

## ***Trametes trogii* Berk. - БИОЕКОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ, ЗНАЧАЈ И МОГУЋНОСТ КОРИШЋЕЊА У МЕДИЦИНСКЕ СВРХЕ (ЛЕКОВИТА СВОЈСТВА)**

ЗЛАТАН РАДУЛОВИЋ<sup>1</sup>  
ДРАГАН КАРАЦИЋ<sup>2</sup>  
ИВАН МИЛЕНКОВИЋ<sup>2</sup>

**Извод:** *T. trogii* изазива белу трулеж и јавља се најчешће на лишћарским врстама. Инфекције најчешће остварује на оштећеним местима стабла или на дебљим гранама. Током истраживања најчешће је констатована на пањевима и на дебљим, поломљеним и опалим гранама пољског јасена и лужњака, у приобалним шумама. Једна је од најтермофилнијих врста гљива које изазивају трулеж дрвета, и може да се развија и на температурама преко 40 °C. Према досадашњим истраживањима нема већи значај као изазивач трулежи. Један од разлога је и то што се њена плоносна тела у крошњи уочавају тек када се гране полеме и падну на земљу. Имајући у виду актуелно сушење пољског јасена чији се симптоми најпре уочавају у крошњи, ова гљива, највероватније има знатно већи значај у његовом пропадању. Осим што изазива трулеж, ова врста поседује велики број једињења која имају примену у лечењу разних болести код човека.

**Кључне речи:** *Trametes trogii*, бела трулеж, значај, лековита својства

*Trametes trogii* Berk.: BIOECOLOGICAL CHARACTERISTICS, SIGNIFICANCE AND POTENTIAL MEDICAL APPLICATIONS (MEDICINAL PROPERTIES)

**Abstract:** *T. trogii* induces white rot and is predominantly found on broadleaved tree species. Infections commonly occur in damaged areas of the tree or on thicker branches. Throughout the research, it was most frequently observed on stumps and on thicker, broken and fallen branches of the narrow-leaved ash and pedunculate oak, in riparian forests. It is one of the most thermophilic fungus species causing wood decay, thriving even at temperatures exceeding 40 °C. According to previous studies, it does not hold significant importance as an agent of decay, partly because its fruiting bodies in the canopy are only noticeable after branches break and fall to the ground. Considering the current dieback of the narrow-leaved ash, whose symptoms are initially observed in the canopy, this fungus most likely plays a considerably greater role in its decline. Besides causing decay, this species possesses numerous compounds applicable in treating various human diseases.

**Keywords:** *Trametes trogii*, white rot, importance, medicinal properties

---

<sup>1</sup> др Златан Радуловић, виши научни сарадник, Института за шумарство, Београд, Србија

<sup>2</sup> др Драган Караџић, ред. проф. у пензији; др Иван Миленковић, доцент, Универзитет у Београду Шумарски факултет у Београду, Београд, Србија

## 1. УВОД

Познат је велики број врста гљива, али је према многим претпоставкама далеко већи број врста које још увек нису описане. Највећи број познатих гљива спада у сапрофите, док је мањи проценат значајан због узроковања различитих биљних, животињских и болести човека. Гљиве се јављају у различитим екосистемима и, свакако, њихова највећа улога у природи је у разлагању органске материје.

Међутим, човек их, са свог становишта, најчешће посматра као корисне или штетне (зависно од своје примарне активности). Тако и гљиве трулежнице дрвета најчешће посматра као паразитске и сапрофитске организме, економски штетне, превиђајући њихове корисне функције (првенствено њихову улогу у кружењу материје и лековита својства). Епиксилне гљиве изазивају белу и мрку трулеж. У одмаклој фази разлагања под дејством гљива изазивача беле трулежи дрво добија светлију боју од нормалне боје дрвета. *T. trogii* изазива белу трулеж и јавља се најчешће на лишћарским врстама. Гљиве проузроковачи беле трулежи првенствено разлажу лигнин, а каснијим истрживањима утврђено је да, поред лигнина и у мањој мери целулозе, делимично разлажу и хемицелулозу

У последњих неколико деценија печурке све више привлаче пажњу као функционална храна и извор биолошки активних једињења. Већина ових гљива је у шумарству проучавана као изазивачи трулежи шумског дрвећа, и тек је последњих неколико година указано и на њихова лековита својства (Караџић, Д. *et al.*, 2014; Радуловић, З. *et al.*, 2018; Караџић, Д. *et al.*, 2022).

Неколико врста рода *Trametes* је коришћено у традиционалној медицини источне Азије, али је само *T. versicolor* довољно проучаван, док за остале врсте овог рода има знатно мање података о лековитим својствима. Лековита својства врста рода *Trametes* проучавана су и у Србији (Кнежевић, А. *et al.*, 2018; Радуловић, З. *et al.*, 2019).

Поред наведених врста рода *Trametes* у свету се публикује све већи број радова о могућности коришћења *Trametes trogii* у медицинске сврхе. Ова гљива је у нашој стручној литератури веома мало проучавана, па смо желели да укажемо на њен значај, штете које изазива, као и на њена лековита својства.

