

TRAMETES VERSICOLOR (L.: Fr.) Pit., SCHIZOPHYLLUM COMMUNE (Fr.) Fr. И SPARASSIS CRISPA (Wulf.: Fr.) Fr. - ЕКОНОМСКИ ЗНАЧАЈ И ЛЕКОВИТА СВОЈСТВА

ЗЛАТАН РАДУЛОВИЋ¹
ДРАГАН КАРАЦИЋ²
ИВАН МИЛЕНКОВИЋ³
КАТАРИНА МЛАДЕНОВИЋ¹

Извод: Врсте *Trametes versicolor*, *Schizophyllum commune* и *Sparassis crispa* изазивају трулеж дрвета и већина истраживања у шумарству односила су се на врсту трулежи коју изазивају и на губитке у дрвној маси. *T. versicolor* и *S. commune* изазивају белу трулеж стабала и грана, најчешће лишћарских врста, али се ређе јављају и на четинарима. За разлику од њих, *S. crispa* изазива мрку трулеж корена и приданка стабла четинарских врста (нарочито из рода *Pinus*). Последњих неколико деценија, захваљујући открићу имуномодулирајућих полисахарида, многе врсте гљива користе се као сировина за добијање антибиотика и других лекова. Тако и ове три врсте гљива имају примену у медицини и користе се за израду комерцијалних препарата.

Кључне речи: бела трулеж, мрка трулеж, полисахариди, лековита својства

TRAMETES VERSICOLOR (L.: Fr.) Pit., SCHIZOPHYLLUM COMMUNE (Fr.) Fr.,
AND SPARASSIS CRISPA (Wulf.: Fr.) Fr. - ECONOMIC SIGNIFICANCE
AND MEDICINAL PROPERTIES

Abstract: Species of *Trametes versicolor*, *Schizophyllum commune* and *Sparassis crispa* cause wood decay and most of the research in forestry has referred to the type of decay they cause and the losses in the wood mass. *T. versicolor* and *S. commune* cause white rot of stems and branches mainly of broadleaved species, but occasionally of coniferous species, too. Unlike them, *S. crispa* causes the brown rot of roots and butt ends of coniferous tree species (especially *Pinus* species). In the last few decades, thanks to the discovery of immunomodulatory polysaccharides, numerous species of fungi are used as raw materials for the production of antibiotics and other drugs. Thus, these three species of fungi have found application in medicine and in the production of commercial preparations.

Keywords: white rot, brown rot, polysaccharides, medicinal properties

1. УВОД

Гљиве имају вишеструку улогу у природи. Међутим, човек их са свог

1 др Златан Радуловић, научни сарадник, др Катарина Младеновић, научни сарадник, Институт за шумарство, Београд, Србија

2 др Драган Караџић, ред. проф., Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд, Србија

3 др Иван Миленковић, научни сарадник, Phytophthora Research Centre, Faculty of Forestry and Wood Technology, Mendel University, Brno, Czech Republic

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). Једна од последица трулежи дрвета у ужем смислу је и промена боје дрвета. 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. Гљиве проузроковачи беле трулежи првенствено разлажу лигнин, а каснијим истрживањима утврђено је да, поред лигнина и у мањој мери целулозе, делимично разлажу и хемицелулозу.

За разлику од њих, гљиве изазивачи мрке трулежи, у почетним стадијуму свога дејства првенствено делују на секундарни ћелијски зид остављајући друге слојеве скоро нетакнуте. Прво разлажу целулозу и хемицелулозу, док је лигнин поштеђен. У завршној фази трулежи дрво је тамније од нормалне боје.

Гљиве су заједно са биљкама од давнина коришћене у народној медицини. Поред тога, неке од њих су чак коришћене и у званичној медицини. Тако, Диоскорид (1. век н.е.) за лечење туберкулозе, хистерије, бубрежних болести, заустављање крварења, болова у зглобовима и противотров код уједа змија користи гљиву *Fomitopsis officinalis* (Vill.) Bond. Et Sing.. Плиније Старији (1. век н.е.) користи *Boletus edulis* Bull. у лечењу дијареје, упале очију, нарастању рана и код уједа паса. Хипократ је за заустављање крварења, дезинфекцију рана, посекотина и у хирургији користио *Fomes fomentarius* (L.) Fr. и неке пухаре (Булах, Е. М., 2001).

У лечењу тешких болести (чак и онколошких) у Кини, Јапану и Кореји, више векова се користе гљиве: *Inonotus obliquus* (Fr.) Pil., *Lentinus edodes* (Berk.) Sing., *Ganoderma lucidum* (W.Curtis: Fr.) P. Karst., *Cordyceps sinensis* (Berk.) Sacc., *Trametes versicolor* (L.: Fr.) Pit, *Grifola frondosa* (Disks. Fr.) S.F.Gray, *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kummer, *Schizophyllum commune* (Fr.) Fr., *Sparassis crispa* (Wulf. : Fr.) Fr. и др.

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; Радловић, З. *et al.*, 2018).

Последњих неколико деценија, захваљујући открићу имуномодулирајућих полисахарида, многе врсте гљива сада се користе као сировина за добијање антибиотика и других лекова. Поред полисахарида биолошки активне компоненте гљива су и протеини, полисахаридно-протеински комплекс, полифенолна једињења, стероиди, тритерпеноиди, масне киселине, нуклеотиди, пигменти и полиацетилenske компоненте.

Данас се, према Lindequist, U. *et al.*, (2005), између 80 и 85% медицинских препарата добијених на бази гљива издваја из плодноносних тала, сакупљених у природи или вештачки узгајаних. Само 15% препарата се добија из екстракта мицелије (PSK и PSP из *T. versicolor*), а веома мали проценат се добија филтрирањем чисте културе гљива (*schizophyllum* из *S. commune*). Развила се и посебна наука која је добила назив фунготерапија. Већина ле-

кова који се користе у медицини, осим што лече, имају негативне ефекте јер се сакупљају у јетри и бубрезима. Органске компоненте гљива организам лако усваја и немају штетно дејство. Поред тога печурке имају малу калоријску вредност, низак ниво глукозе и натријума (могу да их користе дијабетичари и особе са високим крвним притиском). Садрже доста витамина и дневне потребе есенцијалних витамина могу бити задовољене њиховом конзумацијом. Садрже доста селена, који је одличан антиоксиданс.

Како у нашој стручној литератури има веома мало података о овим гљивама, циљ овог рада био је да се укаже на њихов значај, тип оштећења који на стаблима изазивају, као и на њихова лековита својства.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Истраживања су вршена на територији Србије (изузев Косова и Метохије), у лишћарским и четинарским шумама. При истраживањима евидентирана је врста супстрата на којој се врсте јављају, а идентификација је извршена на основу изгледа плодноних тела и типа трулежи коју изазивају. За детерминацију истраживаних врста корисно су послужили и описи ових гљива дати у публикацијама следећих аутора: Breitenbach, J., Kranzlin, F. (1991); Courtecuisse, R., Duhem, B. (1995); Hagara, L. (2014); Jahn, H. (1979); Karadžić, D. *et al.* (2016); Singer, R. (1986) и други.

