

НАЈВАЖНИЈЕ БИОТИЧКЕ ШТЕТОЧИНЕ И ЊИХОВ УТИЦАЈ НА ИНТЕНЗИТЕТ СУШЕЊА СМРЧЕ (*Picea abies* Karst.) НА РОМАНИЈСКОМ ПЛАТОУ

ЗОРАН СТАНИВУКОВИЋ¹

РАНКО ВАСИЉЕВИЋ²

Извод: Истраживањем су утврђиване најважније биотичке штеточине као и њихов утицај на интензитет сушења смрче на подручјима Хан Пијеска и Соколца. Најважније врсте штетних инсеката које имају велику улогу у процесу сушења смрче су поткорњаци *Ips typographus* (L.) и *Pityogenes chalcographus* (L.). Паразитне гљиве које имају највећу улогу у пропадању смрче на овим подручјима су *Heterobasidion parviporum* (Niemelä & Korhonen) и *Armillaria ostoyae* (Romang.) Herink.

Кључне ријечи: Сушење смрче, поткорњаци, паразитне гљиве

THE MOST SIGNIFICANT BIOTIC HARMFUL AGENTS AND THEIR INFLUENCE
ON THE INTENSITY OF SPRUCE (*Picea abies* Karst.) DIEBACK
ON THE ROMANIAN PLATEAU

Abstract: The study identified the most important biotic pests as well as their impact on the intensity of the dieback of spruce in Han Pijesak and Sokolac areas. The most important species of harmful insects that play a major role in the process of the spruce dieback are *Ips typographus* (L.) and *Pityogenes chalcographus* (L.) bark beetles. Parasitic fungi that play the most significant role in the decline of spruce forests in these areas are *Heterobasidion parviporum* (Niemelä & Korhonen) and *Armillaria ostoyae* (Romang.) Herink.

Keywords: spruce dieback, bark beetles, parasitic fungi

1. УВОД

Смрча (*Picea abies* Karst.) представља једну од најзначајнијих врста дрвећа у Републици Српској како са еколошког тако и са привредног аспекта. Каповић и Керен (2012) наводе да се по привредном значају налази иза букве и јеле. Ареал обичне смрче у свијету се распростире на више од 200.000.000 ha, па је уједно и најзаступљенија врста дрвећа на Земљи (Oršanić, M., 2001). Шумске заједнице које гради код нас и у којима је заступљена имају велики значај за шумарство и привреду, јер се већином ради о високо квалитетним шумама, са великим удјелом техничких сортимената. Заједнице и састојине у којима је смрча заступљена често су под утицајем разних абиотичких, биотичких и антропогених фактора, који својим дјеловањем нарушавају њихо-

1 др Зоран Стјанивуковић, ванр.проф., Универзитет у Бањој Луци – Шумарски факултет, Бања Лука, Република Српска, БиХ

2 Ранко Васиљевић, мастер дипл. инж. шумарства, Котор Варош, Република Српска, БиХ

ву стабилност, и тако доводе до њиховог сушења и пропадања.

Прва сушења шума смрче изазвана утицајем загађеног ваздуха и патогена *Armillaria* забиљежена су крајем педесетих година прошлог вијека у областима Silesian и Beskids у сјеверним дијеловима Пољске (Hlásny, T., Sitková, Z., 2010). Средином седамдесетих и у раним осамдесетим годинама прошлог вијека Европу је захватио „нови тип сушења“ када су се четинарске врсте, међу којима смрча и јела показале као најосјетљивије. Manion, P.D. (1991) је тада сматрао да је сушење шума интеракција измјенљивих, одређених абиотичких и биотичких фактора, који су изазивали погоршање стања шума, које се завршавало сушењем стабала. Постоје бројне хипотезе као покушаји објашњења најважнијих узрока, који доводе до сушења шума, а према Караџић, Д. *et al.* (2017) постоји пет савремених које као најважније узроке наводе климатске промјене, загађења ваздуха, нападе штетних гљива и инсеката, као и неадекватно газдовање шумама.

Недавним истраживањем узрока сушења шума смрче у југоисточној Норвешкој, утврђено је да је суша примарни фактор који је утицао на процесе сушења. Суша изазива разне штетне ефекте на смрчи као што су дефолијација, одумирање пупољака и избојака, недостатак K, Mg и других хранљивих елемената, смањење прираста, слабији развој коријена и јачи напади *Armillaria* sp. као и поткорњака (Solberg, S. *et al.*, 2015).

Иако суша директно утиче на физиологију дрвећа и раст, утицај секундарних фактора (штетних гљива и инсеката) често је већи од утицаја почетног стреса и може довести до значајне смртности стабала.

Истраживањем фактора који доводе до сушења у културама и састојинама четинара у Србији, Radulovic, Z. *et al.* (2014) наводе да од свих констатованих паразитних гљива на смрчи, пропадању највише доприносе: *Heterobasidion annosum*, *Armillaria ostoyae*, *Fomitopsis pinicola* и *Chrysomyxa pirolata*. Најзначајније штеточине које учествују у ланцу сушења шума смрче су: *Ips typographus* L., *Pityogenes chalcographus* L. и *Ips amitinus* Eich. Михајловић, Љ., Станивуковић, З. (2003) наводе да посебно велику опасност за наше шуме смрче представљају сипци поткорњаци (*Coleoptera*, *Scolytidae*) који се убрајају међу најважније економске штеточине на четинарским врстама дрвећа палеоарктичког региона. Grégoire, J.C., Evans, H. F. (2004) наводе да је од осмозубог смрчиног поторњака (*Ips typographus*) у Европи, у периоду између 1990. и 2001. године, страдало 31.643.000 m³ дрвне запремине смрче, док је од напада шестозубог смрчиног поткорњака (*Pityogenes chalcographus*), у истом периоду, страдало 7.828.000 m³ дрвне запремине смрче. У периоду 2012-2016. године, на подручју општине Хан Пијесак, регистровано је око 160.000 m³ сушица смрче, гдје су главни узрок били смрчини поткорњаци *Ips typographus* L., *Pityogenes chalcographus* L. (Станивуковић, З., Васиљевић, Р., 2018).

Према подацима Катастра шума и шумског земљишта у Републици Српској (2016), површина високих шума са природном обновом износи 469.311, 59 ha, од чега укупна површина високих шума јеле и смрче и шума букве, јеле и смрче износи 226.776,23 ha, тј. око 48% од укупне површине високих шума са природном обновом. Како сушење шума поприма све веће

размјере, неопходно је вршити континуирана истраживања са циљем утврђивања најважнијих узрока и одређивање одговарајућих мјера заштите за очување како смрче тако и осталих врста дрвећа на овом подручју.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Постављање огледних површина и истраживање вршено је у источном дијелу Републике Српске, на Романијском платоу односно на подручјима општина Хан Пијесак и Соколац (слика 1). Шумама и шумским земљиштем на подручју општине Хан Пијесак газдује шумско газдинство „Височник“, док на подручју општине Соколац газдује шумско газдинство „Романија“.

Укупна површина високих шума са природном обновом, на подручју Хан Пијеска, у којима се јавља смрча, износи 19.638 ha, површина шумских култура износи 884 ha, а свеукупна дрвна запремина смрче износи 3.802.314 m³, односно 37,36% од укупне дрвне запремине. На подручју Соколца, укупна површина високих шума у којима је заступљена смрча износи 27.985,32 ha, а површина култура са смрчом износи 2.162,31 ha. Свеукупна дрвна запремина смрче на овом подручју износи 5.075.770 m³, тј. 39,60% од укупне дрвне запремине.



