

Leptosphaeria maculans i Leptosphaeria biglobosa – uzročnici raka stabla i suhe truleži korijena uljane repice

Sažetak

Temeljem rezultata novijih istraživanja, utvrđeno je da rak stabla i suhu trulež korijena uljane repice uzrokuju dvije vrste fitopatogenih gljiva iz roda *Leptosphaeria*, i to: *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et de Not (anamorf: *Phoma lingam* (Tode ex Fr.) Desm.) i *Leptosphaeria biglobosa* Shoem et Brun. Naime, ponovljive razlike u morfologiji pseudotecija i nemogućnost križanja grupe A s grupom B u in vitro uvjetima ukazale su na postojanje potrebe i opravdanosti da se dvije grupe izolata patogena uzročnika raka stabla i suhe truleži korijena uljane repice označe kao različite vrste, nazvane *Leptosphaeria maculans* za predstavnike grupe A i *Leptosphaeria biglobosa* za predstavnike grupe NA 1 B. Također, u zadnje vrijeme otkriveno je i opisano 9 rasa *L. maculans* označenih kao AvrLm 1 do AvrLm 9.

U radu je prikazan detaljan pregled ekonomskoga značaja navedenih vrsta i simptoma koje oni uzrokuju, morfoloških karakteristika i razlika između njih, kao i ciklusa njihovoga razvoja, s posebnim naglaskom na mjere za njihovo suzbijanje.

Cljučne riječi: uljana repica, rak stabla i suha trulež korijena, *Leptosphaeria maculans*, *Phoma lingam*, *Leptosphaeria biglobosa*

Uvod

Rak stabla i suha trulež korijena je važna bolest uljane repice u Europi, Australiji i Sjevernoj Americi (Fitt et al., 2006.). Ovu bolest uzrokuju dvije vrste fitopatogenih gljiva iz roda *Leptosphaeria*, i to: *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et de Not (anamorf: *Phoma lingam* (Tode ex Fr.) Desm.), koja izaziva rak prizemnog dijela stabla i suhu trulež korijena i *Leptosphaeria biglobosa* Shoem et Brun, koja izaziva simptome u vidu raka na gornjim dijelovima stabla i suhe truleži korijena, uglavnom izazivajući manje štete, dok ozbiljne štete može uzrokovati u zemljama s višim ljetnim temperaturama (Huang et al., 2005; Fitt et al., 2006.). Obje vrste se pojavljuju i u Africi, Srednjoj i Južnoj Americi i Aziji (Anon., 2004; loc. cit. Fitt et al., 2006.). *L. maculans* najveće štete uzrokuje u Zapadnoj Europi, Australiji i Kanadi (West et al., 2001). Tako npr. Pedras et al. (1996.) navode da gubici prinosa koje *L. maculans* uzrokuje u Kanadi godišnje prelaze 30 milijuna dolara, dok se u V. Britaniji, u godinama kada je napad ovoga patogena jak, smanjenje prinosa kod osjetljivih vrsta kreće i do 50% (Gladders et Musa, 1979.), pri čemu Fitt et al. (2006.) navode da smanjenje

prinosa uljane repice u V. Britaniji iznosi oko 56 milijuna eura po sezoni. U Njemačkoj suha trulež također predstavlja ekonomski važno oboljenje uljane repice. U nekim godinama može biti zaraženo i preko 70% biljaka (Kruger, 1979.; Seidel et al., 1984.). Kruger (1978., 1979.) navodi da je bolest ustanovljena u svim područjima uzgoja uljane repice u Njemačkoj. U ranim 70-im godinama 20. stoljeća, jake epidemije bolesti su zaustavile razvoj industrije uljane repice u Australiji (Bokor et al., 1975.). Do sredine 1990. godine kao isključivi uzročnik raka stabla uljane repice u Poljskoj smatrana je *L. biglobosa* (Jedryczka et al., 1994.). Međutim, Karolewski et al. (2002.) navode da je *L. maculans* raširena u zapadnom dijelu, a *L. biglobosa* u istočnom dijelu Poljske. U Češkoj i Mađarskoj se također javljaju obje vrste (Szlavik et al., 2003.), dok je u Rusiji dominantna *L. biglobosa* (Jedryczka et al., 2002.). Bolest se rjeđe javlja u Škotskoj, Indiji i Kini. West et al. (2001.) navode da je u Kini s uljane repice izolirana samo *L. biglobosa*.

Na području bivše SFRJ, *Phoma lingam* je prvi put registrirana kao parazit cvjetače u okolicama Splita (Panjanin, 1965.). Cvjetković i sur. (1983.) navode da je tijekom 1982. godine *Phoma lingam* ustanovljena u mnogim proizvodnim područjima Jugoslavije, iako se ovaj parazit nalazi na karantenskoj listi. Također, Mustapić i sur. (1984.) navode da postoji opasnost da se rak stabla uljane repice sve više proširi u mnogim proizvodnim regijama Jugoslavije.

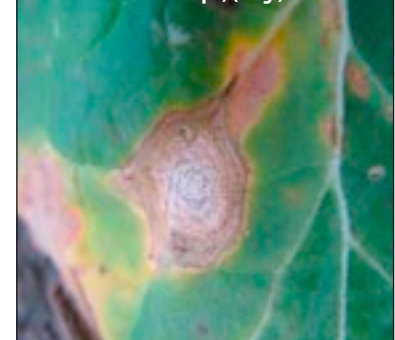
U Srbiji je parazitna gljiva *Phoma lingam* izolirana s kupusa 1995. godine (Mitrović, 1997.), a s uljane repice 1987. godine u Negotinu, kao i 1998. u Leskovcu (Antonijević, 1999.), dok je tijekom 2005. i 2006. godine ovaj parazit izoliran u svim proizvodnim područjima uljane repice u Vojvodini (Mitrović i Marinković, 2007.).

