



**Gozdarski inštitut Slovenije**  
Večna pot 2, 1000 Ljubljana, p.p. 523-X, Slovenija  
Tel: + 386 01 200 78 00  
Fax: + 386 01 257 35 89  
[www.gozdis.si](http://www.gozdis.si)

Strokovna monografija

# **RDEČA TROHNOBA**

Povzročitelji, opis bolezni in ukrepi proti njej

Dušan JURC



Ljubljana, oktober 2001

Strokovna monografija RDEČA TROHNOBA. Povzročitelji, opis bolezni in ukrepi proti njej

Avtor: mag. Dušan JURC

Izdaja: Gozdarski inštitut Slovenije

Recenzenti: doc.dr. Jurij DIACI, Zoran GRECS, prof. dr. dr. h.c. Niko TORELLI

Dokumentacijska obdelava: mag. Cvetka Teja KOLER - POVH

Lektorica: Metka SMOLEJ

Tehnični urednik: Robert KRAJNC

CIP – Kataložni zapis o publikaciji

Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

UDK

GDK

JURC, Dušan

Rdeča trohnoba. Povzročitelji, opis bolezni in ukrepi proti njej :  
strokovna monografija / Dušan Jurc. – Ljubljana : Gozdarski  
inštitut Slovenije, 2001

ISBN

Tisk: Prima d.o.o. v izvodih

**Slika na naslovnici:** Kolut smrekovega debla z rdečo trohnobo. V vlažnem okolju so se na prehodu iz okuženega (obarvanega) v zdrav les po 10 dneh razvili trosonosci in trosi glive (vidni kot bela prevleka), ki povzroča bolezen (Foto D. Jurc).

## KAZALO VSEBINE

	PREDGOVOR .....	1
	ZAHVALA .....	2
1	POVZROČITELJICE RDEČE TROHNOBE .....	3
1.1	OPIS GLIV, KI POVZROČAJO RDEČO TROHNOBO .....	4
1.1.1	<b>O imenu</b> .....	4
1.1.2	<b>Trosnjaki</b> .....	6
1.1.2.1	Smrekov trohnobnež ( <i>Heterobasidion parviporum</i> Niemelä & Korhonen) .....	7
1.1.2.2	Borov trohnobnež ( <i>Heterobasidion annosum</i> (Fr.) Bref.) .....	7
1.1.2.3	Jelov trohnobnež ( <i>Heterobasidion abietinum</i> Niemelä & Korhonen) .....	8
1.2	UGOTAVLJANJE OKUŽBE V SESTOJU IN DIAGNOZA .....	8
1.3	<b>Trohnoba lesa</b> .....	11
2	NAČINI OKUŽBE IN ŠIRJENJA .....	21
2.1	ŽIVLJENJSKI KROG GLIVE .....	21
2.2	TROSI .....	21
2.2.1	<b>Bazidiospore</b> .....	22
2.2.2	<b>Konidiji</b> .....	23
2.3	SVEŽI PANJI TER ZRAŠČANJE IN STIKI KORENIN .....	23
2.4	RANE NA DEBLU IN KORENINAH .....	25
2.5	OBČUTLJIVOST RAZLIČNIH GOSTITELJEV .....	27
3	NADZOR .....	29
3.1	UKREPI PRI GOJENJU GOZDOV .....	29
3.1.1	<b>Zaraščanje kmetijskih površin</b> .....	31
3.1.2	<b>Nasadi iglavcev na rastiščih listavcev</b> .....	31
3.1.3	<b>Druga ali tretja generacija iglavcev, stari gozdovi iglavcev</b> .....	32
3.2	KEMIČNI NAČINI .....	32
3.3	ANTAGONISTIČNE GLIVE .....	33
4	ZAKLJUČEK .....	35
5	LITERATURA .....	36

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Občutljivost različnih vrst drevja na smrekovo, borovo in jelovo rdečo trohnobo.....	28
---	----

## KAZALO SLIK

Slika 1	Trosnjak glive <i>Heterobasidion annosum</i> na panju okuženega drevesa.....	13
Slika 2	Trosnjaki, oblikovani pod zemljo na smrekovi korenini.....	13
Slika 3	Scopolijev opis glive <i>Poria perspicillum</i> Scop.....	14
Slika 4	Risba glive <i>Poria perspicillum</i> .....	14
Slika 5	Trosnjak borovega trohnobneža na borovem panju.....	15
Slika 6	Trosovnica borovega trohnobneža.....	15
Slika 7	Trosnjak smrekovega trohnobneža od spodaj.....	16
Slika 8	Rdeči bor je odmrl zaradi borove rdeče trohnobe.....	16
Slika 9	Na dnišču posušenega rdečega bora je zrasel trosnjak borovega trohnobneža.....	16
Slika 10	Kolobar smrekovega debla s trosonosci in trosi (konidiji) trohnobneža.....	17
Slika 11	S povečevalnim steklom razločimo trosonosce s trosi kot moknat poprh na površini lesa.....	17
Slika 12	S stereo lupo in še večjo povečavo se vidi gruče trosov na trosonoscih kot drobne bele kroglice.....	18
Slika 13	Mikroskopska slika trosonosca z odebelitvijo na vrhu in izrastki, kjer bodo brsteli konidiji.....	18
Slika 14	Zrel trosonosec, ki so mu konidiji že odpadli in so nabrani ob njem.....	18
Slika 15	Risba lesa okuženega z rdečo trohnobo, v končni fazi razkroja.....	19
Slika 16	Kolut smrekovega debla, v katerem je rdeča trohnoba povzročila značilni razkroj centralnega dela.....	19
Slika 17	Rdeča trohnoba razvrednoti najvrednejši del debla.....	19
Slika 18	Drevo, ki je okuženo z rdečo trohnobo, pogosto podre veter, sneg ali žled.....	19
Slika 19	Mladi in intenzivno rastoči trosnjaki krvaveče krvoslojevke ( <i>Haematostereum sanguinolentum</i> ).....	20
Slika 20	Trohnoba lesa, ki jo povzroči krvaveča krvoslojevka, je podobna rdeči trohnobi.....	20

## PREDGOVOR

Namen tega pisanja je podati najnovejša dognanja o rdeči trohnobi na kratek in poljuden, vendar strokovno neoporečen način. V zadnjih 20-ih letih so namreč ugotovili veliko novega o tej ekonomsko najškodljivejši bolezni iglavcev na severni zemeljski polobli. Vendar doslej še nismo poskrbeli za prenos tega znanja v naše gozdarstvo. O rdeči trohnobi je bila v tujini objavljena obširna monografija (WOODWARS in sod. 1998) in tudi pri nas so jo že poglobljeno raziskovali (MUNDA 1996). Večina podatkov v pričujočem delu je povzetih iz omenjenih dveh del.

Šele gospodarjenje z gozdovi in gojenje iglavcev na velikih površinah je omogočilo rdeči trohnobi, da je zavzela velika prostranstva evropskih gozdov. Škode, ki jih povzroča, so večstranske: najprej manjvreden, trohneč les v deblih, zaradi katerega je dohodek od lesa v državah EU manjši za 466 milijonov ECU na leto, nato manjši prirastek zaradi kronične okužbe korenin, ki prispeva vsaj še 70 % od neposrednih škod zaradi trohnečega lesa (skupaj torej približno 790 milijonov ECU na leto). Okuženi sestoji so poleg tega mnogo bolj občutljivi za vetrolome, snegolome in žledolome. Bolezen, njene povzročitelje in zakonitosti njenega razvoja moramo spoznati čim natančneje, saj le tako lahko načrtujemo ukrepe, ki bodo zmanjševali škode.

Bolezen je odvisna od skupnega učinkovanja treh dejavnikov: glive, gostitelja in okolja. Spreminjanje kateregakoli od teh treh dejavnikov vpliva na pojav, razvoj in jakost bolezni. Podrobneje bomo opisali povzročitelje bolezni, manj dejavnike okolja in dejavnike odpornosti gostitelja.

Zaradi novih spoznanj o biologiji gliv, ki povzročajo smrekovo rdečo trohno, predlagamo zanje nova slovenska imena in nadejamo se, da bodo postala del gozdarskega izrazja. Ker vsak ne pozna strokovnih izrazov, ki jih običajno uporabljamo v gozdni fitopatologiji, posamezne besede besedilo razloži, nekatere tudi zelo obširno in večkrat. Morda bo tak način komu neustrezen in ga bo motil, vendar smo ga izbrali le zato, da bo pisanje razumljivo in vsakomur dostopno. Narava tega pisanja je poljudna, zato viri, iz katerih so povzeti posamezni podatki, niso navedeni v besedilu. Za tiste, ki bi želeli vedeti več, pa je na koncu dodan seznam obširnejših virov.

V letih 1999 in 2000 je na Gozdarskem inštitutu Slovenije potekala raziskava z naslovom "Optimizacija sistema gospodarjenja v smrekovih gozdovih, prizadetih zaradi trohnob na Koroškem". To pisanje sodi v okvir omenjene naloge.

## **ZAHVALA**

Za koristne nasvete se zahvaljujem recenzentom, doc. dr. Juriju Diaciju, Zoranu Grecsu in prof. dr. dr. h.c. Nikolaju Torelliju. Zahvaljujem se tudi prof. dr. Tonetu Wrabru za prevod Scopolijevega opisa glive. Pri končnem oblikovanju besedila so s pripombami sodelovali kolegi iz Gozdarskega inštituta Slovenije, za kar sem jim hvaležen: doc. dr. Maja Jurc, prof. dr. Franc Batič, Mitja Piškur, Igor Rener, Mihej Urbančič, mag. Igor Smolej in doc. dr. Hojka Kraigher. Hvaležen sem lektorici Metki Smolej, ki je popravila jezikovne nerodnosti. Posebej pa se zahvaljujem tehniškemu uredniku Robertu Krajncu za entuziazem pri urejanju knjige.

# 1 POVZROČITELJICE RDEČE TROHNOBE

Rdeča trohnoba je bolezen iglavcev. Zaradi nje je les v deblu in koreninah rdeče rjav, razpada ali je po dolgem trohnenju že razpadel in v deblu je nastala votlina. Spremembo barve in razgradnjo lesa povzroči gliva, ki se je naselila v lesu, v njem živi in se z njim hrani. Glive so zgrajene iz hif, ki se razraščajo v podlagi, npr. v lesu in vse hife enega osebkca imenujemo podgobje (micelij). Hife izločajo v svoje okolje encime, s katerimi razgrajujejo komplicirane organske snovi (npr. celulozo in lignin) v enostavne. Tako razgrajene snovi hife vsrkajo in gliva jih porabi kot hrano. Predvsem po tej značilnosti se glive razlikujejo od živali, ki hrano požirajo. Povzročiteljica rdeče trohnobe lahko živi v drevesu mnogo let, v tem času se uspe razrasti in razgraditi les v koreninah in deblu v velikem obsegu.

Vendar vsaka sprememba barve in trdnosti lesa še ne pomeni, da ima drevo bolezen z imenom rdeča trohnoba. Številne glive, ki razgrajujejo les, so sposobne povzročiti podobne spremembe barve in trdnosti lesa. Zakaj je torej rdeča trohnoba tako pomembna bolezen, da se z njo ukvarjajo številni raziskovalci in o njej pišejo cele monografije? Zato, ker so vse druge, zelo številne glive, ki uspejo povzročiti trohnenje lesa v živem drevesu, nevarne le tistemu drevesu, v katerega so se uspele naseliti. Gliva, ki povzroča rdečo trohno, pa tudi po poseku okuženega drevesa ostane v gozdu. Prebiva v okuženem panju in v koreninah, od tam pa okuži korenine in uniči les iglavcev v soseščini ali celo tiste, ki se bodo zasejali v prihodnosti ali jih bomo posadili mi. V okuženih panjih in koreninah gliva živi mnogo let v obliki podgobja. Ko zbere dovolj hrane in so razmere v okolju ustrezne, tvori trosnjake, ti pa trose, s katerimi se gliva širi.