## 2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Истраживања су вршена на територији Србије (изузев Косова и Метохије), у шумама на подручју Војводине, Београда, Пожаревца и Пријепоља. Одређивање врсте извршено је на основу изгледа плодноносних тела (карпофора), типа трулежи и изгледа добијене чисте културе. Из трулих делова стабала извршена је изолација гљиве на одговарајућим хранљивим подлогама (PDA - кромпир декстроза агар; MEA - малц екстракт агар). Хранљиве подлоге су припремане према стандардним рецептима.

За испитивање ферментне активности гљиве коришћен је метод Bavadama, који је касније разрађен од Davidson, R. W. *et al.* (1938). Као подлога коришћен је малц агар коме је додавано 0,5% галне или танинске киселине. За оцењивање степена лучења оксидаза коришћени су: величина дифузионе зоне, боја и тон. Такође, према брзини раста колоније на подлози са додатком галне и танинске киселине одређено је којој групи гљива према кључу Davidson, R. W. *et al.* (1938), припада ова гљива.

За испитивање утицаја температуре на пораст мицелије гљива постављен је оглед у политермостату на температурама 4, 6, 10, 16, 21, 25, 28, 30, 35, 37,5, 40 °C, 42,5° и 45°. Испитивања су вршена на PDA и MEA подлози и пораст мицелије је праћен на 24 часа. Просечни дневни пораст је одређиван као средња вредност добијена мерењем два унакрсна пречника, који се секу под углом од 90°. Лековита својства гљива наведена су према доступној литератури.

За детерминацију врсте корисно су послужили и описи дати у публикацијама следећих аутора: Bernicchia, A, Gorjon, S. P. (2020); Бондарцев, А. С. (1953); Breitenbach, J., Kranzlin, F. (1986); Gilbertson, R. L., Overholts, S. L. (1953), Ryvarden, L. (1987) и други.

### 3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

#### 3.1. *Trametes trogii* Berk. (Трогијева рупичавка)

(syn. *Funalia trogii* (Berk.) Bondartsev & Singer, *Corioloropsis trogii* (Berk.) Domanski)

(Kingdom FUNGI, Phylum Basidiomycota, Subphylum Agaricomycotina, Klasa Agaricomycetes, Red Polyporales, Fam. Polyporaceae, Rod. *Trametes*, K i r k P.M. *et al.*, 2008).

KEY PATTERN: 1 1 1 1 0(9) 2 2 2 1 2(1) 2

**Домаћини.** Развија се на већем броју лишћарских врста из родова *Populus*, *Salix*, *Acer*, *Alnus*, *Quercus*, *Morus*, *Juglans*, *Syringa* и на врстама *Fraxinus excelsior*, *F. angustifolia*, *Betula pendula*, *Fagus sylvatica*, *Aesculus hippocastanum*, а изузетно ретко - на четинарима, на мртвим боровим стаблима. Ипак је најчешћа на тополама и врбама. (Бондарцева, М. А., 1998; Krieglsteiner, G. J. (2000).

**Распрострањење.** *T. trogii* је биполарна врста (јавља се и на северној и на јужној хемисфери). Широко је распрострањена у умереној зони северне хемисфере: у Европи, Азији (укључујући Далеки исток), Северној Америци и, такође, налази се у умереним регионима Јужне Америке (Аргентина, Парагвај, Уругвај).

**Макроскопске карактеристике.** *T. trogii* формира седећа, прилегла или делимично одстојећа плодносна тела (*effused-reflexed*). Карпофоре су на ободу са оштрим ивицама (ретко тупим); величине 1-12 x 0,7-2 cm; по површини покривене са густим окерастим, смеђкастим или жутосмђим длакама; временом постају сиве али никада нису мрке (црнкасте), и зониране (слика 1-Г; 2-Б; 3-А, Б, В). Карпофоре у почетку кремасте, затим смеђе и браонка-

стосиве појединачне или сакупљене у малим групама, често на заједничкој основи која је прилегла уз супстрат (слика 1-А,Б). Са доње стране лежећих стабала, карпофоре се могу протезати неколико метара. На стојећим стаблима формирају се бочно причвршћене, црепасте или појединачне и по изгледу подсећају на *Phellinus pini* (слика 1, 2). Хименофор изграђен из једног слоја, цеваст, до 12 mm дебљине, на пресеку беличаст (понекад са карактеристичном сивкастом нијансом) или боје дрвета (слика 1, 2). Трама бела (или скоро таква), влакнаста, плутаста, сушењем постаје тврда, дебела од 5 до 20 mm. Цевчице дуге 2 - 8 mm, нису одвојене од ткива, танких зидова (слика 3-Ђ). Поре су велике, угаоне, неправилне, беличасте (са стрости добијају светлосмеђесиву нијансу), 1-2 на 1 mm, најпре целих, касније назубљених ивица (слика 1-Г, 2-Б, Г, 3-Б,Г,Д)

Када се третирају са КОН, сви делови тамне, али никада не црне.



