

УТИЦАЈ ГЉИВА И ОСМОЗУБОГ СМРЧИНОГ ПОТКОРЊАКА (*Ips typographus* L.) НА СУШЕЊЕ СМРЧЕ (*Picea abies* (L.) KARST.)

ЈОВАНА МАРЈАНОВИЋ¹

СУЗАНА ЂОКИЋ

СПОМЕНКА РЕБИЋ

Извод: У раду је проучен утицај гљива и осмозубог смрчиног поткорњака (*Ips typographus*) у сушењу смрче на подручју Хан Пијеска. Као најзначајније, у смислу наносења штета, означене су гљиве које припадају родовима *Heterobasidion* и *Armillaria* и група офиостоматоидних гљива. Појава офиостоматоидних гљива констатована је у највећем обиму, а смрчин поткорњак означен је као важан вектор њиховог преносења.

Кључне ријечи: смрча, гљиве, *Ips typographus*

THE IMPACT OF FUNGI AND THE EUROPEAN SPRUCE BARK BEETLE (*Ips typographus* L.) ON THE DIEBACK OF SPRUCE (*Picea abies* (L.) KARST.)

Abstract: This paper examines the impact of fungi and the European spruce bark beetle (*Ips typographus*) on the dieback of spruce in the area of Han Pijesak. The most significant fungi causing damage were identified as belonging to the genera *Heterobasidion* and *Armillaria*, as well as a group of ophiostomatoid fungi. The occurrence of ophiostomatoid fungi was noted to be particularly widespread, and the European spruce bark beetle was identified as an important vector for their transmission.

Keywords: spruce, fungi, *Ips typographus*

1. УВОД

Хан Пијесак налази се у источном дијелу Босне и Херцеговине (БиХ), а најпознатији је по великим комплексима четинарских шума, које су главно обиљежје овог краја. Повољан географски положај, велика надморска висина (1180 m) и простране шуме допринијеле су да ово мјесто постане позната климатска и ваздушна бања, јер по количини озона заузима једно од најзначајнијих мијеста у Европи (Крсмановић, Ј., Сокановић, С., Косорић, М., 2011)

¹ Јована Марјановић, дијл. ині. шум., Сузана Ђокић, дијл. ині. шум., Споменка Ребић, дијл. ині. шум., ЈПШ „Шуме Републике Српске“, ШГ „Височник“ Хан Пијесак, Република Српска, Босна и Херцеговина

Пролазећи кроз ове крајеве 1664. године, турски путописац Евлија Челебија записао је да „нијдје у Турској царевини, која се њрошјеже на њри континентиа, није видио њако њросиране и сѡаре шуме као у овом крају”. Овај путописац на ханпијесачком простору помиње неколико ханова, подигнутих на сваких десетак километара дуж старог караванског пута, који је од Сарајева водио преко Романије, за потребе одмора војних и трговачких каравана. Један од ових ханова био је и Хан Пијесак, око кога се, доста касније, формирало истоимено насеље.

Окосницу привредног развоја овог мјеста чини Шумско газдинство „Височник”, које послује у саставу Јавног предузећа шумарства „Шуме Републике Српске” а.д. Соколац. Пребирне шуме јеле и смрче заузимају највећу површину у овом газдинству и остварују највећу запремину и финансијске ефекте.

Познато је да су шуме смрче изложене великом негативном утицају различитих биотичких и абиотичких фактора и да се смрча у односу на остале четинаре сматра најосјетљивијом. Бројни аутори у Босни и Херцеговини и земљама у региону проучавају здравствене проблеме смрче са аспекта појаве проузроковача биљних болести и штетних инсеката (Ušćuplić, M., Dautbašić, M., 1998; Treštić, T. et al., 2003, 2007; Караџић, Д., 2008; Караџић, Д. et al., 2017; Кеџа, N., 2008; Кеџа, N. et al., 2009; Dautbašić, M. et al., 2014; Рере, А. et al., 2013; Рере, А., 2014; Станивукловић, З., Васиљевић, Р., 2018; Златковић, М. et al., 2018; Zahirović, K. et al., 2014, 2018, 2019; Бојић, С. et al., 2018, 2020). Већина поменутих аутора заступа мишљење да су патогене гљиве у садејству са поткорњацима, примарни узрочници одумирања смрче.