Včasih so tvorbam, v katerih gliva oblikuje trose, rekli plodišča. Vendar je plod v botaniki definiran kot organ, ki nosi seme. Glive pa ne oblikujejo semena, ampak trose. Zato je ustrezneje, da to glivno tvorbo imenujemo trosnjak. V pogovornem jeziku je trosnjak goba. Poznamo pa tudi izraz trosišče, ki pomeni s prostimi očmi komaj vidno, torej mikroskopsko majhno tvorbo, kjer nastajajo trosi.

Na začetku je tudi primerno, da razčistimo nejasnosti o imenu bolezn. Gozdarji večkrat govorijo o smrekovi rdeči gnilobi, kadar hočejo označiti značilno obarvani, delno razkrojeni ali votli del debla ali panja iglavcev, še posebno smreke. Pa to ni pravilno: gniloba je v fitopatologiji izraz, rezerviran za razgradnjo sočnih delov rastline (npr. jabolko gnije). Les pa trohni, zato je ustrezno ime bolezn rdeča trohnoba. V nadaljevanju bomo videli, da poznamo smrekovo, borovo in jelovo rdečo trohno.

## 1.1 OPIS GLIV, KI POVZROČAJO RDEČO TROHNOBO

### 1.1.1 O imenu

V mikologiji (vedi o glivah), tako kot na splošno v biologiji, uporabljamo za glive latinska imena. Pišemo jih v ležeči pisavi. Pravila določajo, da mora biti naveden tudi avtor, ki je prvi opisal glivo, in tisti, ki jo je nato morda prestavil v drug rod. Latinsko ime je sestavljeno iz dveh besed. Prva označuje rod in je skupna vsem vrstam v tistem rodu. Druga beseda pa označuje vrsto, ki je osnovna sistematska enota živih bitij. Po najbolj pogosti definiciji je vrsta skupina živih bitij, ki se med sabo križajo in imajo plodne potomce. Seveda se taksonomi ne morejo tako poglobljeno ukvarjati z vsako vrsto, da bi jo križali z drugimi in ugotavljali posledice, zato vrste določajo večinoma po zunanjih (morfoloških) značilnostih.

V dolgi zgodovini mikologije se je več mikologov ukvarjalo s trosnjaki glive, ki povzroča rdečo trohnobo. Leta 1821 jih je opisal znani švedski raziskovalec Elias Magnus Fries in jim dal ime *Polyporus annosus* Fr., vendar se ni prav nič ukvarjal z boleznijo, ki jo ta gliva povzroča. Naslednji je bil leta 1874 slavni nemški gozdni fitopatolog Robert Hartig, ki ni sprejel Friesovega opisa glive kot ustreznega, zato jo je ponovno opisal in ji dal ime *Trametes radiciperda* Hartig. Ugotovil je njen velik pomen kot povzročiteljice trohnobe lesa iglavcev, predvsem smreke (sliki 1 in 2). Nato je leta 1879 mikolog H. Karsten menil, da ima Friesova gliva značilnosti rodu *Fomitopsis*, in jo je prestavil v ta rod, od tod ime *Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst. Leta 1886 jo je mikolog Quelet prestavil v rod *Placodes*. Poglobljeno pa se je ukvarjal s to glivo Oscar Brefeld, gojil jo je celo v laboratoriju in odkril njeno, za višje glive neobičajno lastnost, da oblikuje nespolne trose (konidije). Zaradi te posebnosti jo je leta 1888 uvrstil v na novo osnovani rod in ji dal ime *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.. Vendar je bil Robert Hartig tako velika avtoriteta v gozdni fitopatologiji, da so v strokovni literaturi še približno 100 let uporabljali njegovo nepravilno poimenovanje te glive, *Trametes radiciperda*, dokler ga v 80-ih letih 20. stoletja ni zamenjalo pravilno ime *Heterobasidion annosum*. V starejši literaturi je pogosto tudi ime *Ungulina annosa* (Fr.) Pat., ki ga je dal tej glivi francoski mikolog Patuillard leta 1900, vendar je tudi to ime neveljavno. V kolikor v starih knjigah beremo o glivi z enim od naštetih imen vemo torej, da govorijo o glivi, ki povzroča rdečo trohnobo.



V preteklosti so glivo opisali še z več kot 20 drugimi latinskimi imeni, a so vsa neveljavna, ker opisi niso dovolj natančni za razlikovanje te vrste od drugih. Posebno zanimivo je, da je naš naravoslovec Janez Anton Scopoli leta 1772 domnevno kar trikrat opisal *Heterobasidion annosum* in ji dal tudi tri imena (*Poria perspicillum* Scop. – sliki 3 in 4, *Poria plicata* Scop. in *Poria scutata* Scop.). Opisal je deformirane trosnjake, spačke, ki jih je našel na lesenih opornikih v rovih idrijskega rudnika živega srebra, zato vrste odtlej ni bilo mogoče z gotovostjo potrditi in so imena neveljavna (v popolni temi se razvijajo neznatni, neobičajno oblikovani trosnjaki).

Finski raziskovalec Kari Korhonen je leta 1978 objavil svoje prve rezultate križanj izolatov glive *Heterobasidion annosum*. Hotel se je prepričati, ali so vsi osebki, ki ustrezajo opisu te vrste, res sposobni izmenjave genetskega materiala, torej križanja. Križanja je opravil tako, da je sterilno gojil podgobja gliv v čisti kulturi. Kadar skupaj raste podgobji dveh vrst, se ne zraste, temveč med njima nastane jasna ločnica. Če pa podgobji pripadata isti vrsti, se v kulturi zraste. Podgobja je pridobil iz trosov ali pa jih je izoliral iz okuženega lesa. Korhonen in za njim še številni raziskovalci iz vse Evrope so ugotovili, da obstajajo pri rdeči trohnobi v Evropi tri skupine osebkov, ki se med sabo večinoma ne križajo (včasih pa se in to je dolgo zadrževalo raziskovalce, da niso opisali treh novih vrst). Po videzu in mikroskopskih značilnostih se trosnjaki teh treh skupin le malo razlikujejo, močno pa so različni po svojih sposobnostih za povzročanje bolezni. Ena skupina kuži predvsem smreko, zato so jo imenovali smrekov tip, druga povzroča bolezen predvsem na borih, zato so jo imenovali borov tip in tretja kuži jelko, zato so jo imenovali jelov tip. Najnevarnejšo obliko bolezni in veliko gospodarsko škodo na smreki v vsej Evropi povzročata smrekov in borov tip. Borov tip povzroča tudi sušenje mladih borov predvsem v severni Evropi. Jelov tip pa redko povzroča trohnenje lesa živih jelk in še to le v mediteranskem podnebjju; živi predvsem kot gniloživka. V letu 1998 so na osnovi obširnih raziskav teh treh tipov gliv opisali tri vrste, ki jih v nadaljevanju podrobneje predstavljamo.

V slovenščini je bilo za glivo, ki povzroča smrekovo rdečo trohnobo, dolgo v uporabi ime koreninska goba. Tudi za slovenska imena gliv je najustreznejše, da je vsako sestavljeno po vzoru latinskih imen, torej iz imena za rod in imena za vrsto. Ime koreninska goba po teh načelih ni ustrezno, zato so naši mikologi sestavili novo ime, jelovi korenčnik, za glivo *Heterobasidion annosum* (POLER, A. (ur.), 1998: Seznam gliv Slovenije, 2.

dopolnjena in posodobljena izdaja, Zveza gobarskih društev Slovenije, Ljubljana, 120 s.). To ime pa je tudi slabo, saj se izraz korenčnik v gozdarstvu uporablja za spodnji, razširjeni del debla, kjer korenine prehajajo v deblo. Zato predlagamo novo slovensko ime **trohnobneži** za glive iz rodu *Heterobasidion* in **rdeča trohnoba** za bolezen, ki jo te glive povzročajo. Slovensko ime bolezní strokovno ni povsem ustrezno (kot bomo spoznali v nadaljevanju povzročajo trohnobneži belo trohnobo lesa), vendar je pri nas že dolgo v uporabi, zato je bolje, da ga ne spreminjamo. Za tri vrste gliv tega rodu predlagamo imena njihovih glavnih gostiteljev, torej **smrekov trohnobnež**, **borov trohnobnež** in **jelov trohnobnež**, za bolezní, ki jih te tri glive povzročajo, pa imena **smrekova rdeča trohnoba**, **borova rdeča trohnoba** in **jelova rdeča trohnoba**.

### 1.1.2 Trosnjaki

Vse tri vrste imajo veliko skupnih značilnosti. Trosnjaki so večletni. Veliki so običajno okoli 10 cm, vendar so tudi manjši ali mnogo večji, poročajo celo o velikostih do 40 cm. Prilegajo se podlagi, na kateri rastejo, in obraščajo travo, vejice ali iglice na mestu njihove rasti (slika 6). Včasih so popolnoma prekriti z opadom iglic in jih najdemo le z odkopavanjem opada ob koreninah in panju. Značilnost trosnjaka je, da je nepravilne oblike, zvežen in valovit. Zgornja stran, skorja, je sprva svetlo rjava, nato potemni in postane skoraj črna. Površina je običajno koncentrično nagubana, pri čemer so osrednje gube temne, proti robu pa svetlejšé. Kadar trosnjak raste, je najmlajša guba na robu trosnjaka snežno bela. Na previsnih, včasih tudi na navpičnih površinah trosnjaki nimajo skorje in so sestavljeni le iz mesa in trosovnice - takim oblikam rečemo resupinatne. Pod skorjo je meso trosnjaka. Je 3-10 mm debelo, belkasto, sprva mehko in žilasto, kasneje pa olesenelo in potemnelo. Spodnjo stran trosnjaka prekriva trosovnica (himenij). Sestavljena je iz 2-8 mm dolgih, vedno popolnoma navpičnih cevč. S prostimi očmi vidimo ustja cevč, pore, ki kot drobne okrogle ali podolgovate luknjice v enotni površini prekrivajo celotno spodnjo stran trosnjaka. V ugodnih razmerah zraste čeznjo nova plast trosovnice in če prerežemo star trosnjak, vidimo prirastke trosovnice ločene s tanko črto. Trosovnica je najprej bela, nato postaja kremaste barve. Trosnjaki so usnjati in jih težko raztrgamo. Stari in odmrli, brez žive trosovnice, so skoraj črni, krhki in lomljivi.

Trosnjake trohnobnežev težko opazimo, ker značilno rastejo na skritih mestih, kjer so ugodne mikrorastiščne razmere za njihovo rast (večja vlaga, manj svetlobe, višja temperatura, manj vetra). Največkrat jih najdemo v panju, ki ima že votel centralni del zaradi rdeče trohnobe. Pogosto jih opazimo tudi na okuženih panjih pri tleh, na stiku korenin in zemlje, med travo ali prekrite z opadom iglic. Neredko so na navzgor štrlečih koreninah dreves, ki jih je podrl veter. Najredkeje jih opazimo na okuženih živih drevesih, navadno le tam, kjer je rana na lubju globoka in pri tleh ali v votlini trohnečega debla. Včasih rastejo iz tal blizu okuženih panjev in če trosnjake izrujemo, vidimo, da rastejo iz strohnele korenine tik pod površjem tal. Pogosto jih najdemo rastoče iz lubja pri tleh in na čelih odrezkov debel, ki so kot sečni ostanki zaradi rdeče trohnobe ostali v gozdu.

#### 1.1.2.1 Smrekov trohnobnež (*Heterobasidion parviporum* Niemelä & Korhonen) (slika 7)

Latinsko ime pove, da ima majhne pore v trosovnici, kar je najpomembnejši razlikovalni znak od drugih dveh vrst. Premer por je 130 do 170  $\mu\text{m}$  ( $\mu\text{m}$  je tisočinka mm), na  $\text{mm}^2$  jih je 13 do 26. Poleg tega ima rob trosnjaka na zgornji strani kratke rjave dlake. Če ga pogledamo od blizu ali s povečevalnim steklom, je videti žametast. Rob trosnjaka je tak tudi na otip.

