

ПРИЛОГ ПОЗНАВАЊУ ОДУМИРАЊА ВРХОВА СМРЧЕ (“TOP DYING”) У ШУМАМА СРБИЈЕ И ЦРНЕ ГОРЕ

АЛЕКСАНДАР ВЕМИЋ¹ИВАН МИЛЕНКОВИЋ^{1,2}

Извод: Појава одумирања врхова стабала смрче сложен је поремећај који још увек није у потпуности објашњен. Као основни узрочник сматра се комплексан физиолошки поремећај стабала, изазван неадекватним временским условима у зимском периоду године, као и сушни и топлотни стрес. Приликом мониторинга здравственог стања стабала смрче, присуство појаве сушења врхова стабала утврђено је у различитим шумама Србије и Црне Горе. У раду су приказани симптоми сушења врхова и најчешћи абиотички и биотички узрочници. Такође, приказана је повезаност између абиотичких узрочника сушења врхова стабала смрче и појаве одређених врста паразитских гљива на овим стаблима. На основу добијених резултата може се закључити да на процесе сушења врхова стабала смрче у истраживаним шумским комплексима готово увек истовремено утиче више фактора, без обзира на то који од њих је доминантан.

Кључне речи: *Picea abies*, сушење врхова смрче, симптоми сушења, патогене гљиве

CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF TOP DYING OF NORWAY SPRUCE IN THE FORESTS OF SERBIA AND MONTENEGRO

Abstract: The occurrence of top dying of Norway spruce trees is a serious disturbance not fully explained yet. A complex physiological disorder of trees caused by inadequate winter weather conditions is considered the principal cause, besides the drought and heat stress. Monitoring of the health condition of spruce trees confirmed the occurrence of tree top dying in different forests of Serbia and Montenegro. This paper presents the symptoms of top dying and the most common abiotic and biotic agents. Furthermore, we explained the link between abiotic agents and the occurrence of parasitic fungi on these trees. Based on these results, it can be concluded that the process of spruce top dying in domestic forests is nearly always influenced by several factors, regardless of the fact which factor is the principal one.

Keywords: *Picea abies*, top dying of Norway spruce, dying symptoms, pathogenic fungi

1. УВОД

Болест „одумирања врха“ смрче се углавном појављује на обичној смрчи (*Picea abies* Karst.) и представља сложен физиолошки поремећај, који је најчешће присутан на средњедобним и старијим стаблима (Phillips, D.H., Burdekin, D.A., 1992). Осим на обичној смрчи, одумирање врха констатова-

¹ др Александар Вемич; истраживач-ириравник; Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд;

^{1,2} др Иван Миленковић, доцент, Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд; Excellent Senior Researcher Mendel University, Phytophthora Research Centre, Brno, Czech Republic

но је и на плавој смрчи (*Picea glauca* Voss.) и оморици (*Picea omorika* (Pančić) Purkyně) (Murray, J.S. 1957; Redfern, D.B. *et al.*, 1985), али са мањим значајем него на обичној смрчи (Phillips, D.H., Burdekin, D.A., 1992).

Почетна истраживања ове појаве повезала су је са штетним абиотичким факторима, који се деле на факторе који условљавају појаву и факторе који убрзавају појаву одумирања врхова смрче (Phillips, D.H., 1962; 1965; 1967; Burdekin, D.A., 1968). Фактори који условљавају одумирање врхова смрче, према Phillips, D.H., 1965; 1967; благе су и топле зиме, које утичу на смањење раста у наредној сезони. Фактори који убрзавају одумирање врхова, према Phillips, D.H. 1965; 1967; јављају се после појаве смањења раста стабала у наредној сезони и укључују прореде и уклањање ивица састојина, које су извршене у састојинама са овако физиолошки ослабелим стаблима. Уколико дође до уланчавања утицаја условљавајућег фактора и убрзавајућих фактора, долази до појаве одумирања врхова смрче (Phillips, D.H. 1965; 1967). Даљим истраживањима показано је да негативни утицај климе на висински раст стабала има за последицу појаву ове болести (Diamandis, S. 1979a), односно, сукцесију штетног утицаја благих зима и сушног лета (Diamandis, S. 1979c), што је, донекле, у сагласности са истраживањима Phillips, D.H. (1965; 1967). При томе, уочљива је разлика у степену влажности четина на врху избојка у односу на четине на дну што упућује на закључак да недостатак влаге не може бити једини узрочник одумирања врха (Diamandis, S., 1978c). Слични симптоми одумирања стабала примећени су и доказани код стабала са оштећеним кореном (Liss, B. *et al.*, 1984). Такође, Liss, B. *et al.* 1984. указали су на могућност да је загађење ваздуха један од узрочника одумирања врхова смрче. Ипак, неки аутори наводе само екстремне температуре и суше, као узрочнике одумирања врхова стабала (Solberg, S. *et al.*, 1991; 1994; Barklund, P., Wahlstrøm, K. 1994; Wahlstrøm, K., Barklund, P. 1995 цит. Hentschel, R. *et al.*, 2014). Solberg, S. (2004) наводи само сушни стрес у летњем периоду као основу за појаву сушења крошње и одумирања врхова стабала. Осим абиотичких фактора који утичу на појаву одумирања врха, утврђено је да одређени фактори не утичу на ову појаву као што је утицај озона (Leverenz, J. *et al.*, 1999).

Такође, почетна истраживања ове појаве су укључивала и испитивање утицаја биотичких фактора, у првом реду гљиве *Rhizosphaera kalkhoffii* Bubák (Went, J.C., 1948; 1949; Peace, T.R., Murray, J.S. 1956; Murray, J.S. 1957; Diamandis, S. 1978a,b,c; 1979b). Симптоми одумирања врха били су типични као у ранијим истраживањима и присутни у већем делу ареала смрче, при чему је њихова појава посебно значајна у западној и северној Европи (Diamandis, S., 1978a). Детаљније испитивање ових симптома показало је да стабла захваћена одумирањем врха пролазе кроз четири фазе пре потпуног сушења односно морталитета стабала (Diamandis, S., 1978a). Почетни симптоми одумирања врха укључују дисколорацију четина од врха, па на доле, и то оних на врху избојка, при чему се обезбојавање такође појављује на старијим четинама (Diamandis, S., 1978a). Степен захваћености стабала са одумирањем врха има велики значај за развој симптома (Diamandis, S. 1978a). Код јако захваћених стабала симптоми дисколорације четина јављају

се у лето и почетком јесени, док се код мало захваћених стабала симптоми дисколорације четина јављају у зиму и пролеће (Diamandis, S. 1978a). Значајан диверзитет врста гљива, од којих неке припадају паразитима је изолован из оваквих ткива укључујући *Coniothyrium fuckelii* Sacc., *Phomopsis conorum* (Sacc.) Died., *Seimatosporium* spp., *Sirococcus strobilinus* Preuss., *Aureobasidium pullulans* (de Bary) Arn. и *Epicoccum purpurascens* Kunze ex Schltdl. (Diamandis, S. 1978b). Ипак, покушаји изолације врсте *Rhizosphaera kalkhoffii* као и значајнијих паразитских гљива из четина у почетним фазама сушења показали су одсуство значајнијег утицаја паразитских гљива на дисколорацију четина приликом одумирања врхова стабала (Diamandis, S. 1978b). Резултати су у сагласности са претходним истраживањима, која су показала да се *Rhizosphaera kalkhoffii* показала слабо патогеном у првобитним истраживањима њеног утицаја на сушење смрче (Went, J.C. 1948, 1949, Murray, J.S. 1957). Такође, примена фунгицида није дала резултате у контроли болести, што је додатни аргумент за одсуство паразитских гљива у симптоматичним четинама (Diamandis, S. 1978b). Осим тога, врста *Rhizosphaera kalkhoffii* изолована из врхова смрче најбоље се развијала на температури 18 °C, док су остале температуре, а нарочито веће од 24 °C, деловале негативно на раст гљиве (Diamandis, S. 1979b).

Нова истраживања овај проблем повезују са другим симптомима сушења смрче и истражују као последицу различитих абиотичких и биотичких узрочника сушења стабала, али у првом реду климатских промена (Kharuk, V.I. et al., 2016; Krejza, J. et al., 2020). Оштећења крошње стабла смрче услед климатских промена су делимично повезана са оштећењем кореновог система (Klavina, D. et al., 2016). Ова оштећења корена се манифестују смањењем броја финих коренових длачица и повећање броја врста сапрофитских врста гљива у оштећеним састојинама (Klavina, D. et al., 2016). Један од разлога за потребом интензивнијих истраживања сушења смрче је тај што се ова врста сматра најугроженијом комерцијалном врстом дрвета у Централној Европи (Krejza, J. et al., 2020).

Осим типичних симптома одумирања врхова стабала смрче, слични симптоми сушења врха се јављају као последица утицаја паразитских гљива. Сушење врхова смрче код млађих стабала се у новије време приписује паразитским гљивама *Gremmeniella abietina* (Lagerb.) Morelet и *Phomopsis* spp. и представља фазу у сушењу комплетног стабла (Barklund, P., Rowe, J., 1981; Børja, I. et al., 2006). Сушење врхова смрче као почетни симптом сушења је такође последица утицаја паразитске гљиве *Heterobasidion annosum* complex *sensu lato* односно посебно издвојене врсте *Heterobasidion parviporum* Brefeld (Woodward, S. et al., 1998; Карацић, Д., 2010). Врста *Neonectria fuckeliana* (C. Booth) Castl. & Rossman која изазива рак ране на стаблима је повезивана као један од узрочника сушења врха смрче што ипак није у потпуности доказано узимајући у обзир њену слабу патогеност и спор развој рак-рана (Pettersson, M. et al., 2018).

Одумирање врхова смрче негативно утиче на густину дрвета, транспорт воде и активност стома (Hentschel, R. et al., 2014). Такође, осим негативног

утицаја одумирања врха на стабла, оно се такође негативно одражава и на диверзитет врста лишајева на кори услед поремећеног транспорта воде кроз стабло и смањење влажности коре (Hauk, M. *et al.*, 2000).

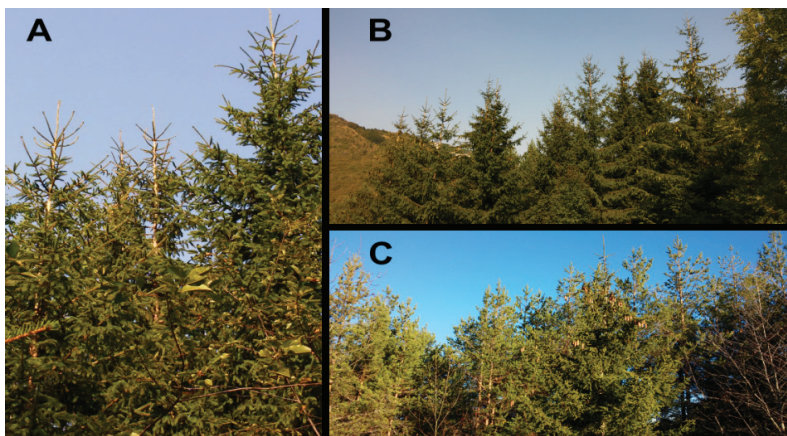
Појава све већег броја стабала смрче са одумирањем врхова у шумама Србије и Црне Горе условљава потребу за истраживањима појаве на овом делу њеног ареала. Ипак, пре почетка нових истраживања неопходно је приказати досадашња научна сазнања из овог још увек недовољно истраженог проблема сушења смрче. На основу тога се могу дефинисати нови правци истраживања ове проблематике у домаћој литератури.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Извршен је преглед већих природних шума са стаблима смрче, као и вештачки подигнуте састојине и примешана стабла, укључујући НП „Дурмитор“, НП „Биоградска Гора“, НП „Тара“, Пивска планина, Војник, Ивица, као и већина газдинских јединица у Црној Гори са вегетацијом смрче и др. Мониторинг је вршен у периоду 2017-2019. године, два пута годишње. "Мониторинг је обухватио преглед здравственог стања стабала, са посебном пажњом на симптоме одумирања врха. Сви сакупљени узорци симптоматичног дрвног супстрата транспортовани су у лабораторију за идентификацију потенцијалних патогена."

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

Симптоми одумирања врхова стабала смрче јасно су видљиви и присутни у различитим шумама Србије и Црне Горе (слика 1). Симптоми су уочљиви у горњој трећини крошње (слика 1). Симптоми су констатовани на свим испитиваним локалитетима, при чему су више присутни на појединачним стаблима или групама стабала (слика 1).



Слика 1. Састојина смрче захваћена одумирањем врхова стабала: А-С симптоми одумирања врха смрче (ГЈ „Бијела Војник“)

Figure 1 Norway spruce stand affected by top dying: А-С symptoms of top dying of Norway spruce (MU Bijela Vojnik)

Састојине код којих су стабла била изоложена абиотичким и оштећењима, као и оне са прекинутим склопом, биле су више угрожене од појаве одумирања врха стабала. У шумама Србије и Црне Горе је присутан велики број паразитских гљива које могу довести до даљег индиректног уланчавања штета. У наставку (табела 1, слика 2 и слика 3) је приказан списан најчешћих паразитских и сапрофитских гљива на смрчи у шумама Србије и Црне Горе према Караџић, Д. 2010; Karadžić, D. *et al.*, 2016, који су их проучавали и које су, такође, констатоване на стаблима са појавом одумирања врха.

Табела 1. Гљиве констатоване на смрчи, према Караџић, Д. (2010) и Karadžić, D. *et al.* (2016)

Table 1 Fungi found on Norway spruce according to Karađžić, D. (2010) and Karadžić, D. *et al.* (2016)

Врста гљиве / Fungus species	Тип оштећења / Damage type	Значај / Significance
<i>Armillaria ostoyae</i> (Romagn.) Herink	Трулеж корена и приданка	+++
<i>Gemmamyces piceae</i> (Borthw.) Casagr.	Некроза пупољака	++
<i>Chrysomyxa abietis</i> (Wallr.) Unger	Рђа четина	++
<i>Chrysomyxa pirolata</i> Wint.	Рђа шишарица	++
<i>Climacocystis borealis</i> (Fr.) Kotl. & Pouzar	Трулеж дебла	++
<i>Exidia pythia</i> (Alb. & Schwein.) Fr.	Сапрофит на мртвом или оштећеном дрвету	++
<i>Fomitopsis pinicola</i> (Sw.) P. Karst.	Трулеж дебла	+++
<i>Fusarium spp.</i>	Полегање поника	++
<i>Gloeophyllum spp.*</i>	Трулеж дебла	++
<i>Herpotrichia juniperi</i> (Duby) Petr.	Некроза и сушење („црна паучинавост“) четина	++
<i>Heterobasidion parviporum</i> Brefeld	Трулеж корена и приданка	+++
<i>Lirula macrospora</i> (Hartig) Darker	Некроза четина	++
<i>Lophodermium piceae</i> (Fuckel) Höhn.	Некроза четина	++
<i>Pestalotia hartigi</i> Tub.	Некроза стабала младих биљака	++
<i>Phacidium infestans</i> P. Karst.	Некроза четина	++
<i>Postia caesia</i> (Schrad.) P. Karst.	Трулеж дебла	++
<i>Postia fragilis</i> (Fr.) Jülich	Трулеж дебла	++
<i>Pythium debaryanum</i> Hesse	Полегање и трулеж поника	++
<i>Rhizina undulata</i> Fr.	Трулеж корена	++
<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn	Полегање и трулеж поника	++
<i>Rhizosphaera kalkhoffii</i> Bubák	Некроза четина	++
<i>Rutstroemia bulgarioides</i> (Rabenh.) P.Karst.	Некроза шишарица	+

<i>Stereum sanguinolentum</i> (Alb. & Schwein.) Fr.	Трулеж дебла	++
<i>Tiarosporella parca</i> (Berk. & Broome), Whitney, Reid & Pirozynski	Некроза четина	++

Напомена:

+ врсте имају мали значај као проузроковачи болести

++ врсте имају умерен значај као проузроковачи болести

+++ врсте имају велики значај као проузроковачи болести

* врсте констатоване на сувим и оштећеним стаблима у одмаклим фазама сушења врха

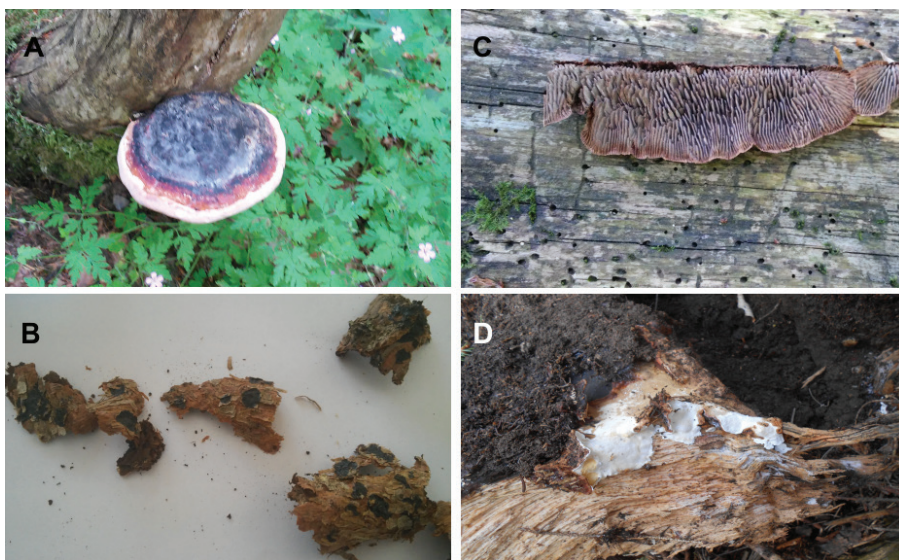


Слика 2. Неке констатоване гљиве на стабима смрче са одумрлим врхом:
Armillaria ostoyae - А - плодносна тела, В - ризоморфе на стаблу смрче са кога је
уклоњена кора, *Gremmeniella abietina* - С аскоспоре

Figure 2 Some of found Fungi on Spruce Trees with Top Dying:
Armillaria melea - А - Fruit bodies, В - Rhizomorphs on the Stem of Spruce from which
the Bark has been removed; *Gremmeniella abietina* - С - Ascospores

Такође, због губитка коре услед одумирања врха, могуће је очекивати и директно уланчавање штета услед појаве различитих гљива у оваквом супстрату. Vasiliauskas, V. et al. (1996) наводе *Amylostereum areolatum* (Chail. ex Fr.) Boidin, *Amylostereum chailletii* (Pers.) Boidin, *Cylindrobasidium evolvens* (Fr.) Jülich, *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref., *Hypholoma fasciculare* (Huds. ex Fr.) Kummer., *Peniophora incarnata* (Pers.) P. Karst, *Peniophora pithya* (Pers.) J. Erikss., *Sistotrema brinkmannii* (Bres.) J. Erikss., *Stereum sanguinolentum* Rehill & B.K. Bakshi, *Ascocoryne* spp., *Nectria fuckeliana* Booth, *Ophiostoma* spp. и неидентификован род класе *Basidiomycetes* на стаблима смрче са оштећеном кором. Време оштећења стабала је у корелацији са појавом различитих врста

гљива у оштећеним стаблима (Vasiliuskas, R., Stenlid, J., 1998). На тај начин је утврђено да се већина гљива трулежница појављује у оштећењима насталим у зимском периоду док су се трахеомикозе појављивале у оштећењима насталим у летњем периоду (Vasiliuskas, R., Stenlid, J., 1998). Сматрамо да ови резултати имају значај приликом истраживања одумирања врха смрче, јер се на тај начин може предвидети начин сукцесије различитих врста гљива у зависности од времена појаве одумирања врха.



Слика 3. Неке констатоване гљиве на смрчи на стаблима са одумирањем врха наставак: A-*Fomitopsis pinicola*, B-*Exidia pythia*, C-*Gloeophyllum sepiarium*, D-*Heterobasidion parviporum*

Figure 3 Some fungi found on Norway spruce trees affected by top dying continued: A-*Fomitopsis pinicola*, B-*Exidia pythia*, C-*Gloeophyllum sepiarium*, D-*Heterobasidion parviporum*

У састојинама смрче честе су извале, настале услед трулежи корена, лова или извала и на тај начин представљају погодан материјал за насељавање поткорњака (Grodzki, W. 2010; Караџић, Д. *et al.*, 2017). На тај начин се такође повећава потенцијал за улачавање штета на стаблима захваћеним одумирањем врха.

У састојинама смрче одређени значај за уланчавање штета имају и аеро-загађења, негативан антропогени утицај и претходни начин газдовања шумама (Караџић, Д. *et al.*, 2017). Узимајући у обзир да се одумирање врхова стабала смрче делимично дешава управо због ових фактора, потребно је више пажње посветити њиховој појави.

Мере заштите од одумирања врха стабала смрче нису потпуно познате (Phillips, D.H., Burdekin, D.A., 1992). Препоручује се избегавање већих прореда и уклањање стабала са ивица састојине у годинама после благе зиме

(Phillips, D.H., Burdekin, D.A., 1992). Секундарни узрочници, као што је врста *Rhizosphaera kalkhoffii*, могу се третирати бакарним фунгицидима два пута годишње (Sinclair, W.A., Lyon, H.H., 2005).

У домаћим шумама појава одумирања врха стабала смрче представља растући проблем. Појава сушења врха присутна је у различитим састојинама смрче и потребна су даља истраживања из више дисциплина, која се односе на утицај станишних услова састојина и избор оптималних станишта, која значајно умањују појаву одумирања врхова стабала.

4. ЗАКЉУЧАК

У раду су приказани симптоми одумирања врха стабала смрче, као и најважнија истраживања везана за ову проблематику. Преглед ових резултата омогућиће даља истраживања у домаћим шумама, али и спречавање даљих штета. На основу ових резултата закључци се могу приказати на следећи начин:

- најпотпуније објашњење представља да је одумирање врхова смрче проузроковано комбинацијом штетних абиотичких фактора. Топле зиме су основни фактор који условљавају појаву одумирања врха која је различитог интензитета у зависности од присуства и интензитета других штетних абиотичких фактора у летњем периоду следеће године, а од којих су најважније екстремне температуре и суша;
- поједини аутори наводе оштећења корена и аерозагађење, као један од узрочника одумирања врха смрче;
- поједини аутори истичу само значај екстремних суша за појаву одумирања врха, међутим, узимајући у обзир релативно присуство овог негативног фактора у различитим шумама и неравномерну појаву одумирања врхова, сматрамо да се ово не може прихватити као потпуно објашњење;
- паразитске гљиве нису примарни узрочник појаве одумирања врха стабала смрче. Поједине врсте гљива у почетку доводе до појаве сличних симптома. Међутим, овакви симптоми најчешће су ограничени на сушење четина које спорије опадају са стабала него услед типичног одумирања врха. Наведени симптоми сушења касније се шире на цело стабло, што је друга значајна разлика у односу на типично одумирање врха;
- појава одређених врсте гљива повезана је са оштећењима коре смрче. Због тога постоји основ за претпоставку да ове врсте гљива могу имати значај у уланчавању штета на стаблима где је губитак коре повезан са одумирањем врха стабала;
- препорука за превенцију и смањење штета услед одумирања врха стабала је да се избегава веће уклањање стабала у шумама у годинама после благих зима. Штетни људски фактори могу значајно допринети уланчавању штета. Због тога је потребно посветити више пажње контроли ових фактора.

- Barklund, P., Rowe, J. (1981): *Gremmeniella abietina* (*Scleroderris lagerbergii*), a primary parasite in a Norway spruce die-back, Forest pathology, *δp.* 11(1-2). *стр.* 97-108.
- Børja, I., Solheim, H., Hietala, A.M., Fossdal, C. G. (2006): Top shoot dieback on Norway spruce seedlings associated with *Gremmeniella* and *Phomopsis*, NIBIO Brage, Norsk Institutt for Skogforskning. *стр.* 37-42.
- Burdekin, D.A. (1968): Top Dying of Norway Spruce, Rep. For. Res. 1968, 109 Forestry Commision, London.
- Diamandis, S. (1978a): "Top-dying" of Norway spruce, *Picea abies* (L.) Karst. with special reference to *Rhizosphaera kalkhoffii* Bubák I. Development of foliar symptoms, European Journal of Forest Pathology, *δp.* 8 (5-6). *стр.* 337-345.
- Diamandis, S. (1978b): "Top-dying" of Norway spruce, *Picea abies* (L.) Karst. with special reference to *Rhizosphaera kalkhoffii* Bubák II. Status of *R. kalkhoffii* in "top-dying" of Norway spruce, European Journal of Forest Pathology, *δp.* 8(5-6). *стр.* 345-356.
- Diamandis, S. (1978c): "Top-dying" of Norway spruce, *Picea abies* (L.) Karst. with special reference to *Rhizosphaera kalkhoffii* Bubák III. Moisture content of current and second year needles of Norway spruce, European Journal of Forest Pathology, *δp.* 8(5-6). *стр.* 357-361.
- Diamandis, S. (1979a): "Top-dying" of Norway spruce, *Picea abies* (L.) Karst., with special reference to *Rhizosphaera kalkhoffii* Bubák IV. "Top-dying" of Norway spruce and climate, European Journal of Forest Pathology, *δp.* 9(2). *стр.* 78-88.
- Diamandis, S. (1979b): "Top-dying" of Norway spruce, *Picea abies* (L.) Karst., with special reference to *Rhizosphaera kalkhoffii* Bubák V. Optimum conditions for diameter growth of *Rhizosphaera kalkhoffii*, European Journal of Forest Pathology, *δp.* 9(3-4). *стр.* 175-183.
- Diamandis, S. (1979c): "Top-dying" of Norway spruce, *Picea abies* (L.) Karst., with special reference to *Rhizosphaera kalkhoffii* Bubák VI. Evidence related to the primary cause of "top-dying", European Journal of Forest Pathology, *δp.* 9(3-4). *стр.* 183-191.
- Grodzki, W. (2010): The decline of Norway spruce *Picea abies* (L.) Karst. stands in Beskid Śląski and Żywiecki: theoretical concept and reality, Beskydy, *δp.* 3 (1). *стр.* 19-26.
- Hauck, M., Jung, R., Runge, M. (2000): Does Water-Holding Capacity of Bark Have an Influence on Lichen Performance in Dieback-Affected Spruce Forests?, The Lichenologist *δp.* 32(04). *стр.* 407-409.
- Hentschel, R., Rosner, S., Kayler, Z.E., Andreassen, K., Børja, I., Solberg, S., Tveito, O.E., Priesack, E., Gessler A. (2014): Norway spruce physiological and anatomical predisposition to dieback, Forest Ecology and Management, *δp.* 322. *стр.* 27-36.
- Караџић, Д. (2010): Шумска фитопатологија, Универзитет у Београду, Шумарски факултет Београд.
- Караџић, Д., Милановић, С., Голубивић Ђургуз, В. (2017): Узроци сушења смрче (*Picea abies* Karst.) на подручју Парка природе „Голија“, Универзитет у Београду, Шумарски факултет Београд.
- Karadžić, D., Keča, N., Milenković, I., Milanović, S., Stanivuković, S. (2016): Šumska mikologija, Univerzitet u Banjoj Luci, Šumarski fakultet Banja Luka.
- Kharuk, V.I., Im, S.T., Dvinskaya, M.L. (2016): Decline of spruce (*Picea abies*) in forests of Belarus, Russian Journal of Ecology, *δp.* 47(3). *стр.* 241-248.
- Klavina, D., Menkis, A., Gaitnieks, T., Velmala, S., Lazdins, A., Rajala, T., Pennanen, T. (2016): Analysis of Norway spruce dieback phenomenon in Latvia – a belowground perspective, Scandinavian Journal of Forest Research, *δp.* 31(2). *стр.* 156-165.
- Krejza, J., Cienciala, E., Světlík, J., Bellan, M., Noyer, E., Horáček, P., Štěpánek, P., Marek, M.V. (2020): Evidence of climate-induced stress of Norway spruce along elevation gradient preceding the current dieback in Central Europe, Trees, *δp.* 34(4), doi.org/10.1007/s00468-020-02022-6.

- Leverenz, J.W., Paludin-Müller G., Saxe, H. (1999): Response to three seasons of elevated ozone in the progeny of healthy and unhealthy Norway spruce trees from a plantation with the 'top dying' syndrome, *New Phytol.*, 8p. 142(2). стр. 259-270.
- Liss, B., Blaschke, H., Schutt, P. (1984): Vergleichende Feinwurzeluntersuchungen an gesunden und erkrankten Altfichten auf zwei Standorten in Bayern ein Beitrag zur Waldsterbensforschung, *European Journal of Forest Pathology* (са апстрактком и резимеом на енглеском језику), 8p. 14(2). стр. 90-102.
- Murray, J.S. (1957): Top dying of Norway spruce in Great Britain, Forestry Commission, London.
- Peace, T.R., Murray, J.S., (1956): Top Dying of Norway Spruce. Rep. For. Res. 1956, Forestry Commission, London.
- Pettersson M., Talgø V., Frampton J., Karlsson B., Rönnerberg, J. (2018): Pathogenicity of *Neonectria fuckeliana* on Norway Spruce Clones in Sweden and Potential Management Strategies, *Forests*, 8p. 9(3), 105; <https://doi.org/10.3390/f9030105>.
- Phillips, D.H. (1962): Top Dying of Norway Spruce, Rep. For. Res. 1962, 64, Forestry Commission London.
- Phillips, D.H. (1965): Forest pathology, Rep. Forest Res. London 1964. стр. 57-60.
- Phillips, D.H. (1967): Forest pathology, Rep. Forest Res. London 1966. стр. 70-74.
- Phillips, D.H., Burdekin, D.A. (1992): Diseases of forest and ornamental trees, The Macmillan Press LTD, London and Basingstoke, (second edition).
- Redfern, D.B., Gregory, S.C., Pratt, J.E. (1985): In Pathology, Rep. For. Res. Edin. 1985. стр. 33-36.
- Sinclair, W.A., Lyon, H.H. (2005): Diseases of Trees and Shrubs second edition, Cornell University Press, Ithaca.
- Solberg, S., (2004): Summer drought: a driver for crown condition and mortality of Norway spruce in Norway, *Forest Pathology*, 8p. 34(2). стр. 93-104.
- Vasiliuskas, V., Stenlid, J. (1998): Fungi inhabiting stems of *Picea abies* in a managed stand in Lithuania, *Forest Ecology and Management*, 8p. 109(1-3). стр. 119-126.
- Vasiliuskas, V., Stenlid, J., Johansson, M. (1996): Fungi in bark peeling wounds of *Picea abies* in central Sweden, *European Journal of Forest pathology*, 8p. 26(6). стр. 285-296.
- Went, J.C. (1948): Verslag van de onderzoekingen over de iepenziekte en andere boomziekten 1947, Meded. Iepenizektecomite, Baarn, 43.
- Went, J.C. (1949): Verslag over 1948. Meded. Iepenizektecomite, Baarn, 44.
- Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R., Hüttermann, A. (1998): *Heterobasidion annosum* – Biology, Ecology, Impact and Control, CAB International, Wallingford, Oxon, UK.

CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF TOP DYING OF NORWAY SPRUCE IN THE FORESTS OF SERBIA AND MONTENEGRO

*Aleksandar Vemić
Ivan Milenković*

Monitoring of the tree health condition in forests of Serbia and Montenegro revealed an increasing number of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) trees affected by top dying. This paper summarises research relating to the factors that induce top dying of Norway spruce so as to properly prevent and minimise its occurrence in forests of Serbia and Montenegro. The most acceptable theory is that top dying is caused by mild winters and stimulated by additional stress (drought stress or extreme temperatures). Some authors highlight the role of drought stress as the principal cause of top dying. Damage to the root system, air pollution, climate change, etc., are also considered factors that contribute to the occurrence of top dying. Some parasitic fungi as *Rhizosphaera kalkhoffii* and *Nectria*

fuckeliana are not the primary cause of top dying. A relatively wide diversity of fungi were isolated from bark stripping wounds. They should be considered a potential factor in the chain of damage inflicted to the trees affected by top dying. Therefore, the diversity of fungi associated with top dying should be further investigated. Prevention of top dying should include avoidance of heavy thinnings and removal of side shelter in the years following mild winters.