За испитивање ферментне активности гљива коришћен је метод *V a v e n d a m a*, 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), припадају истраживане гљиве.

За испитивање утицаја температуре на пораст мицелије гљива постављен је оглед у политермостату на температурама 4, 5, 9, 15, 22, 25, 28, 33 и 39°C. 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.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

3.1 Опис врсте *Trametes versicolor* (L.: Fr.) Pit.

(Syn. *Coriolus versicolor* L.et Fr.) Quél.)

Домаћини. Развија се на мртвом дрвету великог број лишћарских врста дрвећа (није уско специјализована за одређеног домаћина), а јавља се и на дрвету неких четинарски врста дрвећа. Понекад се јавља и на живим стаблима као паразит слабости.

Распрострањење. Врло раширена врста у свим државама умерене зоне и констатована на свим континентима осим на Антарктику. У нашим шумама

врло честа гљива на букви, храсту, јавору, бресту и др. Карпофоре су једно-годишње, а јављају се у току целе године.

Макроскопске карактеристике. Карпофоре величине 4-10 x 3-5 cm и дебеле 0,1-0,3 cm, лепезасте или у облику розете, обично образоване у великим групама; са горње стране покривене финим сомотастим длачицама, које су различитих боја, тако да се формирају концентричне разнобојне зоне које могу бити зеленоцрне, сивоплавичасте, сивосмеђе, океррђасте, плаве, а ободни део је бео или крем боје (слика 1А и Б). **Хименофор** састављен из цевчица дугих 0,5-1 mm, бео. Цевчице у почетку беле, а касније жућкасте. **Поре** округласте или неправилно угласте, ситне, обично 3-5 mm, беле, жућкасте или светлосмеђе. **Месо** бело, танко, чврсто. Карпофоре расту у серијама или колонијама, врло ретко изоловане.

Оптимална температура за пораст ове гљиве је 29°C, а максимална 38°C. Култура гљиве је умерено брзог раста, бела, памучасто-вунаста. На подлогама са галном и танинском киселином показује позитивну оксидазну реакцију. После 7 дана гљива не расте на подлози са додатком галне киселине, а око инокулума се формира у облику широког прстена врло интензивна тамно мрка, непрозирна дифузиона зона. После 7 дана, на подлози са додатком танинске киселине, пречник колоније је 3-5 cm, а око ње се на краткој дистанци формира светло до тамносмеђа дифузиона зона. На основу интензитета реакције и пораста на овим подлогама, гљива *T. versicolor* је, према кључу Davidson, R. W., et al. (1938), сврстана у 6 групу.



Слика 1. *Trametes versicolor*: А-плодоносна тела, Б-плодоносна тела на пању храста
Figure 1 *Trametes versicolor*: A-fruiting bodies, B-fruiting bodies on an oak stump

Микроскопске карактеристике. Базиди батинасти, на врху са 4 стеригмате, величине 15-20 x 5-6 μm . Базидиоспоре цилиндричне, мало закривљене, глатке, хиалинске, величине 6-7 x 1,5-2 μm . Без цистида.

Значај. *T. versicolor* изазива белу трулеж лишћара. Први знаци трулежи су промена боје, тако дрво букве и јасена добија један светлији тон. У одмаклој фази дрво је беличасто и лако. Коначна фаза је типична бела трулеж. Гљива може изазвати потпуну декомпозицију дрвета, али дрво обично сачува нормалан облик и запремину и нема пукотина. У току декомпозиције дрвета гљива разлаже и лигнин и целулозу, што се приписује јакој ензиматској активности гљиве. Реагује на танин и при концентрацији 0,5% танина

престаје да се развија. То је главни разлог што када је у питању храст, гљива се развија само у бељици.

Поред трулежи на дрвету у шуми, ова гљива се развија и на уграђеном дрвету. Тако је констатована на дирекцима, а може се изоловати и из трулих прозорских рамова. Међутим, ретко се јавља у конструкцијама пошто за свој развој тражи много влаге.

Врсти *T. versicolor* је веома слична врста *T. multicolor*. Врста *T. multicolor* има у основи карпофоре развијенији слој ткива, који је често у облику кврге код седећих и бочно развијених карпофора. Бочно развијене карпофоре код *T. versicolor* су без кврга и левкастог су облика. Код *T. multicolor* су мање изражене границе међу зонама на карпофори, доја је једноличнија, тамнија код основе а светлија идући ка ивицама и никада нема плавичасту и јако-наранџасту боју (Змитрович, И., В. 2017).

3.1.1 Лековита својства *Trametes versicolor* (L.: Fr.) Pit.

Преглед најважнијих лековитих својстава приказан је у табели 1.

Табела 1. Медицинска својства гљиве *Trametes versicolor*

Table 1 Medicinal properties of *Trametes versicolor*

Гљива/ Fungus	Биолошка активност/ Biological activity	Био-активна компонента или део гљиве са лековитим својствима/ Bioactive component or the part of a fungus with medicinal properties	Референце/ References
<i>T. versicolor</i>	Успорава прогресију тумора Н 238	полисахарид-пептид (PSP)	Mao, X. W., Archambeau, J. O., Gridley, D. S. (1996)
<i>T. versicolor</i>	Пробиотичко дејство	полисахарид-пептид (PSP)	Yu, Z.T., et al. (2013)
<i>T. versicolor</i>	Антимеланомска активност	Метанолски екстракт	Harhaji, L. et al. (2008)
<i>T. versicolor</i>	Лечење Алцхајмерове болести (инхибитор АChE) и антиоксиданс	Феноли, флавоноиди и полисахариди	Janjušević, Lj. et al. (2017)
<i>T. versicolor</i>	Смањује токсичност онко- терапија у лечењу метастаза колоректалног карцинома	Крестин (PSK)	Shibata, M. et al. (2011)
<i>T. versicolor</i>	Против карцинома јетре и карцинома дојке	Полисахариди плодоносних тела екстраковани	Zhou, X. W. et al. (2007)
<i>T. versicolor</i>	Повољно делује на имуни систем	(PSK) и (PSP)	Cui, J., Chisti, Y. (2003)

Из врсте *T. versicolor* CM-101 у Јапану је добијен протеоглукан крестин (PSK), док је полисахарид-пептид (PSP) добијен у Кини из исте врсте подрода Cov-1. Полисахаридни део крестина (PSK) је изграђен од глукозе и малих

количина галактозе, манозе, ксилозе и фукозе. Протеински део чине аминокиселине аспарагин, глутамин, валин, леуцин, док је садржај основних киселина (лизин, аргинин) знатно мањи. Главни ланац полисахарида изграђен је од глюкозе везане са β -1-4 гликозидним везама, а бочне гране су повезане β -1-3 и β -1-6 везама. Садржи 62% полисахарида и 38% протеина, добро се раствара у води, а слабо у органским растварачима. Просечна молекулска маса је 94 кДа.

У састав PSP улази 90% полисахарида и 10% пептида. Протеински део је богатији аспарагинском и глутаминском киселином а молекулска маса износи 100 кДа. У састав угљоводоничног остатка код PSP улазе маноза, ксилоза, галактоза, арабиноза и рамноза (Даниљак, М.И., Решетников, С. В., 1996).

