbarvni, eno ali več celični, na



Slika 6. Na površinskem podgobju se oblikujejo drobni, črni kleistoteciji glive *M. alphitoides* (črta=5 mm) (Foto D. Jurc)

Fig. 6. Minute black cleistothecia of *M. alphitoides* are formed on superficial mycelium (bar=5 mm)



Slika 7. Z binokularno lupo pri veliki povečavi so nezreli kleistoteciji rumeni, odrasli so črni (črta=0,5 mm) (Foto D. Jurc)

Fig. 7. With high magnification binocular magnifier unripe cleistothecia are yellow, ripe are black (bar=0,5 mm)



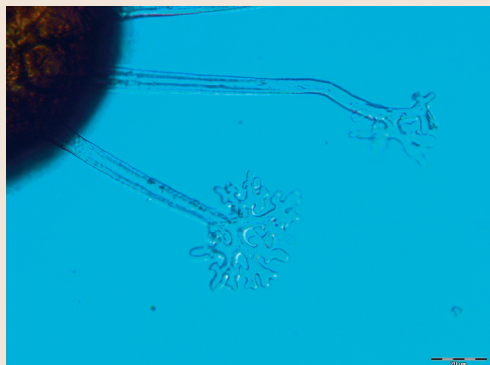
Slika 8. Kleistotecij ima raztrgano steno, v njem so aski, celice stene so večkotne, na obodu izražajo dihodomno razvejani priveski (črta=50 μ m) (Foto D. Jurc)

Fig. 8. The wall of cleistothecium is ruptured, inside are asci, wall cells are polygonal, appendages equatorial, dichotomously branched (bar=50 μ m)

vrhu 4-6 krat dihodomno razvejani in 0,5-2 krat toliko dolgi kot je premer kleistotecija (slika 9). V kleistoteciju je 5-16 askov, ki so ovalni, s pecljem ali brez njega (slika 10). Veliki so 45-80 \times 30-55 μ m. Vsak ask vsebuje 4-8 askospor, večinoma

jih ima 8. Askospore so ovalne, prosojne, velike 14-26 \times 9-15 μ m (slika 11).

Opisane značilnosti teleomorfa omogočajo razlikovanje od drugih pepelovk. Pomembne značilnosti za determinacijo obsegajo dolžino, število,



Slika 9. Priveski so prosojni, na koncih dihotomno razrasli (črta=20 μm) (Foto D. Jurc)

Fig. 9. Appendages are hyaline, they are dichotomously branched at the tips (bar=20 μm)



Slika 10. Ask s kratkim pecljem in nezrelimi askosporami, ob njem dve sproščeni askospori (črta=20 μm) (Foto D. Jurc)

Fig. 10. Short stalked ascus with unripe ascospores, besides are two liberated ascospores (bar=20 μm)



Slika 11. Zrele askospore (črta=20 μm) (Foto D. Jurc)

Fig. 11. Ripe ascospores (bar=20 μm)

septiranost in razvejanost priveskov (nekateri so drugače razvejani, npr. so kljukasto ali spiralno zaviti), velikost in zgradbo kleistotecijev (npr. oblika in velikost celic stene), askov (število, velikost, oblika), askospor (število v asku, velikost) (BRAUN 1987). Hraste lahko pri nas okužijo tudi druge vrste pepelovk (MAČEK 1975 in 1983), npr. *Microsphaera hypophylla* Nevod. (1952) in *Phyllactinia roboris* (Gachet) S. Blumer (1933), vendar njihovo pojavljanje nima gospodarskega pomena in z ukrepanjem proti hrastovi pepelovki ukrepamo tudi proti drugim pepelovkam na hrastih.

Opis bolezni

Gostitelji in razširjenost

Na splošno velja, da so posamezne vrste pepelarične sposobne okužiti in povzročiti bolezen le na majhnem številu vrst gostiteljev. Tudi hrastova pepelovka je tak primer (BUTIN 1995, NEF / PERRIN 1999). Gliva okuži predvsem dob (*Quercus robur* L.) in graden (*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.) in na teh dveh drevesnih vrstah povzroča velike gospodarske škode. Redko okuži še druge vrste samoniklih hrastov pri nas in jih ne prizadene močno. Še redkeje jo najdemo pri nas na listih ameriških vrst hrastov (npr. *Quercus rubra*, *Q. alba*) in značilno je, da gliva na teh gostiteljih oblikuje anamorf, nikoli pa teleomorfa. Poleg drevja iz rodu *Quercus* so jo našli še na navadni bukvi (*Fagus sylvatica* L.) ter na drevju iz rodov *Acer*, *Aesculus*, *Castanea* in *Cotinus* (BRAUN 1987). Kljub številnim zgoraj navedenim gostiteljem pa sta praktično samo dob in graden pomembna gostitelja bolezni. Slaba stran ozke specializacije je naglo širjenje bolezni v zanj ugodnih razmerah v gostih monokulturah (npr. v gozdnih drevesnicah ali čistih nasadih), dobra pa v tem, da je oteženo njeno širjenje v med seboj oddaljenih sestojih, v kolikor v gozdu med temi sestoji ni dovolj gostiteljev.

Bolezen je bila prvič najdena v Evropi leta 1907 v Franciji in se je v tipični epifitociji nato razširila po celem kontinentu. Ni znano, kje je njena domovina in na katerih gostiteljih se je evolucijsko razvila. Številne vrste iz rodu *Microsphaera* so razširjene v Aziji na velikem številu gostiteljev. V Severni Ameriki je zelo redka in ameriške vrste hrastov so na bolezen precej odporne, zato nekateri domnevajo, da izvira iz Severne Amerike (MAČEK 1983, JOHANSSON 2001). Danes je njena razširjenost splošna, obsega celotno Evropo

in Azijo in vnešena je bila v Severno in Južno Ameriko, Južno afriško republiko, Avstralijo in Novo Zelandijo (BRAUN 1987).

Pri nas je hrastova pepelovka splošno razširjena v nižinskih hrastovih gozdovih (npr. GGO Brežice) povzročča močno, vsakoletno obolenost dobovega mladja. Sejanke in presajenke zaradi bolezni množično propadajo in pogosto je onemogočena naravna obnova sestojev in obnova s sajenjem.

