TRULEŽ PLODOVA LESKE – IDENTIFIKACIJA PROUZROKOVAČA I MERE SUZBIJANJA

Teodora Mihaljfi, Mila Grahovac, Vera Stojšin, Aleksandra Konjević, Dobrila Kovačević, Milica Meseldžija, Dragana Budakov

Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad
E-mail: teodora.mihaljfi@polj.edu.rs

Izvod

Leska u Republici Srbiji poslednjih godina postaje sve značajnija jezgrasta voćna vrsta, što i same površine pod ovom biljnom vrstom potvrđuju. Republika Srbija je u svetu rangirana kao trinaesta zemlja, gde se leska gaji na oko 4,500 ha i godišnja proizvodnja iznosi oko 5,000 tona.Vodeća zemlja u svetu po prozvodnji leske je Turska, dok je odmah iza nje Italija. Poznavanje mikopopulacije na leski značajno je za racionalniju primenu bioloških i hemijskih mera zaštite, a istovremeno je poželjno praćenje i prognoziranje pojave insekatskih vrsta koje su potencijalni vektori različitih prouzrokovača oboljenja. Veliki broj vrsta fitopatogenih gljiva iz rodova *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Diaporthe*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Phoma* kao i *Monilia* identifikovane su kao prouzrokovači truleži ploda leske. Cilj ovog rada je da ukaže na značaj fitopatogenih gljiva kao prouzrokovača truleži ploda leske i da napravi pregled vrsta koje su u literaturi navedene kao dominantni prouzrokovači ovog oboljenja sa stanovišta kvantitativnih i kvalitativnih šteta koje mogu prouzrokovati.

Ključne reči: Leska, trulež ploda, fitopatogene gljive.

UVOD

Među jezgrastim voćem, lešnik je jedno od četiri najznačajnija u svetu jer ima veliku ekonomsku i nutritivnu vrednost. Najzastupljenija vrsta leske u komercijalnoj proizvodnji je *Corilus avellana* (FAOSTAT, 2020). Leska u Republici Srbiji poslednjih godina postaje sve značajnija jezgrasta voćna vrsta. Vodeća zemlje u svetu po prozvodnji leske u 2019-2020. godini bile su Turska (75% svetske proizvodnje), Italija (7%), SAD (3%), Azerbejdžan (3%), Čile (3%), Gruzija (2%) i Iran (2%) (INC, 2020). Srbija je u svetu rangirana kao trinaesta zemlja, gde se leska gaji na 4.479 ha i godišnja proizvodnja iznosi 4.949 tona (Atlas Big, 2023). Prema zvaničnim podacima Republičkog

zavoda za statistiku, 2017. godine, u Republici Srbiji ukupna površina pod leskom iznosila je 3.964 ha (RZSS, 2023). S obzirom na to da je leski potrebno sedam godina da bi se ostvario prinosan rod, integralni pristup zaštiti od patogena i štetočina je od suštinskog značaja. Poznavanje mikopopulacije na leski značajno je za racionalniju primenu bioloških i hemijskih mera zaštite. Za identifikaciju prouzrokovača oboljenja važno je i praćenje pojave i brojnosti potencijalnih vektora prouzrokovača oboljenja, koji svojom ishranom na plodovima leske prave ulazne rane za parazitne mikroorganizme koji prouzrokuju trulež ploda, a u nekim slučajevima ih i aktivno injektiraju u tkivo ploda tokom hranjenja (Brust i sar., 2018). Dominantne štetočine koje svojom ishranom prave direktne i indirektne štete na plodovima leske su braon mramorasta stenica – *Halyomorpha halys* Stål i zelena povrtna stenica – *Nezara viridula* L. (Ivezić, 2020).

Mikrobiom ploda leske, uključujući sastav vrsta patogenih mikroorganizama, zavise od brojnih faktora, a neki od njih su: sorta leske, geografsko područje u kontekstu ekoloških uslova koji pogoduju razvoju patogena, kao i poljoprivredna praksa, uključujući primenu pesticida, higijenu zasada i način izvođenja berbe i mnogi drugi. U literaturi je opisan širok spektar fitopatogenih gljiva koje prouzrokuju trulež ploda, kao što su pripadnici rodova: *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Cladosporium* spp., *Colletotrichum* spp., *Diaporthe* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Pestalotiopsis* spp. i *Phoma* spp. (Battilani i sar., 2018). Sve pomenute vrste mogu dovesti i do truleži jezgra ploda. Inficirani plodovi potamne i teško ispadaju iz omotača. Do infekcije može doći prilikom formiranja i sazrevanja ploda, ali čak i pred samu berbu ili prilikom skladištenja. Od mera borbe se najviše ističu preventivne mere, kao što je redovno održavanje higijene zasada. Svo opalo lišće i preostali rasut biljni materijal je u jesen potrebno ukloniti, kako bi se sprečilo održavanje i širenje inokuluma za narednu sezonu gajenja. Cirkulacija vazduha u voćnjaku značajno doprinosi vitalnosti zasada, pa je potrebno redovno obavljati rezidbu žbunova. Očuvanje kvaliteta jezgra leske je posebno značajno za pekarske i konditorske proizvode zbog karakterističnog ukusa i nutritivnih svojstava sorte (Squara i sar., 2022), te je receptura konditorskih proizvoda često vezana za određenu sortu leske. U nekim godinama i zasadima nizak % truleži može delovati zanemarljiv, međutim, čak i prisustvo male količine oštećenih jezgara može značajno uticati na organoleptička svojstva (Valeriano i sar., 2022). Kvalitativni sastav jezgra koji karakteriše poseban asortiman makromolekula, kvalifikuje nutritivne osobine lešnika i objašnjava njegov blagotvoran efekat na zdravlje (Alasalvar i Shahidi, 2008). Cilj ovog rada je da ukaže na značaj fitopatogenih gljiva kao prouzrokovača truleži ploda leske i da napravi pregled vrsta koje su u literaturi navedene kao dominantni prouzrokovači ovog oboljenja sa stanovišta kvantitativnih i kvalitativnih šteta koje mogu prouzrokovati.