Simptomi bolesti

Simptome suhe truleži korijena („blackleg“) i raka stabla („stem cancer“) uljane repice uzrokuju *Leptosphaeria maculans* i *Leptosphaeria biglobosa*. Obje vrste uzrokuju simptome bolesti na biljkama uljane repice, od faze kotiledona pa sve do zrenja usjeva. Na kotiledonima, listu i ljuskama uljane repice ovi patogeni uzrokuju simptome tipa pjegavosti, dok na stablu i korjenu uzrokuju simptome tipa raka (Gabrielson, 1983.; Petrie, 1979.; Paul et Rawlison, 1992.).

U Europi, a i u Srbiji, prvi simptomi bolesti na ozimom uljanom repici obično se pojavljuju tijekom jeseni u vidu malih pjega, svijetlosive do svijetlosmeđe boje koje su ponekad okružene klorotičnom oreolom (West et al., 1999.). U zemljama zapadne Europe tijekom jeseni i zime obično izostaje formiranje piknidijskog stupnja patogena u okviru pjege. Tijekom proljeća pjege se na listu šire, a micelij preko lisne drške prelazi s lista na stablo uzrokujući na njemu simptome raka. Međutim, u nekim zemljama (Srbija) već tijekom jeseni u okviru

Sl. 1. Izgled karakterističnih pjega na listovima uljane repice (*Phoma leaf spot of oilseed rape*) (Orig.).



¹ mr. Petar Mitrović, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Srbija

² prof.dr. Vojislav Trkulja, Poljoprivredni institut RS, Banja Luka, Bosna i Hercegovina

pjega zapaža se pojava piknida. Početne pjege su sivosmeđe boje, često napravnino okruglastoga oblika. U kasnim fazama pjege se povećavaju, centralni dio pjege postaje sivobijele boje, a cijela pjega je orubljena tamnim rubom. U trenutku kada centralni dio pjege postaje sivobijele boje, u okviru njega obično dolazi i do razvitka pojedinačnih, okruglastih crnih piknida gljive (sl. 1.). Tkivo u okviru pjege s vremenom puca i tijekom kišnoga perioda dolazi do ispadanja centralnoga dijela pjege. Na prizemnom dijelu stabla i vratu korjena patogen uzrokuje blijedosive pjege orubljene tamnim rubom.



Sl. 2. Suha trulež (rak) vrata korijena uljane repice (Blackleg - cancer root of oilseed rape) (Orig.).

Tkivo u okviru pjege puca pa dolazi do stvaranja rak-rana („stem cancer“, „crown cancer“) (sl. 2.). Na uzdužnom presjeku stabla se zapaža da micelij prodira sve do srži, izazivajući nekrozu unutarnjega tkiva i same srži stabla oboljele biljke. Micelij gljive obično formira piknide na površini korijena i stabla, dok ih u unutrašnjosti nema. Napadnute biljke uslijed oboljenja vrata korijena venu i suše se, ne donoseći prinos. Osim navedenih simptoma, parazit uzrokuje pjegavost gornjih dijelova stabla i grana („upper stem cancer“), te pjegavost ljuski, šturost sjemena i uvelost cvjetova. Na stablu i granama se javljaju izdužene pjege sivosmeđe boje. U kasnijem periodu centralni dio pjege postaje sivobijeleboje s brojnim crnim piknidima (sl. 3.). Pjege na stablu mogu biti duge i do nekoliko cm. Na ljuskama se javljaju slične pjege kao i na stablu i granama (sl. 4.).



Sl. 3. Rak gornjega dijela stabla (Upper stem cancer) (Orig.).

Parazit sa zaraženih ljuski prelazi na sjeme. Jače inficirano sjeme je sitno, sivobijele boje, dok je manje inficirano sjeme svijetlocrvenkaste boje. U oba slučaja sjeme je šturo i neuporabljivo (sl. 5.). U povoljnim klimatskim uvjetima za gljivu (vlažno i kišovito vrijeme), patogen može uzrokovati i propadanje cvjetova. U prvim fazama dolazi do uvelosti cvjetova (sl. 6.). Kasnije cvjetovi postaju rudimentirani, tamne boje i ne otpadaju s grančica. U ovoj fazi cvjetne grančice i drške cvijeta postaju sivobijele boje na kojima se zapažaju plodonosna tijela gljive - piknidi (Mitrović, neobjavljeni podaci).



Sl. 4. Pjegavost ljuske uljane repice (Phoma pod spot) (Orig.).



Sl. 5. Zdravo sjeme (lijevo) i zaraženo sjeme (desno). Healthy seed (left) and infected seed (right) (Orig.).



Sl. 6. Uvelost cvjetova uljane repice (Withering flowers)(Orig.).