Посљедња градација поткорњака на подручју Хан Пијеска (2012-2016) проузроковала је талас сушења стабала смрче који није забиљежен у посљедњих 60 година (Станивукловић, З., Васиљевић, Р., 2018). Паразитне гљиве у шумама смрче у БиХ проучавају Бојић, С. et al. (2018, 2020), а дио ових истраживања обављен је и у шумама смрче на подручју Хан Пијеска. Аутори највећи значај у процесу одумирања смрче приписују гљивама које насељавају коријен и приданак, те кору и централни дио стабала.

Имајући у виду истраживања претходних аутора, циљ овог рада је био да укаже на присуство и значај добро познатих паразитних гљива и улогу поткорњака *Ips typographus* L. као потенцијалног вектора њиховог ширења на стаблима смрче.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Истраживање је спроведено током вегетационог периода 2022. године на подручју Шумског газдинства „Височник” - Хан Пијесак. Објекти истраживања су биле састојине смрче у Привредним јединицама Јавор (одјељења 32, 40/1, 80) и Ратак-Деветак (одјељења 35, 37/2). На овим локалитетима постављена су огледна поља на којима је, визуелном процјеном, одабрано 100 стабала различитих дебљинских степена за анализу. На сваком огледном

пољу из 75 симптоматичних стабала смрче у различитим фазама одумирања (сушење круне са врха, лучење смоле, опадање четина) помоћу Преслеровог сврдла узети су узорци на прсној висини. Узорци су сакупљени на исти начин и са 25 стабала која су имала наизглед виталне крошње без знакова сушења и промјена на кори. Ова стабла служила су, на неки начин, као контрола, да би се могло извршити поређење резултата са налазима добијеним на симптоматичним стаблима. Дакле, у овим истраживањима за анализу је одабрано 500 стабала (100 стабала по сваком огледном пољу). Сакупљени изврци из стабала спаковани су у сламчице пречника 8 mm и чувани извјесно вријеме у фрижидеру (4 °C) да би се по утврђеним симптомима (промјена боје) могло утврдити присуство паразитних гљива, које се развијају у централном дијелу дрвета (*Heterobasidion parviporum* Niemelä & Korhonen и офиостоматоидне гљиве). Гљива *H. parviporum* је препозната по зонама црвеномрке или тамнољубичасте боје (у раној фази развоја гљиве) (сл. 1) или по присуству порозног и трошног мрко-црног дрвета. Присуство офиостоматоидних гљива утврђено је по карактеристичној плавичастозеленој дисколорацији дрвета (сл. 2).



Слика 1. Симптоми присуства гљиве *H. parviporum* на изврцима дрвета смрче (фото: Ј. Марјановић)

Figure 1 Symptoms of the Presence of *H. parviporum* on the Bore Cores of Spruce Trees



Слика 2. Дисколорација проузрокована офиостоматоидним гљивама на изврцима дрвета смрче (фото: Ј. Марјановић)

Figure 2 Discoloration Caused by Ophiostomatoid Fungi on the Bore Cores of Spruce Tree Trunks

Armillaria врсте утврђене су на затесу стабала смрче, по бијелој мицелијској скрами, која се лепезасто ширила испод коре и на основу црних ризоморфи до висине 2 метра (сл. 3).

Гљива *Fomitopsis pinicola* (Sw) P. Karst на још увијек живим стаблима смрче, препозната је по бијелој ваздушној мицелији, која се помањала из малих и уских пукотина коре при дну стабла, непосредно изнад коријена (сл. 4).