Simptomi

Glivo povzročiteljico bolezni zlahka prepoznamo v vseh razvojnih oblikah. Kmalu po okužbi se spomladi na zgornji strani mladih listov in na mladih, hitro rastočih poganjkih pojavijo majhne klorotične pege. Nato se razvije površinsko podgobje glive v obliki prosojnih okroglih belih lis. Lise se počasi povečujejo in združujejo in lahko prekrijejo celotno hrbtno in trebušno stran listov. Na mladih, močno okuženih listih lahko že v zgodnjih fazah bolezni deli listne površine odmrejo, pogosteje pa postanejo klorotični in nekateri se nepravilno razraščajo, postanejo nagubani ali zviti. Odmiranje in zvijanje listov lahko povzroči tudi simultana okužba pepelovke in sive plesni (*Botrytis cinerea* Pers. (1794)) (BUTIN 1995). Ko gliva prične oblikovati konidije (anamorf), izgleda površina belih lis podgobja na površini listov kot posuta z moko. V kasnejših fazah bolezni lahko listi predčasno odpadajo, še posebno tisti, ki imajo nekrotične pege. Poleg listov se površinsko podgobje razrašča tudi na poganjkih. Ti ne dozoriijo in ne olesenijo normalno in močno okuženi običajno pozimi odmrejo. Konidije oblikuje gliva v ugodnih razmerah hitro in množično, zato se bolezen v vsej vegetacijski dobi naglo širi. Stari, razviti listi navadno niso občutljivi na nove okužbe, posebej močno pa so občutljivi mladi kresni poganjki, ki na hrastih odženejo enkrat ali celo dvakrat po obdobju prve spomladanske rasti, še posebej v primerih, ko drevesa rastejo na s hranili dobro oskrbljenih in vlažnih rastiščih. Redni pa so kresni poganjki po golobrstih, ki jih na hrastih povzročajo ličinke številnih vrst žuželk. Vsi kresni poganjki so običajno okuženi in običajno do naslednje spomladi tudi vsi propadejo zaradi okužbe s hrastovo pepelovko. V vročih poletjih se trosišča glive (kleistoteciji, teleomorf) pojavijo ob koncu poletja, najpogosteje pa jeseni in jih vidimo s prostim očesom kot drobne črne pike na belem do sivem podgobju.

Vpliv ekoloških dejavnikov na razvoj bolezni

Glavni dejavniki, ki vplivajo na jakost bolezni so lastnosti gostiteljske rastline, vlažnost in temperatura ter sestojne razmere.

Iz Hrvaške poročajo, da so pozno cvetoči različki doba (*Quercus robur* var. *tardiflora* Čern.) bolj dovzetni za okužbo s hrastovo pepelovko kot populacije hrastov, ki brstijo pred njimi. Pozno cvetoči različki brstijo dva do tri tedne pozneje in njihovi listi so mlajši in s tem bolj dovzetni za okužbo v času, ko je v zraku že množica oidijev (HALAMBEK et al. 1996).

Gliva *Microsphaera alphitoides* je dobro prilagojena na močno izsušitev. Za razliko od drugih gliv se pepelarke bolje razvijajo na suhih, osončenih delih rastlin in v suhem in sončnem vremenu. Zato so običajno bolj okužena samostojna drevesa izven sestojev, drevesa na robu sestoja in dominantna drevesa, ki imajo osončen velik del krošnje. Mladi poganjki in listi so bolj dovzetni za bolezen kot stari. Zaradi bolezni so zato bolj ogrožena mlada drevesa in sejanke, ki imajo večji delež mladih tkiv kot odraslo drevo. Mlada okužena drevesa tudi prej podležejo bolezni kot odrasla drevesa, če jih herbivori še dodatno poškodujejo. Zaradi vseh teh razlogov so mlada drevesca in sejanke še posebej občutljiva na okužbo s hrastovo pepelovko in okužena množično odmirajo. Nekateri avtorji ugotavljajo, da lahko visok zeliščni sloj, ki prekriva hrastove sejanke (ali posejana zelišča npr. *Lupinus*), deluje kot prepreka za trose, ki jih prenaša zrak. Zato visok zeliščni sloj ustvarja manj ugodne razmere za okužbo in razvoj hrastove pepelovke (JOHANSSON 2001). Po drugi strani pa poročajo, da je pri nizkih svetlobnih vrednostih pri tleh v gostem hrastovem sestoju prišlo do množičnega odmiranja hrastovega pomladka, ki je bil okužen s hrastovo pepelovko (BOBINAC et al. 2000). Zato je, vsaj kar zadeva hrastovo pepelovko, pomlajevanje hrastov uspešnejše v sestojih, ki nimajo sklenjenih krošenj.

Množice zrelih kleistotecijev preživijo zimo na odpadlem hrastovem listju. Spomladi vsrkavajo vodo, aski se povečujejo in stena kleistotecija se raztrga. Aski sprostijo askospore, te zajame veter in odnese na mlade, brsteče poganjke. Tu povzročijo primarne okužbe. Vendar so te okužbe redke, nepomembne za nastanek močnih okužb sestojev (veliko kleistotecijev je prekritih z drugimi listi v stelji, njihove trose veter ne more prena-