Smrekov trohnobnež je najpogostejši v severni Evropi, vse do arktičnega vzporednika. Na jugu sega do Bolgarije in Francije. Trohnobo povzroča predvsem na smrekah, okuži pa tudi sadike rdečega bora, če rastejo v bližini trohnečih smrekovih panjev. Na drugih drevesnih vrstah raste redko, dobimo ga na macesnu, jelki, duglaziji, cemprinu, rušju in jesenski resi. V Sloveniji je to najbolj razširjena vrsta, kuži smreko in macesen, zelo redko jelko.

#### 1.1.2.2 Borov trohnobnež (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) (slike 5,6 in 9)

Premer por v trosovnici je 190 – 260  $\mu\text{m}$ , na  $\text{mm}^2$  jih je 5-19. Pore so precej večje kot pri smrekovem trohnobnežu. Zgornji rob trosnjaka je brez dlak, zato je na otip gladek, ne žametast.

Borov trohnobnež je najbolj razširjen v srednji Evropi. Na jugu sega do Italije, na severu pa do južne Švedske in osrednje Finske. Najpogosteje

zajeda bore na peščenih tleh in ima širši krog gostiteljev kot smrekov trohnobnež. Zajeda še smreko, brin, macesen in listavce: brezo, jelšo, jerebiko, trepetliko in druge. Smreko izven njenega naravnega areala zajeda pogosteje kot smrekov trohnobnež. Rdeči bor je občutljiv predvsem na okužbo z borovim trohnobnežem, smreka pa je v enaki meri občutljiva na okužbo z obema vrstama - s smrekovim in z borovim trohnobnežem. V Sloveniji pogosto kuži smreko v nižinskih smrekovih sestojih. Delež okužb smreke z borovim trohnobnežem narašča sorazmerno z deležem bora v sestoju. Pri nas je potrjeno povzročitelj sušenja rdečega (slika 8), črnega in zelenega bora (*Pinus strobus*), vendar na borih ne povzroča večje škode. Gospodarsko pa je pomemben kot parazit smreke.

### 1.1.2.3 Jelov trohnobnež (*Heterobasidion abietinum* Niemelä & Korhonen)

Po značilnostih trosnjaka ga ne moremo razlikovati od prejšnjih dveh vrst, ločimo ga le s križanji v laboratoriju. Ima značilnosti obeh, dlake na skorji trosnjaka so včasih dolge, včasih kratke. Število por v trosovnici je podobno kot pri borovem trohnobnežu, vendar so stene por debelejše in zato pore drobnejše. Trosnjaki so običajno debelejši kot pri drugih dveh vrstah. Prirastne cone trosovnice so v prerezu trosnjakov jasneje razmejene.

Na severu je razširjen do Poljske in centralne Francije, na vzhodu do Bolgarije in na jugu do Grčije, v glavnem je vezan na razširjenost jelke. V Mediteranu, kjer jelke pogosto doživijo sušni stres je na tej vrsti nevarni patogen in je pogost, severneje je manj nevaren in se pojavlja kot gniloživka. Redko zajeda smreko, okuži pa lahko še pacipreso, brin, duglazijo, macesen, bore, pravi kostanj in bukev. Pri nas je razširjen v jelovih združbah v predalpskem, dinarskem in preddinarskem območju. Na teh rastiščih je najpomembnejša in največkrat edina vrsta trohnobneža. Živi kot gniloživka na jelovih in smrekovih panjih in le redko povzroči trohnobo v živem drevju.

## 1.2 UGOTAVLJANJE OKUŽBE V SESTOJU IN DIAGNOZA

Rdeča trohnoba ne povzroča značilnih, specifičnih zunanjih znamenj na živem drevju, zato je v gozdu ne moremo z gotovostjo ločiti od trohnob, ki jih povzročajo druge glive, razgrajevalke lesa. Pri smreki in drugih občutljivih iglavcih se lahko bolezen že močno razširi po drevesu, pa ni

nikakršnih zunanjih znamenj okužbe. Včasih opazimo odebelitev spodnjega dela debla, posebno pri smrekah, ki so že dolgo okužene z rdečo trohnobo. Če udarimo z ušesom sekire po takem deblu, značilno votlo zadoni, kar nakazuje votlino v deblu. V drugih primerih, posebno pri borih, opazimo na dnu debla močno smolenje, vendar ta simptom povzroča tudi druga zajedavska gliva, to je štorovka. Najbolj zanesljivo znamenje okužbe so trosnjaki trohnobneža, vendar se ti redko razvijejo na živem drevju. Številni trosnjaki na panjih nakazujejo verjetnost, da so tudi sosednji, še rastoči iglavci okuženi z rdečo trohnobo. V enovrstnih smrekovih gozdovih pogosto opazimo, da so zaradi vetra ali snega polomljena drevesa v osrednjem delu debla strohnela. Včasih je podrtih več dreves in na panjih in ležečih deblih najdemo trosnjake trohnobnežev. Taka okužba se navadno širi v krogu na okolišnje stoječe drevje, vendar nikoli ne več kot 50 m daleč.

V posameznem drevesu lahko ugotovimo trohnobo osrednjega dela debla z vrtanjem z votlim Presslerjevim svedrom ali z električnim vrtalnikom. Vendar trohneči del debla pogosto obsega le del jedrovine, mnogokrat se trohnoba širi iz stranske korenine in se tudi v deblu nahaja le v ozkem stožcu ob strani. Z vrtanjem debla v prsni višini ugotovimo okoli 50 % okužb v sestoji. Vsaka trohnoba pa ni rdeča trohnoba, zato moramo za določitev rdeče trohnobe izvrtke gojiti in nato s povečevalnim steklom ugotoviti, ali so se na okuženem lesu oblikovali konidiji - nespolni trosi (način gojenja je opisan v nadaljevanju).

Jakost okužbe v sestoji najzanesljiveje ugotovimo s podrtjem vseh dreves v progi in odrezke panjev gojimo na vlažnem. Ugotavljamo, ali se na okuženem delu razvijejo konidiji.

Stara in dolgo časa okužena drevesa imajo navadno okužen tudi velik del koreninskega sistema. Krošnje nekaterih od teh dreves so presvetljene in iglice porumenele. Odpadanje in rumenenje iglic povzročajo strupeni izločki trohnobnežev, ki jih drevesni sok prenaša v krošnjo. To bolezensko znamenje pa ni značilno samo za rdečo trohnobo, saj se lahko pojavi tudi zaradi drugih koreninskih zajedalcev, zaradi neustreznega rastišča, onesnaženosti ozračja in drugih drevju škodljivih dejavnikov. Smreke redko odmrejo zaradi rdeče trohnobe, mladi bori pa pogosteje, posebno v severni Evropi. Pri nas je sušenje iglavcev zaradi te bolezni redko.

Obarvanost lesa ali tip trohnobe ni zanesljivo znamenje, ki bi omogočalo določitev rdeče trohnobe. Zanesljivo znamenje so trosnjaki trohnobnežev, ki pa jih le redko najdemo na živih drevesih. Oblikovanje konidijev je prav tako zanesljivo znamenje okužbe z rdečo trohno (Slike 10-14). Konidiji ne nastajajo v trosiščih, ampak prosto na miceliju na posamičnih, vendar množičnih konidioforih (trosonoscih). Z enostavnim poskusom lahko ugotovimo, ali je les okužil eden od trohnobnežev ali pa ga razgrajuje katera od drugih gliv, ki povzročajo trohno lesa. Na okuženem lesu se konidiji razvijejo v štirih do desetih dneh, v kolikor ga shranimo na vlažno in toplo mesto. Izvrtek, ki smo ga dobili s Presslerjevim svedrom, kos trohnečega lesa ali odrezek – kolut od panja ali spodnjega dela debla zavijemo v vlažen filtrirni papir (ustrezen je tudi čist časopis, vendar naj bo v več plasteh, da bo vseboval dovolj vlage). Kolut lesa je lahko zelo tanek, toliko, da ne razpade. Navlaženi les in papir neprodušno zapremo, ustrezna je plastična vreča, ki jo zavežemo. Zgornja površina lesa naj bo prosta, plastična vreča in papir se ne smeta tesno prilegati zgornji površini lesa. Tako pripravljen vzorec pustimo na sobni temperaturi, lahko v temi, ne pa na sončnem mestu. Les mora biti ves čas opazovanja dovolj vlažen, zato ga med poskusom po potrebi navlažimo. Po šestih do desetih dneh pregledamo površino okuženega lesa s povečevalnim steklom, ki poveča vsaj 10-krat. Če je v lesu rdeča trohnoba, se razvijejo trosonosci s konidiji, trohnobneži namreč ne oblikujejo posebno oblikovanih trosišč. Trosonosce s konidiji opazimo ponavadi le na posameznih delih lesa, kjer je podgobje glive najvitalnejše. Običajno je to na robu okužbe proti zdravi beljavi. S prostimi očmi vidimo rahel, bel hifni preplet, visok manj kot milimeter, s povečevalnim steklom pa razločimo konidiofore z množico konidijev na vrhu, ki imajo obliko drobnih kroglic in so videti kot mokast popr. Če imamo na voljo mikroskop potrdimo določitev z opazovanjem trosonoscev s trosi in izmerimo njihovo velikost. Na okuženem lesu, posebno še na lubju, se kmalu razvijejo tudi razne glive plesnivke, ki hitro preraščajo les. Oblikujejo trosišča različnih oblik in barv, po tem jih ločimo od rdeče trohnobe. Trosonosci trohnobnežev so vedno beli in vezani na obarvani del lesa. Številne druge vrste tudi oblikujejo bel splet micelija, ki raste po površini okuženega lesa, vendar nikoli nimajo značilnih, na vrhu odebeljenih trosonoscev s kroglico konidijev, ki jih opazimo s povečevalnim steklom. Če se torej značilni trosonosci s konidiji ne razvijejo, vemo, da je les okužila in ga razgrajuje ena od stotin drugih gliv, ki so sposobne razgrajevati les v živih drevesih. Če pa se trosonosci s trosi razvijejo, je to dokaz, da je les okužila rdeča trohnoba.

### 1.3 TROHNOBA LESA

Trohnenje je proces razgradnje lesa, njegova posledica je trohnoba. Proces graditve, sinteze organskih snovi in nato proces njihove razgradnje je osnovni potek kroženja snovi in energije v naravi. Brez tega kroženja ne bi bilo življenja. Trohnenje predstavlja del procesa nujnega razgrajevanja v lesu vezanih snovi, pri čemer se sproščajo hranila enih organizmov za prehrano drugih.

Nekatere glive živijo v lesu. S hifami se razraščajo v njem, izločajo posebne snovi (encime, biokatalizatorje oziroma fermente), s katerimi razgrajujejo zapletene sestavine lesa in jih nato porabijo kot hrano. Nobena trohnobna gliva pa nima vseh encimov za popolno razgradnjo lesa. Poenostavljeno lahko glede na sposobnost razgrajevanja sestavin lesa delimo glive na dve skupini. Tiste, ki razgrajujejo predvsem celulozo in hemicelulozo, manj pa lignin, povzročajo rjavo ali destruktivno trohnobo. Les postaja rjav ker ostaja lignin nerazkrojen, poka, razpada v koščke, dokler se ne spremeni v prah, v deblu pa nastane votlina. V drugi skupini so glive, ki razgrajujejo lignin, manj pa celulozo. Te povzročajo belo ali korozivno trohnobo. Celuloza in hemiceluloza ostajata manj razkrojena, les postaja svetlejši, rumen ali belkast, ker izginja rjavi lignin. Nastajajo duplinice v lesu, razkroj je neenakomeren.

Kljub poimenovanju bolezn "rdeča trohnoba" in kljub videzu lesa, ki je rdeče rjav, pa trohnobneži vendarle povzročajo belo trohnobo lesa. Sprememba barve, ki je tipična za rdečo trohnobo, namreč ni posledica procesov razgradnje, ampak posledica kemičnih reakcij, predvsem oksidacije različnih snovi v jedrovini debla. Okuženi les je sprva bledo vijoličast, kasneje postane rdečerjav (slika na naslovnici). Zunanji robovi okužbe v lesu imajo pogosto sive ali modrikaste barvne tone. V tej stopnji razkroja je les še trden. Pri nadaljnjem razkroju se pokažejo v njem ozke, podolgovate, blede rumene lise (slika 16). Mehanske in kemične lastnosti lesa se močno spremenijo. V končni stopnji trohnobe se posamezne lise razkrojenega lesa združujejo, les postane vlaknast in gobast (slika 15). Trohnenje napreduje in nazadnje deblo izvotli.