Слика 1. *Trametes trogii* (= *Funalia trogii*): А-Г – плодносна тела (карпофоре) на стаблима пољског јасена (*Fraxinus angustifolia* Vahl)

Figure 1. *Trametes trogii* (= *Funalia trogii*): А-Г – fruiting bodies (conks) on the stems of narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl)



**Микроскопске карактеристике.** Систем хифа тримитичан. Генеративне хифе су танких зидова, септиране, са везицама, хијалинске, пречника 3–4  $\mu\text{m}$ , обично ретке. Скелетне хифе су дебелих зидова, хијалинске, дугачке, таласасте, слабо разгранате, пречника 5–7  $\mu\text{m}$ . Везивне хифе су дебелих зидова, хијалинске, јако разгранате и вијугаве, са кратким бочним гранама, пречника 2–3  $\mu\text{m}$ . Базиди су батинасти, 15–20 (23)  $\times$  5(6)–8  $\mu\text{m}$ . Базидиоспоре су безбојне, глатке, неамилоидне, елиптичне или цилиндрично-елиптичне, понекад благо закривљене, величине 6,5 (7) -11  $\times$  3,0-3,5  $\mu\text{m}$ . Без цистида. Отисак спора бео.



Слика 2. *Trametes trogii*: А-Г – плодносна тела на лежавинама пољског јасена  
 Figure 2. *Trametes trogii*: А-Г – fruiting bodies on fallen wood of narrow-leaved ash

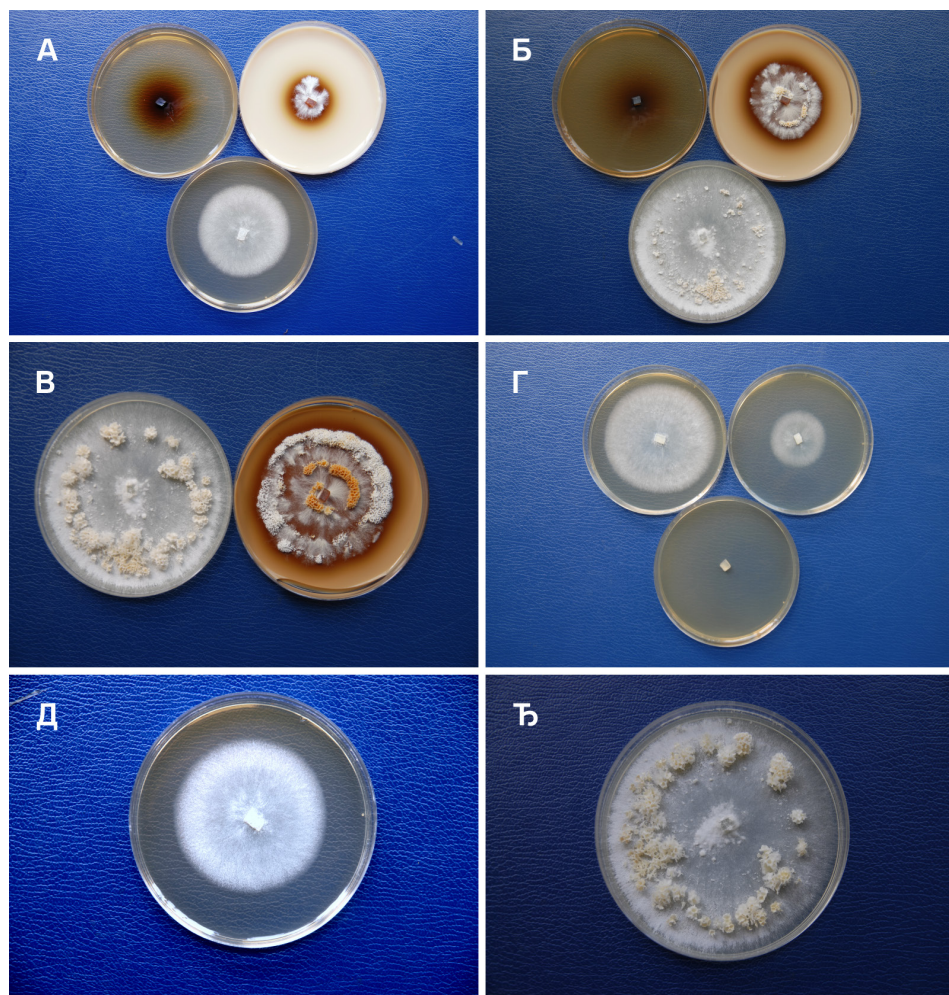


**Карактеристике колоније (чисте културе):** Раст колоније брз и већ после 10 дана (на температури од 21 °С, МЕА подлози) испуни Петри посуду пречника 9 mm. Колонија је у почетку бела, прилегла уз подлогу а потом постаје паперјаста и слабо памучасто-вунаста (слика 4- Г, Д). Даљим растом културе мицелија постаје хетерогена, бела, кремаста до бледо жућкаста. После 3 недеље раста на мицелију се формирају љуспасте беле громуљице, које вероватно представљају незрела плодносна тела (слика 4-В, Ђ).



