

РАЗВОЈ ГЉИВЕ *Hymenoscyphus fraxineus* НА БЕЛОМ ЈАСЕНУ (*Fraxinus excelsior* L.) У ЕКСТРЕМНО НЕПОВОЉНИМ СТАНИШНИМ УСЛОВИМА У ЦРНОЈ ГОРИ

АЛЕКСАНДАР ВЕМИЋ¹

Извод: Сушење јасена у Европи отвара велики број питања око начина даље заштите и уређивања ових шума. Од посебног значаја је истраживање ове појаве у шумама посебне намене. Циљ истраживања био је испитивање развоја симптома инфекције гљивом *Hymenoscyphus fraxineus*, на младим стаблима белог јасена, у екстремно неповољним еколошким условима. Експеримент је укључио инокулацију младих стабала врстом *Hymenoscyphus fraxineus* и праћење развоја некроза и сушења, у зависности од различитих карактеристика стабала. Развој некроза у хоризонталном и вертикалном правцу био је сличан на стаблима, у распону 5-11 година. Развој некроза на стаблима био је повезан са интензивним сушењем крошње. Добијени резултати омогућавају примену нових мера заштите, које се заснивају на познавању начина сушења у оваквим еколошким условима.

Кључне речи: јасен, *Hymenoscyphus fraxineus*, сушење стабала, некрозе

DEVELOPMENT OF *Hymenoscyphus fraxineus* FUNGUS ON COMMON ASH (*Fraxinus excelsior* L.) IN EXTREMELY UNFAVOURABLE SITE CONDITIONS IN MONTENEGRO

Abstract: Ash dieback in Europe has raised a range of questions related to the protection and management of these forests. Of particular importance is the study of this occurrence in special purpose forests. The research aims to investigate how symptoms of the infection caused by *Hymenoscyphus fraxineus* develop on young common Ash trees grown in extremely unfavourable environmental conditions. The experiment involved young tree inoculation with *Hymenoscyphus fraxineus* species and monitoring the development of necrosis and dieback relative to different tree characteristics. Trees aged 5-11 years had a similar horizontal and vertical direction of necrosis development. The occurrence of necrosis was associated with intensive crown dieback. The obtained results enable the application of new protection strategies based on knowledge about the patterns of dieback in such environmental conditions.

Keywords: Ash, *Hymenoscyphus fraxineus*, dieback trees, necrosis

1. УВОД

Почетак појаве симптома сушења јасенова у Европи забележен је крајем 20. века. Ова појава, у почетку није била потпуно објашњена и приписивана је утицају различитих гљива (Przybył, К., 2002). За главног био-

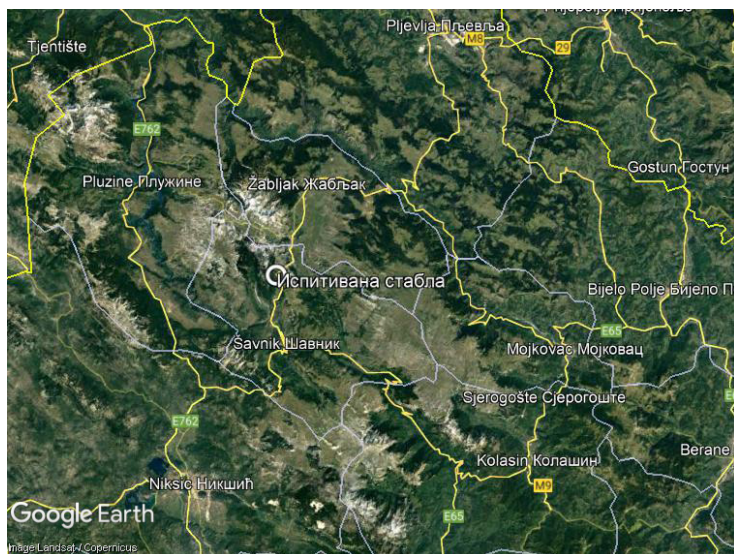
¹ др Александар Вемич, научни сарадник, Универзитет у Београду Шумарски факултет Београд