PROUZROKOVAČI TRULEŽI PLODA LESKE

Kako bi se pravilno izvršila precizna identifikacija prouzrokovača truleži ploda i jezgra leske, neophodno je poznavati simptome i biologiju patogena koji ih prouzrokuju. Značaj svih navedenih patogena koji su opisani u literaturi kao prouzrokovači truleži ploda leske je višestruk. Ne samo da mogu prouzrokovati gubitke u prinosu, već narušavaju i kvalitet prinosa uticajem na organoleptička svojstva i kontaminacijom mikotoksinima koje formiraju brojne fitopatogene gljive koje prouzrokuju ove simptome oboljenja.

***Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.** Ova vrsta pripada razdelu *Ascomycota*, podrazdelu *Pezizomycotina*, klasi *Dothideomycetes*, porodici *Pleosporaceae* (Grahovac i Budakov, 2019). Vrste ovog roda kod nas su poznate kao prouzrokovači crne pegavosti lista i vrlo su česte na većem broju biljnih vrsta, uključujući voće (Bulajić i Vojvodić, 2022). Na leski, vrste roda *Alternaria* prouzrokuju sivu pegavost lešnika i poznate su tri morfološke grupe koje prouzrokuju ovo oboljenje *A. alternata*, *A. arborescens* i *A. tenuissima* (Hong i sar., 2006). Vrste roda *Alternaria* imaju štetno dejstvo za čoveka jer produkuju mikotoksine alternariol (AOH) i alternariolmonometiletar (AME), pre svega vrsta *Alternaria alternata*. Ova vrsta je vrlo polifagna, tako da ne samo hrana koja sadrži plodove lešnika, već i hrana na bazi drugih sirovina može biti kontaminirana ovim toksinima. Talus gljive čini razgranata, septirana svetlomrka micelija. U bespolnom stadijumu gljiva formira višećelijske konidije koje imaju specifičan oblik „buzdovana„ ili su izdužene i imaju uzdužne i poprečne pregrade. U zavisnosti od vrste, konidije se mogu formirati i u nizovima. Gljiva prezimi micelijom u zaraženim biljnim ostacima. Molekularna identifikacija vrsta ovog roda vrši se analizom ITS regiona, kao i korišćenjem sledećih parova prajmera gpd1/gpd2, caldf1/caldr1, i alt-for/altr-rev (Masiello i sar., 2022).



Slika 1. *Alternaria spp*., kolonizacija jezgra leske u uslovima veštačke inokulacije (foto Mihaljfi)

***Aspergillus flavus* Link.** Vrste roda *Aspergillus* pripadaju razdelu *Ascomycota*. Simptomi koji ukazuju na infekciju vrstama ovog roda jesu trulež ploda žute boje koja potiče od sporulacije patogena, smežurano biljno tkivo, kao i brz razvoj infekcije pri povećanoj vlažnosti. Vrste ovog roda poseduju potencijal za produkciju mikotoksina tipa ohratoksin i aflatoksin (AFB1, AFB2, AFG1, AFG2). *Aspergillus flavus* na 35 ºC produkuje AFB1 aflatoksin, dok vrste *A. alliaceus i A. carbonarius* na 25 ºC produkuju ohratoksin (Kabak, 2016). Shodno ovim podacima, prema sprovedenim istraživanjima, preporuka je da se sušenje jezgra ploda leske vrši na temperaturi od 45 ºC u kraćem periodu sušenja (Valente i sar., 2020). U polnom stadijumu, vste ovog roda formiraju askospore u kesičastim tvorevinama–askusima. Askusi se nalaze u kleistotecijama koje ne poseduju otvor, već se askospore oslobađaju raspadanjem askomatnog zida (Grahovac i Budakov, 2019). U bespolnoj fazi obrazuju miceliju sa septiranim hifama, konidije se formiraju na radijalno raspoređenim konidioforama i one vrše primarne infekcije. Molekularna identifikacija vrsti roda *Aspergillus* uspešno se može sprovesti korišćenjem IST, TEF1α i TUB2 parova prajmaera (Psheidt i sar., 2019).

***Botrytis cinerea* Pers.** Ova vrsta pripada razdelu *Ascomycota*, podrazdelu *Pezizomycotina*, klasi *Leotiomycetes*, porodici *Sclerotiniaceae* (Garfinkel, 2021). Oboljenje izazvano ovim patogenom poznato je pod nazivom siva trulež. Kada infekcija zahvati plod dok je jož zelen, dovodi do ubrzanog sušenja ploda i ovojnih listova, samim tim onemogućava razvoj ploda na kojem se javlja siva konidijska prevlaka (Sun i sar., 2023). U bespolnom stadijumu formira konidiofore direktno iz hifa i na njima se javljaju proširenja–sterigme, koje nose jednoćelijske konidije. Od spleta hifa, nastaju i sklerocije. Polni stadijum *Botryotinia fuckeliana* se retko formira i može se prepoznati po plodonosnim telima–apotecijama u kojima su askusi sa askosporama (Grahovac i Budakov, 2019). Molekularna identifikacija vrsti ovog roda vrši se analizom ITS regiona, kao i analizom specifičnih gena G3PDH, HSP60, i RPB2 (Notte i sar., 2021).

