

***Fomitopsis pinicola* (Fr.) P. Karst. И *Laetiporus sulphureus* (Fr.) Murrill – БИОЕКОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ, ЗНАЧАЈ И ЛЕКОВИТА СВОЈСТВА**

ДРАГАН КАРАЦИЋ¹
ЗЛАТАН РАДУЛОВИЋ²
ИВАН МИЛЕНКОВИЋ¹
ЗОРАН МИЛЕТИЋ²

Извод: Паразитске гљиве *Fomitopsis pinicola* и *Laetiporus sulphureus* су проузроковачи мрке призматичне трулежи дрвета. *F. pinicola* се најчешће јавља на четинарским врстама дрвећа (смрча, јела, борови, ариш и др.), а ређе и на неким лишћарским врстама (буква, сива јова и др.). *L. sulphureus* пре свега напада лишћарске врсте (храст, буква, врбе, дивља трешња, јова и др.), а од наших четинарских врста дрвећа забележена је једино на јели. Обе гљиве се развијају као паразити на старим стаблима, а настављају своју активност (као сапрофити) и после сушења и обарања стабала, тј. на лежавинама и пањевима. У овом раду, осим приказа основних биоколошких карактеристика, указано је и на нека њихова лековита својства и могућности примене у медицини.

Кључне речи: *Fomitopsis pinicola*, *Laetiporus sulphureus*, мрка призматична трулеж, значај, лековита својства

Fomitopsis pinicola (Fr.) P. Karst. AND *Laetiporus sulphureus* (Fr.) Murrill –
BIOECOLOGICAL CHARACTERISTICS, SIGNIFICANCE
AND MEDICINAL PROPERTIES

Abstract: Parasitic fungi *Fomitopsis pinicola* and *Laetiporus sulphureus* are the agents of brown cubical rot. *F. pinicola* most often occurs on coniferous tree species (spruce, fir, pine, larch, etc.), and less frequently on broadleaved species (beech, gray alder, and birch). *L. sulphureus* primarily attacks broadleaved species (oak, beech, willow, wild cherry, alder, etc.), while it has been recorded on only one coniferous tree species in our country – fir. Both fungi develop as parasites on old trees, and continue their activity (as saprophytes) on dead trees and stumps. Besides their main bioecological characteristics, this paper describes some of their medicinal properties and potential application in medicine.

Keywords: *Fomitopsis pinicola*, *Laetiporus sulphureus*, Brown Prismatic Rot, importance, medical properties

¹ др Драган Караџић, ред. проф. у пензији; др Иван Миленковић, доцент; Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд, Србија

² др Златан Радуловић, виши научни сарадник; Зоран Милетић, виши научни сарадник; Институт за шумарство, Београд, Србија

1. УВОД

Епиксилне гљиве (где спадају и *Fomitopsis pinicola* и *Laetiporus sulphureus*) главни су узročници трулежи дрвета у нашим шумама. Још у 19. веку, прво Hartig, T. (1827), а нешто касније и Hartig, R. (1874), указали су на значај гљива као деструктора дрвета. Неке гљиве започињу процес деструкције на живим стаблима (нпр. *Armillaria ostoyae*, *Phellinus hartigii*, *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola*, *Heterobasidion* spp., *Hypoxylon deustum*, *Laetiporus sulphureus* и др.), а настављају касније своју активност и у трупцима по обарању стабала. Ипак, највећи број гљива проузроковача трулежи јавља се на свеже посеченим стаблима. У то време услови влаге у трупцима и другим сортиментима веома су повољни за њихов развој.

Трулеж је процес који почиње од момента инфекције дрвета (спорама или мицелијом) са гљивама проузроковачима трулежи и завршава се његовом потпуном разградњом (деструкцијом). Овај термин обухвата све фазе деструкције, од почетне до завршне (Крстић, М., 1962). Обично трулеж живих стабала директно не угрожава њихов живот (са изузетком гљива које узрокују трулеж корена) јер се трулеж развија у њиховим мртвим деловима (нпр. срчици). Међутим, као последица трулежи долази до ветроломова, снеголомова, ветроизвала и снегоизвала, јер је механичка снага стабла (односно корена) у таквим случајевима знатно умањена и не могу да издрже ударе олујних ветрова. Трулеж наноси велике штете шумској привреди, јер уништава највреднији део стабла (срчику) и најчешће почиње од приданка и шири се у првом највреднијем трупцу.

Гљиве проузроковачи трулежи живих стабала продиру у унутрашњост стабла преко површинских озледа на кори, затим сувих грана, ураслих чворова и сл. Највећи број ових гљива шири се затим сржним зрацима, преко којих продиру до срчике где започињу главни процес разлагања дрвне масе. Када је срчика потпуно разорена, хифе гљива постепено се шире и у бељику.

Гљиве на ћелије дрвенастих ткива делују својим ферментима, и под њиховим дејством долази до разлагања материја садржаних у ћелијама које хифе користе за своју исхрану. Затим хифе преносе активност на ћелијске мембране, које бивају поступно хемијски измењене. Тада се појављују први видљиви симптоми трулежи: промена боје (боја у почетку постаје нешто тамнија од нормалне боје дрвета), смањење тврдоће и тежине дрвета, смањење механичке отпорности дрвета (на удар, притисак, савијање и др.) и губитак свих других особина које има здраво дрво.

Разликује се трулеж у ужем и ширем смислу.

Под појмом трулежи у ширем смислу подразумевамо све промене до којих долази у дрвету под утицајем микроорганизама (најчешће гљива, а ређе и неких бактерија). Ту су обухваћене и оне промене до којих долази у самом ћелијском садржају, док ћелијска мембрана није ни физички ни хемијски битно измењена. Овај тип трулежи проузрокују све оне гљиве које доводе до промене боје дрвета (обојеност дрвета, „плаветнило“), а такође неке ниже

гљиве, које су познате под називом плесни. Нападнуто дрво углавном задржава своја механичка својства и вредност је више изгубило у естетском него у техничком смислу.

Под појмом трулежи у ужем смислу подразумевају се само оне промене у дрвету при којима долази до дубоких физичких и хемијских промена у ћелијској мембрани, при чему су и механичка својства дрвета јако измењена. То је трулеж у правом смислу речи и обухвата хидролизу главних конституената дрвне мембране, тј. целулозе, хемицелулозе и лигнина. У пракси, када се говори о трулежи увек се мисли на трулеж у ужем смислу.

Према боји дрвета разликујемо два типа трулежи, и то: бела и мрка трулеж.

Под **белом трулежи** подразумева се трулеж код које дрво у одмаклој фази разградње, односно декомпозиције добија светлију боју од нормалне боје дрвета. Овај тип трулежи се најчешће јавља код лишћарских врста дрвећа. Трулеж настаје као резултат разлагања, пре свега лигнина. Данас се међутим, сматра да се поред лигнина делимично разлажу целулоза и хемицелулоза. Лигнин се разлаже помоћу специфичних фермената, као што су оксидазе, лигниназе, целулазе, пектиназе и сл. Типични проузроковачи беле трулежи су гљиве: *Armillaria mellea*, *Bjerkandera adusta*, *Chondrostereum purpureum*, *Daldinia concentrica*, *Fomes fomentarius*, *Ganoderma applanatum*, *Hypoxylon deustum*, *Inonotus* spp., *Phellinus* spp., *Schizophyllum commune*, *Stereum hirsutum*, *Trametes* spp., и др.

Под **мрком трулежи** се подразумева трулеж код које је дрво у завршној фази тамније боје од нормалне боје дрвета. Гљиве проузроковачи ове трулежи прво разлажу целулозу и хемицелулозу, док је лигнин поштеђен. Другим речима, долази до разградње карбохидратних компонената а остаје лигнин. Мрка трулеж се чешће јавља код четинарског дрвећа. Труло дрво због осталог лигнина посмеђи, одакле и потиче овај назив „мрка трулеж“. Код овог типа трулежи дрво брзо пуца, постаје ломљиво и брзо губи механичка својства. Типични проузроковачи овог типа трулежи су: *Coniophora puteana*, *Fistulina hepatica*, *Fomitopsis pinicola*, *Laetiporus sulphureus*, *Lenzites quercina*, *Gloeophyllum sepiarium*, *Phaeolus schweinitzii*, *Piptoporus betulinus*, *Serpula lacrymans* и *Sparassis crispa*.

Према последњим истраживњима за један број епиксилних (лигниколних гљива) је утврђено да имају и лековита својства (В и ш н е в с к и и, М., 2014; D r e s c h, P. *et al.*, 2015; К а р а џ и ћ, Д., М и л е н к о в и ћ, И, 2013; К а р а џ и ћ, Д. и сар.2014; К i m, S.H. *et al.*, 2015; К r u p o d o r o v a, T. *et al.* 2014; Р а д у л о в и ћ, З. и сар., 2018, 2019/а, 2019/б, 2020; Y a m a m o t o, K. *et al.*, 2007 и др.).