šati). Mnogo pogosteje mlado listje in poganjke okuži podgobje glive, ki prezimi pod luskolisti hrastovih brstov. Ob brstenju podgobje zraste na površino listov, ki se jih dotikajo luskolisti, in jih okuži. Že v nekaj dneh se na okuženih listih pričnejo oblikovati oidiji, te raznaša veter in lahko ustvarjajo nove okužbe. Te okužbe imenujemo sekundarne okužbe. Fruktifikacijski čas (čas od nastanka okužbe do pojava razmnoževalnih enot) je pri hrastovi pepelovki le tri dni, kar je izredno kratek čas v primerjavi z drugimi patogeni. Razrast micelija iz brstov pospešuje vlažno in hladno vreme, za kalitev konidijev in uspešno okužbo poleti pa je najugodnejše vlažno in toplo vreme. Voda v obliki kapljic niti ni pogoj za kalitev konidija in okužbo, dovolj je visoka relativna zračna vlaga (MAČEK 1983). Za razrast površinskega podgobja na listu ter za raznašanje oidijev pa je ugodno suho in toplo vreme. Pozne pomladanske pozebe povečujejo okuženost ker zmanjšajo odpornost gostitelja. Na Hrvaškem so ugotovili veliko odvisnost jakosti in površine obolelih hrastovih sestojev od vremenskih razmer. V poletjih, ko so se izmenjevala obdobja toplega in vlažnega vremena z obdobji s suhim vremenom (1991, 1994), je bilo več kot 50.000 ha hrastovih sestojev okuženih z jakostjo 65%, ko pa vremenske razmere niso bile ugodne za razvoj pepelovke, pa je bilo okuženih pribl. 8.000 ha s 50% jakostjo (HALAMBEK et al. 1996). Zaradi kompleksnosti dejavnikov, ki omogočajo ali pospešujejo pojav bolezni, je zelo težko napovedati epidemijo hrastove pepelovke in težko predvideti najustreznejši čas za zatiranje s kemičnimi sredstvi (NEF / PERRIN 1999).

Tla, bogata z dušikom povzročijo bujno rast, večjo količino mladih, občutljivih tkiv, močnejše odganjanje kresnih poganjkov in so zato ugodna za razvoj hrastove pepelovke. Taka tla so pogosto v gozdnih drevesnicah, kjer pospešuje okužbo še gosta sadnja, saj trosi med gosto sajenimi sadikami z večjo verjetnostjo prispejo na neokužene liste ali rastline. Poleg tega v gozdnih drevesnicah ob suši zalivajo in pepelovka ima tam idealne razmere za razvoj.

Zanimiva je ugotovitev, da na jakost bolezni vpliva tudi onesnaženje zraka s polutanti. V predelih z visokimi koncentracijami žveplovega dioksida so okužbe manj intenzivne kot v predelih s čistim zrakom (BUTIN 1995).

Ukrepi

Kontrola s kemičnimi sredstvi

Ker je nemogoče predvideti epidemijo hrastove pepelovke, je težko določiti najustreznejši čas za pričetek škropljenja. Začetne stopnje bolezni so zelo neopazen, ko pa se jasni simptomi pojavijo, je morda že prepozno za zaustavitev epidemije. Zaradi tega v gozdnih drevesnicah pogosto zaščitijo sadike pred hrastovo pepelovko preventivno in v številnih primerih je ta zaščita verjetno nepotrebna.

Kontrola s fungicidi je uspešna in jo izvajajo v gozdnih drevesnicah, pogosto jo uporabljajo tudi za zaščito hrastovega pomladka v sestojih ali mladih nasadih, predvsem na Hrvaškem. Zaščito s kemičnimi sredstvi je potrebno začeti takoj, ko se pojavijo prvi simptomi in jo ponavljati po potrebi v vsej rastni sezoni. Predvsem je pomembno, da ukrepamo preden pepelovka oblikuje oidije (NEF / PERRIN 1999).

Izbira fungicidov je velika, saj so zaradi škodljivost v vinogradništvu, gojenju zelenjave in sadjarstvu razvili številne aktivne snovi, ki delujejo proti pepelovkam. Še posebej za zatiranje pepelovk velja, da ne smemo uporabiti katerikoli fungicid (npr. bakrov, ali najsplošneje uporabljan dithane), ampak fungicide, ki so bili specialno pripravljene za zatiranje pepelovk. Nekateri fungicidi ne bodo uspešni pri kontroli pepelovk! Najstarejši in še vedno ustrezno učinkoviti pripravki so na osnovi žvepla (pripravki: cosan, močljivo žveplo, pepelin, sulfur in drugi) in dinokapa (pripravek karathane). Novejša sredstva proti pepelovkam imajo tudi sistemsko delovanje, npr. fenarimol (pripravek rubigan), heksakonozal (pripravek anvil), azoksistrobin (pripravek quadris) in triadimefon (pripravek bayleton).

V poskusih na Hrvaškem so najboljše rezultate pri zaščiti hrastovega pomladka dosegli z uporabo pripravkov anvil in quadris (NOVAK AGBABA / LIOVIĆ 1993). Pripravek rubigan je pokazal primerljive rezultate (HARAPIN et al. 1996). V drugih raziskavah so ugotovili, da drevesničarji zaščitijo sadike prezgodaj in da je v hrvaških razmerah ustreznejše prvič škropiti sredi junija (ŽUPANIĆ et al. 2003). Na Švedskem, kjer so neugodne ekološke razmere za razvoj hrastove pepelovke, zaščitijo hrastove sadike proti njej 2-3× letno z žveplovimi pripravki (JOHANSSON 2001).

Število škropljenj s fungicidnimi sredstvi prilagajamo pojavu pepelovke in v kolikor bolezni

ne napreduje, ne škropimo in obratno. Predvsem v gozdnih drevesnicah, kjer so najugodnejše razmere za razvoj hrastove pepelovke, je redkokdaj potrebno ščititi hrastove sadike pogosteje kot v 14 dnevni razmakih. V ugodnem letu za razvoj pepelovke (1994) so v hrvaških drevesnicah nanašali fungicidna sredstva celo 7-10× v eni rastni sezoni (HALAMBEK et al. 1996).

V teku raste sezone ne smemo uporabljati le eno sistemsko kemično sredstvo za kontrolo hrastove pepelovke. Pri fungicidih s sistemskim delovanjem namreč opažajo pojav odpornih sevov, v kolikor redno uporabljajo le en pripravek. Zato uporabljamo različna sredstva in vključimo tudi »klasični« pripravek na osnovi žvepla ali dinokapa.

Zavedati se moramo, da pogosto in obilno škropljenje s fungicidi proti pepelovkam lahko negativno vpliva na talne mikroorganizme in še posebej na mikorizne glive v tleh, kar lahko prizadene tudi rast in zdravje hrastov. Še posebej raziskujejo vpliv kemične zaščite hrastov pred pepelovkami v nasadih hrastov, ki so jih mikorizirali z gomoljikami (*Tuber* spp.) za komercialno proizvodnjo trosnjakov. Ugotovili so, da *Tuber albidum*, *T. uncinatum* in *T. borchii* niso bili prizadeti zaradi uporabe pripravkov na osnovi fenarimola ali triadimefona (ZAMBONELLI 1993, ZAMBONELLI et al. 1995). Tudi škropljenje z žveplovimi in triforinovimi pripravki je ocenjeno na neškodljivo za mikorizo, v kolikor se izvaja pravilno (JOHANSSON 2001).