**Слика 3.** *Trametes trogii* - плодносна тела: А-В- горња страна, Б- доња и горња страна, Г-Д- површина пора, Ђ- попречни пресек кроз плодносна тела (цевчице)

**Figure 3.** *Trametes trogii* – fruiting bodies: А-В – upper surface, Б – lower and upper side, Г-Д – pore surface, Ђ – cross section through fruiting bodies (tubes)



**Слика 4. *Trametes trogii*:** А- реакција и раст гљиве на галној, танинско и МЕА подлози (после 7 дана, 21 °С); Б- реакција и раст гљиве на галној, танинско и МЕА подлози (после 14 дана); В- раст колоније гљиве после 3 недеље (лево МЕА подлога, десно подлога са додатком танинска киселине); Г- раст гљиве после 7 дана на МЕА подлози (на температурама 21°, 16° и 4 °С); Д- колонија гљиве на МЕА (после 7 дана, 21 °С); Ђ- колонија гљиве на МЕА подлози (после 3 недеље, 21 °С)

**Figure 4. *Trametes trogii*:** А – fungal reaction and growth on gallic, tannic and MEA media (after 7 days, 21 °С); Б – fungal reaction and growth on gallic, tannic and MEA media (after 14 days); В – fungal growth after 3 weeks (right MEA, left tannic media); Г – fungal growth after 7 days on MEA medium (21°, 16° and 4 °С); Д- fungal colony on MEA (after 7 days, 21 °С); Ђ- Fungal colony on MEA (after 3 weeks, 21 °С)



страна (агар испод колоније) се не мења, остаје беличаста или ређе благо медножута. Мицелија ове гљиве показује физиолошку активност у температурном дијапазону од 6 до 42,5 °С. Минимална температура на којој почиње раст колоније је 6 °С, оптимална 37,5 °С, а максимална 42,5 °С. На температури од 45 °С није констатован пораст колоније ни на МЕА (малц-екстракт подлози) ни на ПДА (кромпир декстроза) подлози.

На подлогама са додатком галне и танинске киселине показује позитивну оксидазну реакцију. После 7 дана на подлози са галном киселином колонија гљиве не расте, али се око инокулума формира широка прстенаста тамно мрка, непровидна, дифузиона зона (+ + +). После 7 дана на танинској киселини просечни пораст колоније је 1,6 cm и око ње се формира светло до тамно смеђа, дифузиона зона која се шири на краткој дистанци испред ивице колоније и јасно се види са горње стране (+ + +) (слика 4-А). После 14 дана на подлози са галном киселином нема значајних промена, а на подлози са додатком танинске киселине пречник колоније је 4,4 cm, а око ње се формира светло до тамно-смеђа дифузиона зона, која се шири на малом растојању око обода (слика 4-Б). На основу интензитета реакције и пораста колоније на овим подлогама, ова гљива је, према кључу D a v i d s o n , R. W. *et al.* (1938), сврстана у 5. групу.

Према истраживањима K r i m o v , E. *et al.*, (2018), од лигнолитичких ензима, *T. trogii* продукује лаказе, лигнин-пероксидазе и манган пероксидазе. Физиолошку активност показује од 4 до 42 °С, а оптимална температура за раст мицелије је између 35–37 °С, док на температури од 42 °С престаје са растом.

**Значај.** Инфекције остварује на оштећеним деловима стабла. Затим се гљива шири дуж дебла, и продире дубоко унутар стабла. У другој или трећој години формирају се плодносна тела, који опстају 1-2 године. Карпофоре почињу да расту током лета и развијају се до почетка зиме. Почињу да расту на месту инфекције, па даље дуж дебла - у подножју грана или давно мртвих чворова. Највећу бројност достиже у старим пропадајућим шумама, у близини водених површина, као и на посеченом дрвету. У јужном Сибиру, ова гљива је један од главних трулежница балзамасте тополе (*Populus balsamifera*), која доводи до трулежи више од 20% мртвих и оштећених стабала. Често се развија заједно са гљивама *Fomes fomentarius*, *Lenzites gibbosa*, *Trametes multicolor*, *Bjerkandera adusta* и *B. fumosa*. У Перму, на пример, ово је главни патоген у парковима, који доводи до сушења јасена. У западној Европи је ретка и заштићена врста. Слична је врсти *Trametes gallica*, која за разлику од *T. trogii*, има тању и светлију траму, ситније поре и не мења се када се третира са КОН.

Гљиве изазивачи беле трулежи првенствено разлажу лигнин и у мањој мери целулозу и хемицелулозу, па су оне најзначајнији разлагачи лигнина у природи. За разлагање лигнина користе велики број екстрацелуларних ен-



зима. Према истраживањима L e v i u , L., C a s t r o , M. A. (2001), *T. trogii* производи лаказе, манган пероксидазе, лигнин пероксидазе и целобиоза де-хидрогеназе, као и два једињења која учествују у производњи водоник-пероксида (једно учествује у оксидацији глукозе, а друго је глиоксал оксидаза).

Проучавајући промене које гљива *T. trogii*, проузроковач беле трулежи, изазива код дрвета тополе и врбе, L e v i u , L., C a s t r o , M. A. (1998) констатовали су да она изазива сличан губитак масе дрвета код обе врсте. Међутим, сам ток трулежи је различит. Код тополе дошло је до неселективног напада свих ћелијских компоненти у неким областима и до селективне деградације лигнина у другим, али су све дрвенасте ћелије биле нападнуте. У поодмаклим фазама пропадања, дрво је имало сунђерасту структуру и биле су евидентне велике рупе у дрвету, где су сви типови ћелија већ били дезинтегрисани. Код дрвета врбе дошло је до појаве беле трулежи, истовремено у свим областима, али су захваћена само влакна и ћелије паренхима, док су ћелије спроводних судова остале нетакнуте. У поодмаклим фазама пропадања, дрво је имало влакнасту структуру.