Слика 1. Изглед локалитета истраживања
Figure 1. Research site

На подручју ова два газдинства издвојено је по 10 огледних површина, правилног квадратног облика димензија 30x30 m, површине 0,09 ha. На огледним површинама извршен је тотални премјер свих стабала при чему је коришћен таксациони праг 5 cm. Симптоми сушења су утврђивани индексом 0-4. Стабла на којима није регистровано сушење оцјењивана су са 0. Сушење појединачних грана означено је са индексом 1, сушење врха стабла 1-5 m индексом 2, сушење највећег дијела круне индексом 3, и потпуно сушење стабала са индексом 4. Поред утврђивања степена сушења, на стаблима је утврђиван и степен дефолијације 0-4. Дефолијација 0 нема дефолијације, 1-10% дефолијација 1; 11-25% дефолијација 2; 26-60% дефолијација 3, 61-99% дефолијација 4, 100%.

Анализирано је укупно 1.382 стабла, 10 врста дрвећа, 3 врсте четинара и 7 врста лишћара. За статистичку анализу података кориштен је софтверски програм IBM® SPSS® Statistics (version 20). Детерминација инсеката и паразитних гљива на наведеним локалитетима вршена је уз помоћ одговарајућих кључева.

3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

3.1. Интензитет сушења

Од укупног броја анализираних стабала на огледним површинама било је 911 стабала смрче (65,9%), 400 стабала јеле (28,9%), затим 26 стабала бијелог бора (1,9%), те 45 стабала лишћара (3,3%). У групу стабала лишћари уврштени су горски јавор, обична буква, бријест, граб, јаребика, јасика и лијеска.

Према подацима приказаним у табели 1 може се видјети да је на подручју ШГ „Романија“ веће учешће сувих стабала смрче (77,20%). Од укупног броја анализираних стабала смрче, стабла са степеном сушења 4 (сува стабла) чине 69,42%. Учешће сувих стабала је за 5% веће у поређењу са учешћем сувих стабала на 6 огледних површина у Чешкој (Vasek *et al.*, 2013). Такође, на подручју оба газдинства евидентирано је веће учешће стабала (20,57%) са степеном сушења 1 у односу на степене сушења 2 и 3. За разлику од ШГ „Романија“ на подручју ШГ „Височник“ евидентиран је и одређен број стабала (1,05%) са степеном сушења 0. С обзиром на то да је на свим локалитетима број сувих стабала већи од 50% може се рећи да се ради о израженом сушењу смрче на локалитетима истраживања.

Табела 1. Интензитет сушења смрче на огледним површинама

Table 1 Intensity of spruce dieback in the experimental areas

Локалитет/ Site	Индекси сушења/ Dieback index					Σ
	0	1	2	3	4	
Хан Пијесак	1,05	32,63	3,37	0,63	62,32	100,00
Соколац	0,00	17,28	2,76	2,76	77,20	100,00

У табели 2 приказани су подаци коју показују да је на подручју оба шумска газдинства евидентирано највеће учешће стабала са степеном дефолијације 4.

На подручју Хан Пијеска осим великог процента сувих стабала регистровано је и веће учешће стабала са степенима дефолијације 1 и 2, док је на подручју ШГ „Романија“ већи проценат стабала са степенима дефолијације 2 и 3. Са степеном дефолијације 0 није евидентирано нити једно стабло смрче на локалитетима истраживања.

Табела 2. Степен дефолијације смрче на огледним површинама

Table 2. Level of defoliation of spruce on the experimental areas

Локалитет/ Site	Степени дефолијације/ Defoliation degree					Σ
	0	1	2	3	4	
Хан Пијесак	0,00	16,42	15,58	5,68	62,32	100,00
Соколац	0,00	4,15	9,45	9,20	77,20	100,00

Такође и резултати из табеле 2 указују на висок степен сушења смрче у поређењу са резултатима истраживања које наводе (Drekić, M. *et al.*, 2014). У току периода истраживања на Копаонику (2011-2014) код смрче су била доминантно заступљена стабла без дефолијације, само је у последње двије године истраживања забиљежен благи пораст учешћа стабала са слабом и умјереном дефолијацијом. Од укупно 49 посматраних стабала само два стабла су била потпуно осушена нападом поткорњака.

Вриједности класа дефолијације 2, 3 и 4 на истраживаним локалитетима су за 20% веће у односу на вриједности истих класа дефолијације у току периода праћења (1998-2009) стања смрче у Чешкој које наводи Fabiánek, P. *et al.*, (2012).

Однос појединих врста дрвећа и локалитета, на којима је вршено истраживање према интензитету сушења, одређиван је приликом статистичке анализе евидентираних података.

Основни подаци дескриптивне статистике и једнофакторске анализе варијансе (ANOVA) приказани су у табели 3. Статистичком обрадом и анализом утврђено је да на подручју ШГ „Височник“ Хан Пијесак, постоји статистички значајна разлика у односу врста дрвећа према интензитету сушења. Од свих евидентираних врста на овом подручју, смрча и бијели бор су највише захваћени сушењем. Једнофакторска анализа варијансе проведена за подручје ШГ „Романија“ Соколац такође показује да постоји статистички значајна разлика у односу врста дрвећа према интензитету сушења. За разлику од Хан Пијеска, на овом подручју сушењем су највише захваћене смрча и јела, које су уједно и најважније врсте дрвећа.

Табела 4. Једнофакторска анализа (ANOVA) – однос локалитета истраживања према интензитету сушења

Table 4. One-way analysis (ANOVA) - relationship of research site to intensity of declining

	N	Средина	Стд. девијација	F	Значај
Хан Пијесак	825	2,07	1,50	120,24	0,00
Соколац	557	2,95	1,40		

У табели 4. приказани су подаци статистичке анализе, која показује однос локалитета истраживања према интензитету сушења. Може се видјети да је сушење више изражено на подручју ШГ“Романија“ Соколац, те да је на том подручју смрча више угрожена. Приказани резултати такође указују на велики утицај штетних биотичких фактора (штетних гљива и инсеката) на интензитет сушења смрче. Jactel, H.,Vodde, F. (2006) такође су закључили да штетни биотички фактори узрокују 60% штета, док штетни абиотички и антропогени по свега 20% штета.

3.2. Најзначајније врсте штетних инсеката у процесу сушења на локалитетима истраживања

Ips typographus (L.) – осмозуби смрчин поткорњак

Осмозуби смрчин поткорњак (*Ips typographus* (L.)) најважнија је штеточина шума смрче у Европи. Назив је добио на основу укупног броја зуба који се налазе на обронцима покриоца, тј. на ивици обронка сваког покриоца налазе се по четири зуба од којих су трећи на врху дугметасто проширени. Тијело му је ваљкастог облика, обрасло ријетким длакама, црносмеђе до црне боје и величине 4,2-5,5 mm, пипци и ноге црвеносмеђе боје.

Распрострањен је на подручју читаве Европе, затим на подручјима Камчатке, Сибира и Азије. Главни домаћин у Европи му је обична смрча (*Picea abies* Karst.), док се у Азији јавља на врстама (*Picea orientalis* L. и *Picea yezoensis* Siebold.), а ријетко се јавља и на *Abies*, *Pinus*, *Larix*. Stauffer, C. et al. (1992, 1999) су помоћу молекуларних техника анализирали генетски састав европских популација *Ips typographus*. У централној Европи пронашли су различите хаплотипове, док је у Скандинавији био присутан само један тип, а у Литванији и Русији се развио посебан тип. Они сматрају да се за вријеме последњег леденог доба популација овог поткорњака заједно са домаћином смрчом помјерала у рефугијалне јужне зоне (Апенине, Динарске и Карпатске Алпе) као и сјеверно од Москве. У већини европских земаља као и код нас има двоструку генерацију, али само у изузетно повољним условима може имати и троструку генерацију. Поред основних генерација, уколико су повољни услови може доћи и до оснивања сестринских генерација након допунског ждрања имага која су претходно положила јаја прве генерације. У том случају женке на истом или неком другом стаблу у близини, без присуства мужјака праве убушне отворе и изгризају ходник, а затим

полажу јаја. У сестринским генерацијама број положених јаја је мањи а сами ларвени ходници су краћи у односу на основне генерације.