Према истраживањима Мелькумов, Г. М., Золототрубова, А. С., (2017), биолошки активне супстанце *T. versicolor*, користе се за израду препарата који делују против рака, болести урогениталног система, болести јетре, болести коже и имају антивирусно и антибактеријско дејство.

У својим истраживањима Мао, Х.В. *et al.* (1996) су установили да интерлеукин-2 (IL-2) и полисахарид-пептид (PSP) успоравају прогресију тумора Н 238. Механизми деловања резултат су цитотоксичног дејства, као и њиховог имомодулаторног деловања. Нaгhајi, L. *et al.* (2008) истраживали су утицај метанолског екстракта (садржао полифеноле и терпеноиде) гљиве *S. versicolor* на В 16 меланом код мишева, у *in vivo* и *in vitro* условима. Добијени резултати показали су да метанолски екстракт *S. versicolor* испољава јаку анти-меланомску активност, директно кроз антипролиферативне и цитотоксичне ефекте на туморске ћелије и индиректно кроз појачавање макрофагне анти-туморске активности.

Полисахарид-пептид (PSP) и фруктоолигосахароза (FOS) заједно, значајно повећавају број *Bifidobacterium* spp. у цревима. PSP сам, такође повећава садржај *Lactobacillus* spp., а редукује број *Clostridium* spp., *Staphylococcus* spp. и *Enterococcus* spp. Ферментацијом PSP повећава се концентрација органских киселина у цревима и смањује рН вредност (Yu, Z.T. *et al.*, 2013). Наведени процеси објашњавају позитивно пробиотичко дејство *T. versicolor*.

Према истраживањима Јанјушевић, Лј, *et al.* (2017), водени екстракт плодносног тела *T. versicolor* показао је највећу антирадикалску активност против *OH*[•] јона, што се објашњава присуством галне, р-кумаринске и кофеинске киселине. У концентрацији 100 lg/mL, водени екстракт је показао инхибицију ензима ацетилхолинестеразе (AChE) од 60,53%, а лек донепезил (лек у клиничкој пракси) који је коришћен као контрола имао је инхибиторну активност 89,05%. Инхибиција ацетилхолинестеразе је последица дејства флавоноида (баикалеин и кверцетин) који су изоловани из карпофора *T. versicolor*. У третману Алцхајмерове болести користе се лекови који делују на инхибицију ензима ацетилхолинестеразе, па се *T. versicolor* може користити као природни инхибитор ацетилхолинестеразе, а самим тим и у третману Алцхајмерове болести и других неуродегенеративних обољења.

Коришћењем крестина смањује се токсичност онкотерапија, које се користе код пацијената са метастазама колоректалног карцинома (Shibata, M. *et al.*, 2011).

Истражујући својства полисахарида из свежих карпофора, добијених екстраковањем у топлој води и таложењем етанола, Zhou, X. W. *et al.*, (2007) су установили да они делују против четири карцинома јетре (7703, HepG2, 7721, PLC) и четири карцинома дојке (Vcap37, ZR75-30, MCF-7, T-47D).

PSK и PSP имају повољно дејство на имуни систем јер у организму повећавају производњу интерлеукина-2, интерлеукина-6, интерферона и пролиферацију Т ћелија (Cui, J., Chisti, Y. 2003).

3.2 Опис врсте *Schizophyllum commune* (Fr.) Fr.

Домаћини. Космополитска врста која се јавља на великом броју лишћарских врста дрвећа и неким четинарским врстама (нпр. на боровима). Посебно је честа на *Fagus* и *Quercus* врстама. Расте на обореним стаблима, пањевима, гранама, а такође и као паразит слабости на живим физиолошки ослабелим стаблима.

Распрострањење. Широко распрострањена у целом свету. Код нас се среће у свим шума, али такође и изван шума на сунчаним, сувим местима. Међу бројним лишћарским врстама дрвећа констатована је чак и на киселом дрвету (*Ailantus glandulosa* Desf.), које је иначе доста отпорно на гљивична оболења. У оквиру рода *Schizophyllum*, врста *S. commune* је распрострањена у целом свету, док је распрострањење друге две врсте *S. fasciatum* и *S. umbrinum* ограничено на Мексико, Централну Америку и Карибе. Ужи ареал ове две врсте је последица мање патогености, као и немогућности развића у сувој и хладној клими (Olivo-Aranda, F., Herrera, T. 1994).

Макроскопске карактеристике. **Карпофоре** су у пречнику 1-3(5) cm, полукружног облика, шкољкасте, повијеног обода, са кратком бочном дршком са којом су везане за супстрат (понекад без дршке). Горња површина покривена сиво-белим длацицама (слика 2А). **Хименофор** је изграђен из ламела (листића). **Ламеле** су зракасто распоређене, на врху ракласто подељене, ружичасто обојене, понекад са љубичастом нијансом (слика 2Б). Месо окер боје, жилаво, радијално влакнасто, танко. Карпофоре расту у великим групама и понекад покривају цело стабло.

Оптимална температура за развој ове гљиве је 30°C, а максимална више од 40°C.

Колонија гљиве на хранљивим подлогама умерено брзо расте (испуни петри посуду за 3 недеље), бела и вунаста. Колонија на подлози са додатком танинске киселине показује позитивну оксидазну реакцију док је на подлози са галном киселином реакција негативна и на основу тога је *S. commune*, према кључу Davidson, R. W., *et al.* (1938), сврстана у десету групу.

Микроскопске карактеристике. Базиди издужено батинасти, на врху са 4 стеригомате, а у основи са везицом, величине 40-55 x 7-10 µm. Базидиоспоре цилиндричне, неке мало савијене, глатке, хиалинске, са капљицама, величине 5,6-7 x 1,8-2,3 µm. Без цистида.



Слика 2. *Schizophyllum commune*: А-плодоносна тела, Б-плодоносна тела
 Figure 2 *Schizophyllum commune*: A-fruiting bodies, B-fruiting bodies

Значај. Ова гљива проузочује прозуклост бељике, док је срчика поштеђена. Код нас је једна од првих гљива која се јавља на буковом дрвету после сече стабала. Примећено је на Делиблатској пешчари да се јавља на стаблима одмах после пожара, а осим на лишћарским врстама констатована је и на црном бору. Представља проблем за обловину и за рудничко дрво.

Неки истраживачи *S. commune* сматрају паразитом рана, неки сапрофитом, док поједини ову гљиву сматрају као значајног биљног патогена, који изазива „*Schizophyllum rot*“, на живим стаблима. Колонизира више од 260 врста из 150 родова (Cooke, W. B. 1961). *S. commune* брзо колонизира биљке преко лезија других патогена. Често се на стаблима јабуке јавља са патогеном бактеријом *Erwinia amylovora* и гљивама изазивачима рак рана *Neonectria galligena* и *Valsa ceratosperma*.

3.2.1 Лековита својства *Schizophyllum commune* (Fr.) Fr.