Неки истраживачи ову врсту сврставају у род *Funalia* а неки у *Corioloropsis*. Како би избегли конфузију и евентуалне неспоразуме ми у овом раду користимо њено најпознатије име *T. trogii*.

Према J u s t o , A., H i b b e t t , D. S. (2011), *Trametes* група је подељена на „велику полипороидну“ и „велику траметоидну групу“.

„Велика полипороидна“ група је подељена на гране:

- *Lentinus* - (са врстама ***Trametes trogii***, *T. gallica*, *T. aspera*);
- *Polyporus* - *Datronia*e (врсте *Trametes mollis*, *T. scutellata*);
- *Daedaleopsis* - *Earliella* (врсте *T. confragosa*, *T. scabrosa*, *T. hirta*) и
- *Ganodermataceae* - (врсте *Trametes cf. byrsina*, *Cryptoporus volvatus*).

„Велика траметоидна“ група је подељена на гране:

- *Trametes* - (врсте *T. ectypa*, *T. versicolor*, *T. ochracea*, *T. conchifera*, *T. villosa*);
- *Lenzites* - (*T. betulina*, *T. gibbosa*, *T. pavonia*, *T. membranacea*)
- *Corioloropsis* - (врста *T. polyzona*);
- *Artolenzites* - (врсте *T. maxima*, *T. elegans*);
- *Pycnoporus* - (врсте *T. cinnabarina*, *T. sanguinea*, *T. cubensis*).

### 3.2. Медицинска (лековита) својства *Trametes trogii*

У истраживањима Yürekli1, F. et al. (1999), за раст гљива *T. trogii* и *Trametes versicolor* и за производњу хормона, користили су отпадне воде из фабрике за производњу уља и алкохола. Добијене културе, обе гљиве, садржале су повећан садржај гиберелинске, апсцисинске и индол-сирћетне киселина, као и цитикинина. Поред ових, *T. trogii* садржи и ензиме лаказе и пероксидазе (Упууар, А. et al., 2006).

Преглед најважнијих лековитих својстава приказан је у табели 1.

**Табела 1.** Медицинска својства гљиве *T. trogii***Table 1.** Medicinal properties of *T. trogii*

Гљива/ Fungus	Биолошка активност / Biological activity	Биоактивна компонента или део гљиве са лековитим својствима / Bioactive component or the part of a fungus with medicinal properties	Референце / References
<i>T. trogii</i>	HT29 (карцином дебелог црева), LNCaP (аденокарцином простате осетљив на андрогене), PC3 (класични рак простате), MCF-7 (рак дојке са естрогенским, прогестеронским и глукокортикоидним рецепторима) и MDA-MB-231	Водени екстракт мицелије <i>T. trogii</i>	Rashid, S. <i>et al.</i> (2011).
<i>T. trogii</i>	Цитотоксичност и инхибиција раста на HeLa ћелијске линије	Екстракт културе <i>T. trogii</i>	Unyayar, A. <i>et al.</i> (2006).
<i>T. trogii</i>	Оштећење јетре изазвано делтаметрином	Екстракт културе <i>T. Trogii</i>	Mazmançı, B. <i>et al.</i> (2011)
<i>T. trogii</i>	Оштећење срца изазвано делтаметрином	Екстракт културе <i>T. Trogii</i>	Yalın, S. <i>et al.</i> (2012).
<i>T. trogii</i>	Антиоксидантско и анти туморско дејство	Екстрацелуларни полисахариди културе <i>T. Trogii</i>	Xu, C., Geng, L., Zhang, W. (2013)

Утицај воденог екстракта мицелије *T. trogii* на на развој канцера истраживали су Rashid, S. *et al.* (2011). Ћелијске линије тумора HT29 (карцином дебелог црева), LNCaP (аденокарцином простате осетљив на андрогене), PC3 (класични рак простате), MCF-7 (рак дојке са естрогенским, прогестеронским и глукокортикоидним рецепторима) и MDA-MB-231 (рак дојке без хормонских рецептора) излагане су воденом екстракту концентracије 0,5-5 mg/ml, у трајању од 4 сата. Екстракт *T. trogii* био је токсичан за све тестисне туморске ћелијске линије. Највећа токсичност је примећена у ћелијама LNCaP и MCF-7, што сугерише да би тумори зависни од хормона могли бити најосетљивији на овај екстракт. Екстракт убија ћелије рака изазивањем апоптоза без утицаја на пролиферирајуће фибробласте и непролиферирајуће ендотелне ћелије. Ово указује да екстракт има цитотоксични ефекат само на ћелије тумора, а не и на нормалне ћелије.

У *in vivo* експерименту да би се утврдио директан ефекат екстракта *T. trogii* мишевима су даване инјекције са екстрактом током две недеље. Запремине тумора мерене су три пута недељно. Уочено је да је током третмана са екстрактом *T. trogii* раст тумора успорен у поређењу са туморима третираним плазмом (PBS-treated tumours); Разлика је посебо изражена у другој недељи примене. Третман са екстрактом је изазвао кашњење раста

тумора од 9 дана у поређењу са мишевима код којих су тумори третирани плазмом (PBS).