Barva trohnečega lesa ni odvisna le od starosti okužbe in od trajanja razkroja, ampak tudi od vrste iglavca. Pri macesnu je trohnoba najprej temno siva, nato temno rdeče rjava. Pri jelki je obarvanost okuženega lesa sprva

sivo rjava, pogosto ima rožnat odtenek. Skoraj vedno je trohneči del lesa v sredini debla obkrožen s temneje obarvano cono, ki ga loči od zdravega lesa.

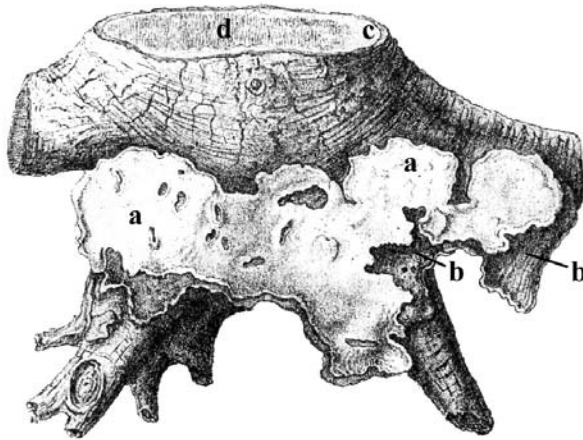
Trohnoba običajno obsega v drevesu osrednji del debla, posebno takrat, ko je že zelo razširjena (sliki 16 in 17). Pogosto pa jo opazimo le v delu debla, navadno ob strani. Ugotovimo lahko, da se v deblo širi iz stranske korenine. V koreninah okuženih dreves opazimo s smolo prepojene dele lesa, ki obkrožajo trohneče dele. S tem poskuša drevo zaustaviti napredovanje glive. Koreninam pogosto odмира tudi skorja. V teh primerih opazimo podgobje, ki se v tankih lističih ali polah razrašča med skorjo in lesom. Odmiranje korenin je za drevo zelo nevaren pojav, saj je slabše oskrbljeno z vodo in hranili, poleg tega pa se manjša njegova odpornost proti vetru in drugim škodljivim dejavnikom nežive narave tako, da ga lahko podrejo (slika 18).

Hitrost napredovanja rdeče trohnobe v deblu je zelo različna, odvisna je od vrste gostitelja, od njegove prehranjenosti in fiziološkega stanja, od njegovih genetskih lastnosti, od klimatskih rastiščnih dejavnikov in še od številnih drugih vplivov. Pri smreki lahko letno napreduje v redkih primerih celo od 20 do 40 cm, posebno na začetku okužbe. Višina, ki jo dosega trohnoba v deblu, zelo variira, vendar se giblje običajno med 19- in 25-kratnikom premera trohnobe na panju, izjemoma pa celo dosega 33-kratnik. Znani so primeri, ko je segala trohnoba lesa v smrekovih deblih do višine 12 m. Poprečno so v posameznih analiziranih smrekovih sestojih na Finskem trohnobe v deblih dosegle višino 4,3 m, v Franciji 2,3 – 2,7 m in v Nemčiji 2,2 – 6,5 m.

Gliva se razrašča predvsem v jedrovini. V deblu prihaja od znotraj v stik z živimi celicami beljave, ki reagirajo na povzročitelja bolezni. V to reakcijsko cono drevo nalaga fenolne snovi, smole in minerale, ki zavirajo rast glive. Obrambne snovi drevesa gliva s svojimi encimi počasi, a nenehoma razgrajuje, zaradi česar drevo porabi veliko hranilnih snovi, s tem slabi in slabše prirašča. V beljavi gliva redko raste zaradi pomanjkanja kisika in zaradi močnih fungitoksičnih in fungistatičnih snovi, ki jih v obrambo pred glivami proizvajajo žive celice. Zato je količina trohnobe v beljavi majhna in v drevesu ne sega tako visoko kot v jedrovini.

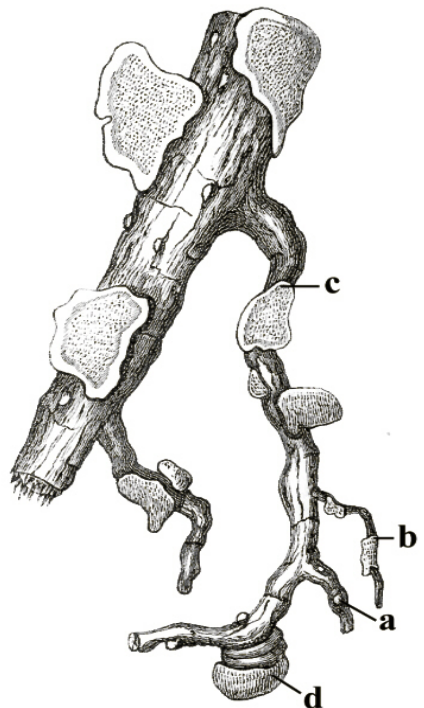
Po uspešni okužbi drevesa gliva živi v lesu in se hrani z njim. V notranjosti drevesa je dobro zaščiten pred neugodnimi zunanji vplivi in predvsem pred drugimi konkurenčnimi organizmi.

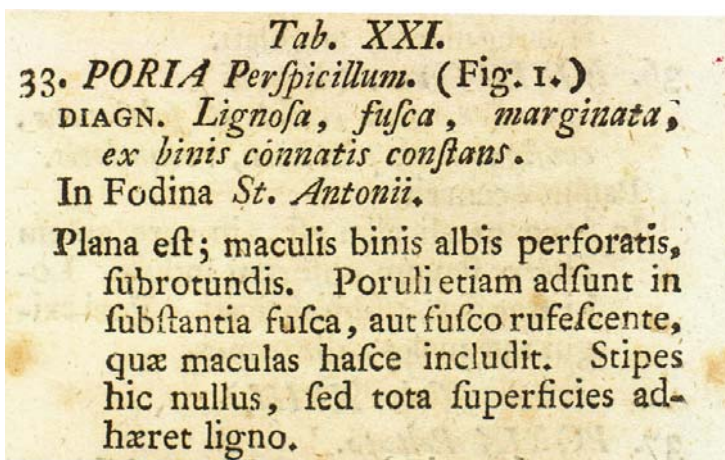




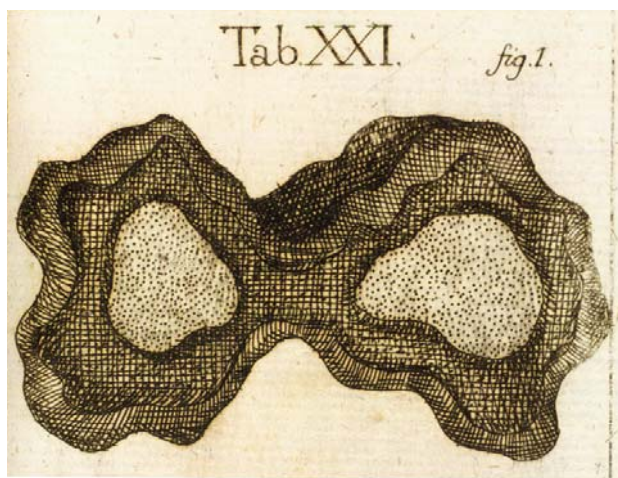
Slika 1 Trosnjak glive *Heterobasidion annosum* na panju okuženega drevesa (iz knjige R. Hartiga, 1878). Prevod podnapisa: "Panj 40 let stare smreke posekane pred dvema ali tremi leti na katerem se je trosnjak oblikoval nekaj let. Bela plast s porami (a) se je razvila na starejši delno odmrli trosni plasti (b). Samo ozek trak lesa (c) je še vedno trden, preostali les (d) je razpadel v vlakna in strohnel."

Slika 2 Trosnjaki, oblikovani pod zemljo na smrekovi korenini (iz knjige R. Hartiga, 1878). Prevod podnapisa: "Korenina žive vendar okužene 60-letne smreke s številnimi trosnjaki, nekateri so majhni in še okrogli (a), delno razviti (b), spominjajo na konzolo (c), ali so polkrožne oblike (d)."





- Slika 3 Scopolijev opis glive *Poria perspicillum* Scop. (očalasta porija/luknjičarka) iz knjige SCOPOLI, J. A., 1772: *Plantae subterraneae descriptae & delineate*. V: J. A., SCOPOLI, *Dissertationes ad scientiam naturalem pertinentes*, Praga, pars I, s. 84-120, + tab. I-XLVI. (v prevodu prof. dr. T. Wrabra). "DIAGNOZA. Lesnata, črnkaste barve, obrobljena, iz zraslih dvojic. V Antonijevem rovu. Ploščata; s po dvema belima, luknjičastima in skoraj okroglima lisama. Luknjice so tudi v črnkasti ali temnordečkasti snovi, v katero sta ti lisi vključeni. Beta pri njej ni, temveč se z vso površino oprijema lesa."



- Slika 4 Risba glive *Poria perspicillum* iz istega Scopolijevega dela.



Slika 5 Trosnjak borovega trohnobneža na borovem panju. Zgornja površina je zvežena, rob je mlad in zato bel. Na pajčevini in na tleh v bližini je množica trosov kot bel poprh (foto D. Jurc).



Slika 6 Trosovnica borovega trohnobneža kremaste barve z velikimi porami. Trosnjak obrašča odpadle iglice (foto D. Jurc)



Slika 7 Trosnjak smrekovega trohnobneža od spodaj. Trosovnica je mlada in zato bela. Pore so manjše kot pri borovem trohnobnežu (foto D. Jurc).



Slika 8 Rdeči bor je odmrl zaradi borove rdeče trohnobe (foto M. Jurc).



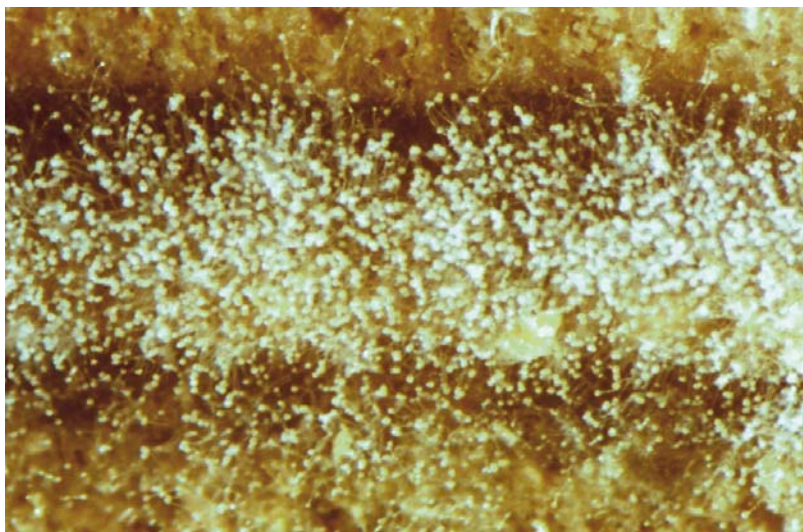
Slika 9 Na dnu posušenega rdečega bora je zrasel trosnjak borovega trohnobneža. Ker je mlad, je trosnjak popolnoma bel (foto M. Jurc).



Slika 10 Kolobar smrekovega debla s trosonosci in trosi (konidiji) trohnobneža, ki jih vidimo s prostim očesom kot belo prevleko na meji med okuženim in neokuženim lesom (foto D. Jurc).



Slika 11 S povečevalnim steklom razločimo trosonosce s trosi kot moknat poprh na površini lesa (foto D. Jurc).