тичког узрочника појаве сушења сматра се гљива *Hymenoscyphus fraxineus* (Kowalski, T., Holdenrieder, O., 2009; Bakys, R. *et al.*, 2009; Gross, A. *et al.*, 2014). Гљива је позната по своме несавршеном стадијуму *Chalara fraxinea* (Kowalski, T., 2006). Ова врста званично је констатована и у Црној Гори (Milenković, I. *et al.*, 2017). До сада су извршена различита истраживања овог патогена, али су многе ствари остале неразјашњене, нарочито о последицама штета од ове гљиве. Осим различитих облика привредних шума, од посебног значаја су и шуме посебне намене. Овакве шуме имају другачије еколошке карактеристике и у складу са тиме захтевају другачији узгојни третман (Krstić, M., 2008).

Због интензивног ширења патогена и штета које изазивају на различитим стаништима белог јасена, спроведена истраживања су била усмерена ка експерименталном испитивању појава штета у шумама посебне намене, у подкатегорији састојина у екстремно неповољним станишним условима. Циљ истраживања су сазнања која омогућавају бољу заштиту и унапређење стања ових шума, које имају посебан заштитно-регулаторни значај.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Одабрани локалитет истраживања представља Грабовица (слика 1), на којем се налази састојина белог јасена, на стрмом, неприступачном терену ($43^{\circ}02'32''N$, $19^{\circ}04'46''E$), поред шумских тунела, и као таква има заштитну улогу. Састојина припада ГЈ „Комарница- Драгишница“, земљиште је детерминисано као плитка црница, на падини, деградирано и на израженом једром кречњаку.



Слика 1. Локација истраживања (<http://www.Google Earth>)

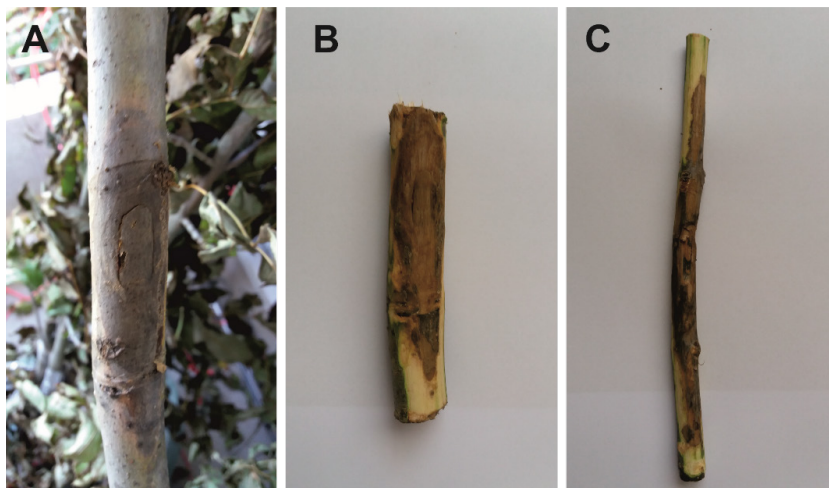
Figure 1 Research area (<http://www.Google Earth>)

Испитивање утицаја гљиве на сушење младих стабала у неповољним условима извршено је постављањем теста патогености. За истраживање је одабрано 15 младих стабала белог јасена (*Fraxinus excelsior* L.), старости 5-11 година. Стабла су била витална и без других оштећења. Од одабраних стабала 10 стабала је инокулисано изолатом гљиве *Hymenoscyphus fraxineus*, а 5 стабала је инокулисано стерилисаном хранљивом подлогом. Тест патогености инокулацијом гљивом под кору постављен је коришћењем стандардне методологије у сличним истраживањима (Kowalski, T., Holdenrieder, O., 2009; Bakys, R. *et al.*, 2009; Diminić, D. *et al.*, 2017; Karadžić, D. *et al.*, 2019; Vemić, A. *et al.*, 2019). Оглед је завршен после 74 дана, када су се на свим стаблима појавили симптоми сушења. После завршеног огледа, инокулисана стабла сечена су у нивоу кореновог врата и транспортована до лабораторије, где су измерене дужине и ширине некроза. Старост стабала одређена је бројањем година, у нивоу кореновог врата, под лупом увећања 10х.

За тестирање повезаности између старости стабала и дужине некротичних лезија, као и за тестирање повезаности између старости стабала и ширине некротичних лезија коришћена је Спирманова корелација ранга. За тестирање повезаности између појаве сушења крошње стабала и појаве некроза примењен је Фишеров егзактни тест. Статистичке анализе су извршене коришћењем софтвера SPSS 26.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

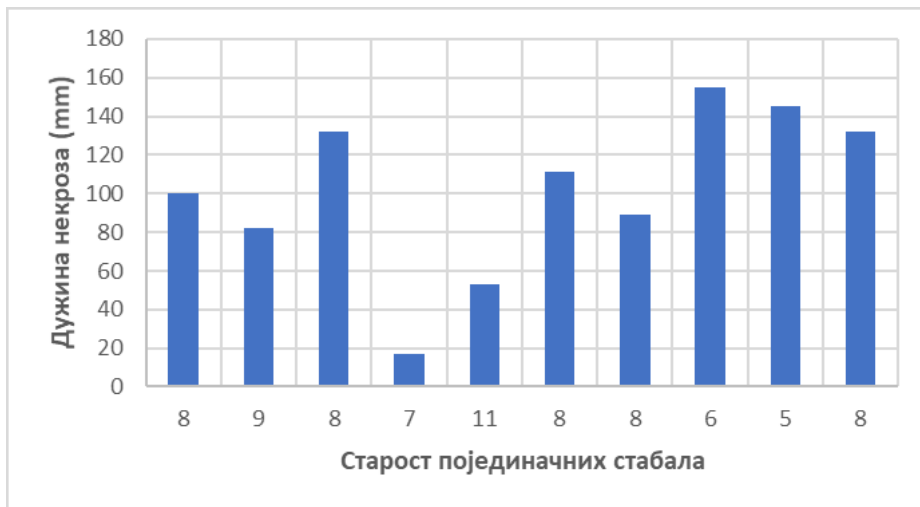
Стабла инокулисана гљивом показала су изражене некротичне лезије на крају огледа (слика 2).



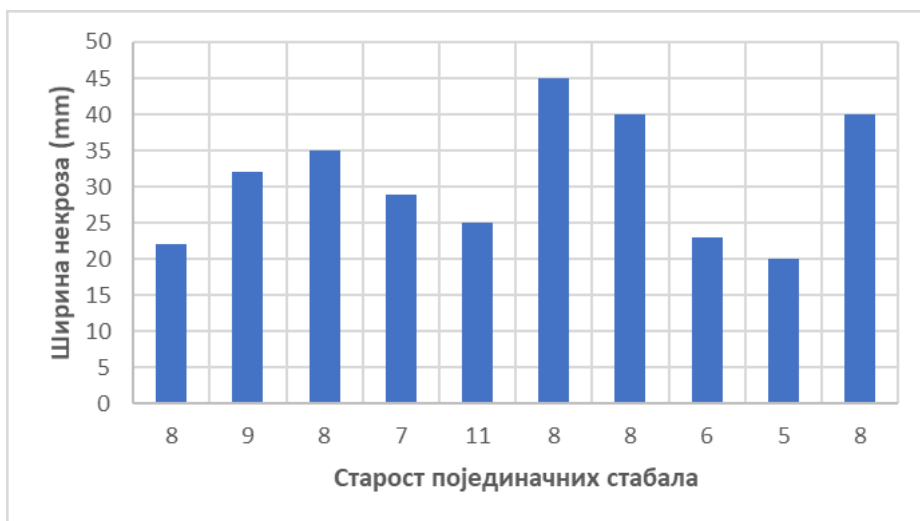
Слика 2. Појава некроза на инокулисаним стаблима А – развој испод коре на терену, В-С – појединачни приказ

Figure 2 Occurrence of necrosis on inoculated trees A – development under bark in field, B-C – single view

Утврђено је да није постојала статистички значајна повезаност између старости стабала и дужине некроза ($r_s = -0,564$; $p = 0,089$), као ни између старости стабала и ширине некроза ($r_s = 0,383$; $0,275$), на екстремно неповољном станишту. За стабла код којих је дошло до развоја некроза забележена је статистички значајна појава сушења крошње, у односу на контролна стабла која нису развила некрозе ($p = 0,002$). Димензије некротичних лезија приказане су на графикама 1 и 2.



Графикон 1. Дужина некроза на појединачним стаблима различите старости
Graph 1 Length of necroses on single trees of different age



Графикон 2. Ширина некроза на појединачним стаблима различите старости
Graph 2 Width of necroses on single trees of different age

Овим истраживањем приказан је развој врсте *Hymenoscyphus fraxineus* на младим стаблима у састојинама са израженом заштитном функцијом. Наведена истраживања до сада су била ретка у домаћој и страниј литератури. Резултати показују да се некрозе брзо шире и да су оваква стабла показала сличан ток сушења. Наведена стабла су због слабијих еколошких услова имала мање развијен хабитус. На тај начин су резултати у складу са истраживањима Васек, Z. *et al.* (2017), који су утврдили да су симптоми сушења јако изражени на потиштеним и мањим стаблима, нарочито оним са слабо развијеном крошњом.

Различити фактори, као што су висина стабала, бонитет, мешовитост и диверзитет других врста, значајно су утицали на висине штета на стаблима (Navrdová, L. *et al.*, 2017). Спроведено истраживање у шумама посебне намене са израженом заштитном функцијом, показало је да су сва стабла, у малом распону старости, показала сличан развој процеса сушења. Истраживања страних аутора показују да су симптоми заразе већи у запуштеним састојинама, као последица недостатка адекватних мера (Вакус, R. *et al.*, 2013). Са друге стране, већи диверзитет врста на станишту доводи до смањења интензитета сушења (Matisonе, I. *et al.*, 2019). Пошто се у шумама посебне намене различите карактеристике састојина, са различитим обрастом и мањим или већим диверзитетом дрвенастих врста, регулишу на другачији начин него у привредним шумама (Krstić, M., 2008), вероватно је да је развој болести у овим условима неодређенији. Развој некроза изазваних овом гљивом показује одређене специфичности. Некротичне лезије се развијају током целе године, међутим њихова највећа активност је у току летњих месеци (Bengtsson, S. B. K. *et al.*, 2014). Нашим истраживањем је такође утврђен брз развој некротичних лезија после инокулације у току летњих месеци. Ипак, сматрамо да последице оваквог начина развоја болести имају већи значај на стаблима у шумама посебне намене у неповољним станишним условима из разлога што су стабла у оваквим условима често изузета од одговарајућих узгојних мера (Krstić, M., 2008). Напредак сушења младих стабала у различитим састојинама може бити додатно стимулисан појавом других патогена у првом реду врста из рода *Phytophthora* (Milenković, I. *et al.*, 2018). Због тога сматрамо да би мере заштите од напада ове гљиве у шумама посебне намене требале да буду интензивније и усмерене на проналажења стратегија заштите управо младих и неразвијених стабала.

Према Skovsgaard, J. P. *et al.* (2017), најбољи начин да се изврше мере заштите у одређеним станишним условима је праћење тока развоја болести и, на основу тога, примена правилног избора неге и заштите. На основу добијених резултата у овом раду, могу се побољшати мере заштите састојина од напада врсте *Hymenoscyphus fraxineus*, на стаништима која се налазе у екстремно неповољним условима. Одређеним конвенционалним мерама заштите треба дати предности у оваквим условима. У првом реду, треба примењивати све конвенционалне мере заштите, које се користе у расадницима (Kirisits, T. *et al.*, 2012) и односе се на редукцију инокулума кроз уклањање

опалог лишћа (Danquah, W.B., Costanzo, S., 2013). Такође, мере заштите на оваквим стаништима, у нашим шумама, треба да буду усмерене на стимулисање раста различитих старосних група стабала јасена и других врста дрвећа. У том смислу, препоручене мере односе се на одабир и подстицање раста отпорнијих стабала, одабраних на основу одређених карактеристика хабитуса, као што су раније листање (McKinney, L.V. *et al.*, 2011) и раније старење и опадање лишћа (McKinney, L.V. *et al.*, 2011; 2014).

4. ЗАКЉУЧАК

На основу спроведених истраживања развоја симптома инфекције гљивом *Hymenoscyphus fraxineus*, на младим стаблима белог јасена, у екстремно неповољним еколошким условима на подручју Црне Горе, добијени су следећи закључци:

- стабла у распону старости од 5 до 11 година показала су исти напредак сушења, односно није било статистички значајне повезаности између старости стабала и дужине или ширине некроза;
- развој некроза на зараженим стаблима утицао је на сушење крошње, због чега је квалитет ових стабала додатно умањен, а тиме и њихов потенцијал за обезбеђење заштитне функције састојина на стаништима у екстремно неповољним условима;
- велики број предложених мера заштите састојина јасена треба да буде прилагођен функцијама шума посебне намене. На основу добијених резултата предлаже се давање предности одређеним мерама заштите, у правцу смањења извора инокулума за даље инфекције, као и селекција стабала одређених карактеристика хабитуса, првенствено оних која раније листају и одбацују лишће.

Напомена: Министарство просвете, науке и технолошкој развоја финансира научноистраживачки рад Универзитета у Београду, Шумарској факултета у 2022. години на основу Уговора о реализацији евиденциони број 451-03-9/2022-14200169.

ЛИТЕРАТУРА

- Bakys, R., Vasaitis, R., Barklund, P., Thomsen, I.M., Stenlid, J. (2009): Occurrence and pathogenicity of fungi in necrotic and non-symptomatic shoots of declining common ash (*Fraxinus excelsior*) in Sweden. *European Journal of Forest Research*. No. 128(1). pp. 51-60
- Bakys, R., Vasaitis, R., Skovsgaard, J.P. (2013): Patterns and Severity of Crown Dieback in Young Even-Aged Stands of European Ash (*Fraxinus excelsior* L.) in Relation to Stand Density, Bud Flushing Phenotype, and Season. *Plant Protection Science*, No. 49(3). pp. 120-126
- Bengtsson, S.B.K., Barklund, P., von Brömssen, C., Stenlid, J. (2014): Seasonal Pattern of Lesion Development in Diseased *Fraxinus excelsior* Infected by *Hymenoscyphus pseudoalbidus*. *PLoS One*, No. 9(4), pp. e76429

- Danquah, W.B., Costanzo, S. (2013): New pest response guidelines. Ash dieback (teleomorph: *Hymenoscyphus pseudoalbidus*; anamorph: *Chalara fraxinea*). USDA Animal and Plant Health Inspection Service, Plant Protection and Quarantine Report No. 2013-01 (5). pp. 1-108
- Diminić, D., Kajba, D., Milotić, M., Andrić, I., Kranjec, J. (2017): Susceptibility of *Fraxinus angustifolia* clones to *Hymenoscyphus fraxineus* in Lowland Croatia. *Baltic Forestry*, No. 23(1). pp. 233-243
- Gross, A., Holdenrieder, O., Pautasso, M., Queloz, V., Sieber, T.N. (2014): *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, the causal agent of European ash dieback. *Molecular Plant Pathology*. No. 15(1). pp. 5-21
- Havrdová, L., Zahradník, D., Romportl, D., Pešková, V., Černý, K. (2017): Environmental and Silvicultural Characteristics Influencing the Extent of Ash Dieback in Forest Stands, *Baltic Forestry*. No. 23(1). pp. 168-182
- Karadžić, D., Radulović, Z., Sikora, K., Stanivuković Z., Golubović Ćurguz, V., Oszako, T., Milenković, I. (2019): Characterisation and pathogenicity of *Cryphonectria parasitica* on sweet chestnut and sessile oak trees in Serbia. *Plant Protect. Science*. No. 55(3). pp. 191-201
- Kirisits, T., Freinschlag, C. (2012): Ash dieback caused by *Hymenoscyphus pseudoalbidus* in a seed plantation of *Fraxinus excelsior* in Austria. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development*, No. 4. pp. 184-191.
- Kowalski, T. (2006): *Chalara fraxinea* sp. nov. associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland, *Forest Pathology*, 6p. 36(4), стр. 264-270.
- Kowalski, T., Holdenrieder, O. (2009): Pathogenicity of *Chalara fraxinea*. *Forest Pathology*. No. 39(1). pp. 1-7.
- Krstić, M. (2008): Gajenje šuma posebne namene. Autorizovana skripta. Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Beograd. str. 1-135.
- Matisone, I., Matisons, R., Jansons, A. (2019): Health Condition of European Ash in Young Stands of Diverse Composition. *Baltic Forestry*. No. 25(1). pp. 59-62.
- McKinney, L.V., Nielsen, L.R., Collinge, D.B., Thomsen, I.M., Hansen, J.K., Kjær, E.D. (2014): The ash dieback crisis: genetic variation in resistance can prove a long-term solution. *Plant Pathology*, No. 63(3), pp. 485-499.
- McKinney, L.V., Nielsen, L.R., Hansen, J.K., Kjær, E.D. (2011): Presence of natural genetic resistance in *Fraxinus excelsior* (Oleraceae) to *Chalara fraxinea* (Ascomycota): an emerging infectious disease. *Heredity*. No. 106(5). pp. 788-797.
- Milenković, I., Jung, T., Stanivuković, Z., Karadžić, D. (2017): First report of *Hymenoscyphus fraxineus* on *Fraxinus excelsior* in Montenegro. *Forest Pathology*. No. 47(5). pp. e12359.
- Milenković, I., Keča, N., Karadžić, D., Nowakowska J.A., Oszako, T., Sikora, K., Tkaczyk, M. (2018): Interaction between *Hymenoscyphus fraxineus* and *Phytophthora* species on young *Fraxinus excelsior* seedlings. *Forestry Chronicle*. No. 94(2). pp. 135-139.
- Przybył, K. (2002): Fungi associated with necrotic apical parts of *Fraxinus excelsior* shoots. *Forest Pathology*. No. 32(6). pp. 387-394.
- Skovsgaard, J.P., Wilhelm, G.J., Thomsen, I.M., Metzler, B., Kirisits, T., Havrdova, L., Enderle, R., Dobrowolska, D., Cleary, M., Clark, J. (2017): Silvicultural strategies for *Fraxinus excelsior* in response to dieback caused by *Hymenoscyphus fraxineus*. *Forestry*. No. 90(4). pp. 455-472.
- Vacek, Z., Vacek, S., Bulušek, D., Podrázský, V., Remeš, J., Král, J., Putalov, T. (2017): Effect of fungal pathogens and climatic factors on production, biodiversity and health status of ash mountain forests. *Dendrobiology*, No. 77. pp. 161-175.
- Vemić, A., Tomšovský, M., Jung, T., Milenković, I. (2019): Pathogenicity of fungi associated with ash dieback symptoms of one-year-old *Fraxinus excelsior* in Montenegro. *Forest pathology*, No. 49(5). pp. e12539.

DEVELOPMENT OF *Hymenoscyphus fraxineus* FUNGUS ON COMMON ASH
(*Fraxinus excelsior* L.) IN EXTREMELY UNFAVOURABLE SITE CONDITIONS
IN MONTENEGRO

Aleksandar Vemić

Summary

This paper deals with the issue of ash dieback occurring in common ash (*Fraxinus excelsior*) trees grown in extremely unfavourable site conditions. Special-purpose forests and protective forests as their subcategory should be among protection priorities due to their non-production ecological role. These stands usually lack proper management despite their significant role in site protection. The research results show that necrotic lesions caused by *Hymenoscyphus fraxineus* had similar progress on the trees aged 5-11. The development of necrotic lesions was associated with tree crown dieback. Based on the results showing that the fungus causes loss of ecological functions of trees grown in extremely unfavourable site conditions, it is obvious that protection strategies must be adapted and improved. A wide range of protection strategies to control ash dieback has been proposed. In these conditions, the best practice involves the application of measures based on the reduction of inoculum level. Furthermore, trees with adequate characteristics, such as early flushing and early leaf fall should be favoured and selected.