Почетком априла почиње са рођењем и то траје све до средине маја. Према Wermelinger, B. (2004), минимална температура ваздуха за почетак рођења износи 16,5° С док је оптимална температура око 22-26° С. За успјешан напад на живо дрвеће неопходна су 3-4 дана у низу са овим вриједностима температуре. Annala (1969) наводи да постоји и максимална температура ваздуха преко које настаје летално дјеловање на рођење поткорњака и која је доказана у лабораторији, а износи 47° С. Рођење се састоји од фазе разлијетања, удаљавања од мјеста презимљавања и проналажења стабла погодног за развој. Након рођења мужјаци истражују стабла која су погодна за развој, а то су обично физиолошки ослабљена стабла, било дјеловањем биотичких или абиотичких фактора. Када је густина популације поткорњака ниска, примарно су нападнута стабла која су страдала од сњего и вјетролома, сњего и вјетроизвала или посјечена израђена обловина која остаје у састојинама дуго након сјече.

Према Schroeder, L.M., Lindelöw, A. (2002), постоји линеарна повезаност између вјетроизвала односно броја стабала која су остављена у састојинама и колонизирана са *Ips typographus* у односу на састојине из којих су вјетроизвале уклоњене. У састојинама из којих се не уклоне вјетроизвале, за период од 4 године, двоструко већи број дубећих здравих стабала страда од напада овог поткорњака. Помоћу сензила чула мириса које су смјештене на пипцима и усном апарату поткорњака, могу да осјете специфичне мирисе-терпене (алфа и бета пинен, феландрен, лимонен, делта карен, феландрен и др.) које испушта физиолошки ослабљено стабло смрче, и у њега се убушују ради копулације. Након што савладају одбрамбени систем стабла мужјаци почињу са изгризањем брачне коморице и испуштањем агрегационих феромона, који привлаче женке у циљу размножавања. Главне компоненте агрегационих феромона су 2 methyl-3-buten-2 ol и (S) cis-verbenol. (S) cis-verbenol продукује неколико *Ips* врста, док је methylbutenol специфичан само за врсту *Ips typographus* (Vité, J.P. et al., 1972). Иако Ipsdienol такође продукују многе врсте, он има нешто мању улогу. Када број убушених поткорњака почне да расте, тада поткорњаци почињу лучити антиагрегационе феромоне или репеленте у циљу смањења унутарврсне конкуренције који их преусмјеравају на сусједна стабла. Према Pernek-у (2000) управо то је разлог због чега се приликом градације поткорњака сушење шири у круговима када се формирају тзв „жаришта“. Главне компоненте тих репелената су verbenon и ipsenol.

Ips typographus је полигамна врста што значи да копулира са неколико женки, а према Wermelinger-у (2004) три женке су оптималан број са којима копулира један мужјак. Са завршетком копулације женке почињу са изгризањем материнских ходника и полагањем јаја. Једна женка у просјеку положи око 80 јаја. Минимална температура ваздуха неопходна за развој јаја износи 6-8,3°С, а за само полијегање 11,4°С, док су оптималне вриједности нешто веће (29-30°С) (Wermelinger, B., 2004). Женке праве мала удубљења (јајне коморице) на зидовима ходника током изгризања гдје полажу јаја, па су тако заштићена од избацавања приликом чишћења ходника од црвоточине

које обављају мужјаци. Иако може бити неколико материнских ходника, најчешће се пружају два вертикална, један изнад, а један испод брачне коморице, дужине 7-8 cm на којима се налазе 2-4 отвора за провјетравање. Када се скине кора са дрвета, ходници изгледају као да су спојени јер се брачна коморица налази у дубини коре. На квадратном метру коре може се наћи и до 500 материнских ходника. Испиљене ларве изгризају ларвене ходнике управно на материнске, који су дужине до 6 cm а завршавају се луткином колијевком гдје ларве прелазе у следећи стадијум. Млада имага која су свијетлосмеђе боје, не напуштају одмах стабло, већ се допунски хране кором око луткине колијевке, а затим напуштају стабло и оснивају нову генерацију. Њихово рођење почиње крајем јуна и траје до краја јула. До краја лета се развију ларве, затим прелазе у стадијум лутке и у јесен се јављају млада имага, која се допунски хране.

Један дио младих имага презимљава у истом стаблу, док друга одлазе на презимљавање у стељу или се убушују у сусједна стабла. Faccoli, M. (2002) наводи да у средњој и јужној Европи већина популација презимљава испод коре нападнутог стабла, док у сјеверној Европи радије презимљавају у шумској стељи. Са повећањем надморске висине варира омјер имага која презимљавају под кором и у шумској стељи (Hrašovec, B. *et al.*, 2011).

Ова врста поткорњака типична је секундарна штеточина. Напада првенствено физиолошки јако ослабљена стабла, затим свјеже оборена и израђену обловину, која се дуго задржи у шуми. За размножавање најчешће бира дијелове стабла са дебљом кором на сунчаним, јужним и западним експозицијама, и топлијим рубовима шума. Dutilleul, P. *et al.* (2000) наводе да надморска висина и хранљиви елементи као што су кисеоник, магнезијум и фосфор имају значајан утицај на степен напада осмозубог смрчног поткорњака. Према Wermelinger, B. (2004), од мјеста инфекције сва околна стабла у кругу од 100 m су под високим ризиком да буду нападнута, иако активна дистанца лета може бити и преко 500 m. Schroeder, L.M. (2013) наводи да 95% популације остаје у кругу од 500 m, ако има доста погодног материјала за размножавање. Активност дневног лета траје од 9 сати ујутро до 9 сати послеподне, а највећа је у пријеподневним и поподневним часовима (Funke, W., Petershagen, M., 1991). Уколико у шуми има доста погодног материјала за размножавање, тада долази до пренамножења, тј. ступа у градације и постаје примарна штеточина када напада и суши потпуно здрава стабла смрче, а градације трају 3-4 године. Витална стабла имају неколико нивоа у систему одбране од поткорњака. Први ниво подразумијева испуштање смоле након напада „пионирских“ поткорњака. Стабла са дебљом кором и већим бројем смолних врећица могу у појединим случајевима одмах да знатно редукују напад поткорњака. Други ниво одбране подразумијева промјену метаболизма у непосредној близини улазног отвора, док у наредном нивоу долази до системске промјене метаболизма стабла, када се производи мање угљених хидрата, а више протеина неопходних за саму одбрану. Andebrant, O. *et al.* (1985) наводе да се поткорњаци нарочито хране флоомом јер садржи доста угљених хидрата и кисеоника. Због тога су вјетроизвале погодније за развој поткорњака, јер флоом у већини није оштећен, за разлику од стабала захваће-

них пожаром (Ericsson, M. *et al.*, 2008). Након неколико узастопних напада, одбрамбени систем стабла слаби и поткорњаци га потпуно засједају. При слабом нападу за инвазију једног потпуног здравог стабла потребно је недељу до двије дана, а само један дан у условима јаког напада (Михајловић, Љ., 2015). Смрчеве састојине, старости 70-100 година, најподложније су нападу.

