

AKUTNO ODUMIRANJE HRASTOVA (AOH) – NOVA KOMPLEKSNA BOLEST NA HRASTU CRNIKI (*Quercus ilex* L.) I MOGUĆNOSTI ŠIRENJA NA OSTALE VRSTE HRASTOVA U HRVATSKOJ

ACUTE OAK DECLINE (AOD) NEW COMPLEX DISEASE ON HOLM OAK (*Quercus ilex* L.) AND POSSIBILITIES OF SPREAD ON OTHER OAK SPECIES IN CROATIA

Milan PERNEK¹, Marta KOVAČ^{1*}, Andrija JUKIĆ¹, Tomislav DUBRAVAC¹, Nikola LACKOVIĆ², Carrie BRADY³

SAŽETAK

U radu se prikazuje pregled dosadašnjih saznanja o Akutnom odumiranju hrastova (AOH), u svijetu opisanom kao AOD (Acute oak decline). Ova polimikrobna bolest je nedavno otkrivena u Hrvatskoj (2021. godine) na poluotoku Pelegrin (otok Hvar), gdje se na stablima hrasta crnike zadnjih nekoliko godina javljaju tipični simptomi: sušenje vrhova krošnje koje prate uzdužne raspukline kore, gdje istodobno ispod kore dolazi do odumiranja tkiva u obliku crnih nekroza. U kasnijoj fazi javljaju se i tekleline te se vide izlazne rupe kukaca, a stablo nakon 3-4 godine odumire. Bolest se širi sa stabla na stablo, a krajnja posljedica je masovno sušenje. Uzročnici odumiranja tkiva pod korom su patogene bakterije *Brenneria godwinii*, *Gibbsiella quercinecans* i *Lonsdalea britannica*, a njihovi mogući prijenosnici su krasnici *Agrilus sulcicollis* i *A. olivicolor*. AOH je do sada opisana u Ujedinjenom kraljevstvu, Latviji, Španjolskoj, Iranu i Švicarskoj. Važnost prvog nalaza AOH u Hrvatskoj je što hrast crnika kao autohtona vrsta ima posebno značenje za Mediteranske šume, a k tome su po prvi puta nađene i vrste krasnika koje do sada nisu potvrđene kao vektori AOH. Posebno se naglašava rizik prijelaza AOH na kontinentalne šume hrasta lužnjaka i kitnjaka, jer za razliku od svih dosadašnjih nalaza AOH u svijetu, lužnjakove i kitnjakove šume u Hrvatskoj su jedine koje su već godinama izložene napadima hrastove mrežaste stjenice (*Corythucha arcuata*). Moguća kombinacija hrastove mrežaste stjenice i AOH mogla bi biti iznimno opasna. Stoga se naglašava promptna primjena mjera zaštite, posebice preventivnih te važnost znanstvenih istraživanja.

KLJUČNE RIJEČI: hrast lužnjak, hrast kitnjak, *Quercus* spp., *Agrilus sulcicollis*, *Agrilus olivicolor*, *Agrilus biguttatus*, klimatske promjene

UVOD INTRODUCTION

Kronično odumiranje hrastova je sindrom u kojem više negativnih čimbenika često simultano svojim djelovanjem

prouzrokuje sušenje kroz dugo razdoblje. Ovaj fenomen poznat kao „umiranje hrastovih šuma“ poznat je više desetljeća u Hrvatskoj i razlikuje se od akutnog odumiranja, prilikom kojeg dolazi do brzog odumiranja s vrlo specifič-

¹ Dr.sc. Milan Pernek, Dr.sc. Marta Kovač, Andrija Jukić, mag. ing. silv., Dr.sc. Tomislav Dubravac, Hrvatski šumarski institut, Zavod za zaštitu šuma i lovno gospodarstvo, Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko

² Dr.sc. Nikola Lacković, Antuna Mihanovića 3, 10450 Jastrebarsko

³ Dr. Carrie Brady, University of the West of England Coldharbour Lane Frenchay, Bristol BS16 1QY, United Kingdom