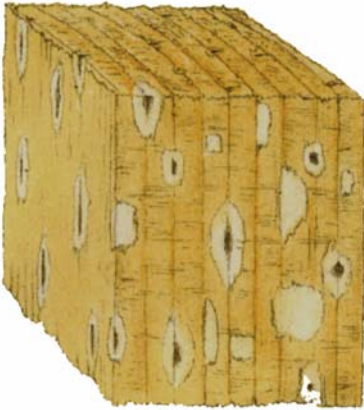
Slika 12 S stereo lupo in še večjo povečavo se vidi gruče trosov na trosonoscih kot drobne bele kroglice (foto D. Jurc).



Slika 13 Mikroskopska slika trosonosca z odebelitvijo na vrhu in izrastki, kjer bodo brsteli konidiji (mikroskopski preparat je obarvan z lakto fenol - bombažnim modrilom) (foto D. Jurc).



Slika 14 Zrel trosonosec, ki so mu konidiji že odpadli in so nabrani ob njem (mikroskopski preparat je obarvan z lakto fenol - bombažnim modrilom) (foto D. Jurc).



Slika 15 Risba lesa okuženega z rdečo trohnobo, v končni fazi razkroja. V lesu so značilni svetlejši predeli, lise razkrojene lesa se združujejo, les je vlaknast in gobast (iz knjige R. Hartiga)



Slika 16 Kolot smrekovega debla, v katerem je rdeča trohnoba povzročila značilni razkroj centralnega dela debla (foto D. Jurec).



Slika 17 Rdeča trohnoba razvrednoti najvrednejši del debla (foto M. Čas).



Slika 18 Drevo, ki je okuženo z rdečo trohnobo, pogosto podre veter, sneg ali žled (foto M. Čas).



Slika 19 Mladi in intenzivno rastoči trosnjaki krvaveče krvoslojevke (*Haematostereum sanguinolentum*). Trosnjak v sredini je ranjen, zato je značilno krvavo rdeče obarvan (foto D. Jurc).



Slika 20 Trohnoba lesa, ki jo povzroči krvaveča krvoslojevka, je podobna rdeči trohnobi. Koluti so narejeni na vsak meter. Gljiva je okužila drevo na višini 1 m skozi rano, ki jo je povzročila jelenjad z lupljenjem skorje (foto D. Jurc).



## 2 NAČINI OKUŽBE IN ŠIRJENJA

### 2.1 ŽIVLJENJSKI KROG GLIVE

Pri glivah, ki oblikujejo trosnjake, nastajajo trosi v trosovnici. Trosovnica je pri trohnoznežih oblikovana v cevke. Zaradi te in drugih taksonomskih značilnosti jih uvrščamo v družino *Polyporaceae*, red *Aphyloporales*, razred *Basidiomycetes* in deblo *Basidiomycota*. Vse te uvrstitve nam povedo njihove glavne značilnosti, za nas je pomembno le, da poznamo njihovo pripadnost deblu prostotrosnic (*Basidiomycota*). V to skupino so uvrščeni, ker oblikujejo trose (bazidiospore) prosto na površini posebne celice (imenujemo jo bazidij). Hife so sestavljene iz celic in vsaka celica glive vsebuje dvojno število kromosomov (je diploidna). V bazidiju pa pride do razdelitve dvojnega števila kromosomov na enojno število (proces se imenuje mejoza ali redukcijska delitev). Vsaka bazidiospora dobi en komplet tega enojnega števila kromosomov (pravimo, da so trosi haploidni). Veter raznaša bazidiospore, ki kalijo in poženejo hife, če padejo na ustrezno podlago. Hife se razraščajo v podlagi, vendar imajo njihove celice le enojno število kromosomov. Taka haploidna podgobja so slabotna, niso sposobna živeti dolgo in tudi ne morejo povzročiti bolezni. V nekaj mesecev dolgem življenju mora haploidno podgobje priti v stik z drugim haploidnim podgobjem. Z njim se zraste in od takrat naprej je podgobje diploidno (z dvojnimi števili kromosomov), sposobno je povzročiti bolezen in oblikovati trosnjake, ki spet oblikujejo trose. Zaradi redukcijske delitve kromosomov in potrebe po kasnejši združitvi dveh osebkov imenujemo tak način razmnoževanja spolni.

Omenjeno je že bilo, da so trohnozneži precejšnja posebnost med glivami, ki oblikujejo trosnjake, zaradi svoje sposobnosti oblikovanja nespolnih trosov, ki jih imenujemo konidiji. Za razliko od nastanka spolnih trosov (bazidiospor) se v razvoju konidijev kromosomi ne delijo. Konidiji imajo torej enako genetsko zgradbo kot podgobje, na katerem nastajajo. Nastajajo pa kjerkoli na podgobju, vendar vedno le na površini lesa, tam, kjer je les dovolj vlažen, ter na zaščitenih, vlažnih in malo osvetljenih mestih. Posamezne hife zrastejo navpično navzgor (imenujemo jih konidiofori ali trosonosci), vrh se jim odebeli in na tej odebelitvi brstijo številni konidiji (sliki 13 in 14). S prostimi očmi jih vidimo na površini okuženega lesa kot belo prevleko, kot bi bil del trohnečega lesa posut z moko (slike 10, 11 in 12). Zanesljivo jih spoznamo le s povečevalnim steklom (povečati mora 10 do 15-krat). Vidimo jih kot drobne kroglice (to so odebelitve konidioforov z množico konidijev) na drobnih nitastih podstavkih (konidioforih). Sposobnost trohnoznežev za oblikovanje nespolnih trosov je izredno pomembna za ugotavljanje okužbe z rdečo trohnoabo. Z enostavnim načinom namreč zanesljivo ugotovimo rod povzročitelja, ne moremo pa razlikovati treh vrst trohnoznežev med seboj.

## 2.2 TROSI

Po pomenu, ki ga imajo, lahko glivne trose primerjamo s semeni rastlin. Glivi služijo za širjenje na nove prostore in s tem zagotavljajo preživetje vrste. Zgradba trasa pa je popolnoma drugačna, kot je zgradba semena: nima embrija, nima znatnih rezerv hranilnih snovi, nima močne semenske lupine. Mikroskopsko majhen je; šele v sto tisočih ali milijonih so trosi vidni s prostim očesom kot rahel poprh na tleh v okolici trosnjaka.

### 2.2.1 Bazidiospore

Na notranjem obodu cevki trosovnice so bazidiji. Na vsakem se razvijejo štiri bazidiospore. Ko dozori, jih bazidij odvrže v sredino vedno navpične cevke, od tod pa zaradi težnosti padejo navzdol na prosto. Tu jih že rahel vetrič ponese v daljave, dokler kjerkoli ne padejo na podlago. Bazidiospore so ovalne, velike 4,5-6 x 3,5-4,5  $\mu\text{m}$ , s prosojno, tanko in hrapavo steno. Trosni prah je bel. To so trosi v veliki množini, ki jih dobimo, če na vlažnem pustimo trosnjak obrnjen navzdol, npr. preko noči.

Vremenske razmere, predvsem vlaga in temperatura kot najpomembnejša dejavnika, regulirajo oblikovanje in sproščanje bazidiospor. V sušnem vremenu in pri visokih temperaturah se v trosnjakih trosi ne morejo razvijati, v zmrznjenih in pod snegom pa prav tako ne. Pri 38 °C se trosi sploh ne oblikujejo, poleti je njihovo nastajanje odvisno od padavin. Najmočnejše je nekaj tednov po obilnem dežju. Malo nad zmrziščem pa se trosi že lahko sproščajo, pri 5 °C celo že obilno. V gozdu pade na tla v povprečju od 0,59 do 1932 trosov  $\text{dm}^{-2} \text{h}^{-1}$ . V razdalji 1 m od trosnjaka so zabeležili celo 30.000 trosov  $\text{dm}^{-2} \text{h}^{-1}$ . Veter bazidiospore prenaša na velike razdalje. Tako so ulovili trose daleč na morju, celo 300 km od najbližjega možnega vira. Bazidiospore, ki so normalno kalile, so našli v iztrebkih različnih žuželk: skakačev, rilčkarjev in podlubnikov. Trosi zgubijo kalivost v nekaj dneh, v naravnih razmerah predvsem zaradi uničujočega delovanja UV svetlobe in vlage, na suhem in hladnem (v laboratoriju) pa ostanejo kalivi od enega do pet let. Trosi ne kalijo kar sami od sebe. H kalitvi jih vzpodbudijo izločki na gostiteljevih ranah. Površina svežega panja ima vse značilnosti velike rane na korenčniku, zato so panji izredno ugodna podlaga za naselitev trohnobnežev.

## 2.2.2 Konidiji

Konidijske oblike gliv iz rodu *Heterobasidion* imajo latinsko ime *Spiniger meineckellus* (A.J. Olson) Stalpers. V mikologiji pogosto poimenujejo nespolne oblike določene glive (nekatero glive oblikujejo tudi dve ali več različnih nespolnih trosišč in trosov). V preteklosti se je to dogajalo, ker niso poznali življenjskih krogov posameznih gliv. Domnevali so, da so različna trosišča značilno znamenje za druge vrste. Danes pa ta imena uporabljamo zato, da točno vemo, katero nespolno obliko smo našli in o njej govorimo. Velja pa, da je pravilno in veljavno ime določene glive vedno ime spolne oblike.

Konidiji so ovalni, veliki 4,8-6,6 x 3,6-5 µm, prosojni in imajo gladke stene. V naravi nastajajo na vlažnem okuženem lesu, le redko prosto na površini okuženih panjev, pogosto pa tam, kjer so panji prekriti z dračjem. Našli so jih v rovih podlubnikov in drugih žuželk, v votlinah okuženega lesa in med razpokami in luskami lubja. Konidiji nastajajo nekaj tednov, vendar kjer poteka sečnja okuženih dreves vso vegetacijsko dobo, je v zraku vedno mnogo konidijev.

Konidiji so zaradi tanke stene kalivi krajši čas kot bazidiospore. Ker nastajajo na skritih, zaščitenih mestih, je njihovo sproščanje v zrak in prenos na večje razdalje oteženo. Glive jih ne odmetavajo aktivno, tako kot odmetavajo bazidiospore. Vendar so v okuženih sestojih kljub temu tudi konidiji množični. Ugotovili so, da jih je v nekaterih sestojih v zraku tretjino do polovico toliko kot bazidiospor. Poleg tega jih prenašajo številne žuželke na svoji površini ali z iztebki, saj se mnoge hranijo s podgobjem in konidiji trohnobnežev. Panje lahko konidiji okužijo prav tako uspešno kot bazidiospore, vendar so potomci iz bazidiospor uspešnejši pri povzročanju bolezni, verjetno zaradi večje genetske različnosti. Menijo, da so za širjenje in naseljevanje bolezni bazidiospore mnogo pomembnejše kot konidiji.

## 2.3 SVEŽI PANJI TER ZRAŠČANJE IN STIKI KORENIN

Šele po desetletjih raziskav so v petdesetih letih 20. stoletja ugotovili, da panji iglavcev omogočajo vdor rdeče trohnobe v sestoj. Od tedaj so ta opazovanja potrdili s številnimi različnimi metodami: s trosi so okužili panje in okolišnje drevje je zbolelo; poizkušali so izolirati trohnobneže iz panjev po sečnji v zdravem sestoj in ugotovili so močno okuženost; intenzivirali so redčenja (več in močneje so redčili) in razširjenost bolezni v sestoju se je povečala.

Trohnobneži okužijo površino panjev le v tednu ali dveh po sečnji, največ okužb pa se zgodi v nekaj urah ali nekaj dnevih po njej. Panj, ki je nastal pri poseku drevesa, je nenaravna, človekova tvorba v gozdu. Obrambni mehanizmi panja in korenin so takoj po poseku še nepoškodovani in delujejo še nekaj časa. Panj lahko živi še posebej dolgo, če so korenine posekanega drevesa zrastle s koreninami sosednjih dreves. Trohnobneži so sposobni okužiti živa tkiva gostitelja, zato jim ustrezajo sveži panji iglavcev in se vanje naselijo brez težav.