У земљама тропског региона *S. commune* се једе свеж или осушен, као додаток храни. Садржи протеине, угљене хидрате, масти и минерале. У 100 g *S. commune* садржај протеина је 15,9 g, угљених хидрата 68 g а масти 2 g. Енергетска вредност износи 399 Kcal. Од минерала садржи фосфор (408 mg), магнезијум (277 mg), калцијум (188 mg), гвожђе (12,3 mg), магнезијум (8,8 mg), цинк (5,7 mg), бакар (0,9 mg) и хром (133 µg) (Hobbs, C., 2005). Поред употребе у исхрани *S. commune* све већу примену налази и у медицини.

Преглед најважнијих лековитих својстава приказан је у табели 2.

Поред протеина, угљених хидрата и минерала, *S. commune* у воденој култури продукује и три слична биополимера и то: 24 kDa hydrophobin, 17 kDa protein и schizophyllan. Највећу примену има полисахарид шизофилан (*Schizophyllan*, *Sonifilan*, *SPG*, *sizofiran*). По хемијском саставу је неутрални, екстрацелуларни полисахарид, хомоглукан, код кога су мономери глукозе повезани β -(1 \rightarrow 3) гликозидним везама, а у бочним ланцима β -(1 \rightarrow 6) везама.

Екстракт гљиве *S. commune* је у истраживањима Mirfat, A. et al. (2014) показао већу антибактеријску активност против грам позитивних бактерија (*Bacillus cereus*, *B. subtilis*, *Enterobacter faecalis*, *Staphylococcus aureus*,

Streptococcus mitis, *S. mutans* и *S. sanguis*) него против грам негативних бактерија (*Escherichia coli*, *Salmonella* sp., *S. typhi*, *Shigella* sp., *S. flexneri*, *Plesiomonas shigelloides*, *Proteus vulgaris*, и *Pseudomonas aeruginosa*). Разлика у дејству је резултат разлике у грађи хелијског зида грам-позитивних и грам-негативних бактерија.

Табела 2. Медицинска својства гљиве *S. commune*
Table 2 Medicinal properties of *S. commune*

Гљива/ Fungus	Биолошка активност/ Biological activity	Био-активна компонента или део гљиве са лековитим својствима/ Bioactive component or the part of a fungus with medicinal properties	Референце/ References
<i>S. commune</i>	Антимикробна	Екстракт гљиве (водени и алкохолни)	Mirfat, A. <i>et al.</i> (2014)
<i>S. commune</i>	Антимикробна, антиоксиданска, инхибира раст карцинома	Меланин	Arun, G. <i>et al.</i> (2015)
<i>S. commune</i>	Хепатитис Б	SPG	Kakumu, S., <i>et al.</i> (1991)
<i>S. commune</i>	Имуномодулаторна активност	SPG	Suzuki, T. <i>et al.</i> 2002 Kubala, L. <i>et al.</i> 2003
<i>S. commune</i>	Против тумора S-180	Шизофилан	Komatsu, N. <i>et al.</i> (1969)
<i>S. commune</i>	Рак желуца, тумор главе и врата	Шизофилан	Borchers, A. <i>et al.</i> 1999)
<i>S. commune</i>	Превенција и успоравање прогресије рака дојке	Шизофилан	Mansour, A. <i>et al.</i> (2012)
<i>S. commune</i>	Рак грлића материце	Шизофилан	Okamura, K. <i>et al.</i> (1989)
<i>S. commune</i>	Заштитни ефекат против хемо и радио терапије	Шизофилан	Yang, Z. B, <i>et al.</i> (1993)

Меланин који садржи *S. commune*, у концетрацији 100µg/ml, показује антибактеријску активност против *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Klebsiella pneumoniae* и *Pseudomonas fluorescens* као и антифунгалну активност против врста *Trichophyton simii* и *T. rubrum*. Поред ове меланин показује антиоксидантску активност и инхибира раст карцинома- Human Epidermoid Larynx Carcinom Cell Line (Hep-2) (Arun, G. *et al.*, 2015).

Према наводима Kakumu, S. *et al.* (1991), пацијенти оболели од вируса хепатитиса Б, могу користити SPG, јер он побољшава имунолошку реакцију организма на вирус, повећавајући посебно производњу интерферона гама (IFN- γ).

Према истраживањима Suzuki, T. *et al.* (2002) и Kubala, L. *et al.* (2003) SPG после везивања за различите имуне ћелије, као што су полиморфно-нуклеарни леукоцити и моноклеарне ћелије периферне крви, стимулише синтезу цитокина као што је Интерлеукин-8.

Полисахарид шизофилан изолован из гљиве *S. commune* има антиканцерогено дејство, на тај начин што обнавља и повећава ћелијски имунитет болесног организма, активирајући макрофаге (Okazaki, M. *et al.* 1995).

Шизофилан показује јаку антитуморну активност против тумора S-180 (Komatsu, N. *et al.*, 1969). Код човека је ефикасан у сузбијању рака желуца и продужава животни век код оболелих од тумора главе и врата (Vogchers, A. *et al.*, 1999). Осим тога, Mansour, A. *et al.* (2012) наводе да се шизофилан користи у превенцији и успоравању прогресије рака дојке. Ако се користи у комбинацији са терапијом зрачења, шизофилан повећава број преживелих пацијенткиња оболелих од рака грлића материце у другом степену развоја (Okamura, K. *et al.*, 1989).

Шизофилан је обновио ћелијску митозу и смањивао је измене код сестринских хроматида (СЦЕс) у коштаног сржи мишева након третмана са радио и хемотерапијом. Најбољи резултати су добијени ако се користи истовремено или одмах после радио терапије (Yang, Z. B. *et al.*, 1993).

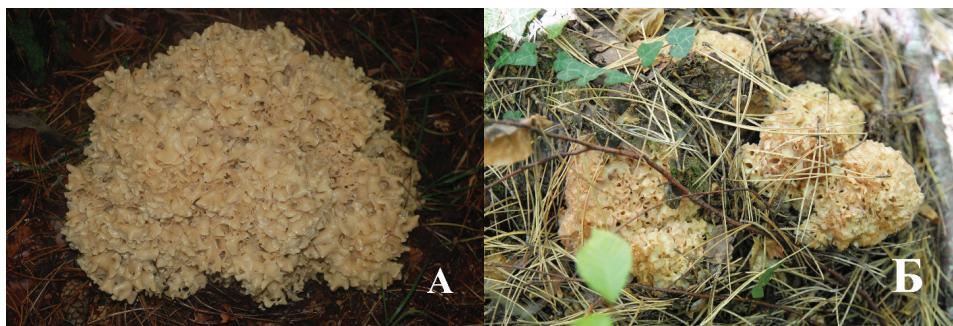
Међутим, код појединих људи, који удишу споре, *S. commune* може изазвати озбиљне здравствене проблеме као што су алергијски синуситис, бронхијална астма, апсцес мозга и менингитис (Саттон, Д., Фотергилл, А., Ринаљди, М. 2001).

3.3 Опис врсте *Sparassis crispa* (Wulf. : Fr.) Fr.

Домаћини. *S. crispa* се јавља у четинарским шумама и узрокује трулеж корена и приданка стабла *Pinus* врста, а забележена је такође и на ситканској смрчи, дуглазији, аришу и кедровима.