*Corresponding: Marta Kovač; martam@sumins.hr

nim simptomima, djelovanjem određenih negativnih čimbenika. Akutno odumiranje stabala hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) prvi je puta zamijećeno na poluotoku Pelegrinu (otok Hvar), gdje su se još 2019. godine sušila pojedinačna stabla, kao i grupe stabala. Prvo se javlja sušenje vrhova krošnje praćene uzdužnim raspuklinama kore i lezije, a ispod kore dolazi to odumiranja tkiva kambja i ksilema u obliku crnih nekroza, za koje je utvrđeno da su im uzročnici tri vrste patogenih bakterija: *Brenneria godwinii*, *Gibbsiella quercinecans* i *Lonsdalea britannica* (Pernek i sur. 2022). U kasnijoj fazi bolesti javljaju se i tekline uz koje se vide izlazne rupe kukaca. Kukci su mogući prijenosnici bakterija, a za sada su nađene dvije vrste krasnika (Coleoptera, Buprestidae): *Agilus sulcicolis* Lacord. i *A. olivicolor* Kiesw. Ova polimikrobna bolest je potpuno nova kompleksna bolest hrastova u Hrvatskoj za koju predlažemo naziv „Akutno odumiranje hrastova“ (AOH), od engleske izvedenice „Acute oak decline“ (AOD) (Denman i sur., 2014). Širenje AOH na području Mediterana je izgledno, ali njegovo šire-

nje na kontinentalne šume hrastova nije isključeno s obzirom da su lužnjak (*Q. robur* Matt.) i kitnjak (*Q. petraea* L.) glavni domaćini (Denman i sur., 2014).

U ovom radu prezentira se pregled saznanja koja postoje o AOH, o pojavama i štetama na hrastovima u europskim razmjerima, o dosadašnjim saznanjima, te o načinu širenja. Cilj je upozoriti na rizike širenja u Hrvatskoj te dati prijedlog mjera koje treba poduzeti kako bi se ono spriječilo, posebice iz smjera Mediterana na kontinent, a posljedice napada ublažile.

ŠTO JE AOH? WHAT IS AOD?

AOH je polimikrobna bolest povezana s jakim napadom dendropatogenih bakterija koje izazivaju nekrozu tkiva pod korom, pri čemu dolazi do raspada provodnog sustava ksilema i floema. Stabla obično odumiru 3–4 godine od pojave prvih simptoma. AOH je prvi puta opisana u Ujedinjenom



Slika 1. Simptomi „Akutnog odumiranja hrastova“ a) lezije i uzdužne raspukline na kori hrastova b) odumiranje finih grana na vrhu krošnje c) crne nekroze pod korom hrastova d) tekline na kori e) izlazne rupe krasnika f) terminalna faza i odumiranje stabla

Figure 1. Symptoms of “Acute oak decline” a) lesions and longitudinal cracks in the oak bark b) dieback of fine branches at the top of the crown c) black necrosis under the oak bark d) swollen lesions on the bark e) exit holes of beetles f) terminal phase and tree death

kraljevstvu u 80-tim godinama 20-tog stoljeća, a nakon toga potvrđena je u Latviji, Španjolskoj, Iranu i Švicarskoj (Brady i sur., 2016, Brady i Cottingho, 2021). Postoje indicije da je bolest prisutna i u Austriji, Franuskoj, Nizozemskoj i Poljskoj (Carrie Brady - osobna komunikacija). U većini slučajeva nekrozu tkiva i tekline izazivaju dvije vrste bakterija *Brenneria goodwinii* i *Gibbsiella quercinecans*, dok se vrsta *Lonsdalea britannica* sporadično spominje u Engleskoj (Denman i sur., 2017). U Hrvatskoj je na otoku Hvaru potvrđen nalaz svih triju vrsta (Pernek i sur. 2022).

Prije odumiranja napadnutog stabla mogu se naći izlazne rupe krasnika, prepoznatljive po D-obrisu. Do sada se sa AOH bez iznimke povezivala vrsta *A. biguttatus* Fab. (Denman i sur., 2016; 2017; Brown i sur., 2017), iako je u pokusnim plohama sa feromonskim klopakama uz vrste *A. biguttatus* sporadično nađena i vrsta *A. sulcicolis*. Uloga krasnika i drugih ksilofaga u prenošenju AOH do sada nije u potpunosti razjašnjena, ali je dokazano kako nekrotično tkivo s bakterijama kairomonski privlači krasnika *A. biguttatus* (Brown i sur., 2017).

AOH SIMPTOMI AOD SYMPTOMS

Prvi simptomi napada AOH su uzdužne raspukline kore (Slika 1a) te sušenje grana na vrhu krošnje (Slika 1b). Ispod kore se nalazi nekrotično tkivo, crne boje i neugodnog mirisa (Slika 1c), koje u kasnijoj fazi zahvaća čitavo stablo (Slika 1d). U drugoj i trećoj godini sušenje se intenzivira, pri čemu odumire sve veći dio krošnje. Treće ili četvrte godine na stablu se pojavljuju tekline (Slika 1d) i izlazne rupe krasnika (Slika 1e), a nakon toga stablo odumire (Slika 1f) (Brown et al., 2016; 2017). Stablo odumire zbog raspada provodnog sustava u floemu i ksilemu.

AOH DOMAĆINI AOD HOSTS

AOH je u Velikoj Britaniji do sada uzrokovalo velike štete na autohtonim hrastovima *Quercus robur* Matt. i *Q. petraea* L. (Denman et al., 2014). U Španjolskoj je AOH potvrđeno na crniki i pirinejskom hrastu (*Q. pyrenaica* Willd.) (Brady i sur. 2010), a u Švicarskoj na lužnjaku, ceru (*Q. cerris* L.), meduncu (*Q. pubescens* Willd.) te na crvenom hrastu (*Quercus rubra* L.) (Ruffner i sur. 2020). S obzirom da *A. biguttatus* dolazi na svim spomenutim hrastovima, putevi prijenosa bakterija postoje (Moraal and Hilszczanski, 2000), te je širenje AOH ponajprije na hrast medunac vrlo izvjesno. S gleddištaa drveća koje se često može naći u parkovima, zanimljiv je nalaz na alohtonoj vrsti, crvenom hrastu.

DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA AOH U HRVATSKOJ RESEARCH OF AOD IN CROATIA

Na poluotoku Pelegrinu AOH je nađen isključivo na stablima hrasta crnike koja su većim dijelom odumrla, dok su druge vrste drveća, kao npr. zelenika (*Phillyrea* spp.) zdrave bez ikakvih simptoma. Na temelju intenzivnog istraživanja uzroka bolesti stabala hrasta crnike sa do sada nepoznatim simptomima u Hrvatskoj u 2021. godini, te informacijama sakupljenim kroz 2019. i 2020. godinu, dosadašnje istraživanje bavilo se sljedećim pitanjima: i) Identifikacija uzročnika patoloških promjena u kambiju kambija (mikološke, bakteriološke analize, ii) Identifikacija vrste krasnika nađenih u stablima (molekularne analize). Istraživanjem i laboratorijskim analizama konačno je utvrđeno kako su uzročnici sušenja stabala hrasta crnike tri vrste patogenih bakterija: *B. godwinii*, *G. quercinecans* i *L. britannica* (Pernek i sur. 2022). Iz trupčica pohranjenih u insektarije entomološkog laboratorija Hrvatskog šumarskog instituta izašle su dvije vrste krasnika: *A. sulcicolis* i *A. olivicolor* (Pernek i sur. 2022). Mehanizam širenja ovog bakterijskog kompleksa nije utvrđen, no vektori bi vrlo vjerojatno mogli biti upravo krasnici.

Seciranjem kompletnog stabla hrasta crnike visine oko 5 m, koje je imalo jasno izražene simptome AOH, traženi su dijelovi u kojima se odvija patološke promjene provodnog sustava te gdje se nalaze izlazne rupe krasnika, pri čemu je utvrđeno da je stablo u potpunosti napadnuto, od pridanka preko debla, pa sve do grana u krošnji (Slika 2).

MOGUĆNOSTI ŠIRENJA AOH U HRVATSKOJ POSSIBILITY OF AOD SPREADING IN CROATIA

Istraživanja su pokazala kako se bolest prostorno širi prijelazom sa stabla na stablo (Denman i sur. 2014). Zaražena područja je stoga važno kartirati kako bi se bolest mogla pratiti i utvrditi način i smjer te prosječno vrijeme širenja. Za sada se procjenjuje kako se AOH još nije proširio izvan otoka Hvara. Za sada je poznato kako se bolest od 2019. do na 2021. proširila na samom mjestu prvog nalaza (Slika 3.). Na rubovima područja sušenja crnike u ljeto 2021. detaljno su pregledana stabla koja nisu pokazivala simptome sušenja. Željelo se utvrditi je li bolest već zahvatila i naizgled zdrav dio šume, odnosno koliko vanjski simptomi daju uvid u zarazu AOH. Utvrđeno je da naizgled potpuno zdrava stabla hrasta crnike na rubu zaraženog pojasa, iako ne pokazuju jasno uočljive simptome, primjerice uzdužne raspukline kore, ispod kore imaju crne nekroze manjeg intenziteta. Ovo indicira da se zaraza aktivno širi i predstavlja rizik za kompletan poluotok Pelegrin (Slika 3), ali i da je prijenos bolesti na druge otoke ili na kontinent moguć.



Slika 2. Pregled stabla sa simptomima AOH a) rekonstrukcija sekcija stabla b) poprečni presjek debla s vidljivim nekrozama u floemu i ksilemu c) nekroze ispod kore na deblu d) nekroze ispod kore na granama u krošnji

Figure 2. Examination of the tree with symptoms of AOD a) reconstruction of tree sections b) cross section of the trunk with visible necrosis in the phloem and xylem c) necrosis under the bark on the trunk d) necrosis under the bark on branches in the canopy

Prema dosadašnjim istraživanjima, širenje AOH signifikantno je korelirano s vlagom i temperaturom, što znači da će smjer širenja bolesti ići u suše dijelove i područje viših temperatura te dužih vegetacijskih razdoblja. Također je vjerojatno da će se bolest prije pojaviti u području atmosferske polucije, jer je utvrđena korelacija sa dušikovim oksidom

(NO_x) i sumporom (<https://www.forestresearch.gov.uk/tools-and-resources/ftth/pest-and-disease-resources/acute-oak-decline/acute-oak-decline-aod-incidence-and-distribution/>). Ova saznanja važna su za izradu prognostičkih modela, što je dalje važno za procjene rizika i pravovremenih primjena mjera suzbijanja.



Slika 3. Masovno sušenje hrasta crnike na poluotoku Pelegrin (sive krošnje su od hrasta crnike, zelene su uglavnom zelenika, na vrhu su zelena borova stabla)

Figure 3. Mass dieback of holm oak on the Pelegrin peninsula (gray canopies belong to holm oak, green are mostly *Phillyrea* spp., and on top are green pine trees)

MJERE SUZBIJANA CONTROL MEASURES

Preventivne mjere – *Preventive measures*

Iako je AOH u Hrvatskoj za sada utvrđeno isključivo na hrastu crniki, te lokalno na otoku Hvaru, svako sprječavanje širenja bolesti je izravno i mjera protiv širenja bolesti na šire područje hrastovih šuma hrvatskog priobalja, kao i područje hrasta lužnjaka i kitnjaka. Ove dvije gospodarski važne vrste još su od 2013. godine na udaru neprestanih napada hrastove mrežaste stjenice, *Corythucha arcuata* Say (Hemiptera, Tingidae) (Hrašovec i sur. 2013). Napadi postepeno naizgled jenjavaju i za sada nisu letalni (Kovač i sur., 2021), no pitanje je kakav učinak bi mogla imati kombinacija stjenice i AOH.

Predlaže se uspostava monitoringa AOH na teritoriju Republike Hrvatske u dijelovima u kojima pridolaze hrastove šume, koji bi obuhvatio vizualni pregled temeljem poznatih simptoma u mediteranskim šumama hrasta crnike (Slika 2), te po potrebi proširiti ih na ostale hrastove. Poznavanje preferencija za širenje AOH omogućilo bi izradu prognostičkih karata važnih za preventivne mjere zaštite. Takvo proaktivno gospodarenje šumama značilo bi da se u zonama visokog rizika širenja AOH moraju poduzeti sve radnje koje će spriječiti širenje u nezaraženo područje. Također bi se u novim područjima pojave AOH trebao uvesti monitoring mogućih vektora (za sada su to krasnici, no moguće je da bi prijenosnici mogle biti i druge ksilofagne vrste) feromonskim klopnama.

Suzbijanje vektora – *Control of vectors*

Glede činjenice da zaštitne mjere protiv bakterija ne postoje, a da je širenje od stabla do stabla dokazano i jasno

vidljivo na Hvaru, predlaže se da se mjere suzbijanja usmjere prema prijenosniku (vektoru), odnosno krasnicima. Jedina mjera koja bi mogla polučiti rezultate za sprječavanje širenja fronte AOH je kontrolirana sječa sigurnosne zone na samom rubu pronalaska simptoma, na udaljenosti od barem 100 m, te spaljivanje zaraženog materijala u tom pojasu. Cilj je uništiti izvore zaraze, stoga bi u tom smislu kontrolirano spaljivanje šume polučilo apsolutno najbolju mjeru zaštite. Međutim, prije primjene drastičnih mjera važno je dokazati gdje se AOH nalazi, odnosno je li prisutno i u drugim područjima osim Hvara.

RASPRAVA I BUDUĆA ISTRAŽIVANJA DISCUSSION AND FUTURE PROSPECTS

Negativni učinci klimatskih promjena odražavaju se kroz pomicanje klimatskih zona, te porast ekstremnih klimatskih događaja i povećanje temperatura i suše (IPPC, 2014). Područje mediteranskog bazena smatra se „hot spot-om“ klimatskih promjena (Giorgi 2006), pri čemu je naglašena aridifikacija (Pinol et al. 1998; Sillmann et al. 2013, Vicente-Serrano, et al. 2010), a predviđa se kako će te šume biti zbog toga izložene jačem stresu, što će utjecati na prirast i opstanak šuma (Vicente-Serrano, et al. 2010). Peñuelas i Sardans (2021) smatraju kako izravne posljedice aridifikacije proizlaze iz limitirane otpornosti mediteranskih šuma na sušu, a u kombinaciji s neizravnim štetama (češća i intenzivnija pojava štetnih organizama i požara) predstavljaju prijetnju budućnosti mediteranskih šuma. Sukladno tim predviđanjima, nagle promjene i štete od biotičkih čimbenika nisu neočekivane, što potvrđuju i novija istraživanja i neuobičajene gradacije štetnika poput mediteranskog potkornjaka (Pernek et al. 2019) ili borovog prelca u Dalmaciji (Matek i Pernek 2018). Tome se može pribrojati i ovdje opisana

polimikrobna bolest AOH. Bolest je prema dosadašnjim saznanjima u Hrvatskoj isključivo prisutna na području prvog nalaza na otoku Hvaru na hrastu crniki i tu se širi, ali nije poznato je li se već proširila ili je već prisutna u ostalom području Dalmacije. Širenje u druga područja predstavlja višestruku opasnost: i) širenje u arealu hrasta crnike, ii) širenje u submediteranske šume hrasta medunca, iii) širenje u kontinentalne šume hrasta lužnjaka i kitnjaka.

Poučeni stanjem na području nalaza AOH na Hvaru, širenje bolesti u arealu hrasta crnike predstavlja ozbiljan rizik masovnog sušenja te autohtone vrste. Poznato je kako sve više vrsta izumire i to u geološki kratkom intervalu, što se posebice očituje posljednjih nekoliko desetljeća, te se opravdano strahuje da se nalazimo u razdoblju masovnog izumiranja vrsta (Barnosky i sur. 2011). U tom kontekstu AOH je posebno osjetljivo pitanje na Mediteranu radi obnove autohtonih vrsta, tim više što se obnova autohtonih ekosustava i poboljšanje njihovog upravljanja smatra temeljnom mjerom zaštite biološke raznolikosti i ublaživanja sve izraženijih klimatskih promjena (Griscom i sur. 2017).

Što se tiče širenja AOH u submediteransko područje hrasta medunca, iako nema saznanja kako bi se AOH odrazio na šumu u tom području, poznato je da je hrast medunac domaćin mogućim vektorima AOH te je zaraza ovih šuma također moguća.

Šume hrasta lužnjaka i kitnjaka u Hrvatskoj su već godinama pod konstantnim napadom hrastove mrežaste stjenice. Štete bi mogle biti enormne, a pitanje je koliko bi kurativna reakcija u slučaju jakog širenja AOH bila uspješna. Također je važno napomenuti kako se odumiranje hrasta lužnjaka bilježi već više od stoljeća, a prve pretpostavke o čimbenicima koji ga uzrokuju su razmatrale djelovanje samo jednog uzročnika (npr. pepelnice ili golobresta gubara). S vremenom su te jednostavne hipoteze zahvaljujući opsežnim istraživanjima evoluirale u shvaćanju pojave odumiranja hrasta lužnjaka kao složenoga procesa, gdje u različitim fazama i različitim intenzitetima sudjeluje velik broj biotskih i abiotskih čimbenika koji svojim međudjelovanjem (interakcijom) uzrokuju odumiranje pojedinačnih stabala ili sastojina. Prema najnovijim znanstvenim spoznajama i modernim konceptualnim okvirima za svaki se pojedinačni slučaj sušenja stabla treba utvrditi zasebni kompleks pripremnih, poticajnih i terminalnih čimbenika koji utječu na tu pojavu (Manion 1991, Dubravac i Dekanić, 2009., Dekanić i dr. 2009). Mnogostrukе štetne posljedice odumiranja stabala najviše se očituju u srednjedobnim, starijim i starim sastojinama hrasta lužnjaka (Dubravac i dr. 2011.). Smanjenjem broja stabala hrasta lužnjaka po jedinici površine narušava se sklop i pada obrast, čime se narušavaju sastojinska klima i struktura sastojina, a čestim ulascima mehanizacije povećavaju se potencijalno negativni utjecaji na tlo i preostala stabla u sastojini (Dubravac i dr.

2011.). Odumiranje pojedinačnih stabala i učestale sječe ostavljaju mnogobrojne negativne posljedice na šumske ekosustave koje su s ekološkog i uzgojnog stajališta puno veće od stvarnih financijskih gubitaka, posebice ako se promotre u kontekstu prirodne obnove. Stoga rizik širenja i etabliranja AOH u kontinentalnom dijelu Hrvatske treba shvatiti krajnje ozbiljno, jer su hrast lužnjak i kitnjak vrste najosjetljivije na AOH (Denman i sur. 2014).

Krasnik koji se uobičajeno spominje u kontekstu AOH bez iznimke je vrsta *A. biguttatus*. Zanimljivo je da na Hvaru taj krasnik u dosadašnjem istraživanju uopće nije nađen u drvetu, već su nađene druge dvije vrste *A. sulcicolis* i *A. olivcolor*. To otvara pitanje uloge tih specifičnih vrsta krasnika u procesu sušenja crnike, njihove biologije i načina eventualnog prijenosa bakterija.

Za sada se ne može sa sigurnošću utvrditi zašto se baš na tom dijelu otoka dogodio AOH koji nikada do sada nije opisan u Hrvatskoj. U kompleksu polimikrobnih uzročnika treba također istražiti i mikološki kompleks te vidjeti u kojoj mjeri on djeluje na mortalitet.

Suočeni s novom ozbiljnom prijetnjom za hrastove šume, u sljedećem razdoblju bit će važno prilagoditi se i razraditi moguće protumjere sprječavanja širenja AOH ili ublaživanja većih štetnih posljedica. S obzirom na već spomenute praznine u znanju i specifičnosti u Hrvatskoj, pitanja koja se nameću oko bolesti AOH važno je rasvijetliti te provesti sustavna znanstvena istraživanja ove kompleksne bolesti hrastova koja je prisutna u Hrvatskoj.

ZAHVALA ACKNOWLEDGEMENTS

Ovo istraživanje financirano je sredstvima Hrvatskih šume d.o.o. Zagreb u okviru programa ZIR. Posebna hvala Branku Petroviću i Gabri Keršiću iz šumarije Hvar te djelatnicima Uprave šuma Podružnica Split na svekolikoj pomoći u terenskim istraživanjima.

LITERATURA REFERENCES

- Barnosky, A. D., N., Matzke, S., Tomiya, G.O.U., Wogan, B., Swartz, T.B., Quental, C., Marshall, J.L., McGuire, E.L., Lindsey, K.C., Maguire, B., Mersey, E.A., Ferrer, 2011: Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature*, 471: 51–57.
- Brady, C., T.A., Coutinho, 2021: *Brenneria*. *Bergey's Manual of Systematics of Archaea and Bacteria*, 1-16. <http://doi.org/10.1002/9781118960608.gbm01136.pub2>.
- Brady, C., I., Cleenwerck, S., Denman, S.N., Venter, P., Rodríguez-Palenzuela, T.A., Coutinho, P., De Vos, 2012: Proposal to reclassify *Brenneria quercina* (Hildebrand and Schroth 1967) Hauben et al. 1999 into a new genus, *Lonsdalea* gen. nov., as *Lonsdalea quercina* comb. nov., descriptions of *Lonsdalea quercina* subsp. *quercina* comb. nov., *Lonsdalea quercina* subsp.

- iberica* subsp. nov. and *Lonsdalea quercina* subsp. *britannica* subsp. nov., emendation of the description of the genus *Brenneria*, reclassification of *Dickeya dieffenbachiae* as *Dickeya dadantii* subsp. *dieffenbachiae* comb. nov., and emendation of the description of *Dickeya dadantii*. International Journal of Systematic Evolutionary Microbiology, 62: 1592–1602.
- Brady, C., J., Allainguillaume, S., Denman, D., Arnold, 2016: Rapid identification of bacteria associated with acute oak decline by high resolution melt (HRM) analysis. Letters in Applied Microbiology, 63(2): 89–95.
 - Brady, C., S., Denman, S., Kirk, S., Venter, P., Rodríguez-Palenzuela, T., Coutinho, 2010: Description of *Gibbsiella quercinecans* gen. nov., sp. nov., associated with acute oak decline. Systematic and Applied Microbiology, 33(8): 444–450. <http://doi.org/10.1016/j.syapm.2010.08.006>.
 - Brown, N., M., Jeger, S., Kirk, X., Xu, S., Denman, 2016: Spatial and temporal patterns in symptom expression within eight woodlands affected by Acute Oak Decline. Forest Ecology and Management, 360: 97–109.
 - Brown, N., M., Jeger, K., Kirk, D., Williams, X., Xu, M., Pautasso, S., Denman, 2017: Acute Oak Decline and *Agrilus biguttatus*: The Co-Occurrence of Stem Bleeding and D-Shaped Emergence Holes in Great Britain. Forests, 8: 87. <http://doi:10.3390/f8030087>.
 - Dekanić, S., T., Dubravac, I., Pilaš, K., Indir, 2009: Dinamika sušenja hrasta lužnjaka u Spačvanskom bazenu od 1996. do 2006. godine s obzirom na dob i fitocenološku pripadnost sastojine. U: S., Matić, I., Anić (Ur.), Zbornik radova sa znanstvenog skupa Šume hrasta lužnjaka u promijenjenim stanišnim i gospodarskim uvjetima, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, str. 55-74, Zagreb.
 - Denman, S., N., Brown, S., Kirk, M., Jeger, J., Webber, 2014: A description of the symptoms of Acute Oak Decline in Britain and a comparative review on causes of similar disorders on oak in Europe. Forestry: An International Journal of Forest Research, 87(4): 535–551.
 - Denman, S., S., Plummer, S., Kirk, A., Peace, J.E., McDonald, 2016: Isolation studies reveal a shift in the cultivable microbiome of oak affected with acute oak decline. Systematic and Applied Microbiology, 39: 484–490. <http://doi.org/10.1016/j.syapm.2016.07.002>.
 - Denman, S., J., Doonan, E., Ransom-Jones, M., Broberg, S., Plummer, S., Kirk, K., Scarlett, A.R., Griffiths, M., Kaczmarek, J., Forster, A., Peace, P.N., Golyshin, F., Hassard, N., Brown, J.G., Kenny, J.E., McDonald, 2017: Microbiome and infectivity studies reveal complex polyspecies tree disease in acute oak decline. ISMEJ, 12(2): 386–399. <http://doi.org/10.1038/ismej.2017.170>.
 - Dubravac, T., S., Dekanić, 2009: Struktura i dinamika sječe suhih i odumirućih stabala hrasta lužnjaka u Spačvanskom bazenu od 1996. do 2006. godine. Šum. list, 133(7-8): 391–405.
 - Dubravac, T., S., Dekanić, V., Roth, 2011: Dinamika oštećenosti i struktura krošanja stabala hrasta lužnjaka u šumskim zajednicama na gredi i u nizi – rezultati motrenja na trajnim pokusnim plohama. Šum. list, vol. 135, Posebni broj, str. 74 – 89.
 - Manion, P.D., 1991: Tree disease concepts, Prentice-Hall, Inc., str. 402, New Jersey.
 - Giorgi, F., 2006: Climate change hot-spots. Geophysical Research Letters, 33: L08707.
 - Griscom, B.W., J., Adams, P.W., Ellis, R.A., Houghton, G., Lomax, D.A., Miteva, J., Fargione, 2017: Natural climate solutions. Proceedings of the National Academy of Sciences, 114 (44): 11645–11650.
 - Hrašovec, B., D., Posarić, I., Lukić, M., Pernek, 2013: Prvi nalaz hrastove mrežaste stjenice (*Corythucha arcuata*) u Hrvatskoj. Šum. list, 137(9-10): 499–503.
 - IPCC, 2014: Climate change 2014: Impacts, adaptation and Vulnerability. U: Barros, V.R., C.B., Field, D.J., Dokken, M.D., Mastrandrea (urednici). Cambridge University Press, Cambridge and New York.
 - Kovač, M., A., Linde, N., Lacković, F., Bollmann, M., Pernek, 2021: Natural infestation of entomopathogenic fungus *Beauveria pseudobassiana* on overwintering *Corythucha arcuata* (Say) (Hemiptera: Tingidae) and its efficacy under laboratory conditions. Forest Ecology and Management, 491: 119193, 5. <http://doi:10.1016/j.foreco.2021.119193>.
 - Matek, M., M., Pernek, 2018: First Record of *Dendrolimus pini* Outbreak on Aleppo Pine in Croatia and Severe Case of Population Collapse Caused by Entomopathogen *Beauveria bassiana*. SEEFOR-South-east European forestry, 9(2): 91–96. <http://doi.org/10.15177/seeфор.18-17>.
 - Moraal, L. G., J., Hilszczanski, 2000: The oak buprestid beetle, *Agrilus biguttatus* (F.) (Col., Buprestidae), a recent factor in oak decline in Europe. Journal of Pest Science, 73: 134–138.
 - Peñuelas, J., J., Sardans, 2021: Global Change and Forest Disturbances in the Mediterranean Basin: Breakthroughs, Knowledge Gaps, and Recommendations. Forests, 12: 603.
 - Pernek, M., N., Lacković, I., Lukić, N., Zorić, D., Matošević, 2019: Outbreak of *Orthotomicus erosus* (Coleoptera, Curculionidae) on Aleppo Pine in the Mediterranean Region in Croatia. SEEFOR-South-east European forestry, 10(1): 19–27. <http://doi.org/10.15177/seeфор.19-05>.
 - Pernek, M., M., Kovač, N., Lacković, C., Brady, D., Arnold, S., Denman, 2022: First record of acute oak decline symptoms on holm oak in Croatia but with different associated *Agrilus* species. U tisku.
 - Piñol, J., J., Terradas, F., Lloret, 1998: Climate warming, wildfire hazard, and wildfire occurrence in coastal eastern Spain. Int. J. Wildfire, 11: 95–106.
 - Ruffner, B., S., Schneider, J.B., Meyer, V., Queloz, D., Rigling 2020: First report of acute oak decline disease of native and non-native oaks in Switzerland. New Disease Report, 41: 18. <http://doi.org/10.5197/j.2044-0588.2020.041.018>.
 - Sillmann, J., V.V., Kharin, F.W., Zwiers, X., Zhang, D., Bronaugh, 2013: Climate extremes indices in the CMIP5 multimodel ensemble: Part 2. Future climate projections. J. Geophys. Res. Atmos. 118: 2473–2493.
 - Vicente-Serrano, S.M., T., Lasanta, C., Gracia, 2010: Aridification determines changes in forest growth in *Pinus halepensis* forest under semiarid Mediterranean climate conditions. Agric. For. Meteorol. 150: 614–628.