Biologija i epidemiologija gljive

Tode (1791.), *loc. cit.* Pound (1947.), je opisao suhu trulež na mrtvim stablima kupusa i njenoga uzročnika nazvao *Sphaeria lingam*. S obzirom da je gljivu našao na mrtvim stablima kupusa, smatrao je da je u pitanju saprofitni organizam. Međutim, Desmazieres (1849.), *loc. cit.* Pound (1947.), je istu gljivu pronašao tijekom vegetacije (na živim biljkama) nakon čega ju je preimenovao u rod *Phoma*. Potom je Rostrup (1894.) u Danskoj, *loc. cit.* Pound (1947.), opisao slično oboljenje na bijeloj rotkvi (repa) i njenoga uzročnika opisao kao *Phoma napobrassicae* Rostrup. Međutim, Henderson (1918.), *loc. cit.* Pound (1947.), je detaljnim izveštajem o pojavi *Phoma lingam* na kupusu u državi Wisconsin u SAD, opisao dvije vrste piknida koje stvara gljiva. Isti autor navodi da postoje značajni dokazi da je *Phoma napobrassicae* ustvari vrsta *Phoma lingam*. Smith (1956.) je otkrio savršeni stupanj *Leptosphaeria maculans* na stabljikama uljane repice na Novom Zelandu, mada se u literaturi često susreće da je savršeni stupanj otkriven na Novom Zelandu 1957. godine (Anonimus, 1957.; *loc. cit.* Williams, 1992.).

Gljiva se u prirodi održava pomoću piknida, micelija i pseudotecija. *Piknidi* se obično prenose na sjemenu, dok su *pseudoteciji* prisutni u biljnim ostacima. U povoljnim uvjetima temperature i visoke relativne vlažnosti, piknidi i pseudoteciji oslobađaju obilnu količinu konidija (piknospore) i askospora (Williams, 1992.). Prilikom sjetve zaraženoga sjemena, piknidi na sjemenu pod utjecajem zemljišne vlage pucaju i oslobađaju piknospore koje mogu zaraziti hipokotil ili se simptomi manifestuju u vidu pjegavosti na kotiledonima.

U okviru pjege na kotiledonima stvaraju se novi piknidi. Ovi piknidi u povoljnim uvjetima oslobađaju piknospore, koje se kišnim kapima i insektima prenose na nove biljke. Piknospore klijanju u infekcijsku hifu i preko stoma ili povreda zaražavaju biljno tkivo. Uloga piknospora u epidemiologiji bolesti je u zapadnoj Europi minimalna, ali je ona veoma značajna u Zapadnoj Australiji (West *et al.*, 2001.), s obzirom da je utvrđeno da u Australiji infekciju klijanaca (faza kotiledona), osim askospora, mogu uzrokovati i piknospore gljive (Barbetti and Khangura, 2000; *cit. loc.* West *et al.*, 2001.).

Kontaminirano sjeme također može biti izvor inokuluma za početne infekcije kotiledona. Ove infekcije rezultiraju pojavom pjega kružnoga oblika s velikim brojem formiranih piknida u početnim stupnjevima razvoja biljaka (Sylvester-Bradley et Makepeace, 1985.). Mogućnost prenošenja patogena sjemenom kupusa, uljane repice, rotkve i drugih kupusnjača je vjerojatno doprinjelo da je ova gljiva prisutna na svim kontinentima (West et al., 2001.). Pored piknospora, parazit može ostvariti zarazu i *askosporama*. U Velikoj Britaniji i drugim zemljama zapadne Europe askospore predstavljaju glavni izvor inokuluma za pojavu raka stabla na uljanoj repici (McGee, 1977.; Gladders et Musa, 1980.; Schramm et Hoffmann, 1991.).

Nakon žetve, gljiva se na zaraženim biljkama (stablama) održava pomoću saprofitnoga micelija (Williams, 1992.). Ubrzo poslije žetve *pseudoteciji* mogu biti vidljivi na prizemnom dijelu stabla (područje simptoma bolesti), dok se na gornjim dijelovima stabla plodonosna tijela formiraju nekoliko tjedana kasnije (Hammond, 1985.; *loc. cit.* West et al., 1999.). Gljiva može egzistirati na biljnim ostacima i nekoliko godina (Petrie, 1986.). Ipak, najveća produkcija askospora je u prvoj godini nakon žetve (McGee, 1977.). Glavni vremenski faktori koji utječu na dozrijevanje pseudotecija i oslobađanje askospora su temperatura i vlažno vrijeme (Peres et Poisson, 1997.). Formiranje pseudotecija na temperaturi od 15 - 20°C dosta je slično za obje vrste, dok *L. biglobosa* pri temperaturi ispod 10°C formira pseudotecije vrlo sporo (Toscano-Underwood et al., 2003.).

Na temperaturi od 5°C sazrijevanje i oslobađanje askospora traje manje od 58 dana, dok na temperaturi od 15°C ono traje 22 dana. Najjače infekcije lista su primjećene pri temperaturi od 15-20°C i dužini vlaženja lista od 48 sati (Toscano-Underwood et al., 2001.). Međutim, infekcije će se ostvariti i na temperaturi od 5-20°C i dužini trajanja vlažnoga perioda od 8-72 sata (Toscano-Underwood et al., 2001.). Biddulph et al. (1999a); *loc. cit.* West et al. (1999.) navodi da se infekcija listova može ostvariti i pri temperaturi od 4-20°C i dužini vlaženja lista dužoj od 4 sata. U uvjetima srednje i zapadne Europe oslobađanje askospora započinje u rujnu ili listopadu, najviše mjesec do dva kasnije (Thurwuchter et al., 1999.). U Istočnoj Europi oslobađanje askospora je utvrđeno i tijekom travnja iduće godine (Fitt et al., 2006.).