Распрострањење. Ова гљива је позната у Северној Америци под називом *S. radicata* (Martin, K. J. i Gilbertson, R.L. 1976). Врло сродна и слична је и врста *S. laminosa* Fr. која је констатована на храсту, а ређе и на букви (Delatour, C. 1975.). У својим истраживањима Караџић, Д. (2006), у шумама Србије и Црне Горе, у оквиру рода *Sparassis* констатовао је следеће врсте: *Sparassis crispa*, *S. laminosa*, *S. nemecii* и *S. simplex*. Од наведених врста једино се *S. laminosa* јавља на лишћарима (*Quercus*, *Fagus* и др.).

Макроскопске карактеристике. Плодоносна тела су полулоптаста, једногодишња, до 30 цм у пречнику, крем или беле боје и расту обично око основе живих стабала и на пањевима. Плодоносно тело је састављено од густе масе, која по облику подсећа на карфиол или сунђер и састављено је од мноштва равнатих грана или крила чија ивица временом посмеђи (слика 3А и Б). **Хименофор** на спољној страни окренут према земљи. **Месо** еластично, жилаво, пријатног мириса и сладуњавог укуса. Оптимална температура за развој ове гљиве је 20°C, а максимална 27,5°C.



Слика 3. *Sparassis crispa*: А-плодоносно тело, Б-плодоносна тела

Figure 3 *Sparassis crispa*: A-fruiting bodies, B-fruiting bodies

Микроскопске карактеристике. Базиди издужено батиности, са четири стеригмате и базалном везицом, величине 45-50 x 6-7 μm . Без цистиде. Базидиоспоре јајасте, глатке, хиалинске (у маси окерасте), са капљицама, величине 4,5-6 x 3,5-4,5 μm .

Значај. *S. crispa* проузрокује мрку призматичну трулеж. Јавља се на живим стаблима, али углавном на онима која су старија од 60 година, а посебно су осетљиви бели и црни бор. Труло дрво је суво, трошно, у почетку светло-смеђе, а касније тамносмеђе. Трулеж изазвана овом гљивом подсећа на трулеж проузроковану гљивом *Phaeolus schweinitzii*. Ове две трулежи могуће је разликовати једино по боји мицелије. Код трулежи, изазване гљивом *S. crispa*, у одмаклој фази деструкције у радијалним пукотинама се јавља бела мицелија, док је мицелија гљиве *P. schweinitzii* жута (Pawsey, R. G., 1971). Стабла, која су у одмаклој фази трулежи, при снажним олујним ветровима ломе и то обично у делу близу нивоа земље (трулеж на корену и приданку стабла). Плодоносна тела су јестива и лековита (антикарцогена). Користе се у медицини у лечењу одређених типова тумора. *S. crispa* је у Србији на списку ретких врста гљива, док је у неким земљама Европе на списку заштићених врста.

3.3.1 Лековита својства *Sparassis crispa* (Wulf. : Fr.) Fr.

Sparassis crispa (Wulfen) Fr. је најпознатија врста рода *Sparassis*. Њено плодно тело је лоптасто, подсећа на карфиол, па је на подручју Велике Британије називају “карфиол” гљива (“cauliflower”), а у Јапану је позната под именом Nanabiratake. Ово је јестива гљива која има широку примену и у медицини. Плодносна тела садрже око 90% воде, протеине, липиде, угљене хидрате, пепео и дијететска влакна. Поред тога, ова врста, има висок садржај витамина D2 (знатно већи у односу на остале печурке).

Има висок садржај биолошки активних и фармаколошких једињења, која се могу користити у лечењу неких болести. Најзначајнији су β глукани, спарасол (sparassol), метил-2,4 дихидрокси-6-метилбензоат (methyl-2,4-dihydroxy-6-methylbenzoate), метилдихидрокси-метокси-метилбензоат (methyl-dihydroxy-methoxy-methylbenzoate), ергостерол пероксид и деривати бензоата.

Карактеризацијом помоћу нуклеарне магнетне резонанце утврђено је да *S. crispa* поседује β -глукан, чију основу чини (1 \rightarrow 3)- β -D-глукан са (1 \rightarrow 6)- β -D-гликозидним гранањем на сваке три јединице у основном ланцу.

Преглед најважнијих лековитих својстава *S. crispa* приказан је у табели 3.

Табела 3. Медицинска својства гљиве *S. crispa*

Table 3 Medicinal properties of *S. crispa*

Гљива/ Fungus	Биолошка активност/ Biological activity	Био-активна компонента или део гљиве са лековитим својствима/ Bioactive component or the part of a fungus with medicinal properties	Референце/ References
<i>S. crispa</i>	Антитуморска активност	(1 \rightarrow 3)- β -D-глукан са (1 \rightarrow 6)- β -D-гликозидним гранањем	Tada, R. <i>et al.</i> (2007)
<i>S. crispa</i>	Антитуморска активност (Сарком 180)	Фракција мале молекуларне тежине (8кДа)	Yamamoto, K. <i>et al.</i> (2007)
<i>S. crispa</i>	Дијабетес тип 2	Плодоносно тело	Yamamoto, K., Kimura, T. (2010)
<i>S. crispa</i>	Антиоксиданси	Феноли, флавоноиди, аскорбинска киселина, β -каротен ликопен	Joshi, M., Sagar, A. (2014)
<i>S. crispa</i>	Анти-алергијско и инфламаторно (против упала)	β -глукан	Kim, H.H. <i>et al.</i> (2012)
<i>S. crispa</i>	Инхибиторска активност против ћелија меланома B16; Инхибиција раста метицилин резистентне <i>Staphylococcus aureus</i>	Екстракт гљиве	Kawagishi, H. <i>et al.</i> (2007)
<i>S. crispa</i>	Инхибира синтезу вируса HIV-a	Екстракт гљиве	Wang, J. <i>et al.</i> (2007)

У својим истраживањима Tada, R. *et al.* (2007) установили су да процишћени β -глукан показује антитуморску активност, побољшава хематопоетски одговор организма и индукује производњу цитокина (најважнији секретони производи ћелија имуног система).

Yamamoto, K. *et al.* (2007) истраживали су антитуморни ефекат фракција мале молекуларне тежине (8кDa) које су изоловане из екстракта *S. crispa* у врелој води, а не садрже β -глукан. Орална примена ових фракција код мишева (30 mg/kg) довела је до сузбијања раста саркома 180.

Коришћење *S. crispa* делује превентивно на шећерну болест, смањује ниво глукозе и инсулина у крви и успорава раст телесне тежине код мишева оболелих од дијабетеса (Yamamoto, K., Kimura, T., 2010).

Анализирајући метанолски екстракт *S. crispa* Joshi, M., Sagar, A. (2014) установили су присуство фенола, флавоноида, аскорбинске кисели-

не, β -каротена и ликопена. Ова једињења имају антиоксидантска својства, јер смањују штетно дејство које слободни радикали изазивају у организму. Неконтролисана продукција слободних радикала у организму доводи до развоја канцера, реуматоидног артритиса, артеросклерозе, као и дегенеративних болести повезаних са старењем.