Fomitopsis pinicola и *Laetiporus sulphureus* проузроковачи су мрке призматичне трулежи. Циљ овог рада је био да се укаже на њихов економски значај за шумску привреду, тип трулежи који узоркују на стаблима и трупцима, као и на њихова лековита својства.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Проучавања паразитских гљива *Fomitopsis pinicola* и *Laetiporus sulphureus* вршена су у шумама на подручју Гоча, НП „Копаноник”, НП „Тара”, НП „Фрушка Гора”, НП „Бердап”, НП „Стара Планина”, НП „Голија”, Златара, Јужног Кучаја, Мајданпечке домene и Срема. Идентификација врста извршена је на основу изгледа карпофора, типа трулежи и изгледа добијених чистих култура.

Изолација гљиве на одговарајућим хранљивим подлогама (PDA- кром-пир декстроза агар; MEA- малц екстракт агар), вршена је из делова стабла захваћених трулежи и директно из карпофора. Хранљиве подлоге су припремане према рецепту B o t h, C. (1971). Циљ ових изолација је био да се из дрвета захваћеног трулежи изолују чисте културе *Fomitopsis pinicola* и *Laetiporus sulphureus*. Према кључу Nobles, M. K. (1948, 1965), на основу анализе изолата *Fomitopsis pinicola* и *Laetiporus sulphureus* добијених из различитих домаћина, урађен је идентификациони кључ за обе врсте. При одређивању идентификационог кључа као параметри су коришћени следећи показатељи: домаћин, боја мицелије, реакција на галној и танинској киселини, септираност хифа, присуство (или одсуство) на хифама специјалних структура, присуство хламидоспора, присуство оидија, брзина раста на MEA подлози (на температури 20°C), плодоношење и реакција на агару.

За испитивање ферментне активности гљива *Fomitopsis pinicola* и *Laetiporus sulphureus* коришћен је метод D a v i d s o n, R. W., et al. (1938). Као подлога коришћен је малц агар коме је додавано 0,5% галне или танинске киселине. За оцену интензитета 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 припадају гљиве *Fomitopsis pinicola* и *Laetiporus sulphureus*.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

3.1. Опис гљиве *Fomitopsis pinicola* (Fr.) P. Karst

(Kingdom: FUNGI, Phylum Basidiomycota, Subphylum Agaricomycotina, Class. Agaricomycetes, Order Polyporales, Family Fomitopsidaceae, Genus *Fomitopsis*).

Домаћини. У шумама Србије ова гљива најчешће се развија као сапрофит или паразит на четинарским врстама дрвећа (на старим дубећим стаблима јеле, смрче, оморике, црног бора и др.), а ређе и на неким лишћарским врстама (буква, сива јова, бреза). Такође доста честа је на лежавинама и пањевима јеле, смрче, борова, дуглазије, јавора, брезе, букве, црне тополе и јасена. Према Allen, E.A. et al. (1996) осим на врстама из родова *Abies*, *Picea* и *Pinus* забележена је и на *Cedrus* врстама, *Larix occidentalis*, *Sequoiadendron giganteum*, *Tsuga heterophylla*, *Thuja plicata*, *Pseudotsuga menziesii*, *Populus trichocarpa*, *Betula papyrifera*, *Salix* spp. и многим другим врстама.

Распрострањење. Европа, Северна Америка, Азија и Африка. Карпофоре су вишегодишње, јављају се у току целе године. *F. pinicola* је, заједно са

Heterobasidion врстама (*abietinum* и *parviporum*), најчешћа гљива у нашим природним састојинам јеле и смрче.

Макроскопске карактеристике. Карпофоре су вишегодишње, плутасте, у пречнику 10-30(50) cm, широке 15-60 и дебеле 5-20 cm, копитасте. Код младих примерака горња страна карпофора је црвенкастосмеђа са израженим белим, жућкастим или црвенкастим рубом (који је прекривен капљицама воде), а касније код старих примарака постаје сивкаста до сивкастосмеђа али обод још дуго задржава црвенкасту боју. Хименофор изграђен од спојених цевчица (дугих око 1 cm). Поре беле до крем обојене, обично 3-4/mm. Месо до 3 cm дебело, врло жилаво и плутасто.

Микроскопске карактеристике. Базиди батинасти, на врху са 4 стеригмате, у основи са везицом, величине 13-24 x 6-8 μm . Базидиоспоре елиптичне, глатке, хиалинске, величине 6-8,5 x 3-3,5 μm . Без цистида. У трами плодносног тела јављају се три типа хифа: генеративне хифе, танкозидне и са везицом; скелетне хифе са дебелим зидовима и трамалне, дебелозидне хифе без преграда.

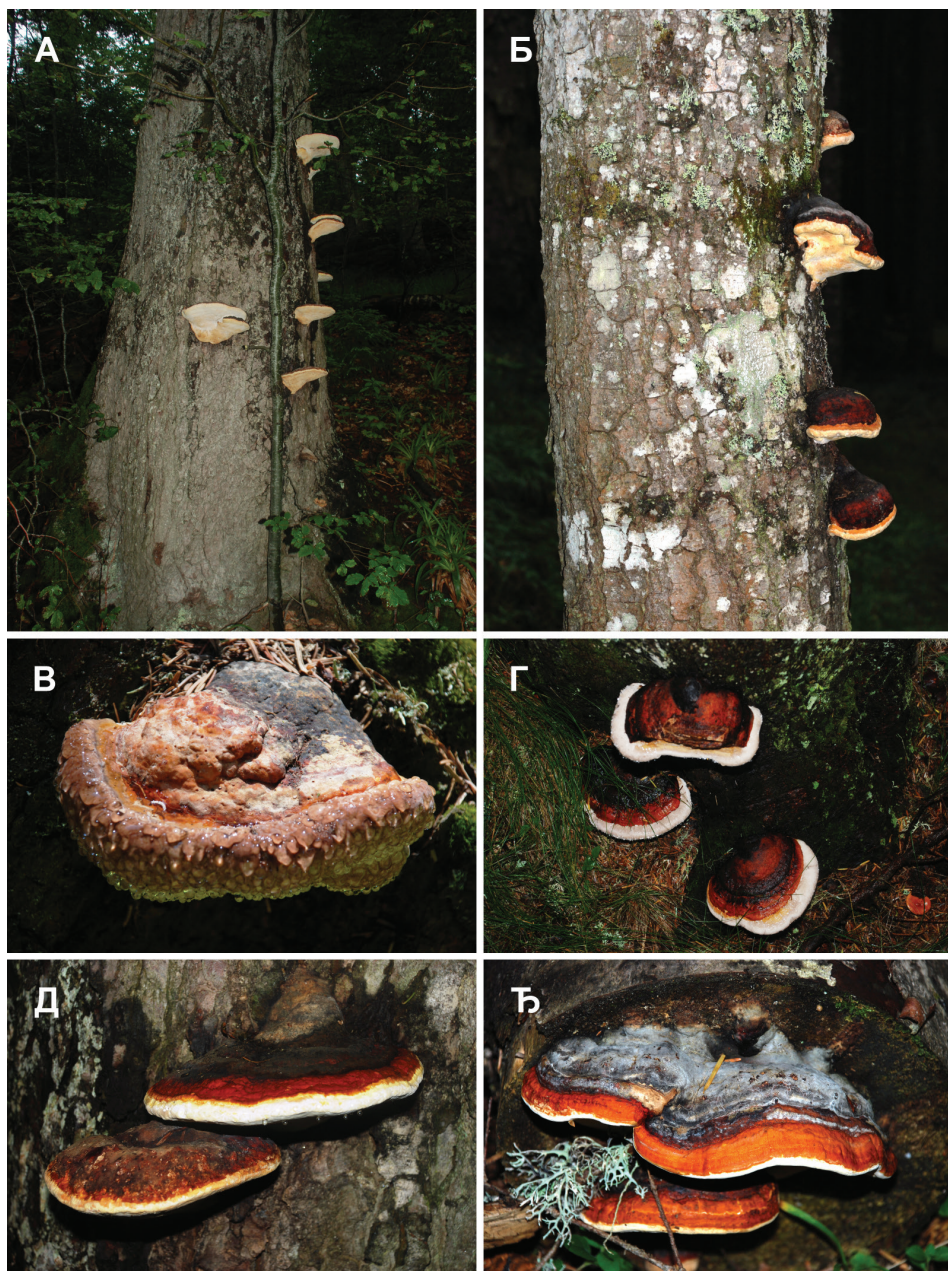
Карактеристике колоније (чисте културе).

Колонија ове гљиве на хранљивим подлогама расте умерено брзо до спо-ро, беле је боје, мало издигнута, памучаста или вунаста. На подлогама са галном и танинском киселином показује негативну оксидазну реакцију (тј. не формира дифузиону зону око мицелије), а раст је приближно једнак на обе подлоге и на основу тога ова гљива је, према кључу D a v i d s o n -a, R.W. *et al.* (1938), сврстана у 1 групу. Према кључу Nobels, M. (1948) **Key Pattern** за изолате *F. pinicola* је: 1/2, 1, 2, 1, 9, 1/2, 2, 2, 2/3, 2, 2.