Vendar se na površini panja hitro dogajajo spremembe, neugodne za naselitev trohnobnežev. Nenadoma imajo številni mikroorganizmi nov prostor in hrano za svoj razvoj. Na površini panja se hitro množijo bakterije, kvasovke in številne plesni, naselijo se drobne živalice, ki se z njimi hranijo. Vsa ta živa bitja porabljajo hrano in v svoje okolje izločajo snovi, ki zavirajo ali uničujejo druge organizme. Prihaja do sukcesije organizmov, kar pomeni, da je zaporedje naseljevanja določenih organizmov odvisno od prej naseljenih in je v določenih razmerah okolja (enaka podlaga, enake razmere za rast) vedno približno enako. Preživijo le najbolj uspešni pri izkoriščanju hranil in tisti, ki s svojimi izločki zavirajo rast drugih organizmov. Trohnobneži so sposobni premagati obrambne mehanizme svojih gostiteljev, manj pa so sposobni konkurirati drugim mikroorganizmom, ki so njihovi antagonisti (nasprotniki, včasih le tekmeci za hrano). To je razlog za izredno kratko obdobje, v katerem se trohnobneži lahko naselijo v svež panj. Opisano slabost trohnobnežev so uporabili pri razvoju bioloških in kemičnih načinov za preprečevanje rdeče trohnobe.

Zaradi izredno velikih količin bazidiospor in konidijev v zraku pa trohnobneži vseeno uspejo naseliti veliko število svežih panjev. Trosi so v zraku v pretežni večini leta, ni jih le takrat, ko je poletna suša daljša od meseca dni in še približno deset dni za tem, ter v obdobju, ko zmrzuje. Čeprav 99,9 % trosov pade na podlago približno 100 m od trosnjakov, jih preostali 0,1 % še vedno predstavlja na sto tisoče, ki lahko potujejo več 100 km daleč in okužijo panje.

V lesu panja in korenin se rdeča trohnoba hitro širi, saj obrambni mehanizmi požaganega drevesa hitro slabijo. Naselitev in hitrost razgradnje sta odvisni predvsem od količine vlage v posameznih delih drevesa. Gliva prerašča ustrezno vlažno beljavo in jedrovino, posebnost pa je rast podgobja trohnobnežev na površini odmrlih korenin, ki še pospeši hitrost razraščanja.

Tako se v dolžino širijo po koreninah panjev tudi več kot 2 m na leto. V tleh podgobje ne raste in hitro propade zaradi antagonističnih gliv.

Korenine drevesa se pogosto dotikajo korenin bližnjih in tudi bolj oddaljenih dreves, z debelitvijo se nekatere celo zrasede med seboj. Ti stiki in zrasle korenine so najpomembnejše vstopno mesto smrekove rdeče trohnobe iz okužene korenine v zdravo, nepoškodovano sosednje drevo. Čeprav bi lahko sklepali, da so za prehod rdeče trohnobe iz okuženega v zdravo drevo zrasle korenine pomembnejše kot stiki med koreninami, pa temu ni tako. Korenina panja namreč dobiva hranila od sosednjega drevesa, s koreninami katerega se je zrasla, in tako ostane živa še dolgo časa. V živih tkivih pa stalno potekajo obrambne reakcije drevesa proti širjenju glive in jo ustavljajo v razrasti. Za prehod zajedalske glive iz okužene odmrle korenine panja v sosednje zdrave so mnogo pomembnejše korenine, ki se v tleh dotikajo. Odmrle korenine gliva hitro preraste in je nato nenehoma v stiku z zdravo korenino sosednjega drevesa. Pri občutljivih iglavcih na ta način poteka večina okužb zdravega drevja. Ugotovili so, da v velikem panju in njegovih koreninah trohnobnež lahko živi zelo dolgo, tudi do 60 let. V tem času stalno predstavlja vir okužbe za sosednje drevje. Kadar pa so pri gojitvenih delih nastali majhni panji, npr. pri negi mladja ali gošče, se trohnobneži vanje ne morejo naseliti.

## 2.4 RANE NA DEBLU IN KORENINAH

Velike rane na deblih, pri katerih je skorja odstranjena in je poškodovan tudi les, so za drevo zelo nevarne. Poškodbe nastanejo pri podiranju drevja, spraviu lesa, pogosto pa tudi divjad lupi in grize skorjo iglavcev. Drevo sicer ima celo vrsto različnih obrambnih mehanizmov, vendar mu običajno ne uspe preprečiti okužbe odprte rane z glivami, razgrajevalkami lesa. Najodločilneje vpliva na hitrost in obseg razgradnje lesa v deblu živega drevesa vrsta glive, ki okuži rano.

Veliko število gliv je posebej prilagojenih za okužbo ran na drevju. Odporne morajo biti na obrambne snovi drevesa, premagati morajo pregrade, ki jih drevo gradi za preprečitev širjenja zajedalcev, tekmujejo za hrano in prostor v rani z drugimi mikroorganizmi, premagati morajo druge tekmece. Trohnobneži v tej tekmi niso posebej uspešni.

Gliva, ki uspe najpogosteje okužiti rane na smrekovih deblih in povzročiti trohnobo v živem drevesu, predvsem v smreki, je krvaveča krvoslojevka (*Haematostereum sanguinolentum* (A.&S.:Fr.) Pouz., staro ime je *Stereum sanguinolentum*). Tudi ta gliva spada med povzročiteljice belih trohnob. Na videz bolezen, ki jo povzroča krvaveča krvoslojevka, težko ločimo od trohnobe, ki jo povzročajo trohnobneži. Les, ki ga je okužila krvaveča krvoslojevka, je potemnel, razpada v vlakna in je blede rjav (slika 20). Na starih zaraščajočih se ranah iglavcev pogosto najdemo trosnjake te zajedalke (slika 19). Trosnjaki so kožasti, rjavi in zgoraj rahlo dlakavi, pogosto so resupinatni (prilegajo se podlagi in nimajo zgornje površine trosnjaka). Če sveže trosnjake podrgnemo po trosovnici z nohtom, postane ranjena površina krvavo rdeča, od tod ime te glive. Posledica okužbe rane s krvavečo krvoslojevko je enaka kot pri rdeči trohnobi: jedrovina drevesa trohni do različne višine, les razpada, je močno obarvan, votlina pa za razliko od rdeče trohnobe redko nastane. Razlika v razvoju bolezni med obema glavnima povzročiteljema trohnob pa je v tem, da krvaveča krvoslojevka povzroča trohnobo le v drevesu, ki ga je uspela okužiti, trohnobneži pa se po naselitvi v drevo širijo po koreninah naprej do drugih dreves, pogosto jih okužijo in tudi tam povzročijo trohnobo lesa.

V štirih raziskavah v zadnjih letih so ugotovili, da so se trohnobneži uspeli naseliti v prvi raziskavi v 5 %, v drugi v 3 %, nato v 2 % in nato v 1 % ran na smreki. V eni od naslednjih raziskav so naredili rane v vsakem od štirih letnih časov, na koncu raziskave je bilo okuženih z rdečo trohnobo 6 % ran. Vendar so vse okužbe nastale v juliju, v drugih letnih časih pa ne. Največji odstotek ran na deblih, ki so jih uspeli okužiti trohnobneži je bil 20 %. Ta podatek je iz švicarske raziskave, kjer so analizirali rane, ki so jih na smrekah povzročile kože z lupljenjem skorje. Opozarjajo pa, da so morda v rezultat vključene tudi trohnobe, ki so se razširile iz korenin. Pogosto se zgodi, da trohnobneže, ki so se uspešno naselili v rano in še niso uspeli prerasti velike količine lesa, druge glive izrinejo in jih v lesu nadomestijo. Kljub vsem tem podatkom o slabi sposobnosti trohnobnežev za okužbo ran pa predstavljajo rane na iglavcih velik ekonomski in varstveni problem v naših gozdovih. Tako pogoste so, da tudi majhen odstotek, ki jih okužijo trohnobneži, še vedno predstavlja dolgoročno grožnjo sestojem iglavcev.

Tudi v tleh pogosto prihaja do poškodb površine korenin. Poškodbe nastajajo na najrazličnejše načine: različne žuželke in mali glodalci obgrizujejo skorjo, veter povzroča premike in trganje korenin, kamni se drgnejo ob korenine, povzroča

jih človek z uporabo strojev v gozdu. Vse milijarde trosov trohnobnežev padejo na podlago, v veliki večini na tla. Množični so v opadu zgorjih plasti tal, vendar so jih našli tudi v globini 20-25 cm pod površjem. Trosi ne kalijo kar sami. Kalijo le, če pridejo v stik s kemičnimi snovmi, ki se izločajo iz rane iglavca. Kljub veliki konkurenci drugih gliv v tleh nekateri uspejo vzkliti, skozi rane korenin prodreti v drevo in povzročiti rdečo trohnobo.

## 2.5 OBČUTLJIVOST RAZLIČNIH GOSTITELJEV

Po odkritju intersterilnih skupin trohnobnežev (skupin osebkov, ki se med seboj v laboratorijski kulturi ne križajo) in opisu novih vrst so postali razumljivejši podatki o odpornosti oziroma občutljivosti različnih drevesnih vrst iz starejših publikacij, ki jih do tedaj niso znali razložiti. V zadnjih dvajsetih letih so v celotni Evropi zbrali številne nove podatke, ki jih prikazuje preglednica 1, upošteva tudi podatke iz Slovenije.

Poleg v preglednici prikazane občutljivosti posameznih vrst drevja na okužbo in razvoj rdeče trohnobe opažamo tudi različno odpornost določenega števila dreves v populaciji posamezne vrste. Raziskovalci ugotavljajo, da pri vseh drevesnih vrstah obstaja določen, zelo različen odstotek dreves, ki imajo značilno manjši obseg trohnobe v deblu in ki lahko celo popolnoma preprečijo razvoj bolezni. Najpogosteje poročajo, da je tako odpornih dreves v določeni smrekovi populaciji 5-20 %. Z današnjimi tehnikami vegetativnega razmnoževanja in novimi tehnikami mikropropagacije (v laboratoriju iz majhnega dela rastline v kratkem času vzgojijo poljubno število enakih rastlin - klonov) je zelo enostavno take osebkke množično razmnožiti in jih uporabiti kot sadilni material. Vendar s tem povzročamo novo nevarnost: če bi sadili klone odpornih dreves v velikem številu, bi osiromašili naravno genetsko raznolikost naših gozdov. Poleg tega ne vemo, ali so ti osebki slabši od naravnih populacij dreves v kakšni od številnih, morda še pomembnejših lastnostih, kot je odpornost na rdečo trohnobo. Rešitev problema z boleznijo ne sme povzročiti problemov na drugih področjih.

Preglednica 1: Občutljivost različnih vrst drevja na smrekovo, borovo in jelovo rdečo trohnobo

Vrsta drevesa	Borova rdeča trohnoba	Smrekova rdeča trohnoba	Jelova rdeča trohnoba
<b>Domači iglavci</b>			
Navadna smreka ( <i>Picea abies</i> )	++++	++++	+
Bela jelka ( <i>Abies alba</i> )	+	+	+++
Rdeči bor ( <i>Pinus sylvestris</i> )	++++	++	
Evropski macesen ( <i>Larix decidua</i> )	++++	+	
Črni bor ( <i>Pinus nigra</i> )	+++		
Rušje ( <i>Pinus mugo</i> )	++		
Navadni brin ( <i>Juniperus communis</i> )	++++	++	
<b>Tuji iglavci</b>			
Duglazija ( <i>Pseudotsuga menziesii</i> )	+++	++	++
Japonski macesen ( <i>Larix kaempferi</i> )	+++	+	
Omorika ( <i>Picea omorika</i> )	+++		
Velika jelka ( <i>Abies grandis</i> )	++	+	+
Lawsonova pacipresa ( <i>Chamaecyparis lawsoniana</i> )	++++		
Zahodna čuga ( <i>Tsuga heterophylla</i> )	++++		
<b>Listavci</b>			
Siva jelša ( <i>Alnus incana</i> )	++	+	
Navadna breza ( <i>Betula pendula</i> )	++	+	
Bukev ( <i>Fagus syl vatica</i> )	++		
Hrasti ( <i>Quercus</i> spp.)	++		

Simboli pomenijo: + drevo ne zboli, gliva raste na odmrlem lesu;

++ včasih se pojavi bolezen;

+++ drevo je občutljivo za bolezen;

++++ drevo je zelo občutljivo za bolezen.