Водени екстракт гљиве *S. crispa*, према истраживањима Kim, H. H. *et al.* (2012), може се користити код алергије на храну, астму и атопијски дерматитис. У овој студији у *in vivo* као и у *in vitro* експериментима коришћен је целокупан водени екстракт гљиве. Ако се зна да је β -глюкан главни састојак овог екстракта (39,3%), закључили су да је он главни носилац анти-алергијских и инфламаторних ефеката.

Сукцесивном екстракцијом плодносног тела *S. crispa* у хексану, етил-ацетату и метанолу, Kawagishi, H. *et al.*, (2007), добили су екстракт који је показао инхибиторну активност против ћелија меланома В16 код мишева. Исти екстракт је зауставио раст метицилин резистентне *Staphylococcus aureus* бактерије (MRSA). Ова бактерија је за разлику од обичне *Staphylococcus aureus* генетским мутацијама развила резистентност на већину коришћених антибиотика и веома се тешко лечи.

Реверзна транскриптаза је један од главних ензима у репликацији вируса хумане имунодефицијенције (вирус HIV-а). Једињење добијено екстракцијом плодноносних тела 16 врста гљива у топлој води инхибира реверзне транскриптазе и тако зауставља репликацију вируса HIV-а. Екстракт *Lactarius camphoratus*, *Trametes suaveolens*, *Sparassis crispa*, *Pleurotus sajor-caju*, *Pleurotus pulmonarius* и *Russula paludosa* показују инхибицију преко 50% у концентracији од 1mg/mL. Највећу инхибиторну активност (97.6%) показао је екстракт *R. paludosa*. Екстракт *S. crispa* показао је инхибицију 70,3% при концентracији од 1 mg/mL, али није установљено која компонента у екстракту је изазива (Wang, J., *et al.*, 2007).

4. ЗАКЉУЧЦИ

На основу спроведених истраживања дошли смо до следећих закључака:

- гљива *T. versicolor* изазива белу трулеж лишћара. Реагује на танин и при концентracији 0,5% танина престаје да се развија. То је главни разлог што када је у питању храст, гљива се развија само у бељици. Поред трулежи на дрвету у шуми, ова гљива се развија и на уграђеном дрвету;

- оптимална температура за пораст ове гљиве је 29°C, а максимална 38°C. На подлогама са галном и танинском киселином показује позитивну оксидазну реакцију. На основу интензитета реакције и пораста на овим подлогама, гљива *T. versicolor* је, према кључу Davidson, R. W. *et al.* (1938), сврстана у 6 групу;

- *T. versicolor* има лековита својства и користи се за: успоравање прогресије тумора Н 238, има пробиотичко дејство, анти-меланомску активност, лечење Алцхајмерове болести и смањење токсичности онко-терапија у лечењу метастаза колоректалног карцинома, као и против карцинома јетре и

карцинома дојке и побољшава имуни систем;

- гљива *S. commune* проузрокује прозуклост бељике, док је срчика поштеђена. Код нас је једна од првих гљива која се јавља на буковом дрвету после сече стабала. Примећено је на Делиблатској пешчари да се јавља на стаблима одмах после пожара, а осим на лишћарским врстама констатована је и на црном бору. Представља проблем за обловину и за рудничко дрво;

- оптимална температура за развој ове гљиве је 30°C, а максимална преко 40°C. Колонија на подлози са додатком танинске киселине показује позитивну оксидазну реакцију, док на подлози са галном киселином реакција је негативна и на основу тога је *S. commune*, према кључу Davidson, R. W., *et al.* (1938), сврстана у 10 групу;

- *S. commune* има антимикробну активност, антиоксидантску, имуномодулаторну и инхибира раст карцинома. Користи се и у лечењу хепатитиса Б, против тумора S-180, рака желуца, тумора главе и врата, рака грлића материце и има заштитни ефекат код хемо и радио терапије;

- *S. crispa* проузрокује мрку призматичну трулеж. Јавља се на живим стаблима, али углавном на онима која су старија од 60 година, а посебно су осетљиви бели и црни бор. Труло дрво је суво, трошно, у почетку светлосмеђе, а касније тамносмеђе. Стабла, која су у одмаклој фази трулежи, се при снажним олујним ветровима ломе и то обично у делу близу нивоа земље (трулеж на корену и приданку стабла);

- оптимална температура за развој ове гљиве је 20°C, а максимална 27,5°C;

- плодносна тела *S. crispa* су јестива и имају лековита својства. Био-активне компоненте ове гљиве имају антиоксидантско, антиалергијско и инфламаторно дејство. Екстракт гљиве инхибира активност ћелија меланома В16, инхибира раст метицилин резистентне бактерије *Staphylococcus aureus* и синтезу вируса HIV-а. Фракција мале молекуларне тежине које су изоловане из екстракта *S. crispa* у врелој води сузбијају раста саркома 180, а конзумирање плодносних тела делује превентивно на шећерну болест, смањује ниво глукозе и инсулина у крви;

- наведене врсте гљива могу се користити у виду постојећих препарата на фармацеутском тржишту као и у народној медицини. Једино треба бити пажљив код коришћења *S. commune* у народној медицини, јер удисање његових спора код мањег броја људи могу довести до нежељених дејстава. *S. crispa* је у Србији на списку ретких врста гљива, док је у неким земљама Европе на списку заштићених врста.

Напомена: Овај рад је реализован је у оквиру пројеката: „Одрживо издвајање укућним пошеницијалима шума у Републици Србији (ТР 37008)“ и „Развој технолошких постојећих у шумарству у циљу реализације оптималне шумовијоси“, (ТР 31070), које финансира Министарство просвете, науке и технолошкој развоја Републике Србије