SUMMARY

The paper presents an overview of current knowledge on Acute Oak Decline (AOD), a polymicrobial disease that was recently discovered in Croatia (in 2021) on the Pelegrin peninsula (island of Hvar). In the last few years typical symptoms have appeared on holm oak trees: dieback of the top of the tree crown, followed by appearance of longitudinal cracks in the bark and black tissue necrosis in the form of black necrosis under the bark. At a later stage, swollen lesions with exit holes of insects on tree stems appear, and after 3-4 years tree dies. The disease spreads from tree to tree, resulting in mass dieback. The causes of tissue necrosis under the bark are pathogenic bacteria *Brenneria godwinii*, *Gibbsiella quercinecans* and *Lonsdalea britannica*, and their possible vectors are jewel beetles *Agrilus sulcicollis* and *A. olivicolor*. AOD has so far been described in the United Kingdom, Latvia, Spain, Iran and Switzerland. The specificity of the first AOD finding in Croatia is that holm oak as a native species has a special significance for the Mediterranean forests, and for the first time other species of jewel beetles that have not been found as AOD vectors have been detected. The risk of AOD transition to continental pedunculate oak and sessile oak forests is particularly concerning, because unlike all previous AOD findings in the world, pedunculate and sessile oak forests in Croatia are the only ones that have been exposed to constant attacks of oak lace bug (*Corythucha arcuata*) for years. The possible synergism of oak lace bug with AOD could be extremely dangerous. Therefore, the prompt application of protection measures, especially preventive ones, together with the importance of scientific research is emphasized.

KEY WORDS: pedunculate oak, sessile oak, *Quercus* spp., *Agrilus sulcicollis*, *Agrilus olivicolor*, *Agrilus biguttatus*, climate change