Напад смрчиног поткорњака (*I. tyrographus*) евидентиран је по убушним отворима имага на кори стабала, као и путем затеса на прсној висини испод кога се указивао ходнични систем ларава и имага ове штеточине.



Слика 3. Бијела мицелијска скрама *Armillaria* врста (фото: Ј. Марјановић)
Figure 3 White Mycelial Mat of *Armillaria* Species (Photo: J. Marjanović)



Слика 4. Бијела ваздушна мицелија гљиве *F.pinicola* (фото: Ј. Марјановић)
Figure 4 White Aerial Mycelium of the Fungus *F.pinicola* (Photo: J. Marjanović)

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

Као што се и могло очекивати, присуство паразитних гљива и осмозубог смрчиног поткорњака (*I. tyrographus*) било је значајно веће код симптоматичних стабала, у односу на стабла без видљивих симптома одумирања (табеле 1, 2). Даље се из табеле 1 може видјети да неких већих одступања у погледу укупне заступљености најзначајнијих гљива (*H. parviporum*, *Armillaria* врсте, офиостоматоидне гљиве) нема. Њихово укупно учешће креће се у границама од 44,3-53,1% анализираних стабала на свим огледним пољима (таб. 1). По уоченим симптомима, офиостоматоидне гљиве су биле најзаступљеније на огледним пољима „Јавор” (одјељ. 32, 40/1) и „Ратак-Деветак” (одјељ. 37/2), а *Armillaria* врсте на огледним пољима „Јавор” (одјељ. 80) и „Ратак-Деветак” (одјељ. 35). Занимљив је податак да је „најзначајнија гљива трулежница у смрчевим шумама и културама” (*H. parviporum*) била сразмјерно мање заступљена у односу на поменуте гљиве (таб. 1).

Табела 1. Појава штетних организама на стаблима смрче у различитим фазама одумирања

Table 1 The Appearance of Harmful Organisms on Spruce Trees in Different Stages of Dieback

Привредна јединица, одјелење	Јавор, 32	Јавор, 40/1	Јавор, 80	Ратак-Деветак, 35	Ратак-Деветак, 37/2	средња вриједност
штетни организми	учешће штетних организама (%)					
<i>H.parviorum</i>	57,3	34,7	44,0	30,7	54,7	44,3
<i>Armillaria</i> врсте	46,7	49,3	56,0	56,0	57,3	53,1
офиостоматоидне гљиве	60,0	53,3	29,3	54,7	58,7	51,2
<i>F.pinicola</i>	24,0	20,0	40,0	28,0	49,3	32,3
<i>I.typographus</i>	17,3	26,7	48,0	32,0	29,3	30,7
средња вриједност (\bar{X})	41,0	36,8	43,5	40,3	49,9	42,3

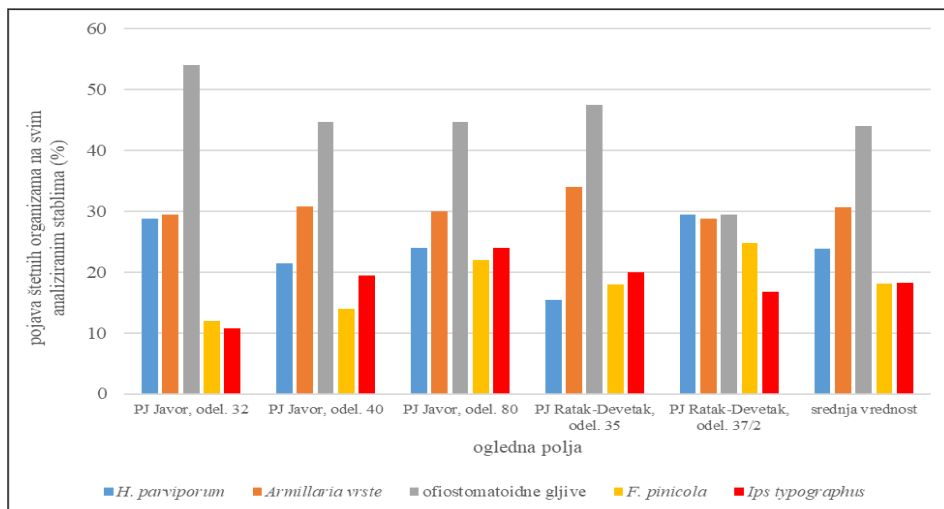
На стаблима без видљивих симптома одумирања констатована је највећа заступљеност офиостоматоидних гљива, док је учешће свих осталих штетних организама било појединачно (таб. 2). Сви поменути штетни организми које разматра овај рад установљени су и на стаблима поменуто категорије. Само на огледном пољу „Јавор” (одјељ. 40/1) утврђени су сви поменути организми, а на осталим пољима констатован је изостанак једног или неколико организама (таб. 2).