ЛИТЕРАТУРА

- Arun, G., Eyini, M., Gunasekaran, P. (2015): Characterization and biological activities of extracellular melanin produced by *Schizophyllum commune* (Fries). *Indian Journal of Experimental Biology*, Vol.53, Issue 6, p.380-387.
- Borchers, A., Stern, J., Hackman, R., Keen, C., Gershwin, E. (1999): Mushrooms, Tumors, and Immunity. *Experimental Biology and Medicine*, Vol. 221, Issue 4, p. 281-293.
- Breitenbach, J., Kranzlin, F. (1986): *Champignons de Suisse*. Tome 2. Heterobasidiomycetes, Aphyllophorales, Gasteromycetes. Edition Mycologia, P.O. Box 165, CH-6000 Lucerne 9, Switzerland, 1-360.
- Булах, Е. М. (2001): Грибы - источник жизненной силы. Издательство „Русский Остров“, Владивосток с.1-64.
- Cooke, W. B. (1961): The genus *Schizophyllum*. *Mycologia*, Vol.53, No 6, p. 575-599.
- Courtecuisse, R., Duhem, B. (1995): *Mushrooms and toadstools of Britain and Europe*. Harper Collins Publishers, London. p.1-480.
- Cui, J., Chisti, Y. (2003): Polysaccharopeptides of *Coriolus versicolor*: physiological activity, uses, and production. *Biotechnology Advances*, Vol. 21, p. 109-122.
- Даниляк, М.І., Решетников, С. В. (1996): Лікарські гриби. Медичне застосування та проблеми біотехнології. Київ, Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного Національної академії наук України, с. 65.
- Davidson, R. W., Campbell, W. A., Blaisdell, D. J. (1938): Differentiation of Wood-decaying fungi by the reaction of gallic or tannic acid medium. *Jor. of Agr. Res.*, Vol. 57, No. 7, p. 683-695.
- Delatour, C. (1975): Comportement *in vitro* du *Sparassis crispa* Wulf. ex Fr. et du *Sparassis laminosa* Fr. *European Journal of Forest Pathology*, No 5, p. 240-247.
- Змитрович, И. В. (2017): Филогенез и адаптациогенез полипоровых грибов (семейство *Polyporaceae s. str.*). Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. Санкт-Петербург, стр.1-364.
- Hagara, L. (2014): *Ottova Encyklopedie HUB*. Vidalo Ottovo nakladelstvi, Praha, 1-1152.
- Harhaji, L., Mijatović, S., Maksimović-Ivanić, D., Stojanović, I., Momčilović, M., Maksimović, V., Tufegdžić, S., Marjanović, Z., Mostarica-Stojković, M., Vucinić, Z., Stosić-Grujčić, S. (2008): Anti-tumor effect of *Coriolus versicolor* methanol extract against mouse B16 melanoma cells: in vitro and in vivo study. *Food and Chemical Toxicology*, Vol. 46, Iss. 5, p. 1825-1833.
- Hobbs, C. (2005): The Chemistry, Nutritional Value, Immunopharmacology, and Safety of the Traditional Food of Medicinal Split-Gill Fungus *Schizophyllum commune* Fr.:Fr. (Schizophyllaceae). A Literature Review. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, Vol. 7, pp. 127-139.
- Jahn, H. (1979): *Pilze die an Holz wachsen*. Busse, Herford, 1-268.
- Janjušević, Lj., Karaman, M., Šibul, F., Tommonaro, G., Iodice, C., Jakovljević, D., Pejin, B. (2017): The lignicolous fungus *Trametes versicolor* (L.) Lloyd (1920): a promising natural source of antiradical and AChE inhibitory agents. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, Vol. 32, No. 1., p.355-362.
- Joshi, M., Sagar, A. (2014): In vitro free radical scavenging activity of a wild edible mushroom, *Sparassis crispa* (Wulf.) Fr., from North Western Himalayas, India. *Journal of Mycology*, Vol. 2014, p.1-5.
- Kakumu, S., Ishikawa, T., Wakita, T., Yoshioka, K., Ito, Y., Shinagawa, T. (1991): Effect of sizofiran, a polysaccharide, on interferon gamma, antibody production and lymphocyte proliferation specific for hepatitis B virus antigen in patients with chronic hepatitis B. *International Journal of Immunopharmacology*, Vol.13, Issue 7, p. 969-975.

- Караџић, Д. (2006): Прилог проучавању гљива из рода *Sparassis* Fr. и *Hericium* Pers. у нашим шумама. Гласник Шумарског факултета, Београд, бр.93, стр. 83-96.
- Караџић, Д., Радуловић, З., Миленковић, И. (2014): *Ganoderma* врсте у шумама Србије и Црне Горе, Шумарство, бр. 1-2, стр. (1-19).
- Karadžić, D., Keča, N., Milenković, I., Milanović, S., Stanivuković, Z. (2016): Šumska mikologija. Univerzitet u Banjoj Luci Šumarski fakultet, 1-595.
- Kawagishi, H., Hayashi, K., Tokuyama, S., Hashimoto, N., Kimura, T., Dombo, M. (2007): Novel Bioactive Compound from the *Sparassis crispa* Mushroom. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. Volume 71, Issue 7, p. 1804-1806.
- Kim, H.H., Lee, S., Singh, T.S., Choi, J.K., Shin, T.Y., Kim, S.H. (2012): *Sparassis crispa* suppresses mast cell-mediated allergic inflammation: Role of calcium, mitogen-activated protein kinase and nuclear factor- κ B. *International Journal of Molecular Medicine*, Vol.30, No 2, p. 344–350.
- Kimura, T., Dombo, M. (2005): “*Sparassis crispa*,” in *Biological Activities and Functions of Mushrooms*, H. Kawagishi, Ed., pp.167–178, CMC Press, Tokyo, Japan, 2005.
- Komatsu, N., Okubo, S., Kikumoto, S., Kimura, K., Saito, G. (1969): Host-mediated antitumor action of schizophyllan, a glucan produced by *Schizophyllum commune*. *Japanese Journal of Cancer Research*, Vol. 60, Issue 2, p. 137-144.
- Kubala, L., Ruzickova, J., Nickova, K., Sandula, J., Ciz, M., Lojek, A. (2003): The effect of (1 \rightarrow 3)- β -dglucans, carboxymethylglucan and schizophyllan on human leukocytes in vitro. *Carbohydrate Research*, Vol. 338, Issue 24, p. 2835-2840.
- Lindequist, U., Niedermeyer, T.H.J., Jülich, W.-D. (2005): The pharmacological potential of mushrooms. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Volume 2, Issue 3, p. 285-299.
- Mao, X. W., Archambeau, J. O., Gridley, D. S. (1996): Immunotherapy with low-dose interleukin-2 and a polysaccharopeptide derived from *Coriolus versicolor*. *Cancer Biotherapy and Radiopharmaceuticals*, Vol.11, No 6, p. 393-403.
- Mansour, A., Daba, A., Baddour, N., El-Saadani, M., Aleem, E. (2012): Schizophyllan inhibits the development of mammary and hepatic carcinomas induced by 7,12 dimethylbenz(a)anthracene and decreases cell proliferation: comparison with tamoxifen. *Journal of Cancer Research and Clinical Oncology*, Vol.138, Issue 9, p. 1579–1596.
- Martin, K.J., Gilbertson, R.L. (1976): Cultural and other morphological studies of *Sparassis radicata* and related species. *Mycologia* Vol. 68, No3, p.622-639.
- Мелькумов, Г. М., Золототрудова, А. С. (2017): Видовой состав и фармацевтические особенности базидильных макромицетов (*Basidiomycota*) Рамонского района Воронежской области. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация*, No 2, с.68-72.
- Mirfat, A. H. S., Noorlidah, A., Vikineswary, S. (2014): Antimicrobial activities of split gill mushroom *Schizophyllum commune* Fr.. *American Journal of Research Communication*, Vol. 2, Issue 7, p. 113-124.
- Okamura, K., Kinukawa, T., Tsumura, Y., Otani, T., Itoh, T., Kobayashi, H., Matsuura, O., Kobayashi, M., Fukutsu, T., Ohshima, S. (1989): Adjuvant immunotherapy: two randomized controlled studies of patients with cervical cancer. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, Vol. 43, Issue 3, p. 177-181.
- Okazaki, M., Adachi, Y., Ohno, N., Yadomae, T. (1995): Structure-activity relationship of (1 \rightarrow 3)- β -D-glucans in the induction of cytokine production from macrophages, in vitro. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, Vol. 18, Issue 10, p.1320–1327.
- Olivo-Aranda, F., Herrera, T. (1994): The species of *Schizophyllum* in Mexico, their ecological distribution and ethnomycological importance. *Revista Mexicana de Micología*, 10, p. 21–32.
- Pawsey, R. G. (1971): Some recent observations on decay in conifers associated with extraction