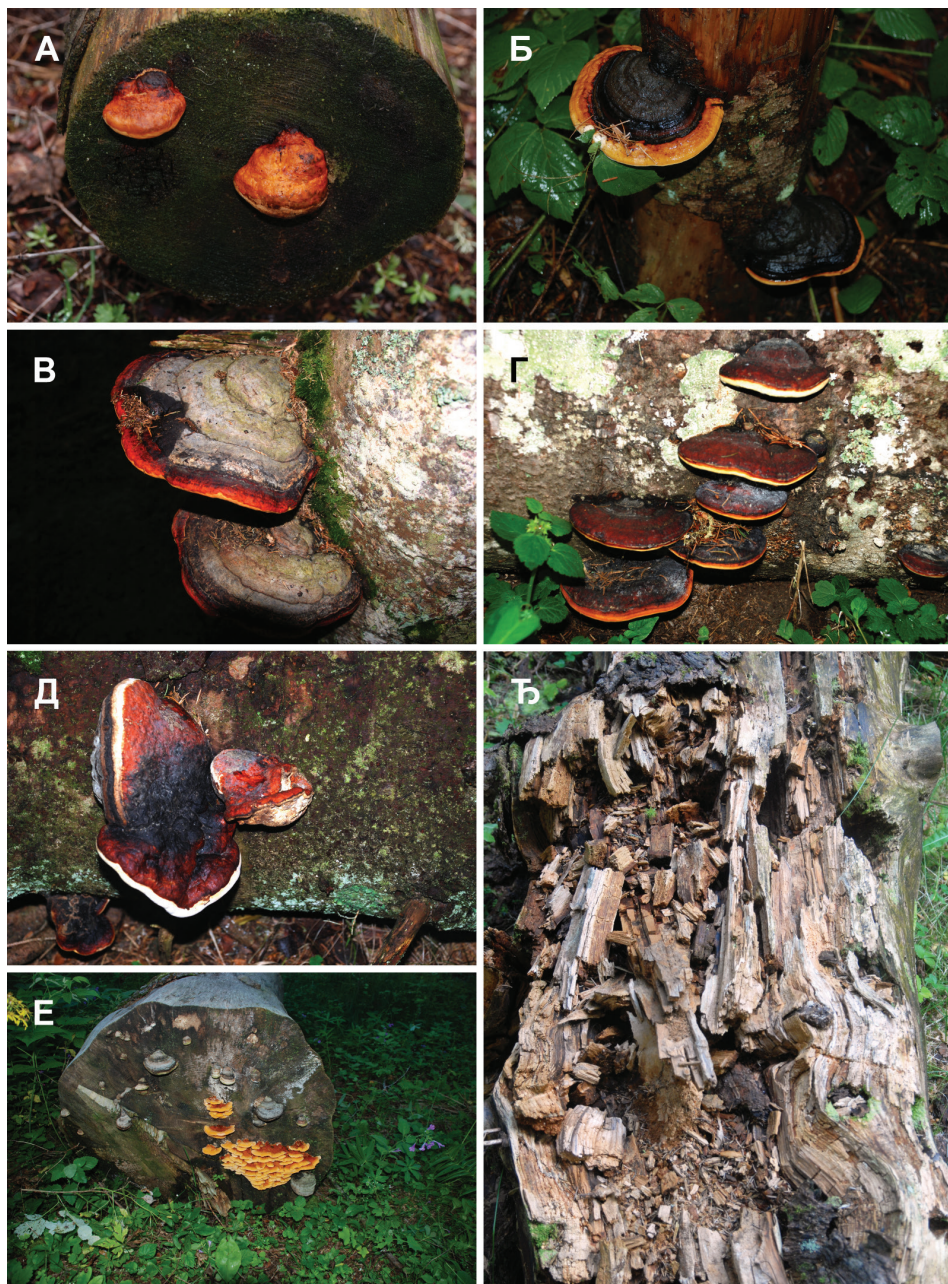
Оптимална температура за раст већине изолата гљиве *F. pinicola* добијених из смрче износи 25°C. Изолати из јове и ариша показали су изненађујуће високу оптималну температуру од чак 32°C. Већина изолата почиње са растом на температурама већим од 10°C, а престаје са растом на 37°C (Dresch, P., *et al.* 2015).

Према нашим истраживањима *Fomitopsis pinicola* показује физиолошку активност у температурном дијапазону од 5 до 38°C, а оптимална температура је (у зависности од изолата) између 25 и 29°C.

Значај. *F. pinicola* има велики економски значај јер разара дубећа стабла и трупце у шуми и то за неколико година. Изазива мрку призматичну трулеж. У почетној фази развоја трулежи дрво мења боју и постаје жутосмеђе до смеђе. Касније дрво пуца у мале кубне фрагменте који су генерално светлије боје него код већине других проузроковача призматичне трулежи. Релативно дебели филц беле мицелије може се образовати у уским пукотинама. На крају, дрво се потпуно распада и мрви у ситне фрагменте („crumbly rot“). *F. pinicola* је посебно честа на престарелим стаблима јеле и смрче у природним резерватима. Врло је честа и на стаблима јеле која су истовремено нападнута од имеле (*Viscum album* L. subsp. *abietis*) и паразитне гљиве *Armillaria ostoyae*. Код борова изазива трулеж бељике, а код смрче, јеле и лишћарских врста трулеж срчике.



Слика 1. *Fomitopsis pinicola*: плодносна тела на стаблу јеле (*Abies alba* Mill.)
 Figure 1 *Fomitopsis pinicola*: fruiting bodies on the trunk of a comon silver fir (*Abies alba* Mill.) tree



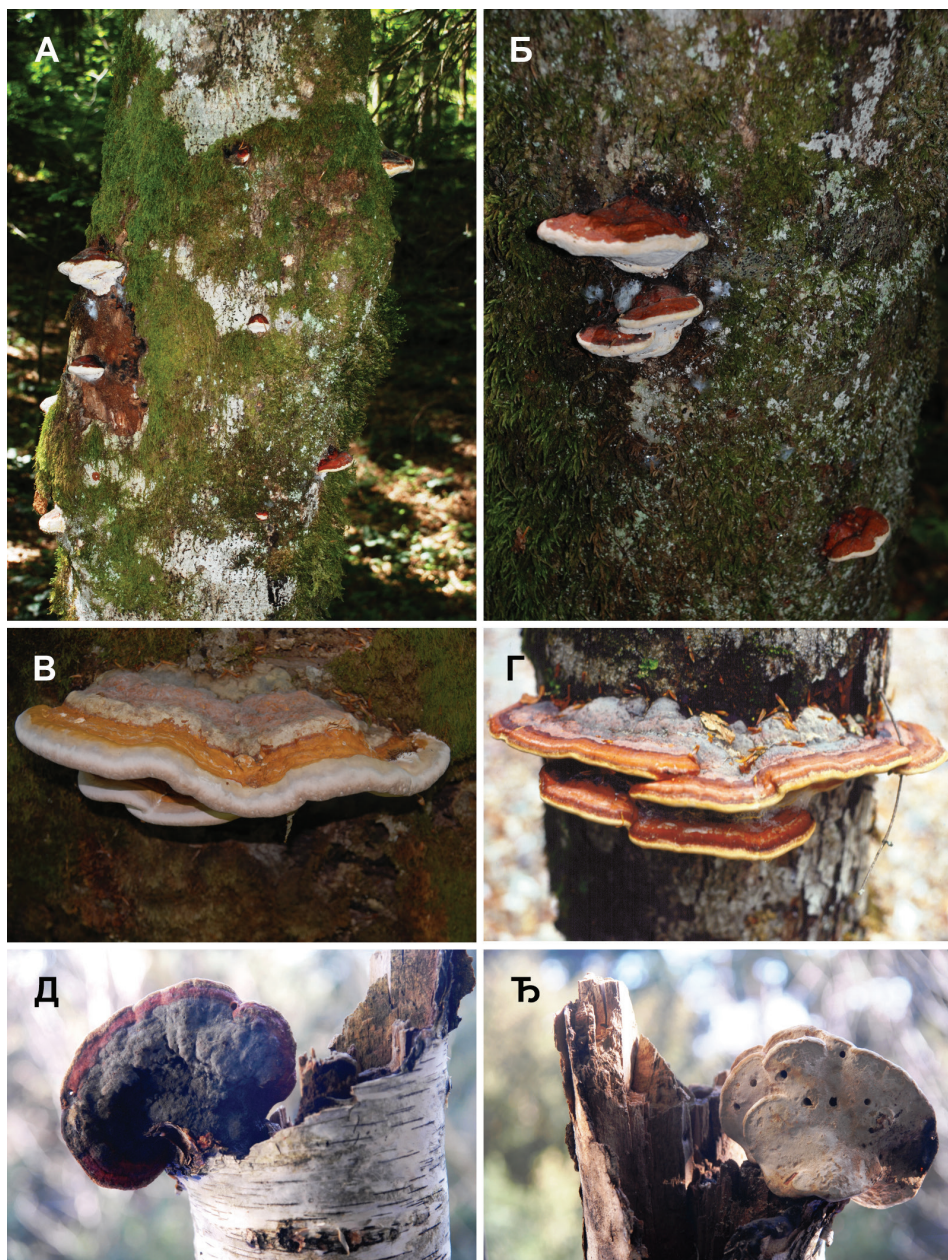
Слика 2. *Fomitopsis pinicola*: А-Б-В-Г- плодоносна тела на лежавинама јеле,
Д. геотропизам, Ѕ - мрка призматична трулеж, Е - *Fomitopsis pinicola* +
Gloeophyllum odoratum на истом трупцу

Figure 2 *Fomitopsis pinicola*: А-Б-В-Г – fruiting bodies on dead trees of comon silver fir,
Д - geotropism, Ѕ - brown cubical rot, Е - *Fomitopsis pinicola* + *Gloeophyllum odoratum*
on the same log



Слика 3. *Fomitopsis pinicola*: А-Б-В-Г-Д-Ђ – плодносна тела на стаблу, лежавинама и пањевима смрче (*Picea abies* (L.) Karstern), Е - плодносно тело на оморици (*Picea omorika* (Pančić) Purkyně)

Figure 3 *Fomitopsis pinicola*: А-Б-В-Г-Д-Ђ – fruiting bodies on standing trees, dead trees and stumps of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karstern), Е – a fruiting body on a Serbian spruce (*Picea omorika* (Pančić) Purkyně) tree



Слика 4. *Fomitopsis pinicola* – плодоносна тела на: А-Б-В – букви (*Fagus sylvatica* L.), Г – сивој јови (*Alnus incana* (L.) Moench), Д-Љ – брезе (*Betula pendula* Roth.)