Kontrola z biotičnimi sredstvi

Zaradi vse večjega pritiska javnosti proti uporabi kemičnih sredstev za varstvo rastlin intenzivno raziskujejo možnosti uporabe biotičnih zatiralnih sredstev. Za zatiranje hrastove pepelovke še niso razvili nobenega sredstva za biotičnih kontrolo (NEF / PERRIN 1999). Preizkušajo celo vrsto nefungicidnih snovi, npr. olja, soli, topljive silikone in nekatera sredstva na osnovi rastlinskih izvlečkov, ki veliko obetajo, vendar predvsem v kontroliranih razmerah rastlinjakov (KISS et al. 2004). Preizkušali so tudi številne možnosti kontrole pepelovk npr. z mikolitičnimi bakterijami in mikofagnimi členonožci (Arthropoda), vendar izgleda, da je najperspektivnejša uporaba superparazitskih gliv (to so glivni paraziti parazitov). Na pepelovkah so doslej ugotovili približno 40 vrst gliv, ki delujejo kot njihovi naravni antagonisti. Najbolj splošno razširjena, najbolj pogosta in najdlje znana med njimi je gliva *Ampelomyces quisqualis* Ces. (1852) (sin. *Cicinnobolus cesatii* de Bary (1870)). Tudi MAČEK (1983) jo omenja kot pogostega parazita na hrastovi pepelovki jeseni, ki pa ni uspešna. Razvili so selektivni glivični fungicid AQ-10 za zatiranje oidija na vinski trti (*Uncinula necator* (Schwein.) Burrill, (1892)) in pepelovk na vrtninah (*Erysiphe* spp.), ki je sestavljen iz posušenih konidijev glive *A. quisqualis* (proizvajalec Lances link SA, Geneva, Švica; uvoznik Karsia Dutovlje d.o.o., Ljubljana). Največji problem pri uporabi te glive za zatiranje pepelovk je njena potreba po

Slika 12. Površinsko podgobje hrastove pepelovke je v sredini slike okuženo z glivo *Ampelomyces quisqualis*, ta del je rahlo porjavil in na njem se ne oblikujejo kleistoteciji (črta=5 mm) (Foto D. Jurc)

Fig. 12. Superficial mycelium of oak mildew is in the centre of the picture infected with the fungus *Ampelomyces quisqualis*, this part is slightly brownish and there are no cleistothecia formed (bar=5 mm)





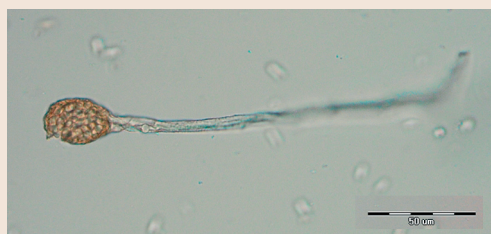
Slika 13. Piknidij glive *A. quisqualis*, stena je izostrena (črta=20 μm) (Foto D. Jurc)

Fig. 13. Pycnidium of the fungus *A. quisqualis*, the wall is in focus (bar=20 μm)



Slika 14. Piknidij glive *A. quisqualis*, pecelj in konidiji so izostreni (črta=20 μm) (Foto D. Jurc)

Fig. 14. Pycnidium of the fungus *A. quisqualis*, stalk and conidia are in focus (bar=20 μm)



Slika 15. Piknidij se oblikuje na vrhu trosonosca hrastove pepelovke (črta=50 μm) (Foto D. Jurc)

Fig. 15. Pycnidium is formed at the end of conidiophore of oak mildew (bar=50 μm)

vlagi, saj je v suhem vremenu manj učinkovita. Domnevajo, da bodo z različnimi dodatki ali z izolacijo drugih, uspešnejših sevov tega superparazita uspeli razviti učinkovita zatiralna sredstva tudi proti drugim pepelovkam. Zaradi pogostosti in perspektivnega pomena si oglejmo glivo *Apelomyces quisqualis* podrobneje.

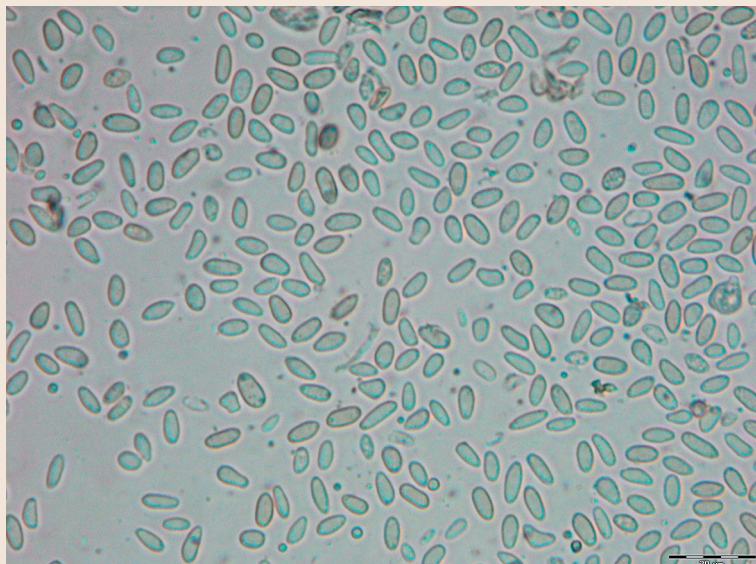
Mikologi so opisali več kot 40 vrst, oblik in novih kombinacij v rodu *Ampelomyces* in ti opisi so temeljili predvsem na gostiteljskih rastlinah pepelovk ali gostiteljskih vrstah pepelovk, kjer so našli tega mikoparazita. Danes ta imena ne

uporabljajo, ker opisane oblike in vrste nimajo specifičnih gostiteljev, ampak zajedajo vse pepelovke in imajo splošno, svetovno razširjenost. Dokler ne bodo podrobneje proučili raznolikost gliv iz rodu *Apelomyces* velja, da rod vsebuje eno vrsto, *A. quisqualis*.