Табела 2. Појава штетних организама на виталним стаблима смрче

Table 2 The Appearance of Harmful Organisms on Vital Spruce Trees

Привредна јединица, одјелење	Јавор, 32	Јавор, 40/1	Јавор, 80	Ратак-Деветак, 35	Ратак-Деветак, 37/2	средња вриједност
штетни организми	учешће штетних организама (%)					
<i>H.parviorum</i>	0	8,0	4,0	0	4,0	3,2
<i>Armillaria</i> врсте	12,0	12,0	4,0	12,0	0	8,0
офиостоматоидне гљиве	48,0	36,0	60,0	40,0	0	36,8
<i>F.pinicola</i>	0	8,0	4,0	8,0	0	4,0
<i>I.typographus</i>	4,0	12,0	0	8,0	4,0	5,6
средња вриједност (\bar{X})	12,8	15,2	14,4	13,6	1,6	11,5

Анализа свих 500 стабала показала је да су офиостоматоидне гљиве на истраживаном подручју биле највише заступљене (граф. 1), изузев на огледном пољу „Ратак-Деветак” (одјељ. 37/2).



Граф. 1. Појава штетних организама на свим анализираним стаблима
Graph 1 The Appearance of Harmful Organisms on All Experimental Trees

Будући да је на стаблима смрче у огледним пољима евидентирана и појава осмозубог смрчиног поткорњака (*I. typographus*), претпостављено је да ова штеточина може имати улогу вектора у преношењу гљива. Приликом истраживања евидентирана су стабла са заједничком појавом једне или више гљива и поткорњака код обје категорије стабала (таб. 3, 4). Из табеле 3 се види да је на стаблима у процесу одумирања највише коинцидирала заједничка појава офистоматоидних гљива и поткорњака (43,9%), а потом гљиве *F. pinicola* и поткорњака (37,3%). Заједничка појава гљива које инфекције остварују претежно преко коријена (*Armillaria* врсте, *H. parviporum*) и поткорњака била је значајно нижа и није у укупном броју анализираних стабала достигла 20%. Према нашим резултатима, најмање је било стабала са појавом поткорњака и гљиве *H. parviporum* (13,8%), а на огледним пољима „Јавор” (одјељ. 32, 40/1) и „Ратак-Деветак” (одјељ. 35), ова гљива са поткорњацима није утврђена (таб. 3). Ови резултати су, на неки начин, очекивани будући да се гљиве трулежнице коријена и централног дијела стабла не преносе поткорњацима. Појединачна заједничка појава ових гљива и поткорњака може се приписати другим факторима, као што су смањене одбрамбене реакције стабала, која постају подложна нападу гљива и поткорњака без њихове узајамне зависности. Офистоматоидне гљиве и гљиву *Fomitopsis pinicola*, поткорњаци могу унијети у камбијум, одакле се оне даље шире у централном дијелу стабала. Поткорњаци носе на површини свог тијела и у секреторним жлијездама (микангијама) споре ових гљива, а потом их убушивањем уносе у стабла (Skelton, J. et al., 2020). На већини симптоматичних стабала (више од 50%), појава ових гљива је констатована без поткорњака, из чега произилази да је њихово насељавање и ширење могуће и другим векторима.