Цитотоксичност и инхибицију раста ћелија екстракта *T. trogii* на HeLa ћелијске линије (рак грлића материце), проучавали су Упуауар, А. *et al.*, (2006). Резултати су показали да екстракт има значајна цитотоксична и антипролиферативна својства на HeLa ћелије рака. Извор цитотоксичне активности екстракта је повезан са присуством ензима лаказе и пероксидазе у екстракту. Екстракт није имао мутагене ефекте на лимфоците људске крви.

Mazmanс1, В. *et al.* (2011) проучавали су заштитни ефекат екстракта културе *T. trogii* на оксидативни стрес изазван делтаметрином код пацова. Третман делтаметрином је проузроковао повећање активности ензима јетре аспартат трансминазе (AST), аланин трансминаза (ALT) и алкалне фосфатазе (ALP) а смањење међутим, то је изазвало смање активности каталазе (КАТ), супероксид дисмутазе (SOD), глутатион пероксидазе (GPk) и глутатион редуктазе (GRd) у поређењу са контролном групом.

Активности AST, ALT, ALP ензима и ниво реактивне супстанце тиобарбитурне киселине (TBARS) значајно су се смањиле након примене витамина Е код пацова. Витамин Е се и иначе користи за заштиту ћелија од оксидативног оштећења услед токсичности пестицида, јер инхибира стварање слободних радикала. Слични резултати активности ензима и нивоа TBARS добијени су и при коришћењу екстракта *T. trogii* код пацова, што указује да овај екстракт има способност да да спречи оштећење јетре делтаметрином као и витамин Е.

Слична истраживања на пацовима вршили су и Yalın, S. *et al.*, (2012). Пацови су подељени у три групе: контролна група, група која је примала делтаметрин и група која је примала делтаметрин и екстракт *T. trogii*. Код групе која је примала делтаметрин ЕКГ прегледом забележена је повећана срчана фреквенција и амплитуда QRS комплекса, док је трајање Р таласа и QRS комплекса смањено.

Активност ензима супероксид дисмутазе и каталазе су смањене, ниво малондиалдехида је повећан у делтаметринској групи. Забележене су и промене у ултраструктури миофибрила. У групи која је примала делтаметрин и екстракт *T. trogii*, смањена је пероксидација липида и повећана активност антиоксидантских ензима (супероксид дисмутазе и каталазе). Задржана је нормална електрична активност срца и нормална структура срчаног мишића (слично контролној групи).

Екстрацелуларне полисахариди културе *T. trogii* проучавали су Ху, С., Geng, L., Zhang, W. (2013). Максимални раст биомасе и максимални принос полисахарида постигнут је после 5 дана раста и добијени полисахариди су имали антиоксидантско и антитуморско дејство.

Неколико европских врста овог рода поседује лековита својства. Према истраживањима Кнежевић, А., *et al.* (2018) екстракти *Trametes gibbosa*, *T. hirsuta* и *T. versicolor* имају значајне лековите потенцијале јер садрже неколико група биолошки активних једињења која имају и синергистично дејство.



Проучаване врсте показале су антифунгално дејство против 3 врсте рода *Candida* (*albicans*, *krusei* и *parapsilosis*) и 3 врсте рода *Aspergillus* (*glaucus*, *flavus* и *fumigatus*). Утврђена је цитотоксична активност против ћелијских линија хуманог грлића материце, аденокарцинома плућа и карцинома дебелог црева. Антинеуродегенеративна активност је доказана снажном инхибицијом активности ацетилхолинестеразе и тирозиназе.

#### 4. ЗАКЉУЧЦИ

На основи спроведених истраживања дошли смо до следећих закључака:

- *T. trogii* изазива белу трулеж, најчешће лишћарских врста дрвећа. Инфекције најчешће остварује на оштећеним местима стабла или на дебљим гранама. Током истраживања најчешће је констатована на пањевима и на дебљим, поломљеним и опалим гранама пољског јасена и лужњака, у приобалним шумама;
- на јасену је честа констатована на гранама инфицираним бактеријом *Pseudomonas savastanoi* var. *fraxini* (изазивач рак рана на јасену - шуга јасена).
- једна је од најтермофилнијих врста гљива које изазивају трулеж дрвета, и може да се развија и на температурама преко 40 °С;
- раст колоније брз и већ после 10 дана (на температури од 21 °С, МЕА подлози) испуни Петри посуду пречника 9 mm. Колонија је у почетку бела, прилегла уз подлогу а потом постаје паперјаста и слабо памучасто-вунаста. Даљим растом културе мицелија постаје хетерогена, бела, кремаста до бледо жућкаста. После 3 недеље раста на мицелију се формирају љуспасте беле громуљице, које вероватно представљају незрела плодносна тела. Доња страна (агар испод колоније) се не мења, остаје беличаста или ређе благо медно жута. Мицелија ове гљиве показује физиолошку активност у температурном дијапазону од 6 до 42,5 °С. Минимална температура на којој почиње раст колоније је 6 °С, оптимална 37,5 °С, а максимална 42,5 °С. На температури од 45 °С није констатован пораст колоније ни на МЕА (малц-екстрат подлози) ни на ПДА (кромпир декстроза) подлози (наша истраживања);
- на подлогама са додатком галне и танинске киселине показује позитивну оксидазну реакцију. После седам дана на подлози са галном киселином гљива не расте, али се око инокулама формира широка прстенаста тамно мрка, непровидна, дифузиона зона. На подлози са танинском киселином после седам дана, просечни пречник колоније је 1,6 cm, а око ње се формира светло до тамносмеђа дифузиона зона, која се шири на малом растојању око обода и видљива је са горње стране. На основу интензитета реакције и пораста колоније на овим подлогама ова гљива је према кључу Davidson, R. W. et al. (1938), сврстана у 5. групу;