Okužbo pepelovke z *A. quisqualis* opazimo s prostim očesom kot rjave, bolj ali manj okrogle lise na belem površinskem podgobju pepelovke. Na teh delih pepelovka redko oblikuje kleistotecije (slika 12). Konidije oblikuje gliva v piknidijih, ki se razvijejo intracelularno v hifah in konidioforih pepelovke (slika 13, slika 14, slika 15). Piknidiji merijo 50-100 \times 30-50 μm . Konidiji so enocelični, prosojni do blede rjavi in vključeni v sluzasto maso, zato jih piknidij izloča v obliki vitic oz. sluzastih nitk. Veliki so 5-9 \times 2-4 μm (slika 16). Konidiji vzklijejo v visoki vlagi v 10-20 urah in s hifami prodrejo v hife pepelovke v bližini. Razraščajo se v notranjosti gostiteljevih hif, okužijo tudi mlade, razvijajoče se kleistotecije pepelovke in po 5-8 dneh oblikujejo nove piknidije. Teleomorfa glive še niso našli, ali pa ga gliva sploh ne oblikuje. Z molekularnimi tehnikami analize

Slika 16. Konidiji glive *A. quisqualis* (črta=20 μm)
(Foto D. Jurc)

Fig. 16. *Conidia* of the fungus *A. quisqualis* (bar=20 μm)



genetskega materiala so ugotovili, da gliva spada med zaprtotrosnice (Ascomycota). Poleg s trosi se gliva *A. quisqualis* širi tudi z okuženimi hifnimi fragmenti pepelovke, ki jih prenaša veter (KISS et al. 2004).

Fungicidni učinek okužbe z *A. quisqualis* nastane zaradi vdora v gostiteljeve hife in razgradnje njihove citoplazme. Gliva se hitro razrašča v miceliju pepelovke, okuženi kleistoteciji propadejo, gliva prodira v konidiofore in tam oblikuje piknidije. Zaradi tega so piknidiji pecljati, saj se celotni konidiofor preobrazijo v piknidij. Okužena pepelovka preneha oblikovati kleistotecije in s tem se inokulom pepelovke zmanjša. Kljub okužbi podgobje pepelovke na robu kolonije še raste, vendar ga v ugodnih razmerah *A. quisqualis* tudi uniči. Zaradi parazitiranosti pepelovke se v gostiteljski rastlini zmanjšajo negativni učinki okužbe. Po osmih dneh od škropljenja s konidiji *A. quisqualis* so s pepelovko okužene gostiteljske rastline imele enako količino klorofila in fotosintetsko aktivnost kot zdrave kontrolne rastline.

Nedavno sta SULLIVAN in WHITE (2000) v ZDA odkrila, da glivi *A. quisqualis* in *Phoma glomerata* (Corda) Wollenw. et Hochapfel (1936) skupaj zajedata pepelovke. *P. glomerata* je bila sama sposobna uničiti neko drugo vrsto pepelovke na hrastih (*Phyllactinia guttata* (Wallr.) Lév. (1851)), kar dokazuje, da je v raziskavah biotične kontrole pepelovk veliko novih možnosti. *P. glomerata* je pogostna slabo patogena gliva, ki jo je pri nas raziskoval MAČEK (1969, 1973).

ŠIFRA: 51, 52, 53, 78, 79-3.02-2-006/G

RJAVENJE HRASTOVIIH LISTOV (*Discula quercina* (Westend.) Arx (1957), anamorf)

Teleomorf: *Apiognomonina quercina* (Kleb.) Höhn., (1920), sin.: *Apiognomonina errabunda* (Roberge ex Desm.) Höhn. (1918)

Taksonomska uvrstitev:

Valsaceae (vrtačarke), Diaporthales (vrtačarji), Sordariomycetidae (trhobarice), Ascomycetes (mešičkovnice), Ascomycota (zaprtotrosnice), Fungi (glive) (KIRK et al. 2001)

Oznaka bolezni

Ena od najpogostejših endofitnih gliv v hrastovih listih in vejicah, ki lahko povzroča pegavost listja in odmiranje vejic ter verjetno sodeluje pri hiranju hrastov.

Opis glive

S taksonomijo in nomenklaturu gliv iz rodu *Apiognomonina* so se ukvarjali številni mikologi in rezultat je veliko število sinonimov in različnih uvrstitev. Morfološko zelo podobne ali celo enake glive namreč povzročajo pegavost listja bukve, hrastov, platan in lip. Nekateri mikologi vse glive, povzročiteljice teh pegavosti, zaradi

podobnosti združujejo v eno vrsto (*Apiognomonia errabunda* (Roberge) Hoehn., (1918), anamorf *Discula umbrinella* (Berk. & Broome) M. Morelet, (1973)). Vendar so fitopatologi ugotovili, da glive, izolirane iz ene drevesne vrste, ne okužujejo druge vrste in s tem utemeljujejo obstoj štirih vrst gliv na štirih skupinah gostiteljev, čemur sledimo tudi v tem prispevku.

Anamorf *Discula quercina* oblikuje konidije v acervulih. Acervul je trosišče v rastlinskem tkivu, sestavljeno iz stromatične plasti spodaj, na njej je plast trosonoscev, ki oblikujejo troske, vsa struktura pa je prekrita s povrhnjico gostitelja, ki se ob zrelosti raztrga. Oblikujejo se na nekrotičnih pegah na listih, najraje ob žilah ali na njih ter na skorji odmrlih poganjkov. Opazimo jih kot drobne, medeno rumene izboklinice, ki kasneje porjavijo. Premer imajo 150-250 μm . Konidiji so prosojni, brezbarvni, ovalni in veliki 9-14 \times 3.5-5 μm . Včasih se oblikujejo tudi mikrokonidiji, ki so približno polovico manjši (SWIECKI / BERNHARDT 2006, ELLIS / ELLIS 1985). Trosišča se razvijejo zelo hitro po nastanku nekroze in trosi nastajajo množično do jeseni.