Напад и присуство сипаца поткорњака може се утврдити на основу промјена у крошњи и деблу које се манифестују са неколико симптома (слика 2):

- промјена боје четина од зелене ка смеђецрвеној боји, а затим њихово осипање,

- излив смоле на стаблима,
- сипљење црвоточине смеђе боје,
- убушни отвори изнад мјеста гдје сипи црвоточина,
- огуљена кора на нападнутим стаблима,
- на скинутој кори јасно се уочава ходнични систем поткорњака.



Слика 2. Симптоми напада поткорњака
Figure 2. Symptoms of a bark beetle attack

***Pityogenes chalcographus* (L.)- шестозуби смрчин поткорњак**

Назив шестозуби потиче од укупно шест зуба на обронцима покриоца. Код мужјака су зуби крупнији. Величине је 1,6-2,9 mm, тамносмеђе боје, са црвеносмеђим покриоцима сјајног обронка. Распростира се у току читавог природног ареала смрче у Европи, као и ареалима осталих *Picea* врста у Азији. Рјеђе напада и врсте из родова *Pinus*, *Larix*, *Abies*.

Има двоструку генерацију, а само у посебно повољним условима може основати и троструку. Ројење прве генерације је почетком априла када је температура 16,8-17°C (Lobinger, G., 1994), а ројење друге генерације почетком јула. У Румунији, на надморској висини од 400 m, развој прве генерације траје 62 дана, а друге генерације 51 дан. Док на већим надморским висинама од 800 до 900 m, развој прве генерације траје 81 дан, а друге 62 дана (Fora, C.G. *et al.*, 2007). Секундарна је штеточина, бира и напада физиолошки ослабљена стабла. Код старијих стабала преферира дијелове са тањом кором, док млађа стабла потпуно засједа. Rosner, S., Führer, E. (2002), у свом раду наводе да шестозуби смрчин поткорњак користи лентицеле на кори приликом напада стабала, гдје је 93,2% напада било кроз лентицеле. Мужјаци бивају привучени мјешавином монотерпена (алфа-пинен, бета пинен, камфен) које емитују физиолошки ослабљена стабла. Након убушавања и изградње брачне коморице, мужјак репродукује агрегационе феромоне чије су главне компоненте 2-ethyl-1,6-dioxaspiro(4,4)nonane (Francke, W., 1977), или chalcogran и metil (E,Z) 2,4-dekadienoat, који дјелују синергистички, а такође узрокују инхибицију напада *Ips typographus* (Byers, J.A. *et al.*, 1990). Полигама је врста, копулира најчешће са три до шест женки (Arthofer, W., 2005). Брачне коморице су смјештене у кори, међутим, када је у питању тањи флоем, може се осликати и у бјељици па тада има изглед као код *Pityogenes bidentatus*. Након копулације женке почињу са изгризањем материнских ходника у свим правцима, којих може бити 3-6 дужине до 6 cm. Ходнични систем је звјездастог облика (слика 3). Свака женка у просјеку положи око 40 јаја. Испиљене ларве изгризају ходнике који су вертикално оријентисани. Средином јуна јављају се млада имага, и на мјесту развића се допунски хране, кварећи слику изгризине. Та имага током јула оснивају другу генерацију, која се развије до половине јесени, а новоформирана имага презимљавају у истом стаблу и излазе наредног прољећа. Такође, могу презимљавати и у шумској стељи.



Слика 3. *Pityogenes chalcographus* (L.): ходнични систем
Figure 3. *Pityogenes chalcographus* (L.): tunnel system

Jurc, M. *et al.*, (2006) наводе да оснива двије сестринске генерације годишње, односно након сваког ројења. Ходници сестринске генерације су једноструки и без брачних коморица, те се по томе разликују од ходника основних генерација (Sittichaya, W., 2005), док Schwerdtfeger, E., (1929) наводи да шестозуби смрчин поткорњак оснива сестринске генерације продужењем материнских ходника основних генерација. Поред осмозубог смрчиног поткорњака ова врста је једна од најважнијих и највећих штеточина смрчевих шума у Европи. Са *Ips typographus* редовно ступа у градације, гдје напада горње дијелове стабла са тањом кором и дебље гране. Ријетко када може потпуно осушити и стабла већих димензија, углавном су у питању млађа физиолошки ослабљена стабла (доба младика или летвењака).

***Trypodendron lineatum* (Oliv.) – пругасти дрвенар**

Ова врста сипца дрвенара има тијело црне боје, и величине је 3-3,5 mm. Ноге, пипци и покриоца су жутосмеђе боје. Такође се на боковима покриоца пружају двије тамне уздужне пруге.

Подручје распрострањења ове врсте је Европа, Сибир, Мала Азија, Сјеверна Африка и Сјеверна Америка. Јавља се на врстама из родова *Picea*, *Abies*, *Pinus*, *Larix*.

У нашој као и другим земљама има двоструку генерацију. Са ројењем почиње раније од осталих врста, већ у марту или почетком априла, када је температура ваздуха око 15 °C. За размножавање бира физиолошки ослабљена или свјеже осушена стабла, лежавину на стовариштима као и пањеве једну до двије године након сјече (Park, J., Reid, M.L., 2007). Salom, S.M., McLean, J.A. (1991) наводе да активна дистанца лета може бити и до 1,5 km, иако то може имати негативне последице на репродукцију ове врсте због смањења количине липида у тијелу имага. Након проналаaska погодног стабла имага почињу са емитовањем снажног агрегационог феромона ((+)-lineatin (3,3,7-trimetil-2,9-dioksatriciklo [3.3.14,7]nonan) који привлачи имага оба пола у циљу размножавања. Према Borden, J.H. (1988), на квадратном метру површине коре може се наћи од 150 до 215 убушних отвора пругастог дрвенара. У погодном стаблу женка изграђује улазни ходник у којем се одвија копулација. По завршетку копулације она даље изгриза ходник до жељене дубине (најчешће 2 cm) а затим лијево и десно од улазног ходника, по году дрвета изгриза материнске ходнике. Изгризањем дубљих ходника пругасти дрвенар се штити од предатора. Са горње и доње стране материнских ходника налазе се јајне коморице у које женка положи 14-52 јајета. Мужјак приликом чишћења ходника избацује бијелу црвоточину, на основу које се може утврдити присуство ове врсте. Имага не напуштају одмах стабло већ се брину о одржавању култура у ходницима регулисањем влажности, а такође избацују ларвени измет. Ларве изгризају вертикалне ходнике, дужине 4-5 mm, а након развића се окрећу главом према материнском ходнику и прелазе у следећи стадијум. Стадијум лутке траје неколико дана након чега се јављају млада имага, која се задржавају још неко вријеме у ходницима и хране се гљивама, затим излазе и оснивају нову генерацију ширећи тако заразу и на остала стабла. У истом периоду могу се срести и

стара имага, која оснивају и сестринске генерације. Имага друге генерације развију се до почетка хладнијег периода и презимљавају у ходницима.

Пругасти дрвенар типична је секундарна техничка штеточина. Често се јавља у градацијама са *Ips typographus* и *Pityogenes chalcographus* када заједно причињавају огромне штете. Изгризањем ходника уништава дрвну масу, а гљиве својом црном скрамом уништавају околну здраво дрво.