- *T. trogii* има лековита својства и најчешће се користи у лечењу више врста канцера: НТ29 (карцином дебелог црева), LNCaP (аденокарцином простате осетљив на андрогене), РС3 (класични рак простате), МСF-7 (рак дојке са естрогенским, прогестеронским и глукокортикоидним рецепторима), МДА-МВ-231 (рак дојке без хормонских рецептора) и HeLa (рак грлића материце);
- *T. trogii* штити ћелије јетре и срца од оксидативног оштећења услед токсичности делтаметрина.

## ЛИТЕРАТУРА

- Bernicchia, A., Gorjón, S.P. (2020): Polypores of the Mediterranean Region. ROMAR, Segrate-Italy (1-903)
- Бондарцев, А.С. (1953): *Труйбовые грибы* европейской части СССР и Кавказа. Издательство АН СССР, (str. 1-1106).
- Бондарцева, М.А. (1998): Определитель грибов России. Порядок Афиллофоровые. Вып. 2, Наука, Ленинград, (1-391).
- Breitenbach, J., Kränzlin, F. (1986): Champignons de Suisse. Tome 2. Edition Mycologia, CH-6000 Lucerne 9, 1-412.
- Davidson, R. W., Campbell, W. A., Blaisdell, J. D. (1938): Differentiation of wood- decaying fungi by their reaction on gallic or tannic acid medium. Journal of Agricultural Research, Vol. 57, no. 9, Washington, 683-695.
- Gilbertson, R. L., Ryvarde, L.(1987): North American Polypores. Volume 2: Megasporoporia – Wrightoporia. Fungiflora. - Oslo – Norway, p. 437-885.
- Justo, A., Hibbett, D. S. (2011): Phylogenetic classification of *Trametes* Basidiomycota, Polyporales) based on a five-marker dataset. Taxon, Vol. 60, No 6, p. 1567-1583.
- Караџић, Д., Радуловић, З., Миленковић, И. (2014): *Ganoderma* врсте у шумама Србије и Црне Горе, Шумарство, бр. 1-2, стр. (1-19).
- Караџић, Д., Радуловић, З., Миленковић, И. (2022): Неке честе лигниколне гљиве у шумама Србије и њихова лековита својства. Издавач Универзитет у Београду Шумарски факултет, (1-282).
- Kirk, P. M., Cannon, P. F., Minter, D. W., Stalpers, J. A. (2008): Dictionary of the FUNGI. 10<sup>th</sup> Edition, CABI International, Wallingford, Oxon, UK, 1-771.
- Кнежевић, А., Стајић, М., Софренић, И., Станојковић, Т., Милованић, И., Тељевић, В., Вукојевић, Ј. (2018): Antioxidative, antifungal, cytotoxic and antineurodegenerative activity of selected *Trametes* species from Serbia. PLoS One, Vol. 13, br. 8, str. 1-18.
- Kriegelsteiner, G. J. (2000): Die Großpilze Baden-Württembergs. Band 1: Allgemeiner Teil. Ständerpilze: Gallert-, Rinden-, Stachel- und Porenpilze. Ulmer, Stuttgart, p. 1-629.
- Krumova, E., Kostadinova, N., Staleva, J., Stoyancheva, G., Spassova, B., Abrashev, R., Angelova, M. (2018): Potential of ligninolytic enzymatic complex produced by white-rot fungi from genus *Trametes* isolated from Bulgarian forest soil. Engineering in Life Sciences, Vol. 18, p.692–701.
- Leviu, L., Castro, M. A. (2001): Ligninolytic Enzymes of the White Rot Basidiomycete *Trametes trogii*. Acta Biotechnologica. Vol. 21, Iss 2, p.179–186
- Leviu, L., Castro, M. A. (1998): Anatomical Study of the Decay Caused by the White-Rot Fungus *Trametes trogii* (Aphyllphorales) in Wood of Salix and Populus, IAWA Journal, Vol.19, Iss2, p.169-180.