Oslobođene askospore padaju na površinu lista i u povoljnim uvjetima inficiraju listove preko stoma i povreda. Infekciona hifa se širi u biljnom tkivu, formirajući haustoriju, nakon čega ona raste dalje uzrokujući prve vidljive znakove infekcije palisadnih stanica (Hammond et Lewis, 1987.a). Izumiranjem palisadnih stanica, javljaju se prvi simptomi bolesti na biljkama. A-grupa *L. maculans* na mjestu infekcije izaziva male tamne pjege u okviru kojih gljiva stvara brojne piknide, dok B-grupa uzrokuje nešto sitnije pjege tamne boje, s nekoliko ili bez stvaranja piknida na biljkama (Brun et al., 1997.). Nastale pjege se tijekom jeseni povećavaju i postaju različitoga oblika. Tijekom zime i početkom proljeća, micelij se razvija interstanično, preko lista i lisne drške dolazeći do stabla (Hammond et Lewis 1987.a). U kontaktu micelija gljive i stabla uljane repice, patogen s biotrofskoga načina

ishrane, prelazi na nekrotrofski način, izazivajući tipične simptome raka na stablu (Hammond et Lewis 1987b). Na stablu osjetljivih vrsta, grupa A *L. maculans* uzrokuje intenzivne povrede kortikalnoga tkiva koje su svijetlosmeđe boje, često orubljene tamnijom marginom, dok grupa B veoma rijetko izaziva povrede korteksa, ali preko povreda lisne drške inficira srž stabla bez vidljivih vanjskih simptoma (Wes et al., 1999.).

Razlike između *L. maculans* i *L. biglobosa*

U okviru vrste *Leptosphaeria maculans* postoje dvije grupe: grupa A i grupa B. U Australiji jake epidemije uzrokuje samo grupa A, dok u Kanadi i zapadnoj Europi štete prčinjavaju obje grupe (Wes et al., 2001.). Brun et al. (1997.) i Williams et Fitt (1999.) navode da se grupe razlikuju po virulentnosti, odnosno da je grupa A visoko virulentna, dok je grupa B manje virulentna. Koch et al. (1991.) i Mengistu et al. (1991.) su proučavali virulentnost različitih izolata *L. maculans* na tri sorte uljane repice (Westar, Quinta, Glacier) i svrstali ih u 4 patogene grupe: PG₂, PG₃ i PG₄, dok su svi slabo virulentni izolati svrstani u PG₁. Kuusk et al. (2002.) navode da se patogene grupe (PG)_{2,3 i 4} mogu svrstati u grupu A, a PG₁ u grupu B. Temeljem RFLP analize i analize izoenzima, utvrđeno je da agresivni izolati formiraju kompaktnu grupu koja se razlikuje od slabo virulentnih izolata. Istim metodama također je utvrđeno da se slabo virulentni izolati mogu svrstati u tri podgrupe: NA 1, NA 2 i NA 3 (Koch et al., 1991.; Gall et al., 1995.). Gall et al. (1995.) navode da je NA 1 podgrupa dominantna u Europi, dok je NA 2 više zastupljena u Kanadi.

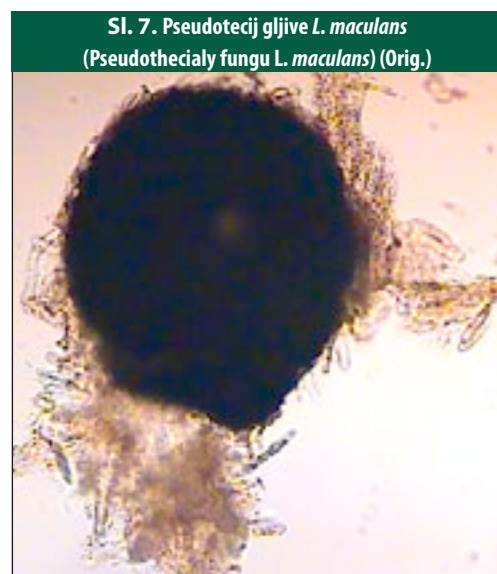
Osim razlika u virulentnosti, među izolatima postoji razlika i u produkciji fitotoksina *sirodezmina PL* (Koch et al., 1989.). Prisustvo sirodezmina nespecifičnoga za domaćina u filtratu kulture omogućilo je razvrstavanje izolata u grupe Tox₊ ili Tox₀ (Fitt et al., 2006.). Postojanje dva različita RFLP uzorka povezanih s razlikama u patogenosti i proizvodnji pigmenta u vlažnoj kulturi, omogućuje klasifikaciju izolata u A (visoko virulentni, Tox₊) ili B (slabo virulentni Tox₀) grupu (Fitt et al., 2006.). U odsustvu RFLP analize, agresivni virulentni izolati se mogu svrstati u grupu A na osnovu produkcije sirodezmina PL i nemogućnosti stvaranja pigmenata u vlažnoj kulturi (Brun et al., 1997.). Oznaka za B grupu je korištena za slabo virulentne i avirulentne izolate koji ne proizvode sirodezmin, ali stvaraju pigment u vlažnoj podlozi (Williams et Fitt, 1999.). Brojna ranija istraživanja ukazuju da izolati A grupe imaju spor i nepravilan rast na nizu agariziranih podloga, dok izolati B grupe imaju brz i pravilan porast (Humpherson-Jones, 1986.; Koch et al., 1989.). Prema literarnim navodima (Fitt et al., 2006.; West et al., 2001.), B grupa (*Leptosphaeria biglobosa*) prčinjava male štete na uljanoj repici koje se ogledaju u pjegavosti gornjih dijelova stabla. Međutim, Baledent et al. (1992.) i Brun et al. (1997.) navode da B grupa pored pjegavosti lista može prouzročiti i infekciju srži stabla. U *in vitro* uvjetima ponovljive razlike u morfologiji pseudotecija i nemogućnost križanja grupe A s grupom B, pojedinačnih askospora i križanje suprotnih tipova sparivanja A s A ili B s B, ukazale su da su dvije grupe izolata različite vrste, koje su nazvane *Leptosphaeria maculans* za A grupu i *Leptosphaeria biglobosa* za NA 1 B grupu (Somda et al., 1997.; Shoemaker et Brun, 2001.). U zadnje vrijeme otkriveno je 9 rasa *L. maculans* označenih kao AvrLm 1 do AvrLm 9. Za svaki AvrLm kod gljive je pro-