Табела 3. Заједничка појава гљива и поткорњака на стаблима смрче у различитим фазама одумирања

Table 3 Co-occurrence of Fungi and Bark Beetles on Spruce Trees in Different Stages of Dieback

гљива + <i>Ips typographus</i>	стабала са заједничком појавом гљива и поткорњака (%)					
	Привредна јединица					
	Јавор, 32	Јавор, 40/1	Јавор, 80	Ратак- Деветак, 35	Ратак- Деветак, 37/2	средња вриједност (\bar{X})
<i>H. parviporum</i> + <i>I. typographus</i>	0	0	41,7	0	27,3	13,8
<i>Armillaria</i> врсте + <i>I. typographus</i>	15,4	0	55,5	4,2	13,6	17,7
офиостоматоидне гљиве + <i>I. typographus</i>	61,5	45,0	22,2	50,0	40,9	43,9
<i>F. pinicola</i> + <i>I. typographus</i>	15,4	35,0	44,4	37,5	54,5	37,3

Анализа виталних стабала показала је узајамну везу између поткорњака и офиостоматоидних гљива. На скоро 50% стабала ова два организма су установљена заједно, што може да укаже да се насељавање офиостоматоидних гљива одвија поткорњацима, прије појаве видљивих симптома одумирања стабала (таб. 4).

Табела 4. Заједничка појава гљива и поткорњака код виталних стабала смрче

Table 4 Co-occurrence of Fungi and Bark Beetles on Vital Spruce Trees

гљива + <i>Ips typographus</i>	стабала са заједничком појавом гљива и поткорњака (%)					
	Привредна јединица					
	Јавор, 32	Јавор, 40/1	Јавор, 80	Ратак- Деветак, 35	Ратак- Деветак, 37/2	средња вриједност (\bar{X})
<i>H. parviporum</i> + <i>I. typographus</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Armillaria</i> врсте + <i>I. typographus</i>	0	0	0	0	0	0
офиостоматоидне гљиве + <i>I. typographus</i>	100	33,3	0	100,0	0	46,7
<i>F. pinicola</i> + <i>I. typographus</i>	0	0	0	0	0	0

Резултати приказани у овом раду указују на присуство четири морфо-лошке групе гљива, које су утврђене на основу карактеристичних спољних симптома на стаблима и путем узорака добијених Преслеровим сврдлом. То су офиостоматоидне гљиве, оне припадају родовима *Heterobasidion* и *Armillaria* и врста *F. pinicola*. Улога осмозубог смрчиног поткорњака (*I. typographus*), као потенцијалног вектора преношења ових гљива, такође је проучена и објашњена у границама досадашњих сазнања.