Teleomorf *Apiognomonia quercina* oblikuje askospore v črnih skoraj okroglih peritecijah, ki imajo premer 130-440 μm . Ugreznjeni so v spodnjo površino lista, iz katere štrlijo kratki črni vratovi. Najdemo jih na odpadlih okuženih listih spomladi od marca do maja. Askospore so prosojne, brezbarvne, značilno dve celične, pri

čemur je septa tik pri koncu askospore. Velike so 14-17 \times 3-4 μm .

Opis bolezni

Gliva je splošno prisotna v listih, poganjkih in brstih hrastov, vendar v veliki večini primerov ne povzroča bolezenskih simptomov (RAGAZZI et al. 2001, HALMSCHLAGER et al. 1993). Glive, ki povzročajo asimptomatične okužbe rastlin imenujemo endofiti. Pregled dognanj o endofitih je podala Maja JURC (1994). Pomen endofitizma še ni popolnoma razjasnjen, toda v nekaterih primerih je očitno, da imata oba partnerja – višja rastlina in gliva, od skupnega življenja korist. V tem primeru bi odnos lahko imenovali mutualistična simbioza. Drevo nudi glivi življenjski prostor in hrano, gliva pa brani drevo pred škodljivimi organizmi. Tak odnos med gostiteljsko rastlino in glivo obstaja v hrastovem listu, ki ga napade šiškotvorna osa. Ko ličinka ose šiškarice poškoduje list, povzroči endofitno razrasla gliva naglo odmiranje listnega tkiva. Nekroza je omejena na bližnjo okolico šiške in na tkivo šiške. Ličinka ose šiškarice pogine zaradi pomanjkanja hrane. V Severni Ameriki so ugotovili, da zaradi delovanja endofitne glive odmre 12% os v šiškah (WILSON 1995).

Simbiotski odnos pa ni venomer uravnotežen. Pogosto gliva *A. quercina* povzroči odmiranje listov v pegah ali lisah, ki so velike 0,5-2 cm, odmiranje listnih pecljev in vejic (slika 17, slika 18, slika 19).



Slika 17. Močna okužba hrastovih listov z glivo *Discula quercina* (Foto Joseph O'Brien, USDA Forest Service, www.forestryimages.org)

Fig. 17. Strong infection of oak leaves with the fungus *Discula quercina*

UGA5030046



Slika 18. Pege odmrlega tkiva se združujejo (Foto Joseph O'Brien, USDA Forest Service, www.forestryimages.org)

Fig. 18. *Necrotic spots can connect*

Patogeni značaj glive je predvsem izražen takrat, kadar je drevo oslajljeno (npr. klorotični listi zaradi pomanjkanja železa ali zaradi okužbe z virusi imajo večje število peg) ali nanj delujejo različni negativni ekološki dejavniki, navadno v kombinaciji. Gliva izraža patogenost spomladi v daljših obdobjih hladnega in mokrega vremena. Za razrast in okužbo naj bi ji ustrezale nižje temperature, takrat pa obrambni procesi drevesa še ne potekajo optimalno. Odmiranje poganjkov zaradi bolezni je redko, vendar ima velik pomen, ker so trosišča anamorfa in teleomorfa ob zrelosti v krošnji in trosi z večjo verjetnostjo povzročajo nove okužbe (SWIECKI / BERNHARDT 2006).

Pri nas je rjavjenje hrastovih listov bolezen, ki ne ogroža hrastov. Jakost okužbe je močno različna v različnih letih, običajno opazimo bolezenske pege s trosišči glive kasno v rastni dobi.

Ukrepi

Proti bolezni lahko ukrepamo tako, da zagotovimo ustrezne razmere za rast drevesa. Pri okrasnih hrastih je to dodajanje hranil in zalivanje ob suši, pri gozdnem drevju zagotavljanje ustrezne osvetljenosti krošnje, kar dosežemo z redčenjem konkurenčnih dreves.



Slika 19. Včasih odmirajo listni peclji in skorja poganjka (Foto Andrej Kunca, National Forest Centre - Slovakia, www.forestryimages.org)

Fig. 19. *Sometimes leaf stalks and bark of shoots are necrotised*

ŠIFRA: 51, 52, 53, 78, 79-3.02-2-007/G

Tubakia dryina (Sacc.) Sutton (1973), anamorf

Teleomorf: *Dicarpella dryina* Belisario & M.E. Barr (1991)

Taksonomska uvrstitev:

Melanconidaceae, Diaporthales (vrtačarji), Sordariomycetidae (trhobarice), Ascomycetes (mešičkovnice), Ascomycota (zaprtotrosnice), Fungi (glive) (KIRK et al. 2001)

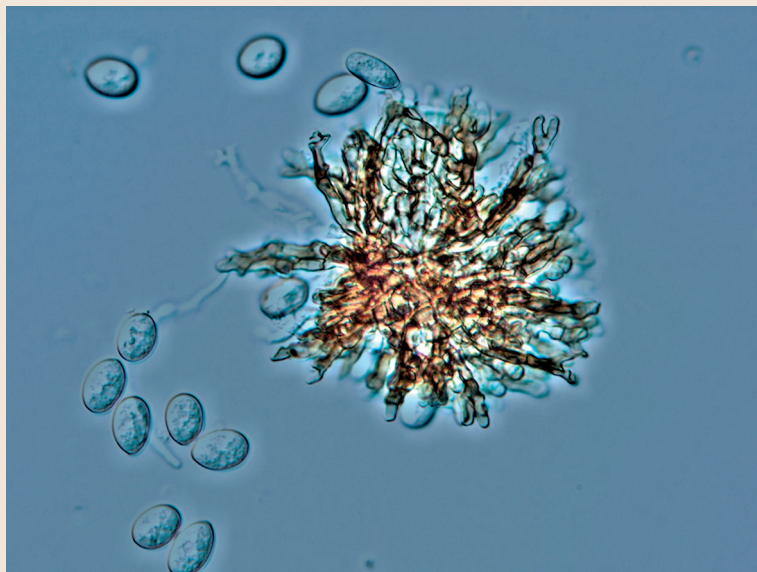
Oznaka bolezni

Endofitna gliva, ki povzroča tudi nekroze listja.