***Cladosporium avellanum* Machowicz-Stefaniak & Zalewska**. Ova vrsta pripada razdelu *Ascomycota*, podrazdelu *Pezizomycotina*, klasi *Dothideomycetes*, porodici *Venturiaceae* (Grahovac i Budakov, 2019). Vrste roda *Cladosporium* nisu poznate kao prouzrokovači kvantitativnih šteta u proizvodnji leske, pa samim tim ne postoji mnogo podataka o zaštiti leske od ovog prouzrokovača truleži (Ellis i sar., 1991). Istraživanje sprovedeno na uskladištenim lešnicima u Poljskoj, pokazalo je da vrste iz rodova *Alternaria*, *Fusarium* i *Cladosporium* mogu dovesti do razvoja infekcije jezgra i nakon tri meseca skladištenja. U tom slučaju, značajno se umanjuje tržišna vrednost uskladištenih plodova (Markuszewski i sar., 2022). U bespolnom stadijumu na uspravnim konidioforama formiraju jedno do dvoćelijske konidije pojedinačne ili u

nizovima. U polnom stadijumu produkuje askuse sa osam skospora, u pseudotecijama (Grahovac i Budakov, 2019). Molekularna identifikacija vrsta ovog roda vrši se analizom ITS regiona, kao i korišćenjem prajmera TEF1α i ACT (Prasannath i sar., 2023).

***Colletotrichum* spp.** Vrste ovog roda pripadaju razdelu *Ascomycota*, podrazdelu *Pezizomycotina*, klasi *Sordariomycetes*, porodici *Glomerellaceae* (Grahovac i budakov, 2019). Simptomi koji ukazuju na infekciju patogenim vrstama ovog roda su nekrotične lezije (ulegnute pege), kao i trulež na listovima i plodovima koja kreće da se razvija od ovojnih listova, a može da potiče još od infekcije cvasti ženskih cvetova leske. Ovi simptomi su karakteristični za vrstu *Colletotrichum acutatum* (Sezer i Dolar, 2012). Simptom smeđe do crnih udubljenih kružnih i nepravilnih lezija može biti posledica infekcije patogenom *Colletotrichum fioriniae* (Sezer i sar., 2017). U bespolnom stadijumu, gljive ovog roda formiraju acervule u kojima se stvaraju konidije na konidioforama u lepljivom matriksu. U polnom stadijumu gljive ovog roda formiraju peritecije u kojima se nalaze askusi sa jednoćelijskim askosporama. Polni stadijum je vrlo redak u uslovima prirodne infekcije, a navedene gljive prezime acervulama na inficiranim biljnim delovima (Grahovac i budakov, 2019). Pri molekularnoj identifikaciji vrsti ovog roda koriste se ITS, β-tub, GAPDH i CHS-1 prajmeri (Sezer i sar., 2017).

***Cryptosporiopsis coryli* Gené & Guarro.** Ova vrsta pripada razdelu *Ascomycota*, podrazdelu *Pezizomycotina*, klasi *Leotiomycetes*, porodici *Dermateaceae* (Gené i sar., 1990). Ovo oboljenje leske poznato je kao trulež pupoljaka (Gené i sar., 1990) i pegavost lista leske (Roohvarzi i sar., 2013). Ova patogena gljiva dobija na značaju u poslednjih nekoliko godina, vrsta je identifikovana u Italiji (Tagliavento i sar., 2021) i Turskoj (Altin i Gulcu, 2023). Simptomi koje ova vrsta prouzrokuje su suve smeđe pege na izdancima, mladim listovima i plodovima leske. Pege na plodovima su svetle do tamnobraon boje i nepravilnog su oblika (Altin i Gulcu, 2023). U okviru simptoma obrazuje bespolni stadijum u vidu tamno braon acervula, u kojima formira konidije (Altin i Gulcu, 2023). Molekularna identifikacije ove vrste moguća je korišćenjem ITS prajmera (Tagliavento i sar., 2021).

***Diaporthe* spp.** Vrste roda *Diaporthe* pripadaju razdelu *Ascomycota*, podrazdelu *Pezizomycotina*, klasi *Sordariomycetes*, porodici *Diaporthaceae* (Pereira Bezerra i Fan, 2022). Sa jezgra leske sa simptomima truleži je izolovano nekoliko vrsta: *D. eres, D. foeniculina, D. rudis.* Infekcija prouzrokovana vrstom *D. eres* dovodi do promene boje samog jezgra, javljaju se belo-žute pege, ukus inficiranih plodova je gorak i užegao (Pscheidt i Ocamb, 2017). Crne nekrotične pege na jezgru ploda, simptomi su koji ukazuju na infekciju prouzrokovanu od strane *D. foeniculina* (Guerrero i sar., 2020), dok *D. rudis* prouzrokuje plesnivost jezgra ploda (Pscheidt i sar., 2019). Prema navodima

Battilani i sar. (2018), ove vrste su dominantni prouzrokovači truleži ploda u zasadima leske u Turskoj, pored vrsta rodova *Penicillium*, *Aspergillus* i *Alternaria*. U bespolnom stadijumu (*Phomopsis* spp.) vrste ovog roda formiraju α-piknospore i β-piknospore u bespolnim tvorevinama–piknidima (Arciuolo i sar., 2020). U polnom stadijumu, vrste ovog roda formiraju askuse sa dvoćelijskim askosporama koji se nalaze u polnim strukturama–peritecijama (Grahovac i Budakov, 2019). Molekularna identifikacija vrsta ovog roda vrši se analizom EF1α, ITS, TUB, CAL regiona (Pscheidt i Ocamb, 2017).