3.2. Најзначајније паразитне гљиве које учествују у процесу сушења смрче на истраживаним локалитетима

***Heterobasidion parviporum* Niemelä & Korhonen**

Иако се раније сматрало да је *Heterobasidion annosum* јединствена врста, истраживања вршена у последњих 30 година, показују да је у питању би-поларни организам, те да су издвојене три врсте из ове гљиве: *H. annosum* (Fr.) Bref. (јавља се на бору), *H. parviporum* Niemelä & Korhonen (на смрчи), *H. abietinum* Niemelä & Korhonen (на јели). Кеча, Н. (2008) наводи да највећу патогеност испољава *H. annosum*, док се патогеност *H. parviporum* огледа у способности директног продирања у централни дио дебла и изазивањем трулежи (Караџић и сар., 2016). Тренутно је из овог рода описано 8 врста (*H. annosum*, *H. parviporum*, *H. abietinum*, *H. araucarie*, *H. insulare*, *H. pahangense*, *H. perplexum* и *H. rutilantiforme*). Јавља се на подручју Европе (осим у сјеверним регионима) Азије, Сјеверне Америке.

Примарну инфекцију и заразе остварују базидиоспоре преко свјежих површина, пањева након сјече, или преко рана на коријењу и стаблима. Производња спора зависи од релативне влажности и температуре ваздуха, које након расијавања могу бити транспортоване и до неколико километара, а према Redfern, D.B., Stenlid, J. (1998), ефективна дистанца износи 98–1255 m. Поткорњаци као и други инсекти који оштећују кору и коријење стабала могу бити веома важан вектор у ширењу *H. parviporum* јер оштећењем тих дијелова стабла стварају се потенцијална мјеста за улазак спора и мицелија које остварују инфекцију. Секундарна инфекција остварује се путем мицелија, приликом контакта здравог и зараженог коријења у земљишту. Висок садржај Са, као и висока рН вриједност земљишта, погодују развоју *H. parviporum* првенствено због недостатка антагонистичких гљива из родова *Trichoderma* и *Penicillium* (Schlenker, G., 1976; Korhonen, K., Stenlid, J., 1998). Pratt, J.E. et al. (1998), с друге стране, наводе да су ризици од инфекције и ширења патогена мањи у тресетним земљиштима, управо због мање рН вриједности и присуства више антагонистичких врста гљива. Пошумљавање смрче изван погодних еколошких услова, нарочито на некадашњим пољопривредним земљиштима, такође погодује развоју ове врсте патогена, због тога јер су таква земљишта тешка и збијена са непропусним слојем који увелико утиче на развој коријеновог система (Rennerfelt, E., 1946; Korhonen, & Stenlid, 1998; Sierota, 2013). Патогену такође погодују земљишта богата минералима са промјенљивим нивоом воде (Euler & Johansson, 1983). Korhonen, K., Stenlid, J. (1998) сматрају да је инцидентација болести од овог патогена на већим надморским висинама нижа

јер су другачији климатски фактори, а и краћи је вегетациони период.

H. parviporum првенствено и претежно деградира лигнин тако што се губи средња ламела између трахеида. Инфицирано дрво губи своју инхерентну снагу, драстично се скупља и пуца, и тада долази до распадања дрвних влакана.

Осипање четина, прорјеђена круна или потпуно осушено стабло су симптоми који се испољавају код млађих стабала заражених овим патогеном, док се код старијих испољавају у виду промјене боје појединих дијелова дрвета и који су уочљиви само након обарања стабала. У почетку трулеж је црвеномрке боје, затим се појављују уздужне бијеле пјеге са црним мрљама што је јасан знак да се ради о *H. parviporum*. Црне мрље временом нестају и остају само шупљине обложене бијелом навлаком. У крајњој фази, дрво се распада у прстенастим зонама у виду дугих тамних влакана. Код већине четинара трулеж се јавља у централном дијелу стабла (слика 4).

Код бијелог бора мицелија се пружа у зони камбијума и узрокује трулеж коријена и приданка стабла, а код смрче трулеж се пружа најчешће до висине 4,5 m (Tamminen, P., 1985), иако се некада може пружати и до 12 m због чега се гуде највреднији дијелови стабала. Заражена стабла се често изваљују под утицајем снијега или вјетра јер је коријенов систем ослабљен, и тада се могу уочити бројне карпофоре. Карпофоре су често неправилног облика, ширине и до 20 cm, са бјеличастим месом и тамносмеђим зонама таласастог облика на горњој страни.

Брзина пропадања дрвета је израженија у првим годинама, а према Vasiliauskas, R. (2001), у стаблима изнад 30 година старости трулеж се шири 15 cm годишње. Температурни распон у оквиру којег се гљива развија и остварује заразе је од +5 до +35 °C. Брзина ширења *H. parviporum* у земљишту зависи прије свега од станишта, састава шуме и својстава земљишта. У сјеверним умјереним регионима забиљежено је да се гљива просјечно годишње шири око 20-50 cm (Morrison, D.J., Redfern, D.B., 1994). Lygis, V. et al. (2004a), наводе да се од почетног мјеста инфекције гљива може ширити у пречнику од 50 m, и да се може задржати и по неколико деценија на истом станишту, остварајући заразе на свакој наредној генерацији. Штете које узрокује овај патоген огледају се у смањењу прираста заражених стабала, потпуном сушењу стабала, узроковању трулежи коријења и приданка због чега стабла постају неупотребљива.

Због великих штета и економских губитака неопходно је предузимати све мјере у циљу борбе против овог патогена. Главна превентивна мјера подразумијева спречавање уношења патогена у културе и састојине. Свјеже пањеве или мјеста озледа на стаблима неопходно је одмах заштити премазивањем препарата који спречавају развој ове гљиве. Премазивање се може вршити Бораксом, уреамом, ДОТ-ом и разним другим фунгицидима. Боракс утиче директно на метаболизам *H. annosum* (s. *parviporum*), а уреаме спречавају клијање спора (Johansson et al., 2002). Ипак најбољи резултати се добијају коришћењем суспензије спора гљиве *Phlebiopsis gigantea*, која својом мицелијом осваја исту површину и узрокује хифалне интерференције патогена. На бази

спора ове антагонистичке гљиве произведено је неколико препарата (PG suspension, Rotstop, Penofil) који се успјешно користе против *H. annosum* (s. *parviporum*) у четинарским шумама. Препарати се испоручују у течном или прашкастом стању, те се прије употребе разређују са водом у препорученом односу. Kärhä *et al.* (2018) наводе да приликом биолошке контроле и сузбијања *H. annosum*(s. *parviporum*) примјеном Rotstop и уреа није било значајнијих разлика између дјеловања обе врсте препарата.



Слика 4. *Heterobasidion parviporum* Niemelä & Korhonen:
штете и карпофоре на стаблима

Figure 4. *Heterobasidion parviporum* Niemelä & Korhonen:
damage and carpophores on trees

У Канади, Шведској и Данској уклањање пањева након сјече показало се као веома учинковита мјера за сузбијање ове врсте трулежнице у четинарским шумама (Cleary et al., 2013). Према Müller et al. (2007) остаци дебла и лежавина који су заражени са *H. annosum* и *H. parviporum* могу бити извор веће количине спора него свјеже посјечени заражени пањеви. Glavaš (1999) наводи да карпофоре не производе споре на температурама испод 0 °C, па се као мјера борбе препоручује сјеча током зиме. У Алпима гдје се састојинама јеле и смрче пребирно газдује, патогени рода *Heterobasidion* се убрајају у најважније патогене те категорије шума, јер пребирно газдовање са континуираним подмлађивањем одговара остварењу заразе секундарном инфекцијом (Gonthier et al., 2012).

***Armillaria ostoyae* (Romang.) Herink.**

Armillaria ostoyae (Romang.) Herink. је веома значајна врста патогена у четинарским шумама Европе. Распрострањена је широм Европе, Америке, Сјеверне, Јужне и Југоисточне Азије. Најчешће се јавља на врстама из родова *Picea*, *Abies*, *Pinus* и *Larix*.