Офиостоматоидне гљиве представљају посебну групу у коју су сврстане гљиве из родова *Ceratocystis*, *Graphium*, *Ophiostoma*, *Grosmannia*, *Leptographium*, *Ceratocystiopsis* и *Pesotum* (U p a d h y a y, H.P., 1993; L i n n a k o s k i, P., 2011). Посљедњих година офиостоматоидне гљиве постају све већи проблем на смрчи, а раније су веће штете изазивале само на боровима (F r i e d l, K., 2004). Ове гљиве проузрокују обојавање бјелике (blue stain fungi) и болести спроводних елемената дрвенастих врста и као такве економски су значајне у газдовању шумама (W i n g f i e l d, M. J. et al., 1993; J a c o b s, K., W i n g f i e l d, M. J., 2001). Офиостоматоидне гљиве које живе у асоцијацији са смрчиним поткорњацима су патогене, слабе одбрамбене системе дрвета и могу проузроковати сушење стабала. Инфицирајући спроводни систем виталног дрвета доводе до прекида транспорта воде, хранљивих материја и насталих асимилата што се завршава сушењем дрвета (R e p e, A., 2014). На ову чињеницу указују недавна истраживања спроведена у смрчевим састојинама у Босни и Херцеговини (Б о ј и ћ, С. et al., 2020). Аутори су на основу морфолошке карактеризације добијених гљива, чак 94 изолата сврстали у офиостоматоидне гљиве, за 32 изолата одредили су припадност гљивама из фамилије Nectriaceae, 12 изолата сврстали су у род *Heterobasidion*, 11 изолата у род *Armillaria*, док је седам изолата припадало врсти *Fomitopsis pinicola*. У нашим истраживањима, такође је утврђено највеће присуство офиостоматоидних гљива на узорцима дрвета. Повезаност смрчиног поткорњака и офиостоматоидних гљива јасно се испојила, како на симптоматичним стаблима, тако и на стаблима без знакова одумирања. Иако су смрчини поткорњаци, према горе наведеним ауторима, означени као главни вектор уношења ових гљива у флоемско ткиво смрче, наша истраживања су указала да поткорњаци нису једини вектори, јер смо симптоме плаветнила налазили и на стаблима гдје напад *Ips typographus* није установљен.

Истраживања спроведена у природним састојинама смрче и јеле на простору Србије (К е ћ а, N. et al., 2009) и Босне и Херцеговине (Z a h i r o v i ć, K. et al., 2019) показала су да су двије највише распрострањене *Armillaria* врсте биле *Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink и *Armillaria cepistipes* Velen., па можемо претпоставити да се и у нашим истраживањима ради о поменутих врстама. *Armillaria* врсте су биле најзаступљеније на стаблима у процесу одумирања, а на “виталним стаблима” нашле су се иза офиостоматоидних гљива.

Heterobasidion annosum (*sensu lato*) представља комплекс врста које проузрокују трулеж коријена и приданка четинарских врста, а присутне су у свим природним и вјештачки подигнутим четинарским састојинама. Новија истраживања показала су да је у смрчевим шумама у Србији присутна врста *H. parviporum* (К е ћ а, N., 2008), исто су потврдила истраживања у БиХ (Z a h i r o v i ć, K. et al., 2019). Штете које проузрокује ова гљива везане су за трулеж коријена и централног дијела дебла. Патогеност *H. parviporum* огледа се у томе што је гљива способна да заобиђе одбрамбене механизме смрче, да продре у централни дио дебла и да ту започне процес трулежи дрвета. Развој

трулежи дрвета је релативно брз и може износити до 70 cm у току једне године (К а р а џ и ћ , Д., 2010). Управо из тих разлога сматра се најзначајнијом гљивом трулежницом у смрчевим шумама, јер разара доњи највриједнији дио дрвета и тако умањује или потпуно уништава техничка својства дрвета. У нашим истраживањима, ова врста је била слабије заступљена у односу на офиостоматоидне гљиве и *Armillaria* врсте, али овај податак треба узети са резервом, јер нисмо били у прилици да извршимо преглед коријеновог система стабала.

Гљива *F. pinicola* завршни је деструктор смрчевог дрвета, а у значајном обиму констатована је на одумирућим стаблима смрче на нашим огледним пољима (32,3%).

На крају, можемо изнијети мишљење да у процесу одумирања стабала смрче, проучаване паразитне гљиве, а у садејству са поткорњацима имају значајан утицај. Тешко је издвојити и предност дати само једном фактору, будући да су у стаблима налажене мање-више у подједнаком обиму.