Mesta brez oznak ne pomenijo vedno odpornosti, ampak prej pomanjkanje podatkov, posebno pri tujih iglavcih.



### 3 NADZOR

#### 3.1 UKREPI PRI GOJENJU GOZDOV

Rdeča trohnoba je v naravnih gozdovih iglavcev redka, glive povzročiteljice živijo večinoma kot gniloživke in ne kot povzročiteljice bolezni. Šele z izkoriščanjem gozdov in spremembo vrstne sestave in strukture gozda jim je človek omogočil širjenje. Zato morajo ukrepi proti tej bolezni temeljiti predvsem na spremembah pri načinih gojenja in izkoriščanja gozdov. Znanje o biologiji povzročiteljic, o načinih širjenja in razvoju bolezni nam omogoča tako gospodarjenje, da bomo zmanjševali njeno jakost.

Nekateri dejavniki in naravne danosti rastišča so posebno ugodni za naselitev in razvoj bolezni. Tisti, ki gospodarji z gozdom, teh dejavnikov ne more spreminjati, zato mora upoštevati, da se bo najverjetneje bolezen pojavila, če bo na takih rastiščih gojil iglavce.

Dejavniki, ki povečujejo verjetnost za okužbo z rdečo trohnobo in za njen razvoj, so naslednji:

- nadmorska višina manj kot 700 m,
- bazična tla (visok pH) in visoka vsebnost kalcija,
- velika rodovitnost tal,
- občasna suša, nihanje nivoja talne vode,
- kmetijska raba tal v preteklosti,
- prejšnja generacija iglavcev okužena z rdečo trohnobo,
- sosednji gozdovi močno okuženi z rdečo trohnobo.

Sanitarna sečnja iglavcev (posek obolelih dreves), ki nakazujejo okuženost z rdečo trohnobo (iztekanje smole pri dnišču debla, odebeljen spodnji del debla, porumenelost, presvetljenost krošnje), ne izboljša zdravstvenega stanja sestoja, ne prepreči nadaljnega širjenja bolezni, lahko jo celo pospeši. S sanitarno sečnjo rešimo del lesa, ki bi ga sicer bolezen v prihodnosti razvrednotila.

Paša živine v gozdu povečuje verjetnost okužbe z rdečo trohnobo. Težke živali tlačijo tla, kvarijo njihovo naravno strukturo, z iztrebki spreminjajo naravno kroženje hranilnih snovi v gozdnih tleh, s hojo povzročajo rane predvsem na drobnih koreninah. Nekatere analize, narejene pri nas (v Območni enoti Nazarje, Zavod za gozdove Slovenije), kažejo, da je daleč navečja okuženost z rdečo trohnobo tam, kjer se na opuščenih kmetijskih površinah pase živina (ali pa se je pasla v preteklosti). Domnevajo celo, da pomeni paša večjo možnost pojava rdeče trohnobe kot umetno snovanje

sestojev ali redčenje in da je paša ključni dejavnik tveganja za rdečo trohnobo v Sloveniji. Kdor želi ohraniti gozd zdrav, bo preprečil pašo živine v gozdu in na zaraščajočih se kmetijskih površinah.

Pri vsakem načrtovanju gojitvenih del in predvsem pri odločitvah o dolgoročnem gospodarjenju z gozdom iglavcev na določenem rastišču bi bilo nujno poznati jakost okužbe sestoj z rdečo trohnobo. Zato gojimo odrezke panjev takoj po poseku dreves (ali spodnje dele prvih hlodov) na vlažnem in toplem da ugotovimo, ali se razvijejo konidiofori s konidiji. Odrezke panjev pridobimo pri rednem poseku ali sistematično podremo večje število drevja v progi skozi sestoj. Koristno bi bilo vedeti, s katero vrsto trohnobneža je sestoj okužen. Vendar so laboratorijska določanja dolgotrajna in izredno draga. Pomagamo si z natančnim pregledom trosnjakov in določanjem po njihovih morfoloških značilnostih. Na Finskem so v 60-ih letih prejšnjega stoletja pričeli spreminjati velike površine z rdečo trohnobo močno okuženih smrekovih sestojev tako, da so pospeševali naravno pomlajevanje rdečega bora in ga tudi sadili. Danes ugotavljajo, da je rdeče trohnobe malo. Razlog je v tem, da je bila smreka okužena s smrekovim trohnobnežem, ki redko kuži rdeči bor in mu ni hudo nevaren. Če je sestoj iglavcev močno okužen, ga nadomestimo z listavci. Ena generacija listavcev je dovolj, da v panjih iglavcev propadejo vsi trohnobneži. Ko načrtujemo sadnjo iglavcev, upoštevajmo podatke iz preglednice 1 o občutljivosti posameznih vrst drevja na vse tri vrste trohnobnežev. Pri obnovi gozda s sadnjo problemi z rdečo trohnobo odpadejo, če sadimo rastišču ustrezno drevesno sestavo.

Najpomembneje je, da odločitev o vrstni sestavi in strukturi gozda, ki jo bomo dosegli z gojitvenimi ukrepi, temelji na dobrem poznavanju ekoloških zahtev uporabljenih vrst drevja. Oblikujmo gozd, ki je na določenem rastišču najnaravnejši, torej tak, ki gradi gozdne združbe določenega rastišča. Strogo moramo kontrolirati izvor semena (provenienco), iz katerega so vzgojene sadike. Le lokalne proveniencije zagotavljajo najboljšo prilagojenost drevesa talnim in klimatskim značilnostim tamkajšnjih rastišč. Pomembna je skrb za tla. Le na tleh z ustreznimi fizikalnimi in kemičnimi lastnostmi za določeno vrsto lahko pričakujemo dober razvoj korenin v horizontalni in vertikalni smeri. Negovalna dela opravimo zgodaj in posegi v mladju in gošči naj bodo močni. Kasnejša redčenja letvenjakov in drogovnjakov omogočajo vdor trohnobnežev v sestoj skozi panje, zato naj bodo čim šibkejša. Posameznemu drevesu zagotovimo optimalne razmere za razvoj krošnje z redčenjem listavcev. Uporabimo vsako novo dognanje pri razvoju orodij, strojev in delovnih tehnik, ki zmanjšuje število poškodb debel in korenin. Preden

začnemo razmišljati o kakršnihkoli drugih ukrepih proti rdeči trohnobi, upoštevajmo vse ukrepe gojenja gozdov.

Na osnovi velikega števila opazovanj rdeče trohnobe v sestojih iglavcev z različno zgodovino in na različnih rastiščih so pojavljanje bolezni razvrstili v tri tipe. Za vsakega od njih v nadaljevanju podajamo najverjetnejšo napoved razvoja rdeče trohnobe in najsplošnejša priporočila za ukrepe.

### **3.1.1 Zaraščanje kmetijskih površin**

Verjetnost okužbe z rdečo trohnobo je največja. Bolezen okuži sestoj skozi panje iglavcev, ki nastajajo pri redčenju. S starostjo se število okuženega drevja hitro povečuje.

Priporočila:

- cilj naj bo mešani sestoj, pri negi v mladovju povečujemo delež listavcev,
- razdalja med iglavci naj bo čim večja,
- gojitvena dela v mladju in gošči iglavcev opravimo čim intenzivneje z namenom, da zmanjšamo intenzivnost kasnejših redčenj. Redčenja zato lahko začnemo kasneje, njihova jakost naj bo čim manjša,
- redčimo pozimi, ko so temperature pod ničlo. Če redčimo spomladi ali jeseni, je koristno panje zaščititi z antagonističnimi glivami ali kemičnimi sredstvi,
- kolikor je mogoče preprečujemo nastajanje ran pri podiranju in spravilu drevja,
- v okuženih sestojih iglavce predčasno odstranimo in izmenjamo drevesno sestavo.

### **3.1.2 Nasadi iglavcev na rastiščih listavcev**

Bolezen vdre v sestoj skozi panje iglavcev, ki nastanejo pri redčenju oziroma sečnji in spravilu. Število okuženih dreves v sestoju narašča počasneje kot na nekdanjih kmetijskih površinah.

Priporočila:

- gozd obnavljamo s sadnjo rastišču primernih drevesnih vrst,
- gojitvena dela v mladju in gošči iglavcev opravimo čim intenzivneje z namenom, da zmanjšamo intenzivnost kasnejših redčenj. Redčenja zato lahko začnemo kasneje, njihova jakost naj bo čim manjša,
- redčimo pozimi, ko so temperature pod ničlo. Če redčimo spomladi ali jeseni, je koristno panje zaščititi z antagonističnimi glivami ali kemičnimi sredstvi,

- kolikor je mogoče, preprečujemo nastajanje ran pri podiranju in spravilu drevja.

### 3.1.3 Druga ali tretja generacija iglavcev, stari gozdovi iglavcev

Sestoji so bolj ali manj okuženi, okužba novih dreves poteka skozi dotikajoče se in z okuženim drevjem ali okuženimi panji zraščene korenine. Panji, nastali pri redčenju, so manj pomemben dejavnik za širjenje okužbe. V razvoju sestoja se število okuženega drevja počasi povečuje.

Priporočila:

- pomlajevanje naj bo naravno ali sadimo rastišču primerne vrste.
- v močno okuženih sestojih iglavce izločamo in jih zamenjamo z rastišču primernejšimi vrstami. Bodoči sestoj naj ima čim manjši delež občutljivih iglavcev in čim večji delež listavcev oziroma odpornih iglavcev.
- če je sestoj malo okužen, vendar so v bližini močno okuženi sestoji, sekamo pozimi. Če redčimo spomladi ali jeseni, je koristno panje zaščititi z antagonističnimi glivami ali kemičnimi sredstvi.
- kolikor je mogoče, preprečujemo nastajanje ran pri podiranju in spravilu drevja.

## 3.2 KEMIČNI NAČINI

V Sloveniji ni nobeno kemično sredstvo za zatiranje rdeče trohnobe registrirano za uporabo v gozdu. Poleg tega zakon o gozdovih prepoveduje rabo kemičnih sredstev v gozdu, oziroma določa, da mora uporabnik teh sredstev pridobiti posebno dovoljenje za uporabo. S tem določilom je slovenski gozd postal redka oaza v kemizirani Evropi, kar je dobro.

Že zelo kmalu so ugotovili, da je zajedalsko glivo nemogoče uničiti v panju in koreninah, še manj v živem drevesu. Zato so raziskave usmerili v profilakso, v preprečevanje vdora parazita v zdrave sestoj iglavcev. Prav vse današnje tehnike in kemična sredstva za zatiranje rdeče trohnobe so namenjena izključno preprečevanju okužbe novo nastalih panjev s trosi trohnobnežev.

Zaradi popolnosti informacij podajamo kratek oris današnjega znanja o zatiranju rdeče trohnobe s kemičnimi sredstvi. Več kot 70 različnih kemičnih sredstev so preizkusili v obširnih raziskavah, ki trajajo že 40 let. Mnoga so bila popolnoma neustrezna, nekatera so uporabljali, pa so jih nato opustili zaradi slabe učinkovitosti, neugodnih učinkov na okolje, visokih stroškov ali drugih slabosti. Danes uporabljajo v velikem obsegu v Evropi le ureo ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) in v Severni Ameriki borate (boraks,  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  in dinatrijev oktaborat tetrahidrat,

Na<sub>2</sub>B<sub>8</sub>O<sub>13</sub>·4H<sub>2</sub>O). Obe sredstvi uporabljajo v kmetijstvu kot gnojilo, ureo povprečno v količini 300 kg ha<sup>-1</sup> in borate v količini 4-7 kg bora ha<sup>-1</sup>. Sredstvi nanašajo v gozdovih na površino panjev v raztopini (s premazovanjem ali škropljenjem) takoj po poseku, v količinah, ki redko presežejo 30 kg uree ha<sup>-1</sup> in 0,5-0,75 kg bora ha<sup>-1</sup>. Domnevajo, da so vplivi na okolje pri tako majhnih količinah zanemarljivi. Kljub temu nekateri raziskovalci poročajo o nevarnosti uporabe teh kemičnih sredstev zaradi velike koncentracije v okolici tretiranih panjev, ki močno vpliva na bližnjo vegetacijo. Delovanje teh dveh kemičnih sredstev temelji na pospeševanju razvoja antagonističnih gliv, ki preprečujejo kalitev trosov trohnobnežev in naselitev glive v panj.