nađen major gen, kod uljane repice označen kao R_{Lm} (Balesdent *et al.*, 2005.). Na osnovu genetičke raznolikosti u populaciji *L. maculans*, dokazivanje i klasifikacija patogena se vrši pomoću diferencijalnoga seta sorti kod kojih je utvrđen R_{Lm} gen koji odgovara određenom Avr lokusu *L. maculans*.

Morfološke karakteristike

Na krumpir-dekstroznoj podlozi (PDA) u zavisnosti od izolata i lokaliteta, gljiva stvara zračni micelij sivobijele boje, dok je supstratni micelij mliječnobijele boje. S vremenom dolazi do stvaranja blijedocrnoga pigmenta u podlozi (Pound, 1947.). Kolonije su pravilnoga do nepravilnoga oblika, često s režnjevitom ivicom (Pound, 1947.; Mitrović, 1997.). Humpherson-Jones (1986.) i Koch *et al.* (1989.) navode da izolati A grupe imaju spor i nepravilan rast na nizu agariziranih podloga, dok izolati B grupe imaju brz i pravilan rast. Mitrović (1997.) također navodi da avirulentni izolati imaju brz porast u odnosu na virulentne izolate. Na površini kolonije gljiva formira piknide koji su dosta ravnomjerno raspoređeni i crne su boje. Gljiva stvara dva tipa piknida. *Tip 1* su piknidi skleroidnoga oblika, tamne boje sa suženom ostiolom, veličine 200-500 µm. *Tip 2* su piknidi loptastoga oblika, crni, veličine 200-600 µm sa zidom koji je sastavljen od nekoliko slojeva stanica, od kojih je vanjski sloj stanica zadebljaloga zida. *Piknospore* su bezbojne, kratko cilindrične, jedno-stanične, uglavnom prave, neke iskrivljene, s ili bez kapi ulja na krajevima, veličine 3-5 x 1,5-2 µm (Punithalingam *et Holliday*, 1972.).

Uz piknide, gljiva stvara i savršeni stupanj. *Pseudoteciji* se stvaraju na stabljikama nakon skidanja usjeva. U početku su uronjene u biljno tkivo, a s vremenom dolazi do pucanja epidermisa i do izbacivanja pseudotecija na površinu stabljike. Pseudoteciji su crni i lop-tasti (sl. 7.), s ili bez ostiole, veličine 300-500 µm (Punithalingam *et Holliday*, 1972.).



Sl. 7. Pseudotecij gljive *L. maculans*
(Pseudothecialy fungu *L. maculans*) (Orig.)



Sl. 8. Askospora gljive *L. maculans*
(Ascospore *L. maculans*) (Orig.)

Pseudoteciji sadrže veći broj *askusa*, a u svakom askusu se nalazi 8 askospora. *Askospore* su pravilne do blago povijene, na krajevima sužene i zaobljene, u početku svijetlo-smeđe, a kasnije žutosmeđe s pet septi (sl. 8.), veličine 35-70 x 5-8 µm (Punithalingam *et Holliday*, 1972.), dok se kod nas dimenzije askospora kreću između 40-75 x 5-9 µm (Mitrović, neobjavljeni podaci). Pseudoparafize su nitaste, bezbojne i septirane.

Suzbijanje

Rak stabla i suha trulež korijena u mnogim područjima predstavlja jednu od najvažnijih bolesti uljane repice. U mnogim područjima uzgoja uljane repice koriste se kombinirane mjere borbe (otporne sorte, kemijske mjere, plodored, itd). U zapadnoj Europi i Kanadi poslije jakih epidemija i nemogućnosti kontrole bolesti pristupilo se stvaranju *otpornih sorti*. Tako su u Francuskoj stvorene nove sorte ozime uljane repice, čija se otpornost zasniva na sposobnosti zaustavljanja prodiranja micelija u biljno tkivo (Peres *et Poisson*, 1997.). U Australiji su uzgajivači razvili proljetne tipove uljane repice s dobrom otpornošću na A grupu *L. maculans*, što je bio glavni razlog da se uljana repica ponovo uzgaja poslije jakih epidemija ranih 70-ih godina 20. stoljeća (Salisbury *et al.*, 1995., Bokor *et al.*, 1975.). Marcroft *et al.* (1999.) navode da su intenzivnim radom u Australiji otkriveni novi izvori otpornosti klijanaca i odraslih biljaka uljane repice prema parazitnoj gljivi *L. maculans*. Pronalaskom rezistentnih sorata, proizvođači su u nekim područjima Australije skratali plodored između usjeva uljane repice, što može izazvati nakupljanje infekcijskoga materijala i stvaranja novih rasa patogena koje bi mogle uzrokovati značajno smanjenje prinosa (Barbetti *et Khangura*, 1999.).