4. ЗАКЉУЧЦИ

На основу прегледа једног релативно великог броја стабала смрче и карактеристичних симптома који указују на присуство штетних организама, могу се извести следећи закључци:

- штетни организми у састојинама смрче (офиостоматоидне гљиве, *Armillaria* врсте, *Heterobasidion parviporum*, *Fomitopsis pinicola*, *Ips typographus*).
- на стаблима смрче у процесу одумирања, обим појаве штетних организама је био значајно већи у поређењу са виталним стаблима.
- гљиве из рода *Armillaria* и офиостоматоидне гљиве су биле највише заступљене на одумирућим стаблима смрче, а офиостоматоидне гљиве на виталним стаблима.
- анализа обје категорије стабала смрче показала је да су у највећем обиму биле присутне офиостоматоидне гљиве.
- утврђен је важан утицај осмозубог смрчиног поткорњака (*Ips typographus*) у ширењу офиостоматидних гљива, а у мањем обиму и гљиве *Fomitopsis pinicola*.
- офиостоматоидне гљиве су у значајном обиму констатоване код стабала која нису била нападнута поткорњаком, па се може претпоставити да инсекти нису једини вектор преношења ових гљива.

THE IMPACT OF FUNGI AND THE EUROPEAN SPRUCE BARK BEETLE
(*Ips typographus* L.) ON THE DIEBACK OF SPRUCE (*Picea abies* (L.) Karst.)

Jovana Marjanović
Suzana Đokić
Spomenka Rebić

Summary

Spruce and fir are the two most significant tree species in the Han Pijesak area, both ecologically and economically. Over the past two decades, an increased intensity of spruce tree dieback has been observed in this region, prompting research into potential causes of this phenomenon. Based on well-known symptoms, four morphological groups of fungi were identified (ophiostomatoid fungi, *Armillaria* species, *H. parviporum*, *F. pinicola*), along with the presence of the European spruce bark beetle (*Ips typographus*). These harmful organisms play a significant role in the decline of spruce. In the studied stands, ophiostomatoid fungi were found in the greatest extent, and *Ips typographus* was identified as a significant vector for their transmission.

ЛИТЕРАТУРА

- Бојић, С., Златковић, М., Пап, П., Станковић Неђић, М. (2018): Паразитне и сапрофитне гљиве европске смрче (*Picea abies*) у Босни и Херцеговини. *Топола*, 201/202, 237-250.
- Бојић С., Пап П., Гутаљ, М., Станковић Неђић, М., Милетић, Б., Стјепановић, С., Ђорем, Т., Златковић, М. (2020): Fungi linked to dieback and decay of Norway spruce stands in Bosnia and Herzegovina. *Proceedings of the XI International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2020"*, 1174-1182.
- Дабташић, М., Муџезиновић, О., Топаловић, Ј., Тахиновић, А. (2014): Health status of forest even-aged stands on area of Eastern Bosnia. *Works of the Faculty of Forestry, University of Sarajevo*, 2, 53-64.
- Friedl, K. (2004): Bläue an Fichtenrundholz-Schadesquantifizierung und Auswirkung auf die Lagerungsdauer. *B. Internationales Symposium: Mechanisierung der Waldarbeit*, 08-10. September 2004, Gmunden, 1-8.
- Jacobs, K., Wingfield, M.J. (2001): *Leptographium* species: Tree pathogens, insect associates and agents of blue-stain. *St. Paul, American Phytopathological Society*, 1-224.
- Караџић, Д. (2008): Најчешће гљиве проузроковачи болести у природним састојинама смрче и јеле. *Шумарство*, 3, 83-89.
- Караџић, Д. (2010): Шумска фитопатологија. Универзитет у Београду, Шумарски факултет, 1-774.
- Караџић, Д., Милановић, С., Голубовић-Ђургуз, В. (2017): Узроци сушења смрче (*Picea abies* Karst.) на подручју Парка природе "Голија", Универзитет у Београду, Шумарски факултет, 1-96.
- Кеџа, Н. (2008): Distribution of *Heterobasidion* genets on a Norway spruce site: Case study in National Park "Кopaоник". *Bulletin of the Faculty of Forestry*, 98, 117-126.
- Кеџа, Н., Караџић, Д., Woodward C. (2009): Ecology of *Armillaria* species in managed forests and plantations in Serbia. *Forest Pathology*, 39, 217-231.
- Крсмановић, Ј., Сокановић, С., Косорић, М.; Београд, 2011.: Хан Пијесак: простор – вријеме - људи: монографија.