Didymella corylicola sp. nov. **Voglmayr, Scarpari, Di Giambattista, Vitale & Luongo.** Vrste ovog roda pripadaju razdelu *Ascomycota*, podrazdelu *Pezizomycotina*, klasi *Dothideomycetes*, porodici *Didymellaceae* (Grahovac i Budakov, 2019). Simptomi se javljaju od formiranja mladog ploda pa sve do pune zrelosti, kao i prilikom skladištenja u vidu oštećenja poput deformiteta ploda i različite obojenosti ploda. Infekcije se dešavaju na proleće u periodu mart–jun (Scarpari i sar., 2020). Unutar porodice *Didymellaceae*, u poslednjih nekoliko godina je načinjen veliki napredak kada je reč o razgraničenju rodova i vrsta (Aveskamp i sar., 2010; Chen i sar., 2015, 2017). Rod *Phoma* je ograničen na vrstu *P. herbarum*, dok su mnoge vrste svrstane u rodove *Allophoma, Ascochita, Boeremia, Calophoma, Didymella, Epicoccum, Heterophoma* i druge (Chen i sar., 2015). Ovo je veoma značajno jer su vrste roda i *Phoma* vrlo često izolovane sa simptomatičnih plodova leske (Battilani i sar., 2018). Vrste roda *Didymella* u svom bespolnom stadijumu formiraju piknide u kojima se stvaraju jednoćelijske piknospore. Piknidi se formiraju među tvorevinama polnog stadijuma ove vrste–pseudotecijama, u kojima se nalaze askusi sa dvoćelijskim askosporama (Grahovac i Budakov, 2019). Čiste kulture ove vrste imaju karakterističan crveni pigment (Scarpari i sar., 2020). Pomenuta vrsta se molakularno može identifikovati primenom ITS, RPB2, TUB2, LSU parova prajmera (Scarpari i sar., 2020).

Eremothecium coryli **Peglion**. Drugi naziv za ovu vrstu je *Nematospora coryli* (Peglion, 1901). Vrste ovog roda pripadaju razdelu *Ascomycota*, podrazdelu *Saccharomycotina*, klasi *Saccharomycetes*, porodici *Saccharomycetaceae* (Schoch i sar., 2020). Poznato je da se ova vrsta prenosi vektorskim putem–insektima (Kurtzman, 1995), dominantno putem stenica koje se hrane sisanjem sokova iz mladih plodova leske: *Nezara viridula* i *Halyomorpha halys*. Njihova se brojnost značajno povećala poslednjih godina, a značaj im je još veći zbog izražene polifagnosti (Konjević, 2016, 2020). Vrsta *E. coryli* identifikovana je na plodovima lešnika u Bugarskoj (Bobev i sar., 2018), na severu Italije (Scarpari i sar., 2018) i Iranu (Hojjati i sar., 2023). U Srbiji, vrsta je do sada identifikovana na soji (Zečević i sar., 2022). Simptomi koji ukazuju na infekciju ovim patogenom, obično se javljaju na mestu ishrane stenica. Prilikom ishrane, stenice svojom rilicom unose spore ovog patogena u plod.

Jezgra ovako inficiranih plodova tamne i postaju crno obojena, plod je sitan i deformisan, ukus ovakvih plodova je kiseo i gorak, čime se gubi njegova tržišna vrednost (Bobev i sar., 2018). Često se na spoljašnjem delu ploda ne mogu videti simptomi infekcije, ali to zavisi od momenta nastanka same infekcije ploda. Vrsta se razmnožava pupljenjem, a formira i askuse sa 2–8 askospora koje su izdužene, kao i sami askusi koji imaju oblik igle (Zečević, 2022). Molekularna identifikacija ove vrste, moguća je korišćenjem ITS prajmera (Bobev i sar., 2020; Scarpari i sar., 2018).



Slika 2a i 2b. Eremothecium coryli na jezgru leske (foto Mihaljfi)

***Fusarium tricinctum* Sacc.** Vrste roda *Fusarium* pripadaju razdelu *Ascomycota*, podrazdelu *Pezizomycotina*, klasi *Sordariomycetes*, porodici *Nectriaceae* (Nikitin i sar., 2023). Simptomi koje prouzrokuje ova vrsta, identični su simptomima kompleksa vrste *F. lateritium* Nees, koja se dugo smatrala prouzrokovačem sive nekroze jezgrastog voća. Nakon detaljne filogenetske analize, utvrđeno je da ove simptome ipak prouzrokuje vrsta *F. tricinctum* (Turco i sar., 2021). Prilikom vršenja studije u Italiji 2019. godine, iz lešnika koji je posedovao tipične simptome infekcije vrstama roda *Fusarium* izolovana je vrsta *F. tricinctum*. Lešnici sa kojih je ova vrsta izolovana, pokazivali su simptome poput smeđe-sivih pega koje nastaju pri dnu ploda i razvijaju se u pravcu prema ovojnim listovima. Neretko je bio zahvaćen čitav plod, dok su se nekrotične pege javile i na listovima i na peteljkama (Turco i sar., 2021). Osim pomenute vrste, na plodu leske su identifikovane još i *F. avenaceum*, *F. crookwellense* (Ghasemi i Davari, 2019), *F. oxysporum*, *F. solani* i *F. falciforme* (Lombardi i sar., 2022). U polnom stadijumu, vrste ovog roda formiraju peritecije sa askusima u kojima se obično nalaze dvoćelijske askospore (Grahovac i Budakov, 2019). Polni stadijum je identifikovan samo kod pojedinih vrsta ovog roda, dok većina njih formira samo bespolni stadijum ili polni stadijum formira vrlo retko. U bespolnom stadijumu, za vrste ovog roda karakteristično je da formiraju makrokonidije koje su srpastog oblika i imaju 3-5 septi, mikrokonidije koje su jednoćelijske ili dvoćelijske, a neke formiraju i hlamidospore koje služe za održavanje patogena (Stojšin i sar., 2008). Vrste iz ovog roda su značajni producenti većeg broja različitih vrsta mikotoksina.