Osim otpornih sorti i plodoreda, koriste se i kemijske mjere zaštite usjeva. U različitim područjima koriste se različite kombinacije fungicida za tretiranje sjemena, zemljišta ili za folijarnu primjenu. Tako su u Kanadi za tretiranje sjemena registrirani fungicidi na bazi a.m. tiram, karboksina i iprodiona. U nekim dijelovima Europe, tretiranje sjemena se vrši fungicidima na bazi a.m. tirama i iprodiona, dok se u Australiji za tretiranje sjemena koristi a.m. iprodion. Osim za tretiranje sjemena, fungicid na bazi a.m. flutriafol je u Australiji korišten kao zemljišni fungicid, pri čemu je preparat nanošen na granule mineralnoga gnojiva. Unošenjem preparata u zemljište preko mineralnoga gnojiva, ostvarena je zaštita mladih biljaka za duži vremenski period. Tretiranje sjemena i unošenje fungicida u zemljište se pokazalo kao dosta efikasna mjera u zaštiti usjeva.

U zapadnoj Europi fungicidi se primjenjuju *folijarno u jesenjem periodu*. Primjena fungicida u jesenjem periodu se temelji na osnovi prisustva pjega na listovima uljane repice i broja dnevno oslobođenih askospora. Za folijarnu primjenu u zapadnoj Europi koriste se fungicidi na bazi a.m. difenokonazol ili difenokonazol u kombinaciji s karbendazimom, odnosno karbendazim + flusilazol, koji su ispoljili visoku efikasnost u kontroli raka stabla (Gladders *et al.*, 1998.). Međutim, u Kanadi je za folijarnu primjenu ponekad korišten fungicid na bazi a.m. propikonazol, ali on nije ispoljio zadovoljavajuću efikasnost, odnosno nije mogao u potpunosti zaštititi usjev uljane repice od raka stabla (Kharbanda *et al.*, 1999.).

Međutim, u godinama povoljnim za razvoj bolesti i pri sjetvi osjetljivih sorata, navedene zaštitne metode često nisu dovoljne pa je potrebno koristiti tzv. "integralne mjere borbe" (Barbetti et Khangura 1999.), koje u zaštiti uljane repice od raka stabla i suhe truleži korijena uključuju sve raspoložive mjere: otporne sorte, plodored, tretman sjemena i folijarnu upotrebu fungicida (Wets et al., 2001.).

Literatura

- Antonijević, D. (1999.): Gljivične bolesti uljane repice u SR Srbiji. Magistarski rad. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun.
- Balesdent, M. H., Barbetti, M. J., Hua, L., Sivasithamparam, K., Gout, L., Rouxel, T. (2005.): Analysis of *Leptosphaeria maculans* race structure in a worldwide collection of isolates. *Phytopathology* 95: 1061.–1071.
- Balesdent, M. H., Gall, C., Robin, P., Rouxel, T. (1992.): Interspecific variation in saluble mycelial protein and esterase patterns of *Leptosphaeria maculans* French isolates. *Mycological Research* 96: 677.–684.
- Barbetti, M. J., Khangura, R. K. (1999.): Managing blackleg in the disease-prone environment of Western Australia. Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, 1999. Canberra, Australia. <http://www.regional.org.au/papers/index.htm>
- Bokor, A., Barbetti, M. J., Brown, A. G. P., MacNish, G. C., Wood, P. (1975.): Blackleg of rapeseed. *Journal of Agriculture of Western Australia* 16: 7.–10.
- Brun, H., Levivier, S., Eber, F., Renard, M., Chevre, A. M. (1997.): Electrophoretic analysis of natural populations of *Leptosphaeria maculans* directly from leaf lesions. *Plant Pathology* 46: 147.–154.
- Cvijetković, B., Kišpatić, J., Milatović, I. (1983.): Morfološke i kulturalne karakteristike patogena uljane repice novog za Jugoslaviju. *Zaštita bilja* 34 (4.): 66.
- Fitt, L. D. B., Brun, H., Barbetti, J. M., Rimmer, R. S. (2006.): World-wide importance of phoma stem canker (*Leptosphaeria maculans* and *L. biglobosa*) on oilseed rape (*Brassica napus*). *European Journal of Plant Pathology* 114: 3.–15.
- Gabrielson, R. L. (1983.): Blackleg disease of crucifers caused by *Leptosphaeria maculans* (*Phoma lingam*) and its control. *Seed Science and Technology* 11: 749.–780.
- Gall, C., Balesdent, M. H., Desthieux, I., Robin, P., Rouxel, T. (1995.): Polymorphism of Tox⁰ *Leptosphaeria maculans* isolates as revealed by soluble protein and isozyme electrophoresis. *Mycological Research* 99: 221.–229.
- Gladders, P., Musa, T. M. (1980.): Observations on the epidemiology of *L. maculans* stem canker in winter oilseed rape. *Plant Pathology* 29: 28.–37.
- Gladders, P., Symonds, B. V., Hardwick, N. V., Sansford, C. E. (1998.): Opportunities to control canker (*Leptosphaeria maculans*) in winter oilseed rape by improved spray timing. *International Organization for Biological Control Bulletin* 21: 111.–120.
- Gladders, P., Musa, T. M. (1979.): The development of *Leptosphaeria maculans* in winter oilseed rape and its implications for disease control. *Pests and Diseases*: 129.–136.
- Hammond, K. E., Lewis, B. C., Musa, T.M. (1985.): A systemic pathway for the infection of oilseed rape plants by *Leptosphaeria maculans*. *Plant Pathology* 34: 557.–565.
- Hammond, K. E., Lewis, B. G. (1987.a): The establishment of systemic infection in leaves of oilseed rape by *Leptosphaeria maculans*. *Plant Pathology* 36: 135.–147.
- Hammond, K. E., Lewis, B. G. (1987.b): Variation in stem infections caused by aggressive and non-aggressive isolates of *Leptosphaeria maculans* on *Brassica napus* var. *oleifera*. *Plant Pathology* 36: 53.–65.
- Huang, Y. J., Fitt, B. D. L., Jedryczka, M., Dakowska, S., West, J. S., Gladders, P., Steed, J. M., Li, Z. Q. (2005.): Patterns

of ascospore release in relation to phoma stem canker epidemiology in England (*Leptosphaeria maculans*) and Poland (*L. biglobosa*). *European Journal of Plant Pathology* 111: 263.–277.