Најчешће се јавља на стаблима која су физиолошки ослабљена предиспонирајућим биотичким или абиотичким факторима (градације инсеката, пожари, суша) узрокујући промјену боје четина, прорјеђеност крошње, трулеж коријена и на крају сушење стабала. Топле зиме и повећан број изразито сушних љетних периода погодују нападу *A. ostoyae* (Sturrock, R.N. et al., 2011). На коријену и приданку нападаних стабала долази до цурења смоле, а испод коре се може видјети лепезаста бијела скрама образована од мицелија гљиве. Такође се испод коре старијих стабала и на коријењу може видјети сплет црних ризоморфи, које некада могу обухватити цијело стабло у приданку.

Око заражених стабала или директно на њима се могу примјетити плоносна тијела (печурке) у току јесењих мјесеци. Шешир им је жутосмеђ покривен бројним љуспицама, у почетку конвексан затим раван. Дршка је жилава, смеђе боје са израженим прстеном. Печурке се могу употребљавати само када се добро прокувају.

Armillaria ostoyae узрокује трулеж коријена и приданка стабла због чега долази до смањења прираста и на крају до сушења стабала. Оштећења и економски губици које узрокује овај патоген могу бити веома значајни за газдовање шумама (Cleary, M.R. et al., 2013; Cruickshank, M.G. et al., 2011). У шумским културама, ова гљива се шири у облику концентричних кругова и захвата сва околна стабла, док су у природним састојинама заражена стабла разбацана на све стране (Караџић, Д. et al., 2011). Поред морталитета, патоген може изазвати хроничне инфекције у коријеновом систему домаћина, нарочито ако се домаћин својим одбрамбеним механизмима супротставља нападима. Такве инфекције могу трајати неколико година па чак и деценија и то без одсуства јасних симптома, што доводи до значајног смањења прираста.

Menéndez, R. (2007) и Evans, H. (2008) сматрају да предвиђене климатске промјене, могу значајно утицати на епидемиологију *Armillaria* врста,

тако да оне постану још штетније и агресивније. Дуготрајни сушни периоди и повећања температуре ће утицати на одбрамбену снагу дрвећа и њихово физиолошко стање које може бити веома важан фактор у контроли утицаја *Armillaria* врста на здравствено стање четинарских врста.

Стално присуство ове врсте патогена у шумама отежава његову контролу. Vasaitis, R. *et al.* (2008) су утврдили да се од неколико потенцијалних мјера контроле, уклањање пањева са инокулумом показало као најефикаснија. Иако је утрошак уклањања пањева висок, то је оправдано с обзиром на величину смањења инокулума и штета након пошумљавања. На мјестима гдје није могуће уклањање пањева пошумљавање треба извршити са неким отпорнијим врстама. Од осталих мјера препоручују се сјеча и извоз.

4. ЗАКЉУЧЦИ:

На основу проведених истраживања и добијених резултата, приказаних у овом раду, дошло се до следећих закључака:

- на подручју ШГ „Височник“ Хан Пијесак и ШГ „Романија“ Соколац регистровано је интензивно сушење смрче у заједницама које гради са осталим врстама дрвећа;
- од укупног броја премјерених стабала смрче на локалитетима истраживања, највећи проценат чине сува стабла 631(69,42%);
- веће учешће сувих стабала (77,20%) евидентирано је на подручју ШГ „Романија“ Соколац, а такође на подручју оба газдинства је евидентирано и веће учешће стабала са степеном сушења 1 (20,57%) у односу на степене сушења 2 и 3;
- на подручју ШГ „Височник“ регистровано је веће учешће стабала са степенима дефолијације 1 и 2, док је на подручју ШГ „Романија“ већи проценат стабала са степенима дефолијације 2 и 3, те је на овом подручју сушење смрче више изражено;
- осим смрче, на подручју Хан Пијеска сушењем је захваћен и бијели бор, док је на подручју Соколца, осим смрче, сушење регистровано и на јели;
- најзначајније штетне гљиве евидентирани на смрчи приликом истраживања су *Heterobasidion parviporum* и *Armillaria ostoyae*;
- најзначајнији штетни инсекти који имају велику улогу у процесу сушења смрче на подручју истраживања су *Ips typographus* (осмозуби смрчин поткорњак), и *Pityogenes chalcographus* (шестозуби смрчин поткорњак);
- осим поткорњака регистровано је и присуство сипца дрвенара *Trypodendron lineatum* који дјелује као техничка штеточина стабала;
- како би се избјегла већа нестабилност шумских екосистема и спријечиле градације поткорњака, у састојинама смрче неопходно је континуирано спровођење мониторинга здравственог стања, праћење стања популације поткорњака, затим провођење превентивно санитарних мјера с циљем редукције популације поткорњака у почетном стадијуму градације. Такође треба спроводити и остале превентивне мјере борбе као и све мјере заштите како би се очувале састојине које имају велики привредни и еколошки значај на овим подручјима.

ЛИТЕРАТУРА

- Andebrant, O., Schlyter, F., Birgersson, G. (1985): Intraspecific competition affecting parents and offspring in the bark beetle *Ips typographus*. *Oikos*. 45, 89-98.
- Annala, E. (1969): Influence of temperature upon the development and voltinism of *Ips typographus* L. (Coleoptera, Scolytidae). *Annales Zoologici Fennici*. 6, 161-207.
- Arthofer, W. (2005): Mitochondrial and Nuclear Markers for Analyzing the Phylogeography of *Pityogenes chalcographus* (Coleoptera, Scolytidae): Development, Applications and Pitfalls. Universität für Forstschutz, Department für Wald und Bodenwissenschaften. Dostoral thesis, p.121.
- Borden, J. H. (1988): The striped ambrosia beetle. In: Berryman, A. A. (ed.). Dynamics of Forest Insect Populations – Patterns, Causes, Implications. Plenum Press, New York. pp. 579-596.
- Byers, J.A., Birgersson, G., Löfqvist, J., Appelgren, M., Bergström, G. (1990): Isolation of pheromone synergists of a bark beetle, *Pityogenes chalcographus*, from complex insect-plant odours by fractionation and subtractive-combination bioassay *J. Chemical Ecology* 16: 861-876.
- Vasaitis, R., Stenlid, J., Thomsen, I. M., Barklund, P., Dahlberg, A. (2008): Stump removal to control root rot in forest stands: A literature review. *Silva Fennica*, 42, 457-483.
- Vasiliauskas, R. (2001): Damage to trees due to forestry operations and its pathological significance in temperate forests: a literature review. *Forestry* 74, 319-332.
- Vacek, S., Bílek, L., Schwarz, O., Hejzmanová, P., Mikeska, M. (2013): Effect of Air Pollution on the Health Status of Spruce Stands. *Mountain Research and Development*, 33(1) : 40-50.
- Vite, J. P., Bakke, A., Renwick, J. A. A. (1972): Pheromones in *Ips* (Coleoptera: Scolytidae): Occurrence and production, *Can. Entomol.* 104:1967-1975.
- Glavaš, M. (1999): Gljivične bolesti šumskog drveća. Sveučilišni udžbenik. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Poglavlje: *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.-truležnica korijena. p. 227. Zagreb Hrvatska.
- Gonthier, B., Brun, F., Lionne, G., Nicolotti, G. (2012): Modeling the incidence of *Heterobasidion annosum* butt rots and related economic losses in alpine mixed naturally regenerated forests or northern Italy. *Forest Pathology*. 42 (1), 57-68.
- Grégoire, J.C., Evans, H.F. (2004): Damage and control of BAWBILT organisms-an overview, p. 23, 24. IN: *Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, a Synthesis*. Edited by: Lieutier, F., Day, R., Battisti, A., Grégoire, J.C., Evans, H.F. London, UK Kluwer Academic Publisher, p. 569.
- Drekić, M., Poljaković Pajnik, L., Orlović, S., Kovačević, B., Vasić, V., Pilipović, A. (2014): Rezultati višegodišnjeg monitoringa stanja krošnji stabala. *Topola/Popular* №193/194 (2014): 23-35.
- Dutilleul, P., Nef, L., Frigon, D. (2000): Assessment the consequences of climate change for food and forest resources: a view from the IPCC. *Climate Change*, 70: 165-189.
- Evans, H. (2008): Increasing global trade and climate change: co-factors increasing the international movement and establishment of forest pests. In *FAO, Climate-related transboundary pests and diseases*, pp. 24-26. High Level Conference on World Food Security Background Paper HLC/08/BAK/4, Rome, FAO.
- Ellison, M.A., Gotelli, J.N., Farnsworth, J.E., Alpert, D.G. (2012): *A Field Guide to the Ants of New England*. Yale University Press, 2012.
- Ericsson, M., Neuvonen, S., Rojninen, H. (2008): *Ips typographus* (L.) attack on patches of felled trees: „Wind-felled“ vs. cut trees and the risk of subsequent mortality. *Forest Ecology and Management*. 225, 1336-1341.
- Euler, F., Johansson, M. (1983): Granens rottröta frodas i Norden [Incidence of root and butt rot in the Nordic countries]. Swedish University of Agricultural Sciences, Skogsakta 10, 6 pp. (In Swedish.).

- Jactel, H., Vodde, F. (2006): Prevalence of biotic and abiotic hazards in European forests, EFI Technical Report 66: 1-30.
- Johansson, S.M., Pratt, J.E., Asiegbu, F.O. (2002): Treatment of Norway spruce and Scots pine stumps with urea against the root and butt rot fungus *Heterobasidion annosum* - possible modes of action. *Forest Ecology and Management*, 157(1-3), pp. 87-100.
- Jurc, M., Perko, M., Džeroski, S., Demšar, D., Hrašovec, B. (2006): Spruce bark beetles (*Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*, Col.: Scolytidae) in the Dinaric mountain forests of Slovenia: Monitoring and modeling. *Ecological Modelling* 194 (2006), 219-226.
- Kapović, M., Keren, S. (2012): Osobine zemljišta pod kulturama smrče (*Picea abies* Karst.) u zapadnom dijelu Republike Srpske. *Glasnik Šumarskog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci*, 2012, br. 17, str. 17-32.
- Karacić, D., Михајловић, Љ., Милановић, С., Станивуковић, З. (2011): Приручник извештајне и дијагностичко прогнозне службе заштите шума. Универзитет у Бањој Луци Шумарски факултет. Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде - Агенција за шуме, Бања Лука. Република Српска. БиХ.
- Karadžić, D., Keča, N., Milenković, I., Milanović, S., Stanivuković, Z. (2016): Šumska mikologija. Univerzitet u Banjoj Luci Šumarski fakultet. Banja Luka. Republika Srpska. БиХ.
- Караџић, Д., Милановић, С., Ђургуз Голубовић, В. (2017): Узроци сушења смрче (*Picea abies* Karst.) на подручју парка природе „Голија“. Универзитет у Београду, Шумарски факултет. Београд.
- Kärhä, K., Koivusalo, V., Palander, T., Ronkanen, M. (2018): Treatment of *Picea abies* and *Pinus sylvestris* Stumps with Urea and *Phlebiopsis gigantea* for Control of *Heterobasidion*. *Forests* 2018, 9, 139.
- Keča, N. (2008): Identifikacija *Heterobasidion* vrsta u Srbiji i mogućnosti suzbijanja. *Biljni lekar*, XXXVI (1), 44-50. Београд.
- Korhonen, K., Stenlid, J. (1998): Biology. In: Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R & Hüttermann, A. (eds.). *Heterobasidion annosum: Biology, ecology, impact and control*. CAB International, ISBN 0 85199 275 7, pp. 43-70.
- Lobinger, G. (1994): Die Lufttemperatur als limitierender Faktor für Schwärmaktivität zweier rindenbrütender Fichtenborkenkäferarten, *Ips typographus* L. und *Pityogenes chalcographus* L. (Col., Scolytidae). *Anzeiger für Schädlingkunde*. 67(1), 14-17.
- Lygis, V., Vasiliauskas, R., Stenlid, J. (2004a): Planting *Betula pendula* on pine sites infested by *Heterobasidion annosum*: disease transfer, silvicultural evaluation and community of wood inhabiting fungi. *Can. J. For. Res.* 34, 120-130.
- Manion, P.D., (1991): *Tree disease concepts* (second edition) Prentice-Hall Inc., Engewood Cliffs, NJ, USA.
- Menéndez, R. (2007): How are insects responding to global warming? *Tijdschrift voor Entomologie*, 150: 355-365.
- Mihajlović, Lj., Stanivuković, Z. (2003): Masovna pojava potkornjaka u kulturama smrče i njihovo suzbijanje. Zbornik radova, Naučni skup sa međunarodnim učešćem Perspektive razvoja šumarstva Banja Luka 23-24. oktobar, 2003. godine. Univerzitet u Banjoj Luci Šumarski fakultet. Banja Luka. Republika Srpska. БиХ.
- Михајловић, Љ. (2015): Шумарска ентомологија. Уџбеник. Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд.
- Morrison, D.J., Redfern, D.B. (1994): Long term development of *Heterobasidion annosum* in basidiospores-infected Sitka spruce stumps. *Plant Pathol.* 43, 897-906.
- Müller, M.M., Heinonen, J., Korhonen, K. (2007): Occurrence of *Heterobasidion* basidiocarps on cull pieces of Norway spruce left on cutting areas and in mature spruce stands. *Forest Pathology*. 37, 374-386.
- Оршанић, М. (2001): Структурне особине и динамика šumskih sastojina obične smreke (*Picea abies*

- (L.) Karst.) na sjevernom Velebitu. Disertacija. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb. Hrvatska.
- Park, J., Reid, M. L., (2007): Distribution of a bark beetle, *Trypodendron lineatum*, in a harvested landscape. *Forest Ecology and Management* 242: 236-242.
- Pernek, M. (2000): Feromonske klopke u integralnoj zaštiti smrekovih šuma od potkornjaka. Rad Šumarskog instituta. Jastrebarsko. Hrvatska. 35(2): 89-100.
- Pratt, J.E., Shaw, C.G., Vollbrecht, G. (1998): Modelling disease development in forest stands. In: Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R & Hüttermann, A. (eds.). *Heterobasidion annosum*: Biology, ecology, impact and control. CAB International, ISBN 0 85199 275 7, pp. 213-233.
- Radulović, Z., Karadžić, D., Milenković, I., Lučić, A., Rakonjac, Lj., Miletić, Z., Pižurica, R. (2014): Declining of forests - biotic and abiotic stress. *Bulletin of the Faculty of Forestry: 71-88. University of Belgrade Faculty of Forestry. Belgrade.*
- Redfern, D.B., Stenlid, J. (1998): Spore dispersal and infection. In: Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R. & Hüttermann, A. (eds) *Heterobasidion annosum*: Biology, Ecology, Impact and Control. Wallingford: CAB International, pp. 105-124.
- Rennerfelt, E. (1946): Om rottröten (*Polyporus annosus* Fr.) i Sverige. Dess utbredning och sätt att uppträda. [On butt rot caused by *Polyporus annosus* in Sweden. Its distribution and mode of occurrence.] *Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut* 35(8), 1-88. (In Swedish with German summary.).
- Rosner, S., Führer, E. (2002): The significance of lenticels for successful *Pityogenes chalcographus* (Coleoptera, Scolytidae) invasion of Norway spruce trees [*Picea abies* (Pinaceae)]. *Trees*. 16, 497-503.
- Salom, S. M., McLean, J. A. (1991): Environmental influences on dispersal of *Trypodendron lineatum* (Coleoptera: Scolytidae). *Environmental Entomology* 20: 565-576.
- Sierota, Z. (2013): *Heterobasidion* root rot in forests of former agricultural land in Poland: Scale of treat and prevention. *Scientific Research and Essays*. 8 (47), 2298-2305.
- Sittichaya, W. (2005): Untersuchungen über das Geschwisterbrutverhalten des Kupferstechers, *Pityogenes chalcographus* L. (Col., Scolytidae). Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Forstentomologie, Forstpatologie und Forstschutz. Diploma thesis.
- Solberg, S., Aamlid, D., Tveito, E.O., Lystad, S. (2015): Increased needlefall and defoliation in Norway spruce induced by warm and dry weather. *Boreal Env. Res.* 20: 335-349.
- Станивуковић, З., Васиљевић, Р. (2018): Градација смрчених поткорњака на подручју Хан Пијеска. Гласник Шумарског факултета Универзитета у Бањој Луци 2018, бр.28, стр. 29-36.
- Stauffer, C., Leitinger, R., Simsek, Z., Schreiber, J.D., Führer, E. (1992): Allozyme variation among nine Austrian *Ips typographus* L. (Col., Scolytidae) populations. *J. Appl. Entomol.* 114, 17-25.
- Stauffer, C., Lakatos, F., Hewitt, G.M. (1999): Phylogeography and postglacial colonization routes of *Ips typographus* L. (Coleoptera, Scolytidae). *Mol. Ecol.* 8, 763-773.
- Sturrock, R. N., Frankel, S. J., Brown, A. V., Hennon, P. E., Kliejunas, J. T., Lewis, K. J., Woods, A. J. (2011): Climate change and forest diseases. *Plant Pathology*, 60, 133-149.
- Schlenker, G. (1976): Einflüsse des Standorts und der Bestandesverhältnisse auf die Rotfäule (Kernfäule) der Fichte. [The effects of site and stand factors on butt rot of spruce]. In: *Der Wurzelschwamm (Fomes annosus) und die Rotfäule der Fichte (Picea abies). Forstwissenschaftliche Forschungen, Beihefte zum Forstwissenschaftlichen Centralblatt*, 36. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, pp. 47-57
- Schroeder, L.M., Lindelöw, A. (2002): Attacks on living spruce trees by the bark beetle *Ips typographus* (Coleoptera, Scolytidae) following a storm-felling: a comparison between stands with and without removal of wind-felled trees. *Agricultural and Forest Entomology*. 4, 47-56.
- Schroeder, L.M. (2013): Monitoring of *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus* influence

- of trapping site and surrounding landscape on catches. *Agricultural and Forest Entomology*. 15, 113-119.
- Schwerdtfeger, E. (1929): Ein Beitrag zur Fortpflanzungsbiologie des Borkenkäfers *Pityogenes chalcographus* L. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 15, 335-427.
- Tamminen, P. (1985): Butt rot in Norway spruce in southern Finland. *Communicationes instituti forestalia Fennica* 127, 1-52.
- Fabiánek, P., Hellebrandová, K., Čapek, M. (2012): Monitoring of defoliation in forest stands of the Czech Republic and its comparison with results of defoliation monitoring in other European countries. *JOURNAL OF FOREST SCIENCE*, 58, 2012 (5): 193–202.
- Faccoli, M., (2002): Winter mortality in sub-corticolous populations of *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytidae) and its parasitoids in the south-eastern Alps. *Journal of Pest Science*. 75, 62-68.
- Fora, C.G., Lauer, K.F., Damianov, S., (2007): Research the Biology of the Pest *Pityogenes chalcographus* L. (Coleoptera, Scolytidae) in the Nadrag-Padeş Area (Timiş County). *Research Journal of Agricultural Science*. 39 (1), 431-438.
- Francke, W., (1977): 2-Ethyl-1,6-dioxaspirol[4,4]nonane, Principal aggregation pheromone of *Pityogenes chalcographus* L. *Naturwissenschaften* 64: 590-591.
- Funke, W., Petershagen, M. (1991): Zur Orientierung und zur Flugaktivität von *Ips typographus* L. und *Trypodendron lineatum* Ol. (Scolytidae). In: Wulf, A., Kehr, R., (Eds.), *Borkenkäfer- Gefahren nach Sturmschäden: Möglichkeiten und Grenzen einer integrierten Bekämpfung*. Mitt. Biol. Bundesanst. Landw. Forstw., Berlin, vol. 267, 94–100.
- Hlásny, T., Sitková, Z. (2010): Spruce forests decline in the Beskids. National Forest Centre – Forest Research Institute Zvolen & Czech University of Life Sciences Prague & Forestry and Game Management Research Institute Jíloviště – Strnady. Zvolen 2010, 182 p.
- Hrašovec, B., Kasumović, L., Franjević, M., (2011): Prezimljavanje smrekovog pisara (*Ips typographus* L.) u smrekovim šumama sjevernog Velebita. *Croatian Journal of Forest Engineering*. 32. 211-222.
- Cleary, M.R., Arhipova, N., Morrison, D.J., Thomsen, I.M., Sturrock, R.N., Vasaitis, R., Gaitnieks, T., Stenlid, J., (2013): Stump removal to control root disease in Canada and Scandinavia: A synthesis of results from long term trials. *Forest Ecology and Management*. 290, 5-14.
- Cruickshank, M. G., Morrison, D. J., Lalumière, A., (2011): Site, plot, and individual tree yield reduction of interior Douglas-fir associated with non-lethal infection by *Armillaria* root disease in southern British Columbia. *Forest Ecology and Management*, 261, 297–307.
- Wermelinger, B. (2004): Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* - a review of recent research. *Forest Ecology and Management* 202 (2004) 67–82.
- (2016): Катастар шума и шумског земљишта у Републици Српској, стање 31. децембра 2016. године, ЈПШ „Шуме Републике Српске“ а.д. Соколац.

THE MOST SIGNIFICANT BIOTIC HARMFUL AGENTS AND THEIR INFLUENCE ON THE INTENSITY OF SPRUCE (*Picea abies* Karst.) DIEBACK ON THE ROMANIAN PLATEAU

Zoran Stanivuković
Ranko Vasiljević

Summary

Spruce is a very important species in the forest growing stock and communities it builds on the Romanian Plateau. The intense dieback of spruce recorded in the area of Han Pijesak and Sokolac has resulted from the impact of harmful biotic factors, primarily harmful insects (*Ips typographus* L., *Pityogenes chalcographus* L.) and parasitic fungi (*Heterobasidion parviporum*, *Armillaria ostoyae*). Adverse abiotic factors, above all drought, act as contributory factors whose effects lead to the physiological weakening of trees that become susceptible to the attack of harmful biotic factors. The activity of bark beetles results in intensified physiological weakening of trees, which makes them susceptible to the attack of parasitic fungi that can decay the most valuable parts of trees and thus lead to the dieback of trees and destruction of wood. Numerous factors affect the health state of spruce. These factors can lead to its dieback and consequently diminish its importance. However, timely diagnosis of harmful factors and prognosis of potential danger and damage can significantly contribute to its timely protection.