Opis glive

Anamorf *Tubakia dryina* ima trosišče prav posebne oblike. Zato ima ta tip nespolnega trosišča (konidiom) tudi posebno ime – piknotirij (pyncnthyrium). Ima obliko drobnega ščitka (scutellum), ki ga kratak podstavek (columella) pritrjuje na površino lista. Ščitek je sestavljen iz rjavih hif z debelimi stenami, ki radialno izhajajo iz centra ščitka. Hife se razvejujejo in na robu ščitka se koničasto zaključijo tako, da oblikujejo resast rob. Ščitki imajo premer 70-120 μm (slika 20). Podstavek, ki je centralno nameščen pod ščitkom, nosi konidiotvorne celice. Te oblikujejo konidije, ki se nabirajo pod ščitkom in okoli njega. Prosojni konidiji so veliki 8-14 × 6-10 μm (PROFFER 1990).

Teleomorf je bil opisan šele leta 1991.



Slika 20. Piknotirij glive *Tubakia dryina* od zgoraj, konidiji (Foto T. Hauptman)

Fig. 20. *Pycnothyrium* of the fungus *Tubakia dryina* from above, conidia

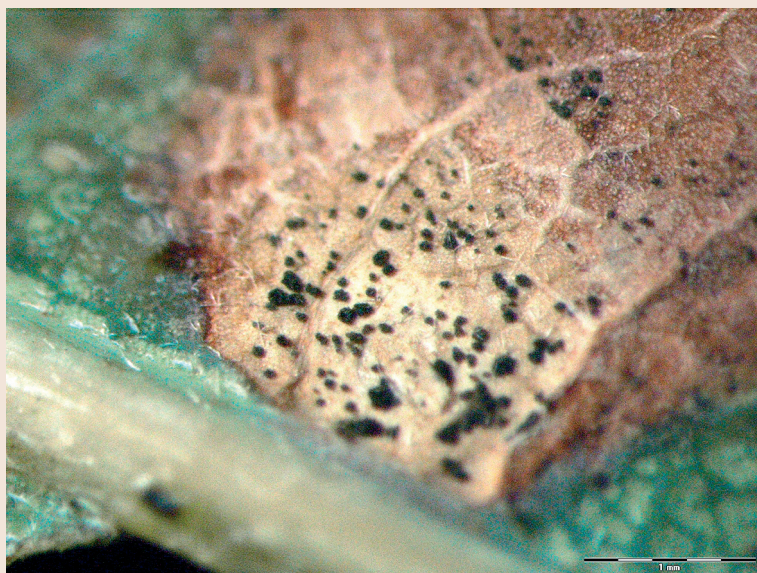
Opis bolezni

Gliva povzroča rjave do rdeče rjave nekrotične pege na listih. Premer imajo 0,1-1,5 cm, običajno so okrogle ali oglate, lahko se združujejo in obsegajo večje odmrle površine listov. Odmrlo tkivo ima temnejši rob na meji z zdravimi tkivi lista, v pegah so prav tako včasih opazni tanki temni koncentrični kolobarji. Če se bolezen razvija med rastjo mladih listov so ti lahko deformirani. Na eni strani listov, včasih pa na obeh, s prostim očesom komaj opazimo drobne, črne piknoti-

rije. Nekrotične pege se pogosto nadaljujejo v zdravo tkivo lista z rahlo klorozo, tako, da je rjava pega centralno nameščena v večji rumen krog na listu.

Poleg hrastov gliva lahko povzroča bolezen na javorih (*Acer* spp.), kostanjih (*Castanea* spp.), brestih (*Ulmus* spp) in še na nekaterih tujih drevesnih vrstah. Trosi, ki so se razvili na eni drevesni vrsti lahko okužijo druge vrste občutljivih dreves (EL GHOLL et al. 1996).

Šele pred kratkim so ugotovili, da je *T. dryina* tudi endofit v dobu in ceru in njen pomen za



Slika 21. Nekroza na listu z drobnimi, črnimi piknotiriji (črta=1 mm) (Foto T. Hauptman)

Fig. 21. Necrosis on leaf with minute black pycnothyria (bar=1 mm)



Slika 22. Nanašanje kemičnih sredstev za zaščito hrastovih presajenk pred hrastovo pepelovko (*Microsphaera alphitoides*) na hrvaškem z letalom. Zakon o gozdovih (1993) ne predvideva uporabo fungicidnih sredstev v slovenskih gozdovih (Foto D. Jurc)

Figure 22. Application of chemical agents in Croatia with plane for protection of oak seedlings from oak mildew (*Microsphaera alphitoides*). The Slovenian Forest Act (1993) does not envisage the use of fungicides in Slovenian forests.

drevo ni jasen. Glivo so pogosteje izolirali iz listov propadajočih hrastov kot iz listov zdravih hrastov, v brstih pa so jo pogosteje našli v zdravih hrastih (GENNARO et al. 2001).

Pri nas je našel glivo pri izdelavi diplomske naloge študent gozdarstva Tine Hauptman v Arboretumu Volčji potok julija 2006. Simptomi so tu in tam opazni po vsej Sloveniji.

Ukrepi

Do ugotovitve, da je gliva pogost endofit hrastov je veljalo, da je *T. dryina* primarni parazit in za zaščito okrasnih hrastov in drugih občutljivih dreves so svetovali zaščito spomladi z mankozebom (npr. pripravek dithane M-45) (EL GHOLL et al. 1996). Danes bi veljala enaka priporočila kot pri rjavenju hrastovih listov (*Discula quercina*): zagotoviti čim ustreznejše razmere za rast drevesa.

Zahvala

Zahvaljujem se Nikici Ogrisu iz Gozdarskega inštituta Slovenije za pomoč pri izdelavi prispevka ter študentu gozdarstva Tinetu Hauptmanu za slike glive *T. dryina*.