- Linna Koski, P. (2011): Bark beetle-associated fungi in Fennoscandia with special emphasis on species of *Ophiostoma* and *Grosmannia*. Dissertations Forestales. Faculty of Science and Forestry School of Forest Sciences University of Eastern Finland, 1-74.
- Repe, A., Kirisits, T., Piškur, B., Groot, M. de, Kump, B., Jurc, M. (2013): Ophiostomatoid fungi associated with three spruce-infesting bark beetles in Slovenia. *Annals of Forest Science*, 70, 717-727.
- Repe, A. (2014): Glivne asociacije smrekovih podlubnikov (Curculionidae: Scolytinae) s poudarkom na ofiostomatoidnih gljivah v Sloveniji. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 1-122.
- Skelton, J., Lojd, A., Smith, J. A., Blanchette, R. A., Held, B., Hulcr, J. (2020): Fungal symbionts of bark and ambrosia beetles can suppress decomposition of pine sawwood by competing doi.org/10.1016/j.funeco.2020.100926;
- Станивуковић, З., Васиљевић, Р. (2018): Градација смрчних поткорњака на подручју Хан Пијеска. Гласник Шумарског факултета Универзитета у Бањој Луци, 28, 29-36.
- Treštić, T., Uščuplić, M., Mujezinović, O., Memišević, M. (2003): *Armillaria* gljive u centralnoj Bosni. *Radovi Šumarskog fakulteta, Univerzitet u Sarajevu*, 1, 41-46.
- Treštić, T., Uščuplić, M., Dautbašić, M., Mujezinović, O., Čabaravdić, A. (2007): Prisustvo rizomorfnih vrsta roda *Armillaria* u Gospodarskoj šumi i prašumi "Ravna Vala" planinskog kompleksa Bjelašnica - Igman. *Radovi Šumarskog fakulteta, Univerzitet u Sarajevu*, 1, 1-10.
- Upadhyay, H.P. (1993): Classification of the *Ophiostomatoid* Fungi. In: *Ceratocystis and Ophiostoma, Taxonomy, Ecology and Pathogenicity*. Ed. by Wingfield, M.J., Seifert, K.A., Webber, J.F., St. Paul, Minnesota: APS Press, 7-13.
- Uščuplić, M., Dautbašić, M. (1998): Bolesti i štetočine koje ugrožavaju šumske ekosisteme u Bosni i Hercegovini. *Radovi Šumarskog fakulteta, Univerzitet u Sarajevu*, 1, 19-26.
- Wingfield, M.J., Seifert, K.A., Webber, J.F. (1993): *Ceratocystis and Ophiostoma: Taxonomy, Ecology and Pathogenicity*. St. Paul, American Phytopathological Society, 1-304.
- Zahirović, K., Dautbašić, M., Mujezinović, O. (2014): Sušenje sastojina smrčje usljed djelovanja potkornjaka u Centralnoj Bosni. *Naše šume*, 36-37, 4-13.
- Zahirović, K., Treštić, T., Mujezinović, O., Dautbašić, M., Ivojević, S. (2018): Prisustvo i značaj gljiva truležnica u šumskim ekosistemima u Bosni i Hercegovini. *Naše šume*, 50-51, 5-12.
- Zahirović, K., Treštić, T., Čabaravdić, A., Dautbašić, M., Mujezinović, O. (2019): Causitive agents of decay of Norway spruce *Picea abies* (L.) Karst. On the mountain Zvijezda. *Šumarski list, Zagreb*, 3-4, 155-160.
- Златковић, М., Матовић, Б., Пољаковић Пајник, Л., Божић, С., Пап, П., Катанић, М. (2018): Патогене гљиве и штетни инсекти у Парку природе Голија. *Топола*, 201/202, 275-292.