Humperson-Jones, F. M. (1986.): The occurrence of virulent pathotypes of *Leptosphaeria maculans* in *Brassica* seed crops in England. *Plant Pathology* 35: 224.–231.

Jedryczka, M., Lewartowska, E., Frencl, I. (1994.): Properties of *Phoma lingam* (Tode ex Fr.) Desm. isolates from Poland: pathogenicity characterisation. *Phytopathologia Polonica* 7: 71.–79.

Jedryczka, M., Nikonorenkov, V. A., Levitin, M., Gasich, E., Lewartowska, E., Portenko, L. (2002.): Spectrum and severity of fungal diseases on spring oilseed rape in Russia. *International Organisation for Biological Control Bulletin* 25: 13.–20.

Karolewski, Z., Kosiada, T., Hylak-Nowosad, B., Nowacka, K. (2002.): Changes in population structure of *Leptosphaeria maculans* in Poland. *Phytopathologia Polonica* 25: 27.–34.

Kharbanda, P. D., Yang, J., Beatty, P., Jensen, S., Tewari, J. P. (1999.): Biocontrol of *Leptosphaeria maculans* and other pathogens of canola with *Paenibacillus polymyxa* PKB1. Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, 1999. Canberra, Australia. <http://www.regional.org.au/papers/index.htm>

Koch, E., Badaway, M. A., Hope, H. H. (1989.): Differences between aggressive and non aggressive single spore lines of *Leptosphaeria maculans* in cultural characteristics and phytotoxin production. *Journal of Phytopathology* 124: 52.–62.

Koch, E., Song, R., Osborn, C. T., Williams, P. H. (1991.): Relationship between pathogenicity and phylogeny based on restriction fragment length polymorphism in *Leptosphaeria maculans*. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 4: 341.–349.

Krüger, W. (1978.): Über den Betall des Rapses durch *Phoma lingam* in der Bundesrepublik Deutschland. Proc of the 5th Inter. Rapeseed Conf. Malmö, Sweden 1: 338.–341.

Krüger, W. (1979.): Verbreitung der Wurzelhals-und Stengelfäule (verursacht durch *Phoma lingam*) bei Raps in der Bundesrepublik Deutschland. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz* 31: 145.–148.

Kuusk, K. A., Happstadius, I., Zhou, L., Steventon, A. L., Giese, H., Dihelius, C. (2002.): Presence of *Leptosphaeria maculans* group A and group B isolates in Sweden. *Journal of Phytopathology* 150: 349.–356.

Marcroft, S. J., Potter, T. D., Wratten, N., Barbetti, M. J., Khangura, R., Salisbury, P. A., Burton, W. A. (1999.): Alternative sources of resistance to Australian blackleg. Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, 1999. Canberra, Australia. <http://www.regional.org.au/papers/index.htm>

McGee, D. C. (1977.): Blackleg (*Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et de Not.) of rapeseed in Victoria: sources of infection and relationships between inoculum, environmental factors and disease severity. *Australian Journal of Agriculture Research* 28: 53.–62.

Mengistu, A., Rimmer, S. R., Williams, P. H. (1991.): Pathogenicity grouping of isolates of *Leptosphaeria maculans* on *Brassica napus* cultivars and their disease relation profiles on rapid-cycling brassicas. *Plant Disease* 75: 1279.–1282.

Mitrović, P. (1997.): Paraziti kupusa. Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

Mitrović, P., Marinković, R. (2007.): *Phoma lingam* – a rapeseed parasite in Serbia. Proc. of the 12th Intern. Rapeseed Congress, Vol. IV, 217.–219. March 26–30, 2007. Wuhan, China.

Mustapić, Z., Vratarić, Marija, Rajčić, Lada (1984.): Proizvodnja i prerada uljane repice. NIRO Zadrugar, Sarajevo.

Panjanin, M. (1965.): Suha trulež kupusa (*Phoma lingam*). *Biljna zaštita* 617: 133.–135.

Paul, V., Rowlinson, C. J. (1992.): Diseases and pests of rape. Verlag Theodore Mann, Gelsenkirchen-Buer, Germany.

Pedras, M. S., Taylor, L. J., Morales, M. V. (1996.): The blackleg fungus of rapeseed: how many species. *Acta Hort.* 407: 441.–446.