Figure 4 *Fomitopsis pinicola* – fruiting bodies on: А-Б-В – beech (*Fagus sylvatica* L.), Г–grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench), Д-Љ – silver birch (*Betula pendula* Roth.)

На местима где су раније вршене сече и где је остало доста превршених стабала, затим извала, оштећених стабала, ова гљива се веома брзо јавља и почиње са образовањем карпофора. Свакако да овај материјал мора бити што пре обрађен и елеминисан, да би се спречило даље пропадање овог дрвета.

На основу ДНК анализа узорака сакупљених у Европи, Азији и Северној Америци Haight, J. E. *et al.* (2016) закључили су да комплекс *F. pinicola sensu lato* обухвата четири различите врсте. Врста *F. pinicola*, која је изворно описана у Европи, јавља се само у Европи и Азији. Преостале три врсте пронађене су у различитим деловима Северне Америке. Једна врста је описана као *Fomitopsis ochracea*, док су преостале две остале неописане. Каснијим истраживањима Haight, J. E. *et al.* (2019) су ове две врсте описали под називом *Fomitopsis mounceae* и *F. schrenkii*.

Сродна *F. pinicola* је гљива *Fomitopsis rosea* (A.& S; Fr.) Karst. Ова гљива се развија на мртвом дрвету смрче (обично на пањевима) и проузроковач је мрке призматичне трулежи.

3.1.1. Лековита својства гљиве *Fomitopsis pinicola*

Преглед најважнијих лековитих својстава *F. pinicola* приказан је у табели 1.

Табела 1. Медицинска својства гљиве *F. pinicola*

Table 1 Medicinal properties of *F. pinicola*

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>F. pinicola</i>	Антидијабетичко дејство	Водени и алкални екстракт пло- доносних тела	Lee, S.I. <i>et al.</i> (2008)
<i>F. pinicola</i>	Инхибиција раста ћелија тумора C-180	Пахиминска киселина, ерго- стерол и дехидроебуринова киселина	Gao, Y., <i>et al.</i> (2017)
<i>F. pinicola</i>	Антиинфламаторно деловање	Фомитозиди	Yoshikawa, K. <i>et al.</i> (2005)
<i>F. pinicola</i>	Ангиогенеза и антиин- фламаторно деловање	Етанолски екстракт културе гљиве	Cheng, J.J. <i>et al.</i> (2008).
<i>F. pinicola</i>	Инхибиција раста ћелија тумора C-180, рака грлића материце и рака јетре	Плодоносна тела и мицелија	Вишневский, М. (2014)
<i>F. pinicola</i>	Антибактеријско дејство	Етанолски екстракт	Dresch, P. <i>et al.</i> (2015)

У студији Lee, S. I., *et al.* (2008) испитивали су утицај воденог и алкалног екстракта плодносног тела *F. pinicola* на смањење нивоа шећера у крви пацова. Алкални екстракт *F. pinicola* показао је јак антидијабетички ефекат.

Ови резултати показују да састојци *F. pinicola* могу регулисати хипергликемију било повећаним лучењем инсулина током опоравка или спречавањем оштећења панкреаса изазваног стрептозотоцином.

Истражујући лековита својства екстракта хлороформа у плодноним телима *F. pinicola* Gao, Y, *et al.* (2017) установили су да он садржи 17,8% пачиминске киселине (pachymic acid), 10,5% ергостерола и 0,25% дехидроебуринове киселине (dehydroeburiconic acid). Овај екстракт инхибира раст ћелија тумора C180 и разара њихову ћелијску мембрану. *In vivo* истраживања су показала да овај екстракт инхибира раст чврстог тумора и продужава време преживљавања мишева који носе тумор, а да притом не изазива оштећења на нормалним ткивима.

Из етанолског екстракта (70%) карпофоре *F. pinicola* Yoshikawa, K, *et al.* (2005) изоловали су два тритерпена ланостана (фомитопинска киселина А и Б) и 10 нових ланостаноидних гликозида названи фомитозиди. Ова једињења су показала антиинфламаторно деловање делујући на ензиме циклооксигеназа 1 (COX-1) и циклооксигеназа 2 (COX-2). Инхибиција циклооксигеназа смањује упалне процесе и бол, а неки од нестероидних антиинфламаторних лекова, као што су аспирин и ибупрофен, делују на овај начин.

Хемијском анализом етанолског екстракта културе *F. pinicola* старе 35 дана Cheng, J. J, *et al.* (2008) установили су да он садржи полисахариде који су показали токсични ефекат на васкуларне ендотелне ћелије. Полисахариди се састоје од мио-иноситола, фукозе, галактозе, глукозе, манозе и фруктозе. У етанолском екстракту идентификовано је и шест једињења типа нуклеозида, укључујући цитидин, аденозин монофосфат (АМП), аденозин дифосфат (АДП), аденозин, инозин и тимидин. Сви наведени екстракти *F. pinicola* имају различите улоге у регулисању ангиогенезе и упала. Новијим методама (ангиогенеза терапија) за лечења канцера користи се лекови који спречавају да канцер гради своју структуру крвних судова који му обезбеђују његов опстанак и раст. Када формирање крвних судова стане, тумор не добија кисеоник и хранљиве материје, па његове ћелије почињу да изумиру.

Према наводима В и ш н е в с к и й, М. (2014) у плодноним телима и мицелији из чистих култура гљиве *F. pinicola* изоловани су полисахариди који јачају имунитет и спречавају неконтролисану деобу ћелија. Зато ова гљива показује добре резултате у лечењу саркома -180 (у огледу са белим мишевима), рака грлића материце и рака јетре.

У својим истраживањима Dresch, P. *et al.* (2015) наводе да етанолски екстракт *F. pinicola* показује антибактеријско дејство против *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* и антифунгално против *Aspergillus fumigatus*, *A. flavus* и *Absidia orchidis*.

3.2. Опис гљиве *Laetiporus sulphureus* (Fr.) Murrill

(Kingdom: FUNGI, Phylum Basidiomycota, Subphylum Agaricomycotina, Clas. Agaricomycetes, Ordere Polyporales, Family Fomitopsidaceae, Genus *Laetiporus*).

Домаћини. Развија се као паразит или сапрофит на лишћарима, врло ретко и на четинарима. Посебно је честа на врстама из родова *Quercus*, *Salix*, *Alnus*, *Prunus*, *Fagus*, *Juglans*, *Pyrus*, *Robinia* и *Populus*. Breitenbach, J., Kränzlin, F. (1986) наводе ову гљиву и на *Larix* sp. Према Phillips, D. H., Burdekin, D. A. (1985), домаћини за ову гљиву су храст, кестен, тиса, дивља трешња, а понекад се јавља и на боровима, аришу и букви. Allen, E. A. *et al.* (1996) истичу да се *L. sulphureus*, у Канади, јавља на великом броју и четинарских и лишћарских врста дрвећа.

Распрострањење. Европа, Северна Америка, Јужна Америка, Азија, Африка, Аустралија. Плодоносна тела (карпофоре) се образују у току пролећа и лета.

Макроскопске карактеристике. Карпофоре у пречнику 10-40 cm, једногодишње, по површини неравне и таласасте, наранџастожуте до лимунжуте, сушењем бледе али обод остаје жут. Хименофор сумпорастожут, састављен из цевчица дугих до 4 mm. Поре округласте, сумпорастожуте или лимунжуте, 3-5/mm. Месо (трама) дебело, крем до бледо жуто, у почетку мекано а затим сушењем постаје суво, бело као креда и под притиском се дроби. Карпофоре се образују у групама и обично су црепасто наслагане једна изнад друге.

Микроскопске карактеристике. Базиди батинасти, на врху са 4 стеригмате, без базалне везице, величине 10-15 x 6-7 μm . Базидиоспоре округласте или широко елиптичне, глатке, хиалинске, врло често са капљицама, величине 5-6,5 x 3,5-4,5 μm . Без цистида. Конидије образоване у култури су бројне, танкозидне, јајасте до округласте, хиалинске, величине 5-9 x 5-7 μm .