Prilikom molekularne identifikacije vrsta ovog roda, koriste se ITS, EF1α, CAL i RBP2 prajmeri (Khuna i sar., 2022).

Monilia coryli **N.F. Buchw.** Sinonim je *Ciboria coryli* (Bedlan, 2019), isto tako i *Sclerotinia coryle* (Machowicz-Stefaniak i Zalewska, 2000). Ova vrsta pripada razdelu *Ascomycota*, podrazdelu *Pezizomycotina*, klasi *Leotiomycetes*, porodici *Sclerotiniaceae* (Bedlan, 2019). Kod nas se ovo oboljenje naziva mrkom truleži cvetova i plodova, odnosno monilioza leske. Na nezrelim plodovima, formiraju se strukture smeđe boje–sporodohije i plodovi bivaju deformisani jer prestaju sa rastom, dok ljuska ploda postaje intenzivnije braon obojena. U Poljskoj su tokom 2016. godine, štete na plodovima prouzrokovane infekcijom ovim patogenom iznosile i do 20% (Król i sar., 2019). Osim pomenute vrste, iz roda *Monilia* na leski se javljaju još i *M. laxa* i *M. fructicola* (Machowicz-Stefaniak i Zalewska, 2000). Primarne infekcije ženskih cvetova dešavaju se pri povećanoj vlažnosti i pri temperaturi od 24 ºC (Machowicz-Stefaniak i Zalewska, 2000). U bespolnom stadijumu, vrste ovog roda formiraju jednoćelijske elipsoidne konidije blastično u nizovima, tako da je najmlađa konidija u osnovi niza. U polnom stadijumu, vrste ovog roda formiraju plodonosno telo–apotecije, u kojima se nalaze askusi sa askosporama. Polni stadijum se retko formira (Grahovac i Budakov, 2019). Molekularna identifikacija vrsta roda *Monilia* vrši se korišćenjem ITS, TUB i lcc2 prajmera (Zhu i sar., 2016).

Penicillium expansum **Link.** Ova vrsta pripada razdelu *Ascomycota*, podrazdelu *Pezizomycotina*, klasi *Eurotiomycetes*, porodici *Trichocomaceae* (EPPO, 2023). Simptom koji ukazuje na infekciju ovim patogenom je siva micelija koja se veoma lako prenosi strujanjem vazduha i veoma se brzo razvija. Ova vrsta takođe poseduje potencijal za proizvodnju sekundarnih metabolita–mikotoksina, tipa ohratoksin i patulin. Patulin je detektovan u plodovima sa simptomima truleži u studiji sprovedenoj u Turskoj (Ekinci i sar., 2014). Patulin je mikotoksin kojeg sintetiše *P. expansum*, prouzrokovač plave truleži voća i povrća. Osim pomenute vrste, prisustvo vrsta *P. commune* i *P. solitum* detektovano je u sušenim lešnicima analizom ITS regiona (Lombardi i sar., 2022). Vrste ovog roda u polnom stadijumu takođe formiraju askuse sa askosporama u tvorevinama koje se nazivaju kleistotecije. U bespolnom stadijumu formiraju septiranu miceliju, konidiofore se granaju do grana 2. ili 3. reda na kojima se nalaze fijalide koje nose konidije u nizovima (Grahovac i Budakov, 2019).



Slika 3. *Penicllium spp*., prouzrokovač truleži jezgra leske (foto Mihaljfi)

ZAKLJUČAK

Značaj proizvodnje leske u Republici Srbiji raste iz godine u godinu, ne samo zbog povećanja površina pod ovom biljnom vrstom, već i zato što je proizvodnja leske visoko produktivna s jedne strane, a veoma izazovna s druge strane, naročito kada je u pitanju zaštita leske. Stoga je imperativ da se u proizvodnji leske sprovodi integralna zaštita, u smislu kompleksa prvenstveno preventivnih, ali i kurativnih mera sa ciljem dobijanja zdravstveno bezbedne sirovine i očuvanja životne sredine. Pored korišćenja zdravstveno bezbednog sadnog materijala, agrotehničkih i mehaničkih mera u pravilne cilju nege zasada, prognoze pojave i praćenja brojnosti štetočina, tu su još i biološke i hemijske mere zaštite. Hemijske mere u vidu fungicidnih tretmana se u zaštiti leske primenjuju najčešće za suzbijanje pepelnice i monilioze leske, dok o efikasnosti dostupnih fungicida prema drugim prouzrokovačima oboljenja leske na našim prostorima nema mnogo informacija. S obzirom na intenzitet klimatskih promena, u narednom periodu se može očekivati introdukcija novih patogenih gljiva koje mogu dovesti do truleži ploda leske u značajnojoj meri, ali i povećanje ekonomskih šteta koje neke poznate patogene vrste mogu izazvati. S obzirom na zastupljenost leske u domaćoj proizvodnji u Republici Srbiji, značajno bi bilo sprovođenje inovativnih istraživanja u oblasti zaštite leske, kao i iznalaženja potencijalnih bioloških agenasa u cilju zaštite leske od bolesti i štetočina. Fitopatogene gljive, prouzrokovači truleži ploda leske, koje su opisane u ovom radu, najčešće su izolovane u zasadima leske sa intenzivnom proizvodnjom u poslednjih nekoliko godina i u tome se ogleda značaj ovog rada kako za proizvođače, tako i za buduća istraživanja u oblasti zaštite leske.

