

НАЈЗНАЧАЈНИЈЕ ПЕПЕЛНИЦЕ НА БИЉНИМ ВРСТАМА У УРБАНИМ СРЕДИНАМА

ВЕСНА ГОЛУБОВИЋ ЂУРГУЗ¹
ИВАН МИЛЕНКОВИЋ²
ЗЛАТАН РАДУЛОВИЋ²

Извод: У раду су наведене најчешће врсте гљива, које изазивају пепелнице на дрвенастим и украсним врстама, које се налазе у урбаним срединама. На дрвенастим врстама пепелницу изазивају гљиве које припадају следећим родