

НАЈЗНАЧАЈНИЈЕ ГЉИВЕ ИЗАЗИВАЧИ ТРУЛЕЖИ НА БРЕЗИ И ЊИХОВА ЛЕКОВИТА СВОЈСТВА

ЗЛАТАН РАДУЛОВИЋ¹
ДРАГАН КАРАЏИЋ²
ИВАН МИЛЕНКОВИЋ³
КАТАРИНА МЛАДЕНОВИЋ¹

Извод: Бреза је распрострањена скоро у целој Европи. Припада евро-азијском флорном елементу. Код нас се најчешће јавља на пожариштима и огољеним површинама као пионирска врста. У Србији спада у ретке-угрожене врсте. Дрво брезе је неотпорно и на њему се развија велики број паразитних и сапрофитних гљива и штетних инсеката. Најзначајније су трулежнице дрвета, а за брезу су најкарактеристичније врсте *Inonotus obliquus*, *Piptoporus betulinus* и *Lenzites betulina*, које се скоро искључиво јављају на брезе. Гљиве *I. obliquus* и *L. betulina* изазивају белу, а *P. betulinus* мрку, призматичну трулеж. Осим што изазивају штете, наведене гљиве се последњих деценија користе у медицини за израду комерцијалних препарата. Такође, у лековите сврхе користи се и сама бреза, првенствено њени пупољци, лишће, сок, кора, катран и угаљ.

Кључне речи: бела трулеж, мрка трулеж, бреза, чага, лековита својства

THE MOST SIGNIFICANT DECAYING FUNGI IN BIRCH AND THEIR MEDICINAL PROPERTIES

Abstract: Birch is widespread in almost all of Europe. It belongs to the Eurasian floral element. It is a rare endangered species which in our country most often occurs as a pioneer species in burned and barren areas. The wood of birch trees is susceptible to fungi and hosts a large number of parasitic and saprophytic fungi and harmful insects. The most important decaying fungus species typical of birch are *Inonotus obliquus*, *Piptoporus betulinus* and *Lenzites betulina*, which occur almost exclusively on birch. *I. obliquus* and *L. betulina* cause white and *P. betulinus* brown cubical rot. Although they cause damage to trees, these fungi have been used in medicine for the manufacture of commercial preparations. Furthermore, the birch itself has been used for medicinal purposes, primarily its buds, leaves, sap, bark, tar and coal.

Keywords: white rot, brown rot, birch, chaga, medicinal properties

1. УВОД

Род *Betula* припада фамилији *Betulaceae*. Обухвата око 40 врста дрвећа и жбуња, од којих се 11 врста (међу њима и бреза) налази на Црвеној ли-

-
- 1 др Златан Радуловић, научни сарадник, др Катарина Младеновић, научни сарадник, Институт за шумарство, Београд, Србија
 - 2 др Драган Караџић, ред. проф. у пензији, 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

сти Међународне уније за заштиту природе (IUCN) као угрожене врсте. Поред овог рода фамилија обухвата и родове *Corylus*, *Alnus*, *Carpinus* и *Ostrya*. Према Јовановић, Б. (1971), унутар свог ареала бреза се претежно јавља појединачно или групично изузев подручја средње Русије и Сибира, где се јавља у пространим састојинама, чистим или са белом јовом, јасиком и белим бором. Бреза је због своје декоративности веома често сађена у парковима (ређе и у дрворедицама). У укупној дрвној залихи шума Србије учествује са 0,2% (875. 000 m³).

Код нас су заступљене две аутохтоне врсте и то: *Betula pendula* Roth. (обична или бела бреза) и *Betula pubescens* Ehrh. (маљава бреза), а *Betula alleghaniensis* Britton (златна или жута бреза) и *Betula papyrifera* Marshall (папираста), као алохтоне врсте, гаје се у арборикултури. Бреза је веома толерантна на ниске температуре али не расте у пределима са јачим летњим сушама и малом релативном влагом. Изразито је хелиофитна врста. Расте на киселим силикатним подлогама али и на кречњаку и серпентиниту. Преферира сувља, песковита земљишта. Као примешана врста најчешће се јавља у шумама букве, букве и јеле и шумама смрче. Једино потврђено налазиште *B. pubescens* у Србији је на Власинској тресави (Цвјетићанин, Р. et al., 2016).

У својој монографији, Синадский, Ю.В. (1973) на брезе наводи укупно 65 гљива. На семену и листовима 14, на гранама и тањим стаблима 8, на стаблима 30 (изазивачи трулежи), на корену 4 и на трупцима и стовариштим 9 гљива.

Истражујући гљиве на различитим врстама дрвећа Черемисинов, Н.А. et al. (1970) на брезе наводе 180 врста. Највећи број је на гранама и стаблима 152, 19 на листовима, 8 на семену и 1 врста на корену. Караџић, Д. et al. (2019) забележили су на стаблима брезе 34 врсте паразитских и сапрофитских гљива. На лишћу је идентификовано 7 врста, на кори 8, на лишћу и на кори 2 врсте, на дрвету (трулежнице) 15 врста, 1 врста на семену, а 1 врста се развија у спроводним судовима.

У свим истраживањима констатовано је да највеће штете на брезе причињавају гљиве изазивачи трулежи дрвета. Од свих трулежница 3 врсте су карактеристичне за брезу и то: *Fomitopsis betulina* (раније *Piptoporus betulinus*), *Inonotus obliquus* и *Lenzites betulina*. Ове врсте се скоро увек јављају на дрвету брезе, с тим што се *I. obliquus* и *P. betulinus* јављају углавном на живим стаблима, а *L. betulina* је чешћа на сувим стаблима и обрађеном дрвету. *I. obliquus* проузрокује белу трулеж која је прожета смеђе-црним зонама и јавља се у централном делу стабла, док је површинска дељика у почетку поштеђена. Једногодишњи прстенови трулог дрвета се одвајају један од другог и у одмаклој фази трулежи мицелија гљиве замењује сржне зраке. (Караџић, Д., Миленковић, И., 2014).

Поред штетног дејства, ове три наведене врсте, у последњих неколико деценија имају примену у медицини. Захваљујући садржају имуномодулирајућих полисахарида, протеина, полисахаридно-протеинских комплекса, полифенола, стероида, тритерпеноида, масних киселина, нуклеотида, пигмената и полиацетиленских компоненти гљиве су почеле да се користе за

добиање антибиотика и других лекова. Органске компоненте гљива организам лако усваја и немају штетно дејство.

Ове гљиве су у нашој стручној литератури веома мало проучаване, па смо желели да укажемо на њихов значај, штете коју на стаблима брезе изазивају, као и на њихова лековита својства.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Истраживања су вршена на територији Србије (изузев Косова и Метохије), у шумама брезе на подручју Гоча, Сјенице, Власине и НП „Тара“. Идентификација је извршена на основу изгледа плодноносних тела и типа трулежи коју изазивају.

За детерминацију истраживаних врста корисно су послужили и описи ових гљива дати у публикацијама следећих аутора: Бондарцев, А. С. (1953); Breitenbach, J., Kranzlin, F. (1991); Courtecuisse, R., Duhem, B. (1995); Hagara, L. (2014); Karadžić, D. *et al.* (2016); Стороженко, В.Г., *et al.* (2014) и други.

За испитивање ферментне активности гљива коришћен је метод *B 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 *D a v i d s o n*, 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, 30, 35 и 37°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 *Inonotus obliquus* (Pers. Fr.) Pil.

(народна имена – српски: брезина сузница; руски: чага; енглески: Chaga)

Домаћини. Несавршена форма ове гљиве живи као паразит на стаблима брезе (*Betula*), врло ретко на јови (*Alnus*) а изузетно ретко на бресту, јасену, оскоруши, јавору и букви. На мртвом дрвету испод коре гљива формира савршену форму, тј. плодносна тела са порама и базидима.

Распрострањење. Европа, Северна Америка и Азија. Код нас је релативно ретка гљива, међутим честа је у Шведској, Русији и неким деловима Североисточне Шкотске. Стерилна плодносна тела могу се наћи у току целе године.

Макроскопске карактеристике. *I. obliquus* често производи стерилна плодносна тела. Ова плодносна тела су први пут била идентификована од

стране Campbell, W.A., Davidson, R.W. (1938), у Северној Америци. Аутори су демонстрирали везу између стерилне и фертилне форме ове гљиве на тај начин што су успели да изолују и од једних и од других плодоносних тела индентичне чисте културе. Стерилна форма гљиве се у природи много чешће образује.

Стерилна плодоносна тела се јављају на живим стаблима брезе (*Betula verrucosa*, *B. pubescens*) у облику црних туморастих израслина са браздастом спољном површином, у пречнику од 5 до 20 cm и подсећају на комаде спаљеног угља или дрвета (слика 1). Текстура ових тела је тврда и дрвенаста и када се распукну указује се рђастосмеђа унутрашњост која је прошарана са белим или крем обојеним пругама које се шире према месту где је плодоносно тело причвршћено за дрво. На овим стерилним плодоносним телима се не производе споре тако да је њихова функција непозната.

За разлику од стерилних карпофора, фертилна плодоносна тела се веома ретко образују и увек су испод коре сувих стабала брезе. Ова плодоносна тела су равна, целом дужином прирасла за супстрат (слична *Poria* врстама), у пречнику од неколико центиметара, златносмеђа. Хименофор најпре деличаст затим смеђ, изграђен из цевчица дугих око 6 mm. Поре угласте или округласте, 3-5/mm. У почетку трама мекана и плутаста, а касније сушењем постаје тврда и крта.

Култура гљиве на хранљивим подлогама показује спор раст (испуни пети посуду за 5 до 6 недеља), у почетку бела, затим сламастожута или црвеножута. На хифама се образују хламидоспоре. На подлогама са додатком галне и танинске киселине показује позитивну оксидазну реакцију, међутим, дифузиона зона је врло слаба. Колонија на подлози са додатком галне киселине не расте, док на подлози са додатком танинске киселине расте у траговима и на основу тога ова гљива је, по кључу Davidson, R.W. *et al.* (1938), сврстана у 4. групу.

Микроскопске карактеристике. Базиди топузасте, на врху са 2 или 4 стеригмате, величине 19-20 x 9-12 μm . Базидиоспоре елиптичне, хиалинске, са капљицама, величине 8-10 x 5-7,5 μm . Хламидоспоре јајасте, 1-2(4) хелијске, глатке, смеђемаслинасте, величине 7-10 x 3,5-5,5 μm . Чекиње, образване у плодоносним телима стерилне форме мркоцрвене, дебелих зидова, величине 50-100 x 5-10 μm .

Значај: *I. obliquus* се јавља на живим стаблима брезе. Проузрокује белу трулеж која је прожета смеђецрним зонама и јавља се у централном делу стабла, док је површинска бељика у почетку поштеђена. Једногодишњи прстенови трулог дрвета се одвајају један од другог и у одмаклој фази трулежи мицелија гљиве замењује сржне зраке. Услед развоја трулежи у унутрашњости, стабла се под утицајем ветра лако ломе.



Слика 1. *Inonotus obliquus*: стерилно плодносно тела на стаблу брезе
Figure 1. *Inonotus obliquus*: sterile conk on a birch tree

3.1.1 Лековита својства *Inonotus obliquus* (Pers. Fr.) Pil.

Лековита својства ове врсте откривена су још у XVI веку када су је становници Сибира користили као „општи лек“ против великог броја тешких болести. Брезовом гљивом лечили су болести желуца и црева, дубрега и јетре, рак плућа, болести женских и мушких полних органа, чиреве и болести зглобова. Током 1952. године је пронађен метод за израду лековитих препарата од чаге и њихово дозирање. Министарство здравља СССР је 1955. године издало дозволу за коришћење препарата од чаге. Први препарат који се користио био је Бефунгин, а касније су примену нашли препарати у облику таблета као и интрамускуларних ињекција. У Русији и Белорусији су као званични препарати регистровани сама гљива (плодносно тело или прах) и њени препарати: Бефунгин и Гастрофунгин.

Хемијски састав чаге знатно се разликује од осталих ксилотрофних гљива. Садржај минералних елемената у карпофорама је 2-3 пута већи, а садржај азота и целулозе је 4-12 пута мањи од других ксилотрофних гљива. Гравиметријским анализама и методом атомско-апсорпционе спектrophотометрије у чаги су откривени: угљеник (39%), калијум (9-10%), водоник (3,6%), манган (0,64%), азот (0,4%), калцијум (0,37%), хлор (0,33%), фосфор (0,23%), натријум (0,05%), гвожђе, бакар, цинк, ванадијум, селен и јод. Нису пронађени кобалт, олово, кадмијум, арсен и жива. Од аминокиселина најзаступљеније су глицин, аспарагинска и глутаминска киселина. Поред ове три, чага садржи још 12 аминокиселина. У састав чаге улазе и флавоноиди, антоциани, катехини, лигнин, целулоза и хемицелулоза. Садржи и

сирћетну, бутерну и оксалну киселину.

Преглед најважнијих лековитих својстава чаге приказан је у табели 1.

Табела 1. Медицинска својства гљиве *I. obliquus*

Table 1. Medicinal properties of *I. obliquus*

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>I. obliquus</i>	<i>In vitro</i> против више врста карцинома, аденокарцинома и леукемије	Ланостерол, Инотодиол, ергостерол, ергостерол-пероксид	Никитина, С.А., и сар., (2015)
<i>I. obliquus</i>	Везивања слободних радикала	Стирилпирони (иноноблин А, Б, Ц и фелигридин Д, Е и Г)	Lee, I. K., <i>et al.</i> , (2007)
<i>I. obliquus</i>	Смањује садржај слободних масних киселина, укупног холестерола и триглицерида, повећава садржај доброг (HDL) холестерола у крви	Екстракт културе	Sun, J. E., <i>et al.</i> , (2008)
<i>I. obliquus</i>	Антиинфламаторно, анти туморно, анти вирусно и имуномодулаторно дејство	Плодоносно тело	Мелькумов, Г. М., Золототру- бова, А. С. (2017)
<i>I. obliquus</i>	Антиоксиданс и хипогликемијско дејство	Екстракт полисахарида	Xu, X., <i>et al.</i> , (2010)
<i>I. obliquus</i>	Побољшање учења и памћења	Метанолски екстракта	Giridharan, V. V., <i>et al.</i> , (2011)
<i>I. obliquus</i>	Псоријаза	Бенфугин и екстракт чаге	Досычев, Е.А., Быстрова, В.Н. (1973)
<i>I. obliquus</i>	Репарација ДНК, штите ће- лије од дејства канцерогених и мутагених фактора	Меланини	Шашкина М.Я., и сар.(2008); Вишне-вский, М. (2014)
<i>I. obliquus</i>	Хипогликемијско дејство	Лектин	Шашкина М.Я., и сар.(2008); Xu, X., <i>et al.</i> , (2010)

Из чаге је изоловано око 40 тритерпенових једињења, деривата ланостана. Поред њих изоловани су и пентациклични тритерпени (бетулин, лупеол, лупенон) и стероиди (ергостерол, ситостерол, стигмастерол, ситостанол и холестерол). Према истраживањима Никитин-е, С.А., и сар., (2015) ланостерол *in vitro* показује анти туморну активност против аденокарцинома млечних жлезда MCF-7, леукемије P388, аденокарцинома материце HeLa, карцинома плућа A-549, аденокарцинома желуца AGS, карцинома млечних жлезда MDA-MB-231, карцинома простате PC3, леукемије L1210 и аденокарцинома желуца COLO 205. Инотодиол има анти туморну активност против аденокарцинома млечних жлезда MCF-7, карциносаркома Walker 256, леу-

кемије P388, леукемије L1210, карцинома млечних жлезда MDA-MB-231, аденокарцинома желуца COLO 205, карцинома простате PC3, аденокарцинома материце HeLa, карцинома плућа A-549 и аденокарцинома желуца AGS. Ергостерол има антитуморну активност против карцинома простате PC3 и карцинома млечних жлезда MDA-MB-321, а ергостерол-пероксид против карциносаркома Walker 256, карцинома млечних жлезда MDA-MB-321, аденокарцинома желуца COLO 205, карцинома простате PC3, карцинома плућа A-549, леукемије L1210 и аденокарцинома млечних жлезда MCF-7.

Чага садржи и полифенолне, жуте пигменте, назване стирилпирони (styrylpyrones). Испитивање метанолног екстракта њеног плодносног тела показало је да садржи неколико стирилпирона као што су иноноблин А, Б, Ц (inonoblins A, B и C), и фелигридин Д, Е и Г (phelligrindins D, E, и G). Ова једињења су према истраживањима Lee, I. K., *et al.*, (2007) показала значајну способност везивања слободних радикала у организму. Екстракт културе *I. obliquus* значајно смањује садржај слободних масних киселина, укупног холестерола и триглицерида, истовремено повећавајући садржај доброг (HDL) холестерола у крви (Sun, J. E., *et al.*, 2008).

Чага има антиинфламаторна, антитуморна, антивирусна и имуномодулаторна дејства. На бази ове гљиве за антитуморно и имуномодулаторно дејство произведени су комерцијални препарати (Мелькумов, Г. М., Золототрубова, А. С. 2017).

Тестирајући дејство екстракта полисахарида чаге на мишевима Ху, Х., *et al.*, (2010), су закључили да они утичу на смањење нивоа шећера у крви и делују као антиоксиданси.

У својим експериментима Giridharan, V. V., *et al.*, (2011) су испитивали дејство метанолског екстракта чаге, на амнезију код мишева, изазвану скополамином. После 7 дана третмана учење и памћење су знатно побољшани. Ово побољшање је уско повезано са антиоксидативним својствима која повољно делују на мозак и инхибицијом ацетилхолинестеразе.

Испитујући дејство препарата Бенфугина и екстракта чаге на оболеле од псоријазе Досычев, Е.А., Быстрова, В.Н. (1973) су потпуни нестанак нових оштећења на кожи приметили код 32 пацијента, значајно побољшање код 8, док је терапеутски ефекат изостао код 4 пацијента. Мањи ефекат је примећен код пацијената код којих се псоријаза развила на ушима, носу или грлу, онима који злоупотребљавају алкохол и онима који имају значајне дугорочне поремећаје у исхрани.

Чага садржи и меланине (збирни назив за групу црних и браон пигмената). Меланини преко својих парамагнетних центара деактивирају штетно дејство слободних радикала, насталих UV или јонизујућим зрачењем. Меланини учествују у репарацији ДНК и јављају се као универзални заштитници од канцерогених и мутагених фактора. Они снижавају дејство канцерогених аминокиселина (метаболита бензидина и његових производа) спречавајући нарушавање структуре ДНК. Чага садржи и лектине који имају хипогликемијско дејство, снижавајући садржај шећера у крви оболелих од дијабетеса (Шашкина М.Я., и сар. 2008; Вишневский, М. 2014).

Сакупљање чаге могуће је током целе године али је најбоље сакупљати

је током зиме, када се најлакше уочава и када има највећу биолошку активност. Сакупљају се плодносна тела са живих стабала и у горњим деловима стабла. Чага која расте на мртвом дрвету и у доњим деловима стабла има знатно смањена лековита својства. Чешће се развија после смрти стабла (на сувим, изваљеним, сломљеним стаблима). На овим, мртвим стаблима, плодносна тела се могу формирати током четири наредне године. У 51% случајева плодносна тела се формирају на стаблима чији је узрок сушења корен, а 27% на живим, преломљеним стаблима. У Западно-Сибирској равници се најчешће јавља у шумама северне тајге, које расту око река и ређег су склопа (Арефьев, С., П., 2010).

Према истраживањима Баландајкин, М., Э. (2013) у брезовим изданим шумама, чага се три пута више јавља, него у шумама семеног порекла. Највероватније, изданци који се јављају на материнском корену, имају мању отпорност на инфекцију гљивама.

3.2 Опис врсте *Piptoporus betulinus* (Bull.) P. Karst.

(народна имена – српски: брезин копитњак; руски: березовая губка; енглески Birch Polypore)

Домаћини. Јавља се као сапрофит или паразит слабости на брезе.

Распрострањење. Европа, Северна Америка и Азија. Код нас је доста честа на стаблима брезе (*Betula verrucosa*). Карпофоре су једногодишње и јављају се током лета и јесени.

Макроскопске карактеристике. Карпофоре пречника 5-20 cm, дебеле 2-6 cm, бубрежастог или копитастог облика, са уском бочном (рудиментисаном) дршком преко које су везане за дрво; у почетку беле али убрзо постају светлосмеђе, нису зониране, глатке (слика 2 - А, Б). Хименофор састављен из цевчица дугих до 1 cm. Поре беле до бледосмеђе, 3-4/mm. Месо дебело до 3 cm, бело, код младих примерака мекано и сочно, а код старих жилаво или плутасто, пријатног мириса. Отисак спора бео. Култура гљиве на подлогама са додатком галне и танинске киселине показује негативну оксидазну реакцију и према брзини раста на овим подлогама, према кључу Davidson, R. W., *et al.* (1938), сврстана је у 2. групу. Оптимална температура за раст ове гљиве је 25 °C, а максимална 37 °C.

Макроскопске карактеристике. Базиди батинасти, на врху са 2 или 4 стеригмате, у основи са везицом, величине 12-30 x 4-6 μm. Базидиоспоре кобасичасто савијене, глатке, хиалинске, понекад са две уљане капљице, величине 5-7 x 1,5-2 μm. Без цистида. Мицелија је на агару беле боје, хомогена, са правилним ивицама. Систем хифа је димитичан, генеративне хифе су пречника 1,5-3,5 μm, добро разгранате. Скелетне хифе су пречника 3-4 μm, слабо разгранате, дебелих зидова.

Значај. Ова гљива се јавља као паразит на живим стаблима брезе, а наставља са развојем (после сушења стабала) на мртвом дрвету. Такође, веома је честа на лежавинама.

Јавља се као сапрофит или паразит слабости на стаблима брезе. Ова гљива изазива мрку призматичну трулеж дрвета брезе (слика 2 - В). Понекад може да изазове велике штете. Тако према Ван ин-у (1955) у појединим

шумама брезе (Гонатска област у Русији) било је и до 50% заражених стабала. Гљива је најчешће присутна на сувим гранама физиолошки ослабелих стабала. После сушења стабала, трулеж се шири у дељику, а затим у срчку стабла. Заражено дрво трули веома брзо. Лабораторијска истраживања су показала да дрво за 4 месеца, изложено мицелији ове гљиве, губи у тежини од 30 до 70%. Нападнуто дрво постаје жутосмеђе до мркожуто и у њему се појављују радијалне и тангенцијалне пукотине које испуњавају беличасти сплетови хифа. Такво дрво је лако и трошно и под прстима се претвара у прах. Гљива наставља са деструкцијом дрвета и после обарања стабала.



Слика 2. *Piptoporus betulinus*: А - млада плодоносна тела на стаблу брезе; Б - стара плодоносна тела на стаблу брезе, В - мрка призматична трулеж дрвета брезе и карпофора

Figure 2. *Piptoporus betulinus*: А - Young fruiting bodies on a birch tree, Б - Old fruiting bodies on a birch tree, В - Brown Cubical Rot of Birch and Conk

P. betulinus је једна од неколико гљива проузроковача мрке призматич-

чне трулежи која напада само лишћаре. Мада се у природи развија само на брезе, у лабораторијским огледима успешно су извршене инокулације и на тополи. Карпофоре ове гљиве су честе на стаблима у парковима и због трулежи која се развија у њима постоји стална опасност да се сломају и угрозе пролазнике. Због тога, сва стабла са карпофорама, морају се из безбедоносних разлога посећи и елиминисати из парка.

Према новијим истраживањима *P. betulinus* је из рода *Piptoporus* пребачен у род *Fomitopsis*, фамилију *Fomitopsidaceae*, ред *Polyporales*, класу *Agaricomycetes*, раздео *Basidiomycota*, царство *Fungi*, а сама врста је променила име у *Fomitopsis betulina* (Bull.) B.K.Cui, M.L.Han & Y.C.Dai (Index Fungorum, 2016). Промена је извршена на основу проучавања детаљних морфолошких карактеристика родова (изглед карпофоре, грађа скелетних и генеративних хифа и изглед спора) и генетских анализа.

3.2.1 Лековита својства *Piptoporus betulinus* (Bull.) P. Karst.

Преглед најважнијих лековитих својстава *P. betulinus* приказан је у табели 2.

Табела 2. Медицинска својства гљиве *P. betulinus*

Table 2. Medicinal properties of *P. betulinus*

Гљива/ Fungus	Биолошка активност/ Bio-logical activity	Биоактивна компонента или део гљиве са лековитим својствима/ Bioactive component or the part of a fungus with medicinal properties	Референце/ Refer-ences
<i>P. betulinus</i>	Антимикробна и антиинфламаторна својство, делују против више врста канцера, успоравају метастазе, неуропротективна	Полипоренове киселине А и Ц, пиптамин и пентациклични тритерпени	Pleszczyńska, M., et al., (2017); Schlegel, B., et al., (2000)
<i>P. betulinus</i>	Антиинфламаторна (делује против упала), анти туморна и антибактеријска својства	Плодоносна тела	Мелькумов, Г.М., Золототрубова, А. С. (2017)
<i>P. betulinus</i>	Антимикробно дејство	Суви екстракт гљиве	Бурга, Н.Е. (2018)
<i>P. betulinus</i>	Антибактеријско и антифунгално	Екстракт гљиве	Dresch, P., et al., (2015)
<i>P. betulinus</i>	Токсичност на ћелије рака дебелог црева (Caco-2) и способност зацељивања рана	β -D-гљукани	Jesus, L., et al., (2018)
<i>P. betulinus</i>	Успоравају ширење ћелија тумора и делују против упала	Тритерпенске киселина	Камо, Т., et al., (2003)

Препарати на бази *P. betulinus* показују антибактеријска, антипаразитска и антивирусна својства. Такође, делују антиинфламаторно, антиканцерогено, неуропротективно и имуномодулаторно. Наведена дејства су резултат присуства биолошки активних супстанци, првенствено полипоренових киселина А и Ц, пиптамина и пентацикличних тритерпена. Поли-

поренове киселине А и Ц имају антимикробна и антиинфламаторна својство и делују против више врста канцера, смањујући њихову деобу и раст и успоравају метастазе. Пиптамин има искључиво антимикробно дејство док и пентациклични тритерпени изазивају одумирање ћелија канцера и успоравају метастазе. Такође, делују и неуропротективно, штитећи неуроне од екситотоксичности (оштећења нервних ћелија услед претеране стимулације неуротрансмитера) и различитих поремећаја изазваних стресом. (Pleszczyńska, M., et. al., 2017).

Из културе гљиве *P. betulinus* Schlegel, B., et. al. (2000) први пут су изоловали антибиотик пиптамин. По структури припада терцијарним аминима, а формула му је ($C_{23}H_{41}N$). У испитивањима је показао антимикробно дејство против више бактерија, квасаца и гљива, али је најјаче дејство испољио против *Staphylococcus aureus* и *Enterococcus faecalis*.

Проучавајући биодиверзитет гљива, Рамонског рејона у Вороњежкој области, Мелькумов, Г. М., Золототрудова, А. С. (2017) наводе укупно 70 макромикета. Чак 28 базидиомицета имају примену у фармацији. *Piptoporus betulinus* има антиинфламаторна (делује против упала), антитуморна и антибактеријска својства.

Суви екстракт гљиве *P. betulinus*, према наводима Бурда, Н.Е. (2018) има антимикробно дејство. Од 6 испитиваних микроорганизама, најосетљивије су *Staphylococcus aureus* и *Proteus vulgaris*, мање осетљиве *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* и *Bacillus subtilis* док је *Candida albicans* показала малу осетљивост.

У својим истраживањима Dresch, P., et. al., (2015) су констатовали да екстракт *P. betulinus* делује антибактеријски против *S. aureus* и *B. subtilis*, и антифунгално против *Absidia orchidis*, док код *Aspergillus fumigatus* изазива ненормалан раст.

β -D-глюкани изоловани из *P. betulinus* показали су токсичност на ћелије рака дебелог црева (Caco-2) и способност зацељивања рана. Способност зацељивања испитивана је *in vitro* испитивањима огреботина а резултати су показали да β -D-глюкани појачавају реакцију организма и убрзавају миграцију ћелија до места огреботине (Jesus, L., et. al., 2018).

Из плодоносних тела *P. betulinus* Камо, Т., et. al., (2003) изоловали су шест тритерпенских киселина типа ланостана. Оне су идентификоване као полипоренске киселине А и Ц, три деривата полипоренске киселине А и ново једињење хемијске формуле $C_{37}H_{58}O_9$. Свих шест киселина за 49-86% смањују дејство једињења које изазива едем код мишева, успоравају ширење ћелија тумора и делују против упала.

Екстрахујући супстанце из плодоносног тела *P. betulinus* у води и етанолу, као и у различитим концентрацијама воде и етанола, Ермошин, А., Балабанов, П. (2018) су установили да је њихов садржај приближно исти. Од биолошки активних супстанци при овим екстракцијама установљено је присуство фенола, стероида, сапонина и једињења која редукују шећер.

3.3 Опис врсте *Lenzites betulina* (L.: Fr.) Fr.

(народна имена – српски: дрезина листичавка; руски: лензитес березовый; енглески: Birch Mazegill)

Домаћини. Расте на мртвом дрвету различитих лишћарских врста дрвећа, а најчешће на дреси, букви и храсту.

Распрострањење. Европа, Северна Америка, Азија и Аустралија. Ова врста често се јавља, и једногодишње карпофоре се могу наћи у току целе године.

Макроскопске карактеристике. Карпофоре су лепезасте, у облику розете или једним делом прирасле, а другим одстојеће, широко фиксирани или само врхом, величине 2-9 x 1-5 x 1-2 cm. Површина карпофора је глатка или радијално таласасто издраздана, са уским концентричним зонама, фино длакава, окер сјајна до сивоокер, сјајно смеђа, често покривена алгата које јој дају зеленкасту боју (слика 3). Обод шешира оштар. Хименофор састављен из ламела, које су благо назубљене, вијугаве, рачвасте, широке до 1 cm, 12-15/cm, крем до окер или сивосмеђе боје. Трама дебела 2-3 mm, беличаста, жилава. Карпофоре се јављају појединачно или срасле у групама. Култура гљиве на подлогама са додатком галне и танинске киселине показује позитивну оксидазну реакцију (дифузиона зона на галној јача). После 7 дана пораст на подлози са галном киселином у траговима, а на подлози са танинском киселином пречник колоније 3-4,5 cm и на основу тога, према кључу Davidson, R . W. *et al.* (1938), ова гљива сврстана је у 6. групу. Оптимална температура за раст ове гљиве је 30 °C, а максимална 35 °C.

Микроскопске карактеристике. Базиди издужено-батиности, на врху са 4 стеригмате, у основи са базалном везицом, величине 18-25 x 3,5-4,5 μm. Базидиоспоре елиптичне, глатке, хиалинске, 4,5-6,5 x 2-4 μm. Без цистида.

Значај. Ова гљива изазива белу трулеж и јавља се само на мртвом дрвету. Понекад може да представља проблем на трупцима букве који после сече, дуге време, без заштите, остају на шумским стовариштима.



Слика 3. *Lenzites betulina* – плодносна тела гљиве
Figure 3. *Lenzites betulina* – Fruiting bodies of the fungus

3.3.1 Лековита својства *Lenzites betulina* (L.: Fr.) Fr.

Преглед најзначајнијих лековитих својстава гљиве *L. betulina* приказан је у табели 3.

Табела 3. Медицинска својства гљиве *L. betulina*

Table 3. Medicinal properties of *L. betulina*

Гљива/ Fungus	Биолошка активност/ Bio- logical activity	Биоактивна компонента или део гљиве са лековитим својствима/ Bioactive component or the part of a fungus with medicinal properties	Референце/ References
<i>L. betulina</i>	Антиканцерогена својства на ћелијске линије HeLa, CaSki и SiHa рака грлића материце и делује антитуморно на HeLa имплантирани тумор код мишева	Етанолски екстракт, (једињење 4-hydroxy-6-methoxy-auron)	Ghosh, S. K., Sanyal, T. (2019)
<i>L. betulina</i>	Антивирусно дејство на вирусе H5N1 и H3N2	Водени раствор мицелије	TePLYakova, T. V. et. al., (2012)
<i>L. betulina</i>	Цитотоксични и генотоксични ефекат на ћелије леукемије K562.	Водени екстракт полисахарида	Arnante, M. E. S., et. al., (2017)
<i>L. betulina</i>	Уклањања слободних радикала из организма	Метанолски екстракт плодносног тела (бетулинан А и бетулинан Б)	Lee, I. et. al., (1996)
<i>L. betulina</i>	Имуносупресивно и антихипергликемијско	Тетрациклични тритерпени и стероиди	Белова, Н., В. (2016)

Етанолски екстракт гљиве *L. betulina* има антиканцерогена својства на ћелијске линије HeLa, CaSki и SiHa рака грлића материце и делује антитуморно на HeLa имплантирани тумор код мишева. *L. betulina* садржи више једињења која инхибирају пролиферацију ћелијских линија HeLa, CaSki и SiHa и чак изазивају аутофагију HeLa ћелија, делујући превентивно на појаву тумора. Такође, ова једињења смањују и број матичних ћелија рака. Анализом једињења *L. betulina*, методом гасна хроматографија - масена спектрометрија (GC/MS), откривен је велики број масних киселина, фенола и терпеноида који показују антиканцерогена својства. Једињење 4-hydroxy-6-methoxy-auron онемогућава ћелије рака да постану резистентне на лекове. Ова истраживања показују да је антиканцерогени ефекат етанолског екстракта *L. betulina* резултат синергистичког дејства различитих једињења што омогућава коришћење ове гљиве у лечењу рака грлића материце (Ghosh, S. K., Sanyal, T. 2019).

У својим истраживањима TePLYakova, T. V. et. al., (2012) наводе да водени раствор мицелије 11 врста гљива показује антивирусну активност на

вирусе грипа (птичијег грипа H5N1) и H3N2. Против вируса H5N1, највећи ефекат показале су *Datronia mollis*, *Laricifomes officinalis*, *Trametes gibbosa* и *L. betulina*. Против вируса H3N2 све испитиване врсте су показале антивирусну активност, а највећи ефекат су имале *Daedaleopsis confragosa* и *Ischnoderma benzoinum*.

Резултати истраживања Arnante, M. E. S. et. al., (2017) показали су да водени екстракт полисахарида има значајан цитотоксични и генотоксични ефекат на ћелије леукемије K562. Мала вредност индекса цитотоксичности (IC 50) 0,07533 ug/ul показује да екстракт има јак цитотоксични ефекат на ћелије K562. Такође, екстракт изазива оштећења ДНК у ћелијама леукемије K562 па се може користити као антиканцерогено средство.

У метанолском екстракту плодносног тела гљиве Lee, I. et. al. (1996) открили су два инхибитора пероксидације липида који су названи бетулинан А и бетулинан Б. Ова једињења имају способност уклањања слободних радикала из организма. Слободни радикали су узрочници многих патолошких процеса у организму и изазивају болести срца, артеросклерозу, разне врсте канцера, дијабетес, реуматoidни артритис и старење организма.

Истражујући биоактивне компоненте гљива Белова, Н., В. (2016) је код *L. betulina* навела 5 једињења која припадају тетрацикличним тритерпенима и стероидима. Наведена једињења имају имуносупресивно и антихипергликемијско дејство. Имуносупресивно дејство је значајно код аутоимуних болести (стање када сопствени имуни систем делује штетно на организм) и алергија (претерана реакција имуног система на супстанце са којима је особа у контакту).

Поред ових гљива, Р а д у л о в и ћ, З. и сар. (2018, 2019) су указали и на лековита својства гљива *Pleurotus* врста; *Trametes versicolor*, *Schizophyllum commune* и *Sparassis crispa*. К а р а џ и ћ, Д. et al., (2014) наводе и лековита својства *Ganoderma* врста.

3.4 Лековита својства брезе

Бреза се широко користи у медицини. За лековите сврхе користе се пупољци, лишће, брезов сок, кора, катран и угаљ.

Брезови пупољци такође садрже сапонине, етерична уља (6%), аскорбинску киселину, као и испарљиве састојке, танине, смолу и грожђани шећер. Пупољке треба сакупљати зими (јануар - фебруар), током сече или у рано пролеће, (март - април), пре листања. Листови брезе садржи етерична уља (0,05%), сапонин (3,2%), аскорбинску киселину (2,8%), витамин Ц, каротин, никотинску киселину, глукозиде, танине (5–9%), тритерпенске алкохоле, инозитол и флавоноиде. Листови се беру у мају - јуну, када су још млади, мирисни и лепљиви. Осушени пупољци и листови се пакују у папирне кесе и чувају на сувом месту. Они задржавају лековита својства две године. Пупољци брезе користе се код прехладе, болова у желуцу, реуме, гихта, болова у зглобовима, лумбага и посекотина.

Кора брезе садржи тритерпенски алкохол (бетулол), који штити биљку од инфекције гљивама и захваљујући којој има белу боју, глукозиде (бетулозид и гаултерин), сапонине, киселине (протокатехинску, карболну), катехи-

не, леукоантоцијанине, танине, камене супстанце и мале количине етеричних уља. Кору брезе је најбоље скидати са средине стабла у време повећаног кретања сокова. Тада се лако одваја од дрвета. Кора се суши на сувом отвореном месту и по сушењу мора бити лако ломљива. Кора брезе користи се у лечењу рана, чирева, маларије и помаже код кашља. Корен брезе користи се против реуме, код жгаранице, штучања, пробавних сметњи и чира на желуцу или дванаестопалачном цреву.

Сок од брезе садржи шећере - фруктозу и глукозу (до 4%), јабучну киселину, протеине, витамине Ц и групе Б, танине и ароматичне материје. Поред тога, сок брезе богат је минералима и микроелементима. Садржи калцијум (273 mg /l), натријум (16 mg /l), калцијум (13 mg /l), магнезијум (6 mg /l), алуминијум (1– 2 mg /l), манган (1 mg /l), гвожђе (0,25 mg /l), силицијум (0,1 mg /l), титанијум (0,08 mg /l), бакар (0,02 mg /l), стронцијум (0,1 mg /l), баријум, никал, цирконијум и фосфор (по 0,01 mg /l). Сок брезе сакупља се у рано пролеће, пре листања, на самом почетку кретања сокова. Сакупља се са стабала дебљих од 30 cm, јер ће се тања стабла осушити. Сок се чува на хладном месту у затвореној посуди. Сок од брезе користан је код гихта, реуматизма, едема различитог порекла и као опште средство за јачање. Раније се сок брезе користио и у лечењу плућне туберкулозе. Споља се користи код екцема. Сок такође помаже у чишћењу крви од мокраћне киселине (Николаева, Ј. Н., 2012).

4. ЗАКЉУЧЦИ

На основу спроведених истраживања дошли смо до следећих закључака:

- *I. obliquus* се јавља на живим стаблима брезе. Проузрокује белу трулеж која је прожета смеђе-црним зонама и јавља се у централном делу стабла, док је површинска бељика у почетку поштеђена. Једногодишњи прстенови трулог дрвета се одвајају један од другог и у одмаклој фази трулежи мицелија гљиве замењује сржне зраке;

- на подлогама са додатком галне и танинске киселине показује позитивну оксидазну реакцију, међутим, дифузиона зона је врло слаба. Колонија на подлози са додатком галне киселине не расте, док на подлози са додатком танинске киселине расте у траговима и на основу тога ова гљива је, по кључу Davidson, R.W. *et al.* (1938), сврстана у 4. групу;

- *I. obliquus* има лековита својства и користи се за: лечење више врста карцинома, аденокарцинома и леукемије, везивање слободних радикала, смањује садржај слободних масних киселина, укупног холестерола и триглицерида, повећава садржај доброг (HDL) холестерола у крви, има антиинфламаторно, антитуморно, антивирусно, и хипогликемијско дејство. Такође, побољшава учење и памћење и штити ћелије од канцерогених и мутагених фактора;

- *P. betulinus* се јавља као сапрофит или паразит слабости на стаблима брезе. Ова гљива изазива мрку призматичну трулеж дрвета брезе. Гљива наставља са деструкцијом дрвета и после обарања стабала;

- оптимална температура за раст ове гљиве је 25 °С, а максимална 37 °С. Култура гљиве на подлогама са додатком галне и танинске киселине показује негативну оксидазну реакцију и према брзини раста на овим подлогама, према кључу Davidson, R . W. *et al.* (1938), сврстана је у 2. групу;

- препарати на бази *P. betulinus* показују антибактеријска, антипаразитска и антивирусна својства. Такође, делују антиинфламаторно, антиканцерогено, неуропротективно и имуномодулаторно, токсични су за ћелије рака дебелог црева и имају способност зацељивања рана;

- оптимална температура за раст ове гљиве је 30 °С, а максимална 35 °С. Култура гљиве на подлогама са додатком галне и танинске киселине показује позитивну оксидазну реакцију (дифузиона зона на галној јача). После 7 дана пораст на подлози са галном киселином у траговима, а на подлози са танинском киселином пречник колоније 3-4,5 cm и на основу тога, према кључу Davidson, R . W. *et al.* (1938), ова гљива је сврстана у 6. групу;

- препарати на бази *L. betulina* имају примену у лечењу рака грлића материце, код лечења вируса грипа H3N2 и птичијег грипа H5N1, лечењу леукемије K562, уклањања слободних радикала из организма, аутоимуних болести, алергија и повећаног нивоа шећера;

- и сама бреза има широку примену у народној медицини. За лековите сврхе користе се пупољци, лишће, брезов сок, кора, катран и угаљ;

- пупољци брезе користе се код прехладе, болова у желуцу, реуме, гихта, болова у зглобовима, лумбага и посекотина. Кора брезе користи се у лечењу рана, чирева, маларије и помаже код кашља. Корен брезе користи се против реуме, код жгаравице, штуцања, пробавних сметњи и чира на желуцу или дванаестопалачном цреву. Сок од брезе користан је код гихта, реуматизма, едема различитог порекла и као опште средство за јачање. Раније се сок брезе користио и у лечењу плућне туберкулозе. Споља се користи код екцема.

Напомена: Овај рад је реализован је у оквиру пројеката: „Одрживо газдовање укупним потенцијалима шума у Републици Србији (ТР 37008)“ и „Развој технолошких поступака у шумарству у циљу реализације оптималне шумовитости“, (ТР 31070), које финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије

ЛИТЕРАТУРА

- Арефьев, С., П. (2010): Системный анализ биоты дереворазрушающих грибов. Новосибирск, Наука. (стр.1-260)
- Arnante, M. E. S., Clerigo, M. M., Paano, A. M. C., Enriquez, M.L.D. (2017): Cytotoxic and Genotoxic Activity of an extract from the mushroom *Lenzites betulina* against K562 leukemia cells. The Asean Ecosystem @ 50: Change for a more inclusive growth, *DLSU Research Congress, De La Salle University, Manila, Philippines June 20-22, 2017.*
- Баландайкин, М.,Э. (2013): Распространение макромицета *Inonotus obliquus* (Pers.) Pil. в березовых насаждениях различного происхождения. Вестник Красноярского государственного аграрного университета, No. 4. (стр. 218-224)

- Белова, Н., В. (2016): Ланостановые тритерпеноиды и стероиды высших грибов. *Advances in Biology & Earth Sciences.*, Vol.1, No.1. (pp.107-120)
- Бондарцев, А. С. (1953): Трутовые грибы европейской части СССР и Кавказа. Академия Наук, СССР, Москва, Ленинград. (pp. 1-1106)
- Breitenbach, J., Kranzlin, F. (1986): *Champignons de Suisse. Tome 2. Heterobasidiomycetes, Asphylllophorales, Gasteromycetes.* Edition Mycologia, P.O. Box 165, CH-6000 Lucerne 9, Switzerland. (pp. 1-360)
- Бурда, Н.Е. (2018): Изучение антимикробных свойств сухого экстракта *Piptoporus betulinus*. Актуальные вопросы современной медицины и фармации: материалы 69-й итоговой научно-практической конференции студентов и молодых ученых, 19-20 апр. 2017. г., Витебск (стр. 604-605)
- Цвјетићанин, Р., Брујић, Ј., Перовић, М., Ступа, В. (2016): Дендрологија. Универзитет у Београду-Шумарски факултет. Београд. (стр. 1-557)
- Courtecuisse, R., Duhem, B. (1995): *Mushrooms and toadstools of Britain and Europe.* Harper Collins Publishers, London. p.1-480.
- Черемисинов, Н.А., Негруцкий, С.Ф., Лешковцева, И.И. (1970): *Грибы и грибные болезни деревьев и кустарников. Издательство „Лесная промышленность“ Москва. (стр. 1-392)*
- 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. (pp. 683-695)
- Досычев, Е.А., Быстрова, В.Н. (1973): Лечение псориаза препаратами гриба „Чага“. Вестник дерматологии и венерологии. No 5. (стр. 79-83)
- Dresch, P., D'Aguzzo, M., Rosam, K., Grienke, U., Rollinger, J., Peintner (2015): U. Fungal Strain Matters: Colony Growth and Bioactivity of the European Medicinal Polypores *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola* and *Piptoporus betulinus*. *AMB Express*, Vol. 5, No 4. (pp. 1–14)
- Ермошин, А., Балабанов, П. (2018): *Химический состав некоторых видов ксилотрофных базидиомицетов Среднего Урала.* Сборник научных статей, СНО, Ереванский Государственный Университет, Ереван, (стр. 189-199)
- Ghosh, S. K., Sanyal, T. (2019): Anti-cancer property of *Lenzites betulina* (L) Fr. on cervical cancer cell lines and its anti-tumor effect on HeLa-implanted mice. *BioRxiv*, doi.org/10.1101/540567.
- Giridharan, V. V., Thandavarayan, R. A., Konishi, T. (2011): Amelioration of scopolamine induced cognitive dysfunction and oxidative stress by *Inonotus obliquus* - a medicinal mushroom. *Food and Function*, Vol. 2, Issue 6. (pp. 320-327)
- Hagara, L. (2014): *Ottova Encyklopedie HUB. Vidalotto nakladelstvi, Praha* (pp. 1-1152)
- Index Fungorum* (2016): <http://www.indexfungorum.org>.
- Jovanović, B. (1971): *Dendrologija sa osnovima fitocenologije.* Naučna knjiga, Beograd, str. 1-576.
- Jesus L., Smiderle, F., Ruthes, A., Vilaplana, F., Dal Lin, F., Maria-Ferreira, D., Werner, M., Van Griensven, L., Iacomini, M. (2018). Chemical characterization and wound healing property of a β -D-glucan from edible mushroom *Piptoporus betulinus*. *International Journal of Biological Macromolecules*. Vol. 117 (pp. 1361-1366)
- Kamo, T., Asanoma, M., Shibata, H., Hirota, M. (2003): Anti-inflammatory Lanostane-Type Triterpene Acids from *Piptoporus betulinus*. *Journal of Natural Products*. Vol. 66, No 8, p.1104-1106.
- Караџић, Д., Голубовић Ђургуз, В., Миленковић, И. (2019): Најзначајније болести дрвенастих врста урбаног зеленила. Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 1-406)
- Караџић, Д., Миленковић, И. (2014): Најчешће *Inonotus* врсте у шумама Србије и Црне Горе. Шумарство бр. 3-4. УШИТС и Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 1-18)
- Караџић, Д., Радловић, З., Миленковић, И. (2014): *Ganoderma* врсте у шумама Србије

- и Црне Горе. Шумарство бр. 1-2. УШИТС и Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 1-19)
- Karadžić, D., Keča, N., Milenković, I., Milanović, S., Stanivuković, Z. (2016): Šumska mikologija. Univerzitet u Banjoj Luci Šumarski fakultet. Banja Luka. (str. 1-595)
- Lee, I., Yun, B., Cho, S., Kim, W., Kim, J., Ryoo, I., Koshino, H., Yoo, I. (1996): Betulinans A and B, two benzoquinone compounds from *Lenzites betulina*. Journal of Natural Products, Vol. 59, No 11, (pp.1090-1092)
- Lee, I. K., Kim, Y. S., Jang, Y.W., Jung, J.Y., Yun, B. S. (2007): New antioxidant polyphenols from the medicinal mushroom *Inonotus obliquus*. Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters, Vol.17., Issue 24, p. 6678-6681.
- Мелькумов, Г. М., Золототрубова, А. С. (2016): Видовой состав и фармацевтические особенности базидиальных базидиальных макромицетов (Basidiomycota) Рамонского района Воронежской области. Вестник ВГУ, Серия Химия, Биология, Фармация, No 2, стр. 68-72.
- Никитина, С.А., Хадибрахманова, В.Р., Сысоева, М.А (2016): Химический состав и биологическая активность тритерпеновых и стероидных соединений чаги. Биомедицинская химия, Том 62, выпуск 4, стр. 369-375.
- Николаева, Ю. Н. (2012): Береза, пихта, гриб чага. Рецепты лекарственных средств. Издательство „Рипол-Классик“, Москва, стр.1-192.
- Pleszczyńska, M., Lemieszek, M.K., Siwulski, M., Wiater, A., Rzeski, W., Szczodrak, J. (2017): *Fomitopsis betulina* (formerly *Piptoporus betulinus*): the Iceman's polypore fungus with modern biotechnological potential. World Journal of Microbiology and Biotechnology, Vol. 33, Iss. 5. (pp. 1-12)
- Радуловић, З., Караџић, Д., Миленковић, И. (2018): Најчешће *Pleurotus* врсте у шумама Србије. Шумарство бр. 1-2. УШИТС и Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 19-41)
- Радуловић, З., Караџић, Д., Миленковић, И. (2019): *Trametes versicolor* (L.: Fr.) Pit., *Schizophyllum commune* (Fr.) F. и *Sparasis crispa* (Wulf.: Fr.) Fr. – економски значај и лековита својства. Шумарство бр. 1-2. УШИТС и Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 19-36)
- Schlegel, B., Luhmann, U., Härtl, A., Gräfe, U. (2000): Piptamine, a new antibiotic produced by *Piptoporus betulinus*. The Journal of Antibiotics, Vol.53. No 9. (pp. 973-974)
- Синадский, Ю.В. (1973): Береза. Ее вредители и болезни. Издательство „Наука“ Москва. (стр.1-216)
- Стороженко, В.Г., Крутов, В.И., Руколайнен, А.В., Коткова, В.М., Бондарцева, М.А. (2014): Атлас-определитель дереворазрушающих грибов лесов Русской равнины. Товарищество научных изданий КМК, Москва, (стр.1-198 с)
- Sun, J.E., Ao, Z.H., Lu, Z.M., Xu, H.Y., Zhang, X.M., Dou, W.F., Xu, Z.H. (2008): Antihyperglycemic and antilipidperoxidative effects of drymatter of culture broth of *Inonotus obliquus* in submerged culture on normal and alloxan-diabetes mice. Journal of Ethnopharmacology, Vol.118, Issue 1. (pp.7–13)
- Шашкина М.Я., Шашкин П.Н., Сергеев, А.В., Горяйнова, Л.К. (2008): Чага, Чаговит, Чаголюкс как средство профилактики и лечения больных. ОАО „Холдинг Эдас“, Москва, стр.1-64.
- Terpyakova, T. V., Psurtseva, N. V., Kosogova, T. A., Mazurkova, N. A., Khanin, V. A., Vlasenko, V. A. (2012): Antiviral activity of polyporoid mushrooms (higher Basidiomycetes) from Altai Mountains (Russia). International Journal of Medicinal Mushrooms, Vol.14, No 1, p. 37-45.
- Вишневский, М. (2014): Лекарственные грибы. Большая энциклопедия. Издательство Эксмо Москва, стр. 1-400.

Xu, X., Pang, C., Yang, C., Zheng, Y., Xu, H., Lu, Z., Xu, Z. (2010): Antihyperglycemic and antilipidperoxidative effects of polysaccharides extracted from medicinal mushroom chaga, *Inonotus obliquus* (Pers.: Fr.) Pilat (Aphyllophoromycetideae) on alloxan-diabetes mice. International Journal of Medicinal Mushrooms, Vol.12, Issue 3. (pp. 235-244)

THE MOST SIGNIFICANT DECAYING FUNGI IN BIRCH AND THEIR MEDICINAL PROPERTIES

Zlatan Radulović
Dragan Karadžić
Ivan Milenković
Katarina Mladenović

Summary

The genus *Betula* belongs to the family *Betulaceae*. It includes about 40 species of trees and shrubs, 11 of which (including birch) are on the International Union for Conservation of Nature (IUCN) Red List as an endangered species. Two native species are distributed in our country: *Betula pendula* Roth. (common or white birch) and *Betula pubescens* Ehrh. (downy birch). *Betula alghaniensis* Britton (yellow birch) and *Betula papyrifera* Marshall (paper birch) as allochthonous species are cultivated in arboriculture. Birch is widespread in almost all of Europe. It belongs to the Eurasian floral element. In our country, it occurs most often on fires and bare surfaces as a pioneer species and in Serbia it is a rare endangered species. The birch tree is impervious and develops a large number of parasitic and saprophytic fungi and harmful insects. The most important are the tree rot, and the birch trees are characterized by the species *Inonotus obliquus*, *Piptoporus betulinus* and *Lenzites betulin*, which occur almost exclusively on birch. The fungi *I. obliquus* and *L. betulina* cause white and *P. betulinus* brown, prismatic rot. In addition to causing damage, these fungi have been used in medicine for the manufacture of commercial preparations in recent decades. Also, for medicinal purposes, the birch itself is used, primarily its buds, leaves, juice, bark, tar and coal. *Inonotus obliquus* occurs on living birch trees. It causes white rot that is streaked with brown-black zones and occurs in the central part of the tree. Surface sapwood is not affected in the initial stages. Annual rings of decayed wood split, while at a later stage of decay, the mycelium of the fungus occurs in the places formerly occupied by medullary rays. On gallic and tannic acid substrates, it shows positive oxidation, but the diffusion zone is very weak. On the substrate with the addition of gallic acid, the colony does not grow, while on the substrate with the addition of tannic acid, it grows in traces, which classifies this fungus, according to Davidson, R.W. *et al.* (1938) into group 4. Medicinal properties of *I. obliquus* can be applied in the treatment of several types of cancer, adenocarcinoma and leukemia, free-radical-mediated DNA binding, reduction of free fatty acids, total cholesterol, and triglycerides, and increasing the content of good (HDL) cholesterol in the blood. It has antiinflammatory, antitumor, antiviral and hypoglycemic effects. It also improves learning and memory and protects cells from carcinogenic and mutagenic factors. *P. betulinus* occurs as a saprophyte or a weak parasite on birch trees. This fungus causes a brown cubical rot of birch wood. The fungus continues with the destruction of wood even after the trees have been cut down. The optimum temperature for the growth of this fungus is 25 °C, and the maximum is 37 °C. Fungal cultures on the media with the addition of gallic and tannic acid have a negative oxidation reaction and according to the growth rate on these media, the fungus is classified into Group 2 using the key of Davidson, R. W. *et al.* (1938). *P. betulinus* preparations show antibacterial, antiparasitic and antiviral properties. They are also antiinflammatory, anticancer, neuroprotective and immunomodulatory, toxic to colon cancer cells and

have wound healing effects. The optimum temperature for the growth of this fungus is 30 °C and the maximum is 35 °C. Fungal cultures on the media with the addition of gallic and tannic acid have a positive oxidation reaction (the diffusion zone stronger on the gallic substrate). After 7 days, there is an increase in trace on the gallic acid substrate, while on the tannic acid substrate, the colony reaches a diameter of 3 - 4.5 cm. Thus, according to the key of Davidson, R. W. *et al.* (1938), this fungus is classified into Group 6. *L. betulina* causes decay. On the other hand, its fruiting bodies have medicinal properties. *L. betulina* – based preparations are used in the treatment of cervical cancer, the treatment of H3N2 and avian influenza virus H5N1, the treatment of K562 leukemia, the removal of free radicals from the body, autoimmune diseases, allergies and high blood sugar. Birch is also widely used in traditional medicine. For medicinal purposes, birch buds, leaves, sap, bark, tar and coal are used. Birch buds are used to treat colds, abdominal pain, rheumatism, gout, joint pain, lumbar and cuts. Birch bark is used in the treatment of wounds, ulcers, and malaria and helps calm cough. Birch root is used against rheumatism, heartburn, hiccups, indigestion, and gastric or duodenal ulcers. Birch sap is useful in the treatment of gout, rheumatism, edema of different origins and as a general strengthening agent. Previously, birch sap was also used in the treatment of pulmonary tuberculosis. It can be applied externally to treat eczema.