LITERATURA

Alasalvar, C., Shahidi, F. (2008): Compositional characteristics and health effects of hazelnut (*Corylus avellana* L.): an overview. *Tree nuts*, 199-228.

Altin, N., Gulcu, B. (2023): First detection of *Cryptosporiopsis tarraconensis* on hazelnut in Türkiye and control potency of some antifungal agents. *Australasian Plant Pathology*, 1-9.

Arciuolo, R., Santos, C., Soares, C., Castello, G., Spigolon, N., Chiusa, G., Battilani, P. (2020): Molecular characterization of *Diaporthe* species associated with hazelnut defects. *Frontiers in Plant Science*, *11*, 611655.

Aveskamp, M. M., de Gruyter, J., Woudenberg, J. H. C., Verkley, G. J. M., Crous, P. W. (2010): Highlights of the *Didymellaceae*: a polyphasic approach to characterise *Phoma* and related pleosporalean genera. *Studies in Mycology*, *65*(1), 1-60.

Battilani, P., Chiusa, G., Arciuolo, R., Somenzi, M., Fontana, M., Castello, G., Spigolon, N. (2018): *Diaporthe* as the main cause of hazelnut defects in the Caucasus region. *Phytopathologia Mediterranea*, *57*(2), 320-333.

Bedlan, G. (2019): Annotations to the nomenclature of *Monilia coryli*. *Journal für Kulturpflanzen*, *71*(2/3), 63-64.

Bobev, S. G., Angelov, L. T., Van Poucke, K., Maes, M. (2018): First report of kernel spot caused by *Eremothecium coryli* on hazelnut in Bulgaria. *Plant disease*, *102*(1), 243.

Brust, G. E., Wakil, W., Qayyum, M.A. (2018): Minor Pests, u: Sustainable Management of Arthropod Pests of Tomato. Academic Press, Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/C2014-0-02023-0

Bulajić, A., Vojvodić, M. (2022): *Alternaria* spp. and *A. mali* causal agents of apple leaf blotch. *Biljni lekar*, *50*(6), 446-461.

Chen, Q., Jiang, J. R., Zhang, G. Z., Cai, L., Crous, P. W. (2015): Resolving the *Phoma* enigma. *Studies in mycology*, *82*, 137-217.

Chen, Q., Hou, L. W., Duan, W. J., Crous, P. W., Cai, L. (2017): *Didymellaceae* revisited. *Studies in Mycology*, *87*(1), 105-159.

Ekinci, R., Otağ, M., Kadakal, Ç. (2014): Patulin & ergosterol: New quality parameters together with aflatoxins in hazelnuts. *Food chemistry*, *150*, 17-21.

Ellis, M. A., Converse, R. H., Williams, R. N., Williamson, B. (1991): Compendium of raspberry and blackberry diseases and insects. American Phytopathological Society.

EPPO (2023): EPPO Global Database (available online). https://gd.eppo.int.

FAOSTAT (2020): Statistical Database. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Garfinkel, A. R. (2021): The history of *Botrytis* taxonomy, the rise of phylogenetics, and implications for species recognition. *Phytopathology*, 111(3), 437-454.

Gené, J., Guarro, J., Figueras, M. J. (1990): A new species of *Cryptosporiopsis* causing bud rot of *Corylus avellana*. *Mycological research*, 94(3), 309-312.

Ghasemi, S., Davari, M. (2019): Report of some *Fusarium* species associated with hazelnut decline in Ardabil. In *Proceedings of the 4th Iranian Mycological. Congress* (pp. 26-28)

Grahovac, M., Budakov, D. (2019): Pseudomikoze i mikoze voćaka, vinove loze i ukrasnog bilja PRAKTIKUM, Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet.

Guerrero Contreras, J., Galdames Gutierrez, R., Ogass Contreras, K., Pérez Fuentealba, S. (2020): First report of *Diaporthe foeniculina* causing black tip and necrotic spot on hazelnut kernel in Chile. *Plant disease*, *104*(3), 975.

Hojjati, M., Shahbazi, S., Askari, H., Nafchi, A. M., Makari, M. (2023): The first report of kernel spot caused by *Eremothecium coryli* on Iranian hazelnut. *Food Bioscience*, 102540.

Hong, S. G., Maccaroni, M., Figuli, P. J., Pryor, B. M., Belisario, A. (2006): Polyphasic classification of *Alternaria* isolated from hazelnut and walnut fruit in Europe. *Mycological Research*, *110*(11), 1290-1300.

INC (2020): Nuts and dried fruits. Statistical yearbook 2019/2020. https://www.nutfruit.org/files/tech/1594640174_INC_Statistical_Yearbook_2019-2020.pdf

Ivezić, A. (2020): Braon mramorasta stenica *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Heteroptera), nova pretnja u zasadima leske u Srbiji. *Biljni lekar* 48 (5), 488-502.

Kabak, B. (2016): Aflatoxins in hazelnuts and dried figs: Occurrence and exposure assessment. *Food Chemistry*, *211*, 8-16.

Khuna, S., Kumla, J., Thitla, T., Nuangmek, W., Lumyong, S., Suwannarach, N. (2022): Morphology, Molecular Identification, and Pathogenicity of Two Novel *Fusarium* Species Associated with Postharvest Fruit Rot of Cucurbits in Northern Thailand. *Journal of Fungi*, *8*(11), 1135.

Konjević, A. (2016): Braon mramorasta stenica (*Halyomorpha halys*) u Srbiji. XV *Simpozijum o zaštitu bilja, zbornik rezimea radova*, str. 29–30. Usmeno saopštenje.