- Mazmanci, B., Mazmanci, M. A., Ünyayar, A., Ünyayar, S., Cekic, F. O., Deger, A. G., Yalin, S., Comelekoglu, U. (2011): Protective effect of *Funalia trogii* crude extract on deltamethrin-induced oxidative stress in rats. *Food Chemistry*. 125. 1037-1040.
- Overholts, L. O. (1953): The Polyporaceae of tzhе United States, Alaska and Canada., Ann Arbor-University of Miuchigan Press (1-466).
- Радловић, З., Караџић, Д., Миленковић, И. (2018): Најчешће *Pleurotus* врсте у шумама Србије. Шумарство, бр. 1-2, стр. 19-42.
- Радловић, З., Караџић, Д., Миленковић, И. Младеновић, К. (2019): *Trametes versicolor* (L.:Fr.) Pit., *Schizophyllum commune* (Fr.) Fr. и *Sparassis crispa* (Wulf.: Fr.) Fr.– економски значај и лековита својства. Шумарство бр. 1-2, УШИТС и Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд, (19-36).
- Rashid, S., Unyayar, A., Mazmanci, M. A., McKeown, S. R., Banat, I. M., Worthington, J. (2011): A study of anti-cancer effects of *Funalia trogii* *in vitro* and *in vivo*. *Food and Chemical Toxicology*, Vol. 49, No 7, p. 1477-1483.
- Unyayar, A., Demirbilek, M., Turkoglu, M., Celik, A., Mazmanci, M. A., Erkurt, E. A., Unyayar, S., Cekic, O., Atacag, H. ( 2006): Evaluation of cytotoxic and mutagenic effects of *Coriolus versicolor* and *Funalia trogii* extracts on mammalian cells. *Drug and Chemical Toxicology*, Vol. 29, No 1, p. 69-83.
- Ху, С., Geng, L., Zhang, W. (2013): Production of Extracellular Polysaccharides by the Medicinal Mushroom *Trametes trogii* (Higher Basidiomycetes) in Stirred-Tank and Airlift Reactors. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, Vol.15, No 2, p.183-189.
- Yürekli 1, F., Yesilada, O., Yürekli 1, M., Topcuoglu, S.F. (1999): Plant growth hormone production from olive oil mill and alcohol factory wastewaters by white rot fungi. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* Vol. 15, p. 503-505.
- Yalin, S., Çömelekoğlu, Ü., Mazmanci, B., Ballı, E., Eroğlu, P., Söğüt, F., Berköz, M., Mazmanci, M. A., Yalin, E., Ünyayar, A. (2012): Effect of *Funalia trogii* in heart tissue of rats exposed to deltamethrin. *urkish Journal of Biochemistry*, Vol. 37, Iss 3. p. 239-244.

*Напомена: Овај рад реализован је у оквиру Уговора о финасирању научно-истраживачкој рада НИО у 2023, евиденциони бројеви 451-03-9/2021-14/200027 и 451-03-9/2021-14/200169, које финасира Министарство просвете, науке и технолошкој развоја Републике Србије.*



*Trametes trogii* BERK.: BIOECOLOGICAL CHARACTERISTICS,  
SIGNIFICANCE AND POTENTIAL MEDICAL APPLICATIONS  
(MEDICINAL PROPERTIES)

Zlatan Radulović  
Dragan Karadžić  
Ivan Milenković

Summary

*T. trogii* is a bipolar species, found in both the northern and southern hemispheres. It grows on a variety of broadleaved tree species, primarily on genera such as *Populus*, *Salix*, *Acer*, *Alnus*, *Quercus*, *Morus*, *Juglans*, *Syringa*, and on species including *Fraxinus excelsior*, *Betula pendula*, *Fagus sylvatica*, *Aesculus hippocastanum*, and exceptionally rarely, on conifers or dead pine trees. However, it is most commonly found on poplars and willows (Bondarceva, M. A., 1998; Krieglsteiner, G. J., 2000). Infections occur on damaged parts of a tree, spreading along the trunk and penetrating deep into the wood. Fruiting bodies form in the second or third year and persist for 1-2 years. Carpophores start growing in summer and develop until early winter, emerging at the site of infection and further along the trunk – at the base of branches or long-dead nodes. In ash trees, it is frequently found on the branches infected with the bacterium *Pseudomonas savastanoi* var. *fraxini* (causing ash canker). This is one of the most thermophilic species of wood-decaying fungi, thriving even at temperatures exceeding 40 °C. The culture exhibits rapid growth and, after 10 days (at 21 °C on growth media), fills a 9 mm diameter Petri dish. Initially white, lying flat against the substrate and of regular growth, it soon becomes downy and slightly cottony-wooly. Further growth reveals that after this phase, the mycelium becomes heterogeneous, with felty areas alternating with transparent regions showing radial development of hyphae. The mycelium is white, creamy to pale yellowish. After 3 (4) weeks, fruiting bodies begin to form on the colony. On the substrates with the addition of gallic and tannic acid, it exhibits a positive oxidase reaction. After seven days on the gallic acid substrate, the fungus does not grow, but a wide ring-shaped dark brown, opaque, diffusible zone forms around the inoculum. On the tannic acid substrate, after seven days, the average diameter of the colony is 1.6 cm, and a light to dark brown diffusible zone forms around it, spreading a short distance around the edge. Based on the intensity of the reaction and colony growth on these substrates, the fungus is classified into group 5 according to Davidson, R. W., et al. (1938). *T. trogii* has medicinal properties and is commonly used in the treatment of various cancers: HT29 (colon cancer), LNCaP (androgen-sensitive prostate adenocarcinoma), PC3 (classical prostate cancer), MCF-7 (breast cancer with estrogen, progesterone, and glucocorticoid receptors), MDA-MB-231 (hormone receptor-negative breast cancer), and HeLa (cervical cancer). Additionally, it protects liver and heart cells from oxidative damage due to deltamethrin toxicity.