Карактеристике колоније (чисте културе). Култура гљиве на хранљивим подлогама расте умерено брзо (попуни Петри посуду, пречника 9 cm, за 3 до 4 недеље). Напредујућа зона широка 1-2 cm, равна, полегла, са разбацаним грудвицама мицелије преко зоне новог раста, Колонија бела до бледо окер-смеђа и бледо океррозикаста, благо уздигнута, вунаста и покривена финим прашком. Доња страна (агар испод колоније) не мења боју. Без мириса. На подлогама са галном и танинском киселином не формира дифузиону зону. После 7 дана пораст на обе подлоге је приближно исти и на основу тога је ова гљива, према кључу Davidson, R.W. *et al.* (1938), сврстана у 1 групу. Према кључу Nobels, M. (1948) **Key Pattern** за изолате *L. sulphurerus* је: 1/2, 1, 2, 2, 9, 1, 1/2, 2, 2, 2, 2.

Према нашим истраживањима *L. sulphureus* показује физиолошку активност у температурном дијапазону од 5(6) степени до 35°C, а оптимална температура је 30°C.

Карактеристике хифа. Напредујуће хифе хиалинске, са простим преградама (септама), у пречнику 3-9 μm . Ваздушна мицелија се карактерише следећим: хифе су као у напредујућој зони, обично пречника 3-9 μm , али уочава се и неколико ширих хифа; конидиофори бројни настају од ваздушних хифа, гранати, и на свакој грани носе по једну конидију; конидије бројне, танко-

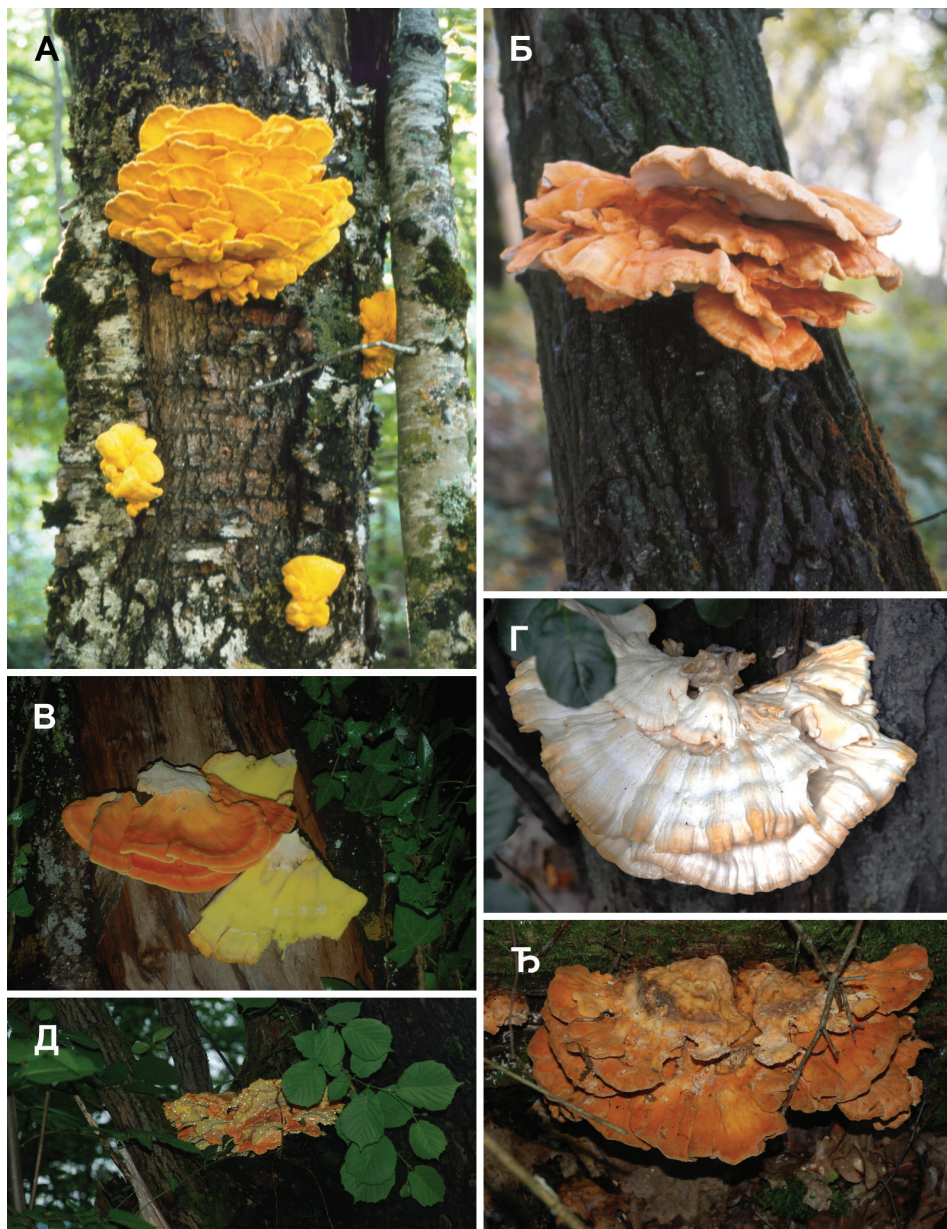
зидне, широко јајасте до округласте, величине 6-9 x 6-7,5 μm ; хламидоспоре релативно бројне, са зидовима благо задебљалим, формиране на врху или интеркаларно, величине 12-19,5 x 7,5-13,5 μm . Потопљене хифе (уронуле у агару) као у напредујућој зони, а хламидоспоре као у ваздушној мицелији. На мицелији се образују бројне конидије, а присутне су такође и интеркаларне хламидоспоре.

Значај. *L. sulphureus* изазива мрку призматичну трулеж. Сматра се да ова трулеж по величини штете коју узрокује код лишћара, а посебно код храста, долази одмах после беле трулежи, коју изазива гљива *Phellinus igniarius*. Штете од гљиве *L. sulphureus* су још значајније јер страда баш доњи део стабла, тј. онај који даје најскупоценији сортимент дрвета. Инфекције се остварују преко мртвих грана и озледа у кори. Осим срчике може бити изузетно нападнута и дељика. Први видљиви знаци инфекције су жуто, црвенкасто или светлосмеђе обојавање дрвета. У каснијем степену развоја гљиве дрво постаје мркоцрвенкастосмеђе и пуца у призматичне комадиће, услед појаве радијалних пукотина дуж сржних зракова и тангенцијалних пукотина, обично границом година. Радијалне пукотине између призматичних фрагмената могу бити испуњене са плочама бледожуте мицелије (дебелим 2-4 mm) која касније по боји и структури подсећа на кожу. У том стадијуму трулежи дрво је тако крто, да се лако распада у прашњаву масу.

Laetiporus sulphureus изазива озбиљну трулеж у живим стаблима храста, а такође и касније после прераде дрвета. Чак врло мали трагови инфекције могу наставити свој развој у обрађеном дрвету, посебно ако дрво остане влажно. Cartwright, K., Findley, W. P. K. (1946) сматрају да гљива продира у срчику преко отворених места на стаблу, нпр. преко места где су поломљене веће гране и сл. Greig, B. J. W., Gulliver, C. C. (1976) су ову гљиву, осим на гранама, констатовали и у основи стабала храста и сматрају да је до заразе вероватно дошло преко корена.