Je v Sloveniji priporočljiva preventivna zaščita panjev iglavcev s kemičnimi sredstvi (seveda po pridobitvi ustreznih dovoljenj)? Menimo, da ne, oziroma le izjemoma, samo v dveh primerih:

1. pri redčenjih v prvi generaciji nasadov iglavcev na zaraščenem kmetijskem zemljišču,
2. pri redčenjih v prvi generaciji nasadov iglavcev na posekah gozda listavcev.

Vendar imamo tudi možnost, da enako učinkovito preprečimo okužbo panjev s sečnjo v zimskem času.

Med kemična sredstva prištevamo tudi sredstva za premazovanje ran na drevju. Rezultati v Nemčiji in Avstriji kažejo, da se zaščita ran, ki nastajajo na iglavcih, ekonomsko izplača. Če v kratkem času po nastanku rane zaščitijo z enim od tam registriranih premaznih sredstev (lac balsam, pellacol, kambisan – nobeno nima dovoljenja za uporabo v gozdu pri nas), potem je trohnobe v drevesu manj in strošek za zaščito ran je značilno manjši kot kasnejša izguba zaradi bolezni. Tem opazovanjem nasprotujejo številne druge raziskave, ki ugotavljajo nekoristnost ali celo škodljivost sredstev za premazovanje ran. Zaključimo torej lahko, da ne moremo podati nikakršnega jasnega priporočila o ustreznosti premazovanja ran na živem drevju.

### 3.3 ANTAGONISTIČNE GLIVE

Trohnobneži so torej sposobni okužiti novo nastali panj ali rano na deblu v zelo kratkem času po nastanku, kasneje pa ne. Vzrok je sukcesija drugih organizmov, ki izločajo snovi, strupene za trohnobneže, in v porabi hrane, ki je na voljo. V izredno širokih in dolgotrajnih raziskavah so našli najuspešnejše antagonistične organizme, predvsem glive, ki preprečujejo naselitev trohnobnežev v panj. Med stotinami preizkušenih gliv se je pokazala najuspešnejša cemprinova nagubanka (*Phlebiopsis gigantea* (Fr.)

Jülich, stara imena sta *Phlebia gigantea* (Fr.) Donk in *Peniophora gigantea* (Fr.) Masee), uporabljajo jo za preprečevanje naselitve trohnobnežev v panje borov in smreke.

Trosnjaki cemprinove nagubanke so videti kot do 0,5 mm debela, voščena, blede siva in rahlo nagubana, bradavičasta prevleka na panjih ali ležečih borovih deblih. Nima oblike značilnih konzolastih trosnjakov lesnih gliv, nima beta, zunanja plast trosnjaka je rahlo nagubana trosovnica. V kulturi množično oblikuje nespolne trose (konidije, ki jih zaradi značilne oblike imenujemo oidiji), ki so sposobni okužiti les. Ker cemprinova nagubanka hitro preraste panj, se trohnobneži ne morejo naseliti vanj, nanje deluje tudi zaviralno, kadar rastejo skupaj z njo v lesu. Uporaba te glive za zatiranje rdeče trohnobe je primer najuspešnejšega načina biološkega zatiranja bolezni v gozdarstvu. Od leta 1970 so v Angliji v prodaji oidiji cemprinove nagubanke za zaščito borovih panjev. Doslej so jo uporabili na 62.000 ha borovih nasadov. Na Poljskem proizvajajo svoje sredstvo za zaščito borovih panjev, ki je sestavljeno iz oidijev te glive. Vendar ti proizvodi niso ustrezni za zaščito smrekovih panjev, saj je gliva značilna za bor, na smreki ne raste. Na Finskem so leta 1991 registrirali in pričeli prodajati biološki pesticid z imenom rotstop. Sestavljen je prav tako iz posušenih oidijev *P. gigantea*, vendar iz takega osebka, ki poleg tega, da raste na borovih panjih, uspešno prerašča tudi smrekove panje. Poročajo, da ta osebek cemprinove nagubanke zagotavlja izredno uspešno zaščito borovih in smrekovih panjev pred okužbo z rdečo trohnobo. Zanimiva je ugotovitev s Poljske, da samice zelo škodljivega velikega rjavega rilčkarja (*Hylobius abietis* L.) položijo manj jajčec v panje in korenine iglavcev, okužene s cemprinovo nagubanko. Tako okužba s to glivo zavaruje panje pred okužbo z rdečo trohnobo in delno tudi pred napadom velikega rjavega rilčkarja.

Pri nas pripravek rotstop nima dovoljenja za uporabo v gozdu. Če bi ga hoteli uporabiti, bi morali prej preizkusiti njegovo učinkovitost v naravnih razmerah. Pri tem bi bilo potrebno pretehtati možne negativne vplive širjenja ene glive na strukturo naravnih glivnih populacij, saj s širjenjem le enega osebka glive zasedemo prostor drugim glivam, katerih pomena pri delovanju gozda ne poznamo. V opisanem primeru je nevarnost verjetno majhna, saj so panji posledica človekove dejavnosti v gozdu.

## 4 ZAKLJUČEK

Rdeča trohnoba je sledila človeku v gozd. Človek je pri nas prekomerno razširil predvsem smreko s sajenjem in sejanjem na rastišča, ki po naravi te vrste niso njena, nato pa se je le-ta z naravnim pomlajevanjem še dodatno širila. Pri sečnji nastajajo panji, skozi katere se bolezen prikrade v sestoj. Pri spravilu lesa nastajajo rane na deblih in koreninah, ki omogočajo dodatno širjenje te bolezni.

Z gospodarjenjem usmerjamo razvoj gozda. V Sloveniji je sonaravnost že dolgo osnovno vodilo pri gospodarjenju z gozdom. Gozdarji vedo, da je naravna sestava in struktura gozda najboljše zagotovilo, da bodo ti gozdovi stabilni in zdravi. Število posajenih smrekovih sadik se že leta manjša, tujerodnih iglavcev sploh ne sadimo več, v zasmrečene gozdove vnašamo vedno več listavcev, pospešujemo naravno pomlajevanje. Stanje je mnogo boljše kot v večini Evrope, kjer na gozd še vedno gledajo kot na lesno njivo.

Marsikateri lastnik gozda se je sprijaznil s stanjem, da je tudi 50 % in več iglavcev, ki jih poseka, trohnečih. Meni, da je to pač običajno. Življenje posameznika je prekratko, da bi doumel zakonitosti razvoja gozda. Narava bolezni rdeče trohnobe pa je taka, da se bodo z nadaljevanjem vzgoje iglavcev na zanje neprimernih rastiščih škode povečevale. Vsakič, ko nastane rana na skorji iglavca, nastane tudi priložnost, da bolezen vdre v drevo. Vsakič, ko s težkim traktorjem vozimo po gozdnih tleh, se zavedajmo, da delamo rane na koreninah okolišnjega drevja.

Razlog, da lastniki želijo v svojem gozdu iglavce, še posebej smreko, je v dohodku od lesa, ki je bil pri iglavcih do nedavnega največji. Pa bo tako tudi čez 50 ali 100 let, ko bodo naši potomci živeli od gozda in ko bodo zrasla drevesa, ki so danes vzklila? Morda bo takrat tudi finančno več vreden naraven gozd, ki je stabilen in zdrav, kot pa plantaža hitro rastočih, vendar obolelih iglavcev na njim tujih rastiščih. Iglavci so na rastiščih, ki niso njihova naravna, občutljivejši. Venomer jim grozijo napadi žuželk in okužbe z boleznimi. Okuženi s trohnobami so mnogo bolj občutljivi na veter, snežne obremenitve in žled. Potem ko nastanejo škode zaradi teh dejavnikov, pa lastnik meni, da ga je prizadela usoda, da je kriva višja sila ali celo gozdar. Mnogokrat pa je res krivo le nepravilno gospodarjenje z gozdom.

Poznamo osnovne zakonitosti razvoja rdeče trohnobe in biologijo njenih povzročiteljev. V kratkih obrisih smo ta znanja predstavili v tem prispevku. Uporabimo jih v gozdu.

## 5 LITERATURA

DIMITRI, L. (ur.), 1980. Proceedings of the Fifth International Conference on Problems of Root and Butt Rot in Conifers. Kassel, Germany August 7 - 12, 1978.- Hessische Forstliche Versuchsanstalt, Hann, Münden, 425 s.

*Več kot 50 izvirnih prispevkov predvsem o raziskavah trohnobnežev, manj o štorovkah in drugih glivah, ki povzročajo trohnobe lesa.*

GRABER, D., 1996: Die Kernfäulschäden an Fichte (*Picea abies* Karst.) in der Schweiz nördlich der Alpen: Untersuchungen über das Schadenausmass, die ökologischen, waldbaulichen und mykologischen Einflussfaktoren sowie die ökonomischen Auswirkungen.- Zürich, Schweizerischer Forstverein, Beiheft zur Schweizerischen Zeitschrift Für Forstwesen 76, 283 s.

*Analiza trohnob v 2000 drevesih iz 60 sestojev v Švici. Vpliv številnih dejavnikov okolja na pojav rdeče trohnobe, ekonomske posledice bolezni in gojitveni ukrepi proti bolezni.*

KILE, G. A., 1984. Proceedings of the Sixth International Conference on Root and Butt Rots of Forest Trees. Melbourne, Victoria, and Gympie, Queensland, Australia, August 25-31, 1983.- CSIRO, Melbourne, 430 s.

*Večina od 49 izvirnih prispevkov obravnava druge razgrajevalke lesa, predvsem štorovke, 15 prispevkov je o rdeči trohnobi.*

HARTIG, R., 1878. Die Zersetzungserscheinungen des Holzes der Nadelholzbäume und der Eiche in forstlicher, botanischer und chemischer Richtung.- Springer Verlag, Berlin / New York, 151 s.

*Delo, pomembno predvsem za poznavanje zgodovine raziskav trohnob lesa.*

HODGES, C. S. / RISBETH, J. / YDE-ANDERSON, A. (ur.), 1970. Proceedings of the Third International Conference on *Fomes Annosus*. Aarhus, Denmark, July 29 - August 3, 1968.- Forest Service, USDA, Asheville, North Carolina, 208 s.

*25 prispevkov o raziskavah rdeče trohnobe, pomembni podatki o razširjenosti, kemični zaščiti, načinih detekcije. Zanimivi diskusijski prispevki okroglih miz.*

MUNDA, A., 1996: Smrekova rdeča trohnoba (*Heterobasiodion annosum* (Fr.) Bref.).- Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, 123 s.

*Edino poglobljeno delo o rdeči trohnobi iz Slovenije, mnogokrat citirano v svetovni literaturi, originalni podatki o razširjenosti posameznih vrst pri nas.*

WOODWARS, S. / J. STENLID / R. KARJALAINEN / HÜTTERMANN A., 1998: *Heterobasidion annosum*, Biology, Ecology, Impact and Control.- Wallingford, CAB International, 589 s.

*Najobsežnejše delo o rdeči trohnobi doslej, ki povzema znanje več kot 2000 originalnih člankov. Nujno je za podrobno poznavanje bolezni. Vsebuje opise novih vrst, podrobno obravnava biologijo povzročiteljev, odpornost gostiteljev, biološke in kemične načine zatiranja.*