- damage, and on butt rot caused by *Polyporus schweinitzii* and *Sparassis crispa*. *Quarterly Journal of Forestry*, No 65, p.193–208.
- Радуловић, З., Караџић, Д., Миленковић, И. (2018): Најчешће *Pleurotus* врсте у шумама Србије. Шумарство, бр. 1-2, стр. 19-42.
- Саттон, Д., Фотергилл, А., Ринальди, М. (2001): Определитель патогенных и условно патогенных грибов. Издательство Мир, Москва, стр.1-468.
- Shibata, M., Shimura, T., Nishina, Y., Gonda, K., Matsuo, S., Abe, H., Yajima, Y., Nakamura, I., Ohki, S., Takenoshita, S. (2011): PSK decreased FOLFOX4-induced peripheral neuropathy and bone marrow suppression in patients with metastatic colorectal cancer. *Gan To Kagaku Ryoho*, Vol. 38, Iss. 5, p.797-801.
- Singer, R. (1986): The Agaricales in modern taxonomy. 4th E., Koeltz Scientific Books, p. 1-981.
- Suzuki, T., Tsuzuki, A., Ohno, N., Ohshima, Y., Adachi, Y., Yadomae, T. (2002): Synergistic action of betaglucan and platelets on interleukin-8 production by human peripheral blood leukocytes. *Biological and Pharmaceutical Bulletin* 25, Issue 1, p. 140–144.
- Tada, R., Harada, T., Nagi-Miura, N., Adachi, Y., Nakajima, M., Yadomae, T., Ohno, N. (2007): NMR characterization of the structure of a β -(1 \rightarrow 3)-D-glucan isolate from cultured fruit bodies of *Sparassis crispa*. *Carbohydrate Research*, Vo. 342, Issue 17, p. 2611-2618.
- Wang, J., Wang, H.X., Ng, T. B. (2007): A peptide with HIV-1 reverse transcriptase inhibitory activity from the medicinal mushroom *Russula paludosa*. *Peptides*, Vol. 28, No. 3, p. 560–565.
- Yang, Z. B., Tsuchiya, Y., Arika T., Hosokawa, M. (1993): Inhibitory effects of sizofiran on anticancer agent- or X-ray-induced sister chromatid exchanges and mitotic block in murine bone marrow cells. *Japanese Journal of Cancer Research*, Vol. 84, Issue 5, p.538–543.
- Yamamoto, K., Nishikawa, Y., Kimura, T., Dombó, M., Matsuura, N., Sugitachi, A. (2007): Antitumor activities of low molecular weight fraction derived from the cultured fruit body of *Sparassis crispa* in tumor-bearing mice. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, Vol. 54, No. 9, p. 419–423.
- Yamamoto, K., Kimura, T. (2010): Dietary *Sparassis crispa* (Hanabiratake) ameliorates plasma levels of adiponectin and glucose in type 2 diabetic mice. *Journal of Health Science*, Vol. 56, Issue 5, p. 541–546.
- Yu, Z.T., Liu, B., Mukherjee, P., Newburg, D.S. (2013): *Trametes versicolor* extract modifies human fecal microbiota composition in vitro. *Plant Foods for Human Nutrition*, Vol. 68, Iss. 2., p.107-112.
- Zhou, X. W., Jiang, H., Lin, J., Tang, K. X. (2007): Cytotoxic activities of *Coriolus versicolor* (Yunzhi) extracts on human liver cancer and breast cancer cell line. *African Journal of Biotechnology*, Vol. 6. Iss.15. p. 1740-1743.

**TRAMETES VERSICOLOR (L.: Fr.) Pit., SCHIZOPHYLLUM COMMUNE (Fr.) Fr.
AND SPARASSIS CRISPA (Wulf.: Fr.) Fr. - ECONOMIC SIGNIFICANCE
AND MEDICINAL PROPERTIES**

Zlatan Radulović
Dragan Karadžić
Ivan Milenković
Katarina Mladenović

Summary

Species of *Trametes versicolor*, *Schizophyllum commune* and *Sparassis crispa* cause wood decay and most of the research in forestry has referred to the type of decay they cause and the losses in the wood mass. *T. versicolor* and *S. commune* cause white rot of stems and branches mainly of broad-leaved species, but occasionally of coniferous species, too. Unlike them, *S. crispa* causes the brown rot of roots and butt ends of coniferous tree species (especially *Pinus* species). In the last few decades, thanks to the discovery of immunomodulatory polysaccharides, numerous species of fungi are used as raw materials for the production of antibiotics and other drugs. The *T. versicolor* fungus causes white rot of broadleaved tree species. Apart from the decay it causes to forest trees, this fungus also grows on the wood in service. The optimum temperature for the growth of this fungus is 29°C, and the maximum is 38°C. On the gallic and tannin acid agar, it produces a positive oxidase reaction. Based on the intensity of the reaction and the growth on these substrates, *T. versicolor* fungus is classified into group 6 according to the key of Davidson et al. (1938). *T. versicolor* has medicinal properties in slowing down H 238 tumor progression, producing probiotic effects, anti-melanoma activity, treating Alzheimer's disease, and reducing the toxicity of oncotherapy in the treatment of metastatic colorectal cancer. It also helps in the treatment of liver and breast cancer and improves the immune system. *S. commune* fungus decays the sapwood, without affecting the heartwood. In our country, it is one of the first fungi that occur on beech trees after cutting. The optimum temperature for the growth of this fungus is 30°C, and the maximum is above 40°C. The colony produces a positive oxidase reaction on the substrate with the addition of tannic acid and a negative reaction on the basic agar. Therefore, *S. commune* is classified into group 10 according to the key of Davidson et al. (1938). *S. commune* has antimicrobial, antioxidant and immunomodulatory activity and it inhibits the growth of cancer. It is also used in the treatment of hepatitis B, against S-180 tumor, gastric cancer, head and neck tumors, cervical cancer and has a protective effect in chemo and radiotherapy. *S. crispa* causes brown prismatic rot. It occurs on living trees, but mostly on those aged 60 and older. Austrian and Scots pines are especially susceptible to this fungus. The decayed wood is dry, friable, at first light brown and dark brown later. The fruiting bodies of *S. crispa* are edible and have medicinal properties. Bio-active components of this fungus have antioxidant, antiallergic and inflammatory effects. The fungus extract inhibits the activity of B16 melanoma cells, inhibits the growth of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and the synthesis of HIV virus. A low molecular weight fraction isolated from *S. crispa* extract in hot water suppresses the growth of 180 sarcoma, and the consumption of its fruiting bodies prevents diabetes and reduces glucose and insulin levels in the blood. These fungus species can be used in the form of existing preparations available at the pharmaceutical market as well as in traditional folk medicine. However, care must be taken when consuming *S. commune* in folk medicine because the inhalation of its spores can have side effects in a small number of people.