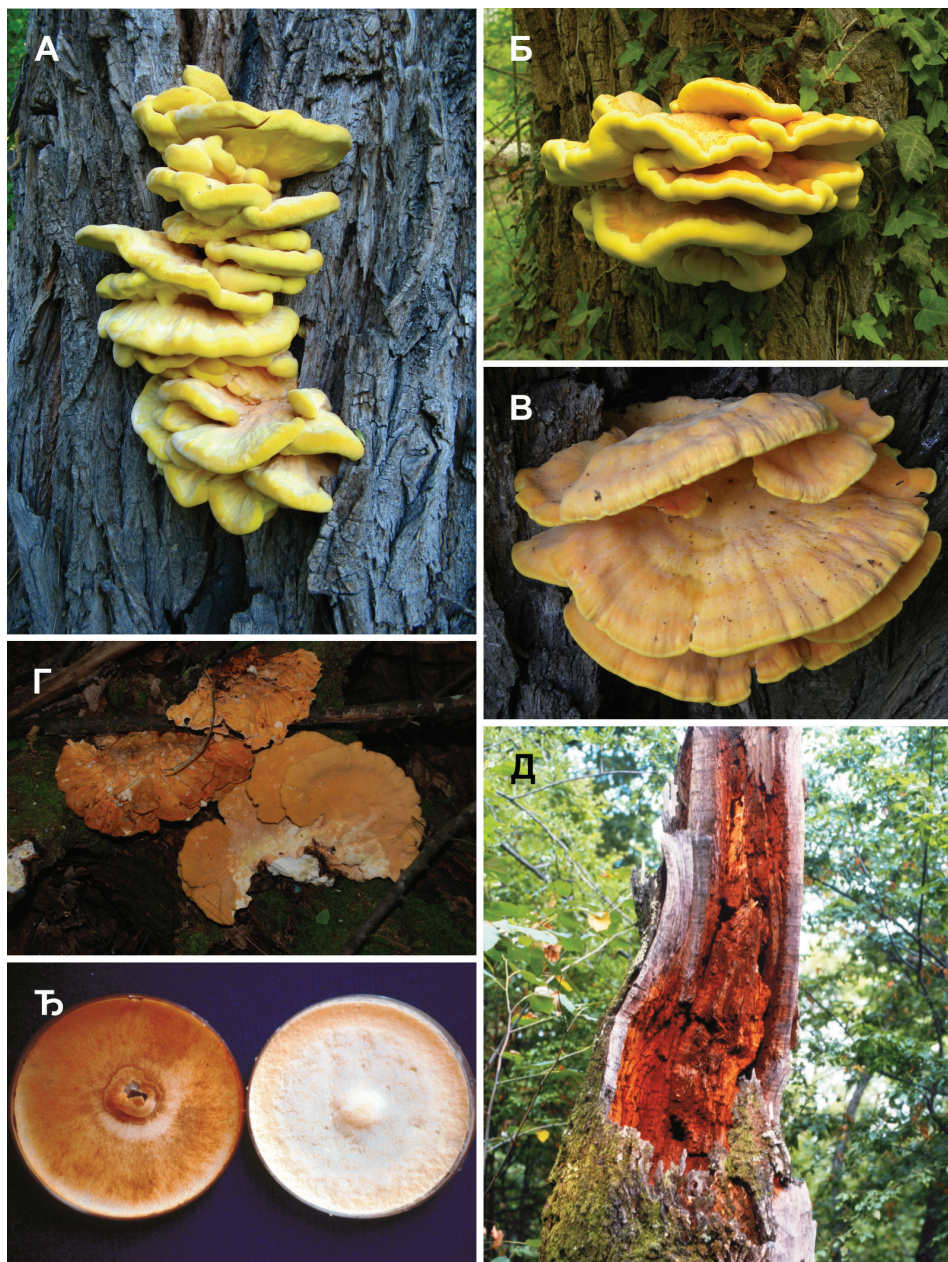
Ова гљива не образује плоносна тела на стаблима пре него што срчика није потпуно колонизирана и у одмаклој фази трулежи. Трулеж је генерално везана за основу, мада може да се јави и на осталим деловим стабла. Када је гљива присутна у рекреационим и излетничким зонама (на старим стаблима у парковима), трула стабла представљају сталну опасност за посетиоце и морају бити уклоњена.

Плоносна тела гљиве (док су млада) јестива су. Ипак, неки аутори препоручују благи опрез у коришћењу ове гљиве. Тако Поленов, А. Б. (2014) наводи да треба сакупљати само младе карпофоре јарких боја, које су влажне на додир, нису жилаве и немају кисели укус. После термичке обраде (прокувати у кључалој води 30 мин), гљива се може слободно конзумирати. У Северној Америци и Немачкој ову гљиву сматрају деликатесом. Стара плоносна тела код неких особа могу изазвати поремећај у раду црева, мучнину, повраћање и вртоглавицу.



Слика 5. *Laetiporus sulphureus* - плодносна тела на: А - стабљу букве (*Fagus sylvatica* L.), Б - врби (*Salix* sp.), В - дивљој трешњи (*Prunus avium* L.), Г - црном јасену (*Fraxinus ornus* L.), Д - црној јови (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), Ђ - китњаку (*Quercus petraea* (Matt.) Lieblein)

Figure 5 *Laetiporus sulphureus* fruiting bodies on: А – beech (*Fagus sylvatica* L.), Б – willow (*Salix* sp.), В – wild cherry (*Prunus avium* L.), Г – flowering ash (*Fraxinus ornus* L.), Д – black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), Ђ – sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Lieblein)



Слика 6. *Laetiporus sulphureus*: А-Б-В - плодоносна тела на врби, Г - на китњаку; Д - мрка призматична трулеж у стаблу китњака, Е - чиста културе гљива на хранљивој МЕА подлози (лево *Fomes fomentarius*, десно *Laetiporus sulphureus*)

Figure 6 *Laetiporus sulphureus*: А-Б-В – fruiting bodies on willow, Г – fruiting bodies on sessile oak; Д – brown cubical rot on a sessile oak tree, Е – pure cultures of fungi on MEA medium (*Fomes fomentarius* on the left + *Laetiporus sulphureus* on the right)

3.2.1. Лековита својства гљиве *Laetiporus sulphureus*

Преглед најважнијих лековитих својстава *L. sulphureus* приказан је у табели 2.

Табела 2. Медицинска својства гљиве *L. sulphureus*

Table 2 Medicinal properties of *L. sulphureus*

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>L. sulphureus</i>	Антимикробно дејство	Водни екстракт	Šiljegović, J. <i>et al.</i> (2011)
<i>L. sulphureus</i>	Антиоксидантско дејство	Комплекс једињења меланина	Olennikov, D. N. <i>et al.</i> (2011)
<i>L. sulphureus</i>	Хипогликемијско дејство	Полисахариди	(Hwang, H.S., Yun, J.W. 2010)
<i>L. sulphureus</i>	Апоптоза	Тритерпени	Léon, F. <i>et al.</i> (2014)
<i>L. sulphureus</i>	Антиинфламаторни и инхибиторски ефекат на чир желуца	Ебурикоична киселина	Wang J. <i>et al.</i> (2015)
<i>L. sulphureus</i>	Антивирусно дејство против ХСВ-1	Екстракти мицелија	(Квачева, З.Б. <i>et. al.</i> 2005)

У својим истраживањима Šiljegović, J. *et al.* (2011) тестирали су анти-микробно дејство воденог екстракта *L. sulphureus* против четири врсте грам негативних бактерија (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Enterobacter cloacae*) и четири врсте грам позитивних бактерија (*Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, *Micrococcus flavus*, *Staphylococcus aureus*). Исто дејство је тестирано и на седам врста гљива (*Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus versicolor*, *Penicillium funiculosum*, *Penicillium ochrochloron*, *Trichoderma viride*).

Екстракт је показао јачу антифунгалну него антибактеријску активност. Минимална инхибиторна концентрација код гљива је износила 0,3 mg/ml. Од тестираних бактерија екстракт је показао најачу инхибицију против *Micrococcus flavus* и *Listeria monocytogenes*, где је минимална инхибиторна концентрација износила само 1,5 mg/ml.

Olennikov, D. N. *et al.* (2011) изоловали су из мицелије гљиве *L. sulphureus* комплекс једињења меланина. Користећи методе UV и IR спектроскопије, као и гел хроматографију показали су да је изоловани меланин хетероген и да припада врсти дихидронафталена. *In vitro* испитивање антиоксидантског дејства показало је да меланин *L. sulphureus* показује активност уклањања

слободних радикала и способност да инактивира молекуле водоник-пероксида и азот (II) оксида и да хелира (везује их за себе и инактивира) јоне гвожђа (II).

Полисахариди добијени из водене културе мицелије *L. sulphureus* показују хипогликемијски ефекат код пацова којима је дијабетес изазван стрептозотоцином. Пацови којима су полисахариди давани орално, после 48 сати, имали су за 43,5 % мањи ниво глукозе у плазми. Поред тога ниво укупног холестерола и триглицерида су оралном применом полисахарида код болесних пацова смањени на нивое нормалних вредности (Hwang, H.S., Yun, J.W., 2010).

Према истраживањима Léon, F. *et al.* (2014) тритерпени, деривати ланостана изоловани из плодносног тела *L. sulphureus*, као и њихови деривати, показују цитотоксичну активност. Најјача активност забележена је код ацетил деривата ебурикоичне киселине, која има својства индукције апоптозе. Апоптоза је праћена и активацијом каспазе-3 и фрагментацијом поли(ADP-рибозе) полимеразе-1, а такође је повезана са раним ослобађањем цитохрома c из митохондрија. Каспаза-3 је ензим који учествује у репарацији оштећене DNK.

У својим истраживањима Wang J, *et al.* (2015) показали су антиинфламаторни и инхибиторски ефекат ебурикоичне киселине на чир желуца. Ова киселина, главна биоактивна компонента *L. sulphureus*, примењивана је орално код мишева у три различите концетрације (10 mg / kg / dan, 20 mg / kg / dan, 40 mg / kg / dan). Њена примена је показала и знатну гастропротективну активност на чир желуца код експерименталних животиња умањивањем дејства H⁺/K⁺ АТФ-азе као и заштитом слузокоже желуца од оштећења.

Екстракти мицелија гљиве *L. sulphureus* имају активност против варијанти вируса херпес симплекс типа 1 (ХСВ-1) који су показивали резистентност на инхибиторе ацикловир и фосфорносирћетну киселину (Квачева, З.Б. *et al.* 2005).

Нутритивна вредност испитиваних изолата *L. sulphureus* изражена у g/100 g суве масе је следећа: угљених хидрата (72,64-87,59), протеина (5,54-15,97), масти (1,55-2,35) и пепела (3,42-9,03). Од слободних шећера садрже фруктозу, трехалозу, манитол и глукозу. Од органских киселина највећи је садржај оксалне киселина а потом лимунске и фумарне. Укупан садржај органских киселина износи 2,28-8,00 g/100 g суве масе (Petrović, J., 2018).