Viri:

- BOBINAC, M. / VUKELIĆ, J. / ANIĆ, I., 2000. Stand structure and natural regeneration of common oak in the nature reserves »Vratična« and »Smogva« near Morović. Proceedings of the IUFRO Unit 1.06.00 International Conference 'Oak 2000 - Improvement of wood quality and genetic diversity of oaks', Zagreb, Croatia, 20-25 May 2000. Glasnik za šumske pokuse, 37, s. 295-309.
- BRAUN, U., 1987. A monograph of the Erysiphales (powdery mildews).- J.Cramer, Berlin-Stuttgart, Beihefte zur Nova Hedwigia 89, 700 str.
- BUTIN, H., 1995. Tree diseases and disorders. Causes, biology and control in forest amenity trees.- Oxford, USA, Oxford Univ. Press, 261 str.
- ELLIS, M. B. / ELLIS, J. P., 1985. Microfungi on land plants. An identification handbook.- Croom Helm, London, Sydney, 818 str.
- GENNARO, M. / GONTHIER, P. / NICOLOTTI, G. / CELLERINO, G. P., 2001. First report of *Tubakia dryina* in buds and shoots of *Quercus cerris* and *Quercus robur*.- Plant Dis., 85, s. 1289.
- EL-GHOLL, N. E. / SCHUBERT, T. S. / PEACOCK M. E., 1996. Tubakia Leaf Spot of Chestnut.- Fla.

- Dept. of Agric. & Consumer Services, Division of Plant Industry, Plant Pathology Circular No. 375, 2 str.
- HALAMBEK, M. / HARAPIN, M. / NOVAK AGBABA, S. / LIOVIĆ, B., 1996. Utjecaj biotskih čimbenika na zdravstveno stanje šumskih vrsta drveća.- V: Zaštita šuma i pridobivanje drva. Knjiga 2. Hrvatsko šumarsko društvo, Zagreb, s. 19-28.
- HALMSCHLAGER, E. / BUTIN, H. / DONAUBAUER, E., 1993: Endophytische Pilze in Blättern und Zweigen von *Quercus petraea*.- Eur.J.For.Path., 23, s. 51-63.
- HARAPIN, M. / HALAMBEK, M. / LIOVIĆ, B. / NOVAK AGBABA, S. / MATOŠEVIĆ, D., 1996. Svestrane metode suzbijanja biljnih bolesti, kukaca i korova.- V: Zaštita šuma i pridobivanje drva. Knjiga 2. Hrvatsko šumarsko društvo, Zagreb, s. 11-18.
- HUDSON, H. J., 1986. Fungal biology.- Edward Arnold, London, 298 str.
- JOHANSSON, J., 2001. Ecology and control of oak mildew (*Microsphaera alphitoides*). [www-mykopat.slu.se/Newwebsite/mycorrhiza/kantarellfiler/texter/mildew.html](http://www.mykopat.slu.se/Newwebsite/mycorrhiza/kantarellfiler/texter/mildew.html) (25. 10. 2006)
- JURC, M., 1994. Glivni endofiti v višjih rastlinah. - Zb. gozd. lesar., 44, s. 5-43.
- KIRK, P.M. / CANNON, P.F. / DAVID, J.C. / STALPERS, J.A., 2001. Dictionary of the fungi. - Ninth Edition. CABI Bioscience, CAB International, 655 str.
- KISS, L. / RUSSELL, J. C. / SZENTIVANYI, O. / XU, X. / JEFFERS, P., 2004. Biology and biological potential of *Ampelomyces* mycoparasites, natural antagonists of powdery mildew fungi.- Biocontrol Science and Technology, 14, 7, s. 635-651.
- MAČEK, J., 1969. Nekateri fiziološke in ekološke lastnosti glive *Phoma glomerata* (Cda.) Wollenw. et Hochapf.- Zb. Biotech. fak. Univ. Ljubl., Kmet., 16, s. 29-45.
- MAČEK, J., 1973. Untersuchungen zur Ätiologie der Froschaugenkrankheit an Apfelblättern im Zusammenhang mit dem Pilz *Phoma glomerata* (Cda.) Wollenw. et Hochapf. - Gartenbauwissenschaft, 38 (20), 2, s. 151-158.
- MAČEK, J., 1975. Tri vrste hrastovih pepelastih plesni v Sloveniji.- Gozdarski vestnik, 33, s. 155-156.
- MAČEK, J., 1983: Gozdna fitopatologija.- Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo, Ljubljana, 267 str.
- NEF, L. / PERRIN, R., 1999. Damaging agents in European forest nurseries. Practical handbook.- Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, 352 str.
- NOVAK AGBABA, S. / LIOVIĆ, B., 1993. Zaštita hrastovog podmlatka od gljive *Microsphaera alphitoides*, Griff. et Maubl.- Radovi Šum. instituta Jastrebarsko, 28, 1-2, s. 1-13.
- PROFFER, T. J., 1990. Tubakia leaf spot. - Florida Dpt. Of Agric and Sew. Division of Plant Industry, Plant Pathology Circular No. 337, 2 str.
- RAGAZZI A. / MORICCA S. / CAPRETTI P. / DELLAVALLE I. / MANCINI F. / TURCO E., 2001. Endophytic fungi in *Quercus cerris*: isolation frequency in relation to phenological phase, tree health and the organ affected.- Phytopathol. Mediterr., 40, s. 165-171.
- SULLIVAN, R.F. / WHITE, Jr., J.F., 2000. *Phoma glomerata* as a mycoparasite of powdery mildew.- Applied and Environmental Microbiology. 66, 1, s. 425-427.
- SWEICKI, T. J. / BERNHARDT, E. A., 2006. A field guide to insects and diseases of California oaks. - Gen. Tech Rep. PSW-GTR-197. Albany, CA, Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 151 str.
- WILSON, D., 1995. Fungal endophytes which invade insect galls: insect pathogens, benign saprophytes, or fungal inquiline? - Oecologia, 103, 2, 255-260.
- ZAMBONELLI, A., 1993. Effetto dei trattamenti contro l'oidio della quercia sulla formazione di micorrize di *Tuber albidum* e di *Tuber aestivum*.- Informatore Fitopatologico. 43, 2, s. 59-62.
- ZAMBONELLI, A. / PENJOR, D. / PISI, A., 1995. Effects of triadimefon on *Tuber borchii* Vitt. and *Hebeloma sinapizans* (Paulet) Gill. infected seedlings.- Micologia Italiana. 24, 3, s. 65-73.
- ŽUPANIĆ, M. / NOVAK AGBABA, S. / LIOVIĆ, B., 2003. Kurativno djelovanje fungicida Anvil 5SC kod suzbijanja hrastove pepelnice.- Glasilo biljne zaštite, 4, s. 227-232.