- Pérés, A, Poisson, B. (1997.): Phoma du colza: avances en epidemiologie. CETIOM - Oikoscope 40: 37.–40.
- Petrie, G. A. (1986.): Consequences of survival of *Leptosphaeria maculans* (blackleg) in canola stubble residue through an entire crop rotation sequence. Canadian Journal of Plant Pathology 8: 353.
- Petrie, G. A. (1979.): Blackleg of rape. Canadian Agriculture 24: 22.–25.
- Pound, S. G. (1947.): Variability in *Phoma lingam*. Journal of Agricultural Research 75, (4): 113.–133.
- Punithalingam, E., Holliday, E. (1972.): *Leptosphaeria maculans*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 331.
- Salisbury, P. A., Ballinger, D. J., Wratten, N., Plummer, K. M., Howlett, B. (1995.): Blackleg disease on oilseed *Brassica* species in Australia: a review. Australian Journal of Experimental Agriculture 35: 665.–672.
- Schramm, H., Hoffmann, G. H. (1991.): Biologische Grundlagen zur integrierten Bekämpfung von *Phoma lingam* (teleomorph *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et deNot.), dem Erreger der Wurzelhals- und Stengelhalm an Wintererbsen. Zeitschrift für Pflanzkrankheiten und Pflanzenschutz 98: 581.–596.
- Seidel, D., Deabeler, F., Amelung, K., Engel, H., Lücke, W. (1984.): Auftreten, Schädigung und Bekämpfung von *Phoma lingam* an Wintererbsen. Nachrichtenbl. Pflanzenschutz DDR 38: 120.–123. Cited from Rev. Plant Pathology 64: 133. (1985.).
- Shoemaker, R. A., Brun, H. (2001.): The teleomorph of the weakly aggressive segregate of *Leptosphaeria maculans*. Canadian Journal of Botany 79: 412.–419.
- Smith, H. C. (1956.): *Leptosphaeria nepi*, the pericetial form of *Phoma lingam* causing dry-rot disease of Brassicas. New Zealand Science Review 14: 116.–117.
- Somda, I., Harkous, S., Brun, H. (1997.): Bipolar heterothelism in group isolates of *Leptosphaeria maculans*. Plant Pathology 60: 890.–896.
- Sylvester-Bradley, R., Makepeace, R. J. (1985.): Revision at a code for stages of development in oilseed rape (*Brassica napus* L.). Aspects of Applied Biology 10: 395.–400.
- Szlávik, S. Z., Jedryczka, M., Kiss, I., Lewartowska, E., Nagy, G. (2003.): Population structure and pathogenicity grouping of *L. maculans* isolates from Hungary. Blackleg News 3.–4.
- Thürwächter, F., Garbe, V., Hoppe, H. H. (1999.): Ascospore discharge, leaf infestation and variations in pathogenicity as criteria to predict impact of *Leptosphaeria maculans* on oilseed rape. Journal of Phytopathology 147: 215.–222.
- Toscano-Underwood, C., West, J. S., Fitt, B. D. L., Todd, A. D., Jedryczka, M. (2001.): Development of phoma lesions on oilseed rape leaves inoculated with ascospores of A-group or B-group *Leptosphaeria maculans* (stem canker) at different temperatures and wetness durations. Plant Pathology 50: 28.–41.
- Toscano-Underwood, C., Huang, Z. J., Fitt, L. D. B., Hall, M. A. (2003.): Effects of temperature on maturation of pseudothecia of *Leptosphaeria maculans* and *L. biglobosa* on oilseed rape stem debris. Plant Pathology 52: 726.–736.
- West, J. S., Kharbanda, D. P., Barbeti, J. M., Fitt, B. D. L. (2001.): Epidemiology and management of *Leptosphaeria maculans* (phoma stem canker) on oilseed rape in Australia, Canada and Europe. Plant Pathology 50: 10.–27.
- West, S. J., Biddulph, J. E., Fitt, B. D. L., Gladders, P. (1999.): Epidemiology of *Leptosphaeria maculans* in relation to forecasting stem canker severity on winter oilseed rape in the UK. Ann. Appl. Biol. 135: 535.–546.
- West, S. J., Kharbanda, D. P., Barbeti, J. M., Fitt, L. D. B. (2001.): Epidemiology and management of *Leptosphaeria maculans* (phoma stem canker) on oilseed rape in Australia, Canada and Europe. Plant Pathology 50: 10.–27.
- Williams, P. H. (1992.): Biology of *Leptosphaeria maculans*. Canadian Journal of Plant Pathology 14: 30.–35.
- Williams, H. R., Fitt, L. D. B. (1999.): Differentiating A and B groups of *Leptosphaeria maculans* causal agent of stem canker (blackleg) of oilseed rape. Plant Pathology 48: 161.–175.

Surveying study

Leptosphaeria maculans and Leptosphaeria biglobosa - causal agents of phoma stem cancer and dry root rot of oilseed rape

Summary

Based on new researches results, it was found that phoma stem cancer and dry root rot of oilseed rape are caused by two kinds of phytopathogenic fungi from *Leptosphaeria* genus and they are: *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et de Not (anamorph: *Phoma lingam* (Tode ex Fr.) Desm.) and *Leptosphaeria biglobosa* Shoemaker et Brun. Namely, repeatable differences in pseudothecium morphology and an impossibility of crossing group A with group B in "in vitro" conditions have shown that there is a justified need to designate the two groups as different species, called *Leptosphaeria maculans* for group A and *Leptosphaeria biglobosa* for NA 1 B group. Also, nine races of *L. maculans* have been discovered and described recently, which were designated as AvrLm 1 to AvrLm 9. The paper describes a detailed review of economical importance of the listed species and symptoms that they cause, morphological characteristics and differences between them, as well as the cycle of their development with special emphasis on measures for their control.

Key words: oilseed rape, phoma stem cancer and dry root rot, *Leptosphaeria maculans*, *L. biglobosa*



KWS TASSILO
Uхватite prednost već u startu sa **KWS** hibridima i sortama uljane repice

KWS Sjeme d.o.o.
Orlavska 67
34 000 Požeja
tel: 00385 (0)34 271 163
fax: 00385 (0)34 312 933

KWS
Sjeme budućnost
od 1858.