Озерова, Н. С. (2006), истражујућу еколошке карактеристике гљиве *L. sulphureus*, констатовала је да формирање и плодношење зависе од временских услова, а главни ограничавајући фактори су температура и влажност станишта. Ова гљива има два периода формирања плодносних тела. Први период траје од маја до јуна, други од августа до октобра. Временске прилике у тим периодима карактеришу висока релативна влажност ваздуха од 65% и просечна дневна температура 21-23°C. Када температура порасте изнад 25°C (јун-јул), формирање плодносних тела престаје, а поново се активира падом температуре и падавинама, крајем лета и почетком јесени. У опти-

малним условима, плодношеће *L. sulphureus* траје 20-26 дана. Плодоносна тела се чешће формирају на старијим стаблима, пречника преко 50 cm, док се знатно ређе формирају на стаблима 25-30 cm.

4. ЗАКЉУЧАК

На основу спроведених истраживања дошли смо до следећих закључака:

- *Fomitopsis pinicola* се најчешће јавља на четинарским врстама дрвећа (смрча, јела, борови, оморица и др.), а ређе и на неким лишћарским врстама (буква, сива јова и бреза);
- *F. pinicola* изазива мрку призматичну трулеж. Има велики економски значај, јер разара дубећа стабла и трупце у шуми и то за релативно кратко време. У почетној фази развоја трулежи дрво мења боју и постаје жуто-смеђе до смеђе. Касније дрво пуца у мале кубне фрагменте, који су генерално светлије боје него код већине других проузроковача призматичне трулежи. На крају дрво се потпуно распада и мрви у ситне фрагменте („crumbly rot”);
- *F. pinicola* је посебно честа на престарелим стаблима јеле и смрче у природним резерватима. Врло је честа и на стаблима јеле која су истовремено нападнута од имеле (*Viscum album*) и паразитне гљиве *Armillaria ostoyae*. Код борова изазива трулеж бељике, а код смрче, јеле и лишћарских врста трулеж срчике;
- *Fomitopsis pinicola* показује физиолошку активност у температурном дијапазону од 5 до 38°C, а оптимална температура је (у зависности од изолата) између 25 и 29°C. Колонија ове гљиве на хранљивим подлогама расте умерено брзо до споро, беле је боје, мало издигнута, памучаста или вунаста. На подлогама са галном и танинском киселином показује негативну оксидазну реакцију (тј. не формира дифузиону зону око мицелије), а раст је приближно исти на обе подлоге и на основу тога ова гљива је, према кључу D a v i d s o n-a, R.W. et al. (1938), сврстана у 1 групу. **Key Pattern** је: 1/2, 1, 2, 1, 9, 1/2, 2, 2, 2/3, 2, 2;
- у литератури, која се односи на гљиву *F. pinicola* углавном се у први план наглашава њено штетно дејство и губитке које наноси шумској привреди. Међутим, треба истаћи да ова гљива има и лековита својства. Ова гљиве показују: антидијабетичко дејство; инхибицију раста ћелија тумора C-180, рака грлића материце и рака јетре; антибактеријско дејство.
- *Laetiporus sulphureus* напада пре свега лишћарске врсте (храст, буква, врбе, дивља трешња, јова и др.), а од наших четинарских врста дрвећа забележена је једино на јели;
- *L. sulphureus* изазива мрку призматичну трулеж. Штете од гљиве *L. sulphureus* су посебно значајне јер од њих страда доњи део стабла, тј. онај који даје најскупоценији сортимент дрвета. Инфекције се остварују преко мртвих грана и озледа у кори. Осим срчике може бити изузетно нападнута и бељика. Први видљиви знаци инфекције су жуто, црвенка-

сто или светлосмеђе обојавање дрвета. У каснијем степену развоја гљиве дрво постаје мркоцрвенкастосмеђе и пуца у призматичне комадиће. Радијалне пукотине између призматичних фрагмената могу бити испуњене са плочама бледожуте мицелије (дебелим 2-4 mm) која касније по боји и структури подсећа на кожу. У том стадијуму трулежи дрво је тако крто, да се лако распада у прашњаву масу;

- *L. sulphureus* показује физиолошку активност у температурном дијапазону од 5(6) до 35°C, а оптимална температура је 30°C. Култура гљиве на хранљивим подлогама расте умерено брзо (попуни Петри посуду, пречника 9 cm, за 3 до 4 недеље). Напредујућа зона широка 1-2 cm, равна, полегла, са разбацаним грудвицама мицелије преко зоне новог раста, Колонија бела до бледо окерсмеђа и бледо океррозикаста, благо уздигнута, вунаста и покривена финим прашком. Доња страна (агар испод колоније) не мења боју. Без мириса. На подлогама са галном и танинском киселином не формира дифузиону зону. После 7 дана пораст на обе подлоге приближно је исти и на основу тога је ова гљива, према кључу Davison-a, R.W., et al. (1938), сврстана у 1 групу. **Key Pattern** за изолате *L. sulphureus* је: 1/2, 1, 2, 2, 9, 1, 1/2, 2, 2, 2, 2;
- поред значајних економских губитака, које наноси шумској привреди, *L. sulphureus* има и лековита својства. Ова гљива показује: антимикробно, антиоксидантно и хипогликемијско дејство; антиинфлаторни и инхибиторски ефекат на чир желуца; антивирусно дејство, против ХСВ-1;
- плоносна тела *L. sulphureus* су јестива док су млада. Ипак, неки аутори препоручују коришћење само термички обрађених, младих карпофора.

Напомена: Овај рад је реализован у оквиру Уговора о финансирању научноистраживачког рада НИО у 2020.г: евиденциони бројеви 451-02-68/2020-14/2000169 и 451-03-68/2020-14/200027 од 24.01.2020., које финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

ЛИТЕРАТУРА

- Allen, E. A., Morrison, D. J., Wallis, G. W. (1996): Common Tree Diseases of British Columbia. Natural Resources Canada, Victoria, British Columbia, (1-178)
- Booth, C. (1971): Methods in Microbiology, Volume 4. Academic Press- London and New York, (1-795).
- Breitenbach, J., Kränzlin, F. (1986): Champignons de Suisse. Tome 2. Champignons sans lames. Edition Mycologia, CH-6000 Lucerne 9, (1-412)
- Cartwright K.St.G., Findlay, W.P.K. (1946): Decay of timber and its preventions. H.M.S.O., London, (1-322)
- Cheng, J. J., Lin, C. Y., Lur, H. S., Chen, H. P., Lu, M.K. (2008): Properties and biological functions of polysaccharides and ethanolic extracts isolated from medicinal fungus, *Fomitopsis pinicola*. *Process Biochemistry*, Vol. 43, Issue 8, (829–834)

- Davidson, R. W., Campbell, W. A., Blaisdell, D. J. (1938): Differentiation of Wood-decaying Fungi by the reaction on gallic or tannic acid medium. *Jor. of Agr. Res.*, Vol. 57, No. 7, (683-695)
- Dresch, P., D'Aguzzo, M.N., Rosam, K., Grienke, U., Rollinger, J.M., Peintner, U. (2015): Fungal strain matters: colony growth and bioactivity of the European medicinal polypores *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola* and *Piptoporus betulinus*. *AMB Express*, Vol. 5., (1-14)
- Gao, Y., Wang, P., Wang, Y., Wu, L., Wang, X., Zhang, K., Liu, Q. (2017): In vitro and in vivo activity of *Fomitopsis pinicola* (Sw. ex Fr.) Karst. chloroform (Fpkc) extract against S180 tumor cells. *Cellular Physiology and Biochemistry*, Vol. 44, No 5., (2042–2056)
- Greig, B. J. W., Gulliver, C. C. (1976): *Decay in oaks in the Forest of Dean*. *Q. J. For.*, 70, (157-159)
- Haight, J. E., Laursen, G. A., Glaeser, J. A., Taylor, D. L. (2016): Phylogeny of *Fomitopsis pinicola*: A species complex. *Mycologia* Vol. 108, Issue 5, (925–938)
- Haight, E.J., Nakasone, K. K., Laursen, A. G., Redhead, A. S., Taylor, L. D., Glaeser, A. J. (2019): *Fomitopsis mounceae* and *F. schrenkii*—two new species from North America in the *F. pinicola* complex. *Mycologia*, Vol. 111, Issue 2, (339–357)
- Hartig, R. (1874): *Wichtige Krankheiten der Waldbäume*. Berlin. (1–380)
- Hwang, H.S., Yun, J.W. (2010): Hypoglycemic effect of polysaccharides produced by submerged mycelial culture of *Laetiporus sulphureus* on streptozotocin-induced diabetic rats. *Biotechnology and Bioengineering*, Vol. 15, Iss. 1, (173-181)
- Караџић, Д., Миленковић, И. (2013): Први налаз буковаче (*Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kummer) на питомом кестену (*Castanea sativa* Mill.). Шумарство бр. 3-4., УШИТС и Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд. (1-8)
- Караџић, Д., Радловић, З., Миленковић, И. (2013): *Ganoderma* врсте у шумама Србије и Црне Горе. Шумарство, бр 1-2. УШИТС и Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд. (1-19)
- Kim, S. H., Jakhar, R., Kang, S. C. (2015): Apoptotic properties of polysaccharide isolated from fruiting bodies of medicinal mushroom *Fomes fomentarius* in human lung carcinoma cell line. *Saudi Journal of Biological Sciences*, Vol. 22, Issue 4, (484-490).
- Krstić, M. (1962): *Zaštita drveta – II deo. Prouzrokovali truleži i obojenosti drveta*. Naučna knjiga, Beograd. (1-208)
- Krupodorova, T., Rybalko, S., Barshteyn, V. (2014): Antiviral activity of basidiomycete mycelia against influenza type A (serotype H1N1) and herpes simplex virus type 2 in cell culture. *Virologica Sinica*, Vol. 29, No 5, (284-290)
- Квачева, З.Б., Капич, А.Н., Вотяков, В.И., Николаева, С.Н. (2005): Противовирусная активность экстрактов мицелия базидиального гриба *Laetiporus sulphureus*. *Успехи медицинской микологии*, Том 5, (271-273)
- Lee, S. I., Kim, J.S., Oh, S. H., Park, K.Y., Lee, H. G., Kim, S. D. (2008): Antihyperglycemic effect of *Fomitopsis pinicola* extracts in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of Medicinal Food*, Vol. 11, No. 3, (518–524)
- Léon, F., Quintana, J., Rivera, A., Estévez, F., Bermejo, J. (2004): Lanostanoid triterpenes from *Laetiporus sulphureus* and apoptosis induction on HL-60 human myeloid leukemia cells. *Journal of Natural Products*, Vol. 67, No 12, 2008–2011.
- Nobles, M. K. (1948): *Studies in Forest Pathology*. VI. Identification of Cultures of Wood-rotting fungi. *Canadian Journal of Research*, Vol. 26, 281-431.
- Olennikov, D., Agafonova, S., Stolbikova, A., Rokhin, A. (2011): Melanin of *Laetiporus sulphureus* (Bull.: Fr.) Murr Sterile Form. *Прикладная биохимия и микробиология*. No 47, (330-335)
- Озерова, Н. С. (2006): Экологические особенности ксилотрофных базидиомицетов родов *Laetiporus* Murrill и *Ganoderma* P. Karst. Докторская диссертация, Биологический факультет Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова (1-121)