Konjević, A. (2020). Štetne stenice vrežastih biljaka. *Biljni lekar* 48 (1), 37-51.

Król, K., Gantner, M., Piotrowska, A. (2019): Morphological traits, kernel composition and sensory evaluation of hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars grown in Poland. *Agronomy*, 9 (11), 703.

Kurtzman, C. P. (1995): Relationships among the genera Ashbya, *Eremothecium*, *Holleya* and *Nematospora* determined from rDNA sequence divergence. *Journal of industrial microbiology and biotechnology*, 14 (6), 523-530.

Lombardi, S. J., Pannella, G., Tremonte, P., Mercurio, I., Vergalito, F., Caturano, C., Coppola, R. (2022): Fungi Occurrence in Ready-to-Eat Hazelnuts (*Corylus avellana*) From Different Boreal Hemisphere Areas. *Frontiers in Microbiology*, *13*.

Machowicz-Stefaniak, Z., Zalewska, E. (2000): Pathogenicity of *Monilia* spp. to hazel (*Corylus*). *Acta Mycologica, 35(2), 269-274.*

Markuszewski, B., Bieniek, A. A., Wachowska, U., Bieniek, A., Krzymińska, I. (2022): Effect of biological treatment used before harvesting and storage methods on the quality, health and microbial characteristics of unripe hazelnut in the husk (*Corylus avellana* L.). *PeerJ*, *10*, e12760.

Masiello, M., El Ghorayeb, R., Somma, S., Carine, S. A. A. B., Giuseppe, M. E. C. A., Logrieco, A. F., Moretti, A. (2022): *Alternaria* species and related mycotoxin detection in Lebanese durum wheat grain. *Phytopathologia Mediterranea*, *16*(2), 383-393.

Nikitin, D. A., Ivanova, E. A., Semenov, M. V., Zhelezova, A. D., Ksenofontova, N. A., Tkhakakhova, A. K., Kholodov, V. A. (2023): Diversity, Ecological Characteristics and Identification of Some Problematic Phytopathogenic *Fusarium* in Soil: A Review. *Diversity*, *15*(1), 49.

Notte, A. M., Plaza, V., Marambio-Alvarado, B., Olivares-Urbina, L., Poblete-Morales, M., Silva-Moreno, E., Castillo, L. (2021): Molecular identification and characterization of *Botrytis cinerea* associated to the endemic flora of semi-desert climate in Chile. *Current Research in Microbial Sciences*, *2*, 100049.

Peglion, V. (1901). *Ueber die Nematospora Coryli, Pegl*. G. Fischer.

Pereira Bezerra, J. D., Fan, X. (2022): *Diaporthe eres* (apple leaf, branch and fruit fungus), CABI Compendium. CABI International. doi: 10.1079/cabicompendium.18731.

Prasannath, K., Galea, V. J., Akinsanmi, O. A. (2023): Diversity and pathogenicity of species of *Botrytis*, *Cladosporium*, *Neopestalotiopsis* and *Pestalotiopsis* causing flower diseases of macadamia in Australia. *Plant Pathology* 72, 881–899.

Pscheidt J.W. and Ocamb, C.M. (2017): Pacific Northwest Plant Disease Management Handbook, Northwest Extension Publication – Oregon State University, 904 pp.

Pscheidt, J. W., Heckert, S., Wiseman, M., Jones, L. (2019): Fungi associated with and influence of moisture on development of kernel mold of hazelnut. *Plant disease*, *103*(5), 922-928.

RZSS-Republički zavod za statistiku Srbije (2017): Ukupna i rodna površina pod voćnim vrstama, 2017 (Baza podataka). Preuzeto sa https://data.stat.gov.rs/Home/Result/13050101?languageCode=sr-Latn&displayMode=table (2023-03-21)

Roohvarzi B, Tajick Ghanbari MA, Fathi J (2013): First report of hazelnut leaf spot caused by *Cryptosporiopsis tarraconensis* in Iran. In: Proceedings of 1st Iranian Mycological Congress, University of Guilan, Rasht, Iran 2013: 121.

Scarpari, M., Di Giambattista, G., Vitale, S., Luongo, L., Belisario, A., De Gregorio, T., & Schreiber, G. (2018): First report of kernel dry rot caused by *Eremothecium coryli* on hazelnut in northwestern Italy. *Plant Disease*, *102*(12), 2652-2652.

Scarpari, M., Vitale, S., Di Giambattista, G., Luongo, L., De Gregorio, T., Schreiber, G., Voglmayr, H. (2020): *Didymella corylicola* sp. nov., a new fungus associated with hazelnut fruit development in Italy. *Mycological Progress*, *19*, 317-328.

Schoch CL, Ciufo S, Domrachev M, Hotton CL, Kannan S, Khovanskaya R, Leipe D, Mcveigh R, O'Neill K, Robbertse B, Sharma S, Soussov V, Sullivan JP, Sun L, Turner S, Karsch-Mizrachi I. (2020): NCBI Taxonomy: a comprehensive update on curation, resources and tools. Database (Oxford). PubMed: 32761142 PMC: PMC7408187.

Sezer, A., Dolar, F. S. (2012): *Colletotrichum acutatum*, a new pathogen of hazelnut. *Journal of Phytopathology*, *160*(7-8), 428-430.

Sezer, A., Dolar, F. S., Ünal, F. (2017): First report of *Colletotrichum fioriniae* infection of hazelnut. *Mycotaxon*, *132*(3), 495-502.