- Petrović, J. (2018): Biološki potencijal i analiza metabolita jestivih i lekovitih gljiva iz rodova *Agrocybe*, *Laetiporus*, *Pleurotus* i *Polyporus* sa teritorije Srbije. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu Biološki fakultet, Beograd. (1-153)
- Phillips, D.H., Burdekin, D.A. (1985): Diseases of Forest and Ornamental Trees. The Macmillan Press LTD, London, (1- 435)
- Поленов, А. Б. (2014): Грибы. Съедобные и несъедобные: Самый полный и современный атлас-определитель. Издательство АСТ-Москва; Издательство Полигон-Санкт Петербург. (1-160)
- Радловић, З., Караџић, Д., Миленковић, И. (2018): Најчешће *Pleurotus* врсте у шумама Србије. Шумарство бр. 1-2, УШИТС и Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд, (19-46)
- Радловић, З., Караџић, Д., Миленковић, И., Младеновић, К. (2019/a): *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)
- Радловић, З., Караџић, Д., Миленковић, И., Младеновић, К. (2019/б): Најзначајније гљиве изазивачи трулежи на брези и њихова лековита својства. Шумарство бр. 3-4, УШИТС, Институт за шумарство Београд и Универзитет у Новом Саду Институт за низијско шумарство и животну средину, Нови Сад, (1-20)
- Радловић, З., Караџић, Д., Миленковић, И., Станивуковић, З. (2020): *Fomes fomentarius* (L.:Fr.) Fr. – биоeколошке карактеристике, економски значај и могућности коришћења у медицинске сврхе (Лековита својства). Шумарство бр. 1-2. УШИТС, Институт за шумарство Београд и Универзитет у Новом Саду Институт за низијско шумарство и животну средину, Нови Сад, (13-31)
- Šiljegović, J., Stojković, D., Nikolić, M., Glamočlija, J., Soković, M., Ćirić, A. (2011): Antimicrobial activity of aqueous extract of *Laetiporus sulphureus* (Bull.: Fr.) Murill. Zbornik Matice srpske za prirodne nauke, No 120, (299-305)
- Вишневский, М. (2014): Лекарственные грибы. Большая энциклопедия. Издательство Эксмо Москва, (1-400)
- Wang, J., Sun, W., Luo, H., He, H., Deng, W., Zou, K., Liu, C., Song, J., Huang, W. (2015): Protective effect of Eburicoic Acid of the chicken of the woods mushroom, *Laetiporus sulphureus* (higher basidiomycetes), against gastric ulcers in mice. *International Journal of Medicinal Mushrooms*. Vol.17, Iss 7,(619–626)
- Yamamoto, K., Nishikawa, Y., Kimura, T., Dombo, M., Matsuura, N., Sugitachi, A. (2007): Antitumor activities of low molecular weight fraction derived from cultured fruit body of *Sparassis crispa* in tumor-bearing mice. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, Vol. 54, No. 9, (419-423)
- Yoshikawa, K., Inoue, M., Matsumoto, Y., Sakakibara, C., Miyataka, H., Matsumoto, H., Ariha, S. (2005): Lanostane Triterpenoids and Triterpene Glycosides from the Fruit Body of *Fomitopsis pinicola* and Their Inhibitory Activity against COX-1 and COX-2. *Journal of Natural Products*, Vol. 68, No 1, (69–73)

Dragan Karadžić
Zlatan Radulović
Ivan Milenković
Zoran Miletić

Summary

The fungus *Fomitopsis pinicola* most frequently occurs on coniferous tree species (spruce, fir, pine, etc.), and less often on broadleaved species (beech, gray alder, and birch). It causes brown cubical rot. From the aspect of the economy, it is a very serious species because it can destroy standing trees and felled logs in the forests in a relatively short time. In the initial phase of decay, wood changes colour and turns yellowish-brown. Later, the affected wood breaks apart into small cubicle fragments that are generally lighter in color than that attacked by other agents of cubical rot. Eventually, the wood breaks into small cubes known as "crumbly rot". *F. pinicola* is especially common on old-growth fir and spruce trees in nature reserves. It is also very common on fir trees that are simultaneously attacked by mistletoe (*Viscum album*) and the parasitic fungus *Armillaria ostoyae*. In pine, it causes sap rot, while in spruce, fir, and broadleaved species, it causes heart rot. *F. pinicola* is physiologically active in the temperature range from 5 to 38°C, and the optimum temperature is (depending on the isolate) between 25 and 29°C. The growth rate of the colony of this fungus is moderately fast to slow on nutrient media. It is white coloured, slightly raised, cottony or woolly. On the substrates containing gallic and tannic acids, it shows a negative oxidase reaction (i.e., no diffusion zone is formed around the mycelium). Since the growth is approximately the same on both substrates, this fungus is, according to the key of Davidson R.W. *et al.* (1938), classified into Group 1. The **Key Pattern** is: 1/2, 1, 2, 1, 9, 1/2, 2, 2, 2/3, 2, 2. In the literature that deals with the fungus *F. pinicola*, the stress is put on its harmful effects and losses inflicted on the forest economy. However, it should be noted that this fungus also has medicinal properties. It has antidiabetic and antibacterial effects and inhibits the growth of S-180 tumor, cervical cancer, and liver cancer cells. *Laetiporus sulphureus* attacks primarily broadleaved species (oak, beech, willow, wild cherry, alder, etc.), while it has been recorded on only one coniferous tree species in our country – fir. It causes brown cubical rot. The damage caused by *L. sulphureus* is particularly serious because it affects the lower portion of the trunk, i.e., the portion that yields the most valuable wood assortments. Infections develop through dead branches and bark wounds. Both heartwood and sapwood can be attacked. The first visible signs of infection are yellow, reddish, or pale brown wood staining. In later stages of the fungal development, the wood turns dark brown to reddish-brown and breaks apart into cubical fragments. Radial cracks between cubical fragments can be filled with pale yellow sheets of mycelium (2-4 mm thick) which later resembles skin in colour and structure. At this stage of rot, the wood is so brittle that it easily disintegrates into a dusty mass. *L. sulphureus* is physiologically active in the temperature range from 5 (6) to 35°C, and the optimum temperature is 30°C. The growth rate of this fungal culture on nutrient media is moderately fast (it fills a 9-cm diameter Petri dish in 3 to 4 weeks). The zone of progression is 1-2 cm wide, flattened, with pellets of mycelia scattered over the zone of new growth. The colony is white to pale ocher-brown, slightly raised, woolly, and covered with a fine powder. The underside (the agar is below the colonies) doesn't change colour. It is odorless. No diffusion zone is formed on the substrates containing gallic and tannic acids. After 7 days, the growth is approximately the same on both substrates and therefore this fungus is, according to the key of Davidson, R.V. *et al.*, (1938), classified into Group 1. The **Key Pattern** for *L. sulphureus* is: 1/2, 1, 2, 2, 9, 1, 1/2, 2, 2, 2, 2. When dealing with *L. sulphureus*, the stress is generally put on its harmful effects and losses inflicted on the forest economy. However, it should be noted that this fungus also has medicinal properties. It has antimicrobial, antioxidant, and hypoglycemic effects. It also has anti-inflammatory and inhibitory effects on the gastric ulcer, antiviral effects, and can be used in the treatment of HSV-1. Fruiting bodies of *L. sulphureus* are edible when young. However, some authors recommend only the use of heat-treated, young carpophores.