Squara, S., Stilo, F., Cialiè Rosso, M., Liberto, E., Spigolon, N., Genova, G., Cordero, C. (2022): *Corylus avellana* L. aroma blueprint: Potent odorants signatures in the volatilome of high quality hazelnuts. *Frontiers in Plant Science*, 263.

Stojšin, V., Bagi, F., Balaž, F. (2008): Praktikum iz fitopatologije. Mikoze i pseudomikoze ratarskih i povrtarskih biljaka, Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet.

Sun, J., Zhang, Y., Zheng, Z., Hao, J., Chen, L. (2023): Comparative Transcriptomic Analysis Reveals the Molecular Responses in Two Contrasting Hazelnut Varieties against *Botrytis cinerea* Infection. *Forests*, *14*(3), 493.

Tagliavento, V., de Santis, F., Ciarroni, S., Balestra, G. M., Cristofori, V., Pradolesi, G. (2021): First report of bud rot caused by *Cryptosporiopsis tarraconensis* on *Corylus avellana* in Italy. *Journal of Plant Pathology*, *103*(1), 357-357.

Turco, S., Grottoli, A., Drais, M. I., De Spirito, C., Faino, L., Reverberi, M., Mazzaglia, A. (2021): Draft genome sequence of a new fusarium isolate belonging to *Fusarium tricinctum* species complex collected from hazelnut in Central Italy. *Frontiers in Plant Science*, 2835.

Atlas Big (2023): World Hazelnut Production by Country. [Online] Available at: https://www.atlasbig.com/en-us/countries-hazelnut-production.

Valente, S., Meloni, G. R., Prencipe, S., Spigolon, N., Somenzi, M., Fontana, M., Spadaro, D. (2020): Effect of drying temperatures and exposure times on Aspergillus flavus growth and aflatoxin production on artificially inoculated hazelnuts. *Journal of Food Protection*, *83*(7), 1241-1247.

Valeriano T., Fischer K., Ginaldi F., Giustarini L., Castello G., Bregaglio S. (2022): Rotten Hazelnuts Prediction via Simulation Modeling—A Case Study on the Turkish Hazelnut Sector. Frontiers in Plant Science 13: 766493, 10.3389/fpls.2022.766493.

Zečević, K., Sudimac, M., Majstorović, H., Stanković, I., Petrović, B., Delibašić, G., Krstic, B. (2022): First Report of Yeast-Spot Disease of Soybean Seeds Caused by *Eremothecium coryli* in Serbia. *Plant Disease*, doi: 10.1094/PDIS-12-21-2798-PDN.

Zhu, X. Q., Niu, C. W., Chen, X. Y., Guo, L. Y. (2016): *Monilinia* species associated with brown rot of cultivated apple and pear fruit in China. *Plant disease*, *100*(11), 2240-2250.

Abstract

HAZEL FRUIT ROT –IDENTIFICATION OF CAUSES AND CONTROL

Teodora Mihaljfi, Mila Grahovac, Vera Stojšin, Aleksandra Konjević, Dobrila Kovačević, Milica Meseldžija, Dragana Budakov
University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad
E-mail: teodora.mihaljfi@polj.edu.rs

In recent years, hazelnut cultivation in the Republic of Serbia has gained increasing importance as evidenced by the growing acreage dedicated to this species. Globally, Republic of Serbia ranks as the thirteenth-largest producer, with hazelnuts grown on approximately 4,500 hectares and an annual production of about 5,000 tons. The world's leading producer of hazelnuts is Turkey, followed by Italy. Understanding the mycopopulation associated with hazelnuts is vital for the rational application of biological and chemical protection measures. Simultaneously, monitoring and forecasting the emergence

of pests, especially damaging insects that may serve as potential vectors of various disease-causing agents is highly beneficial.

A significant number of phytopathogenic fungal species, including those from the genera *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Diaporthe*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Phoma*, and *Monilia*, have been identified as the causative agents of hazelnut fruit rot. This study aims to emphasize the importance of phytopathogenic fungi as key contributors to hazelnut fruit rot and to provide a comprehensive review of the species reported in the literature as dominant hazelnut pathogens causing quantitative and qualitative damage.

Keywords: Hazelnut, fruit rot, plant pathogenic fungi

Mythimna unipuncta (HAWORTH, 1809) (NOCTUIDAE, LEP.) – SOVICA ŽITARICA U BAČKOJ (VOJVODINA, SRBIJA)

Dragan Vajgand

Agroprotekt doo
Nikole Pašića 9, Sombor
vajgandd@sbb.rs

Izvod

Svakodnevno praćenje sovica pomoću svetlosnih klopki tip Kombinat Bečej u Somboru i Čelarevu traje od 1994. odnosno 2008. godine. Prvi primerci vrste *Mythimna unipuncta* zabeleženi su na klopkama u Bačkoj tek 2016. godine. Zahvaljujući povećanju temperature vazduha, Mediteranska vrsta *M. unipuncta* postaje redovno prisutna u Bačkoj. Tokom 2024. godine koja je bila izuzetno topla, registrovano je značajno povećanje brojnosti. Zabeleženo je 318 leptira u Čelarevu i 84 u Somboru. Obzirom na primerke ulovljene u aprilu, može se pretpostaviti da tokom toplih zima uspešno prezimljava u celoj Bačkoj. Leptiri su prisutni u četiri generacije. Leptiri prve generacija su bili prisutni od 24. aprila do 16. juna, a druge od 26. juna do 23. jula. Tačna granica između kraja leta treće i početka leta četvrte generacije nije jasna. Između ovih generacija, zabeleženi su pojedinačni leptiri. Pretpostavljamo da trećoj generaciji pripadaju leptiri zabeleženi od 28. jula do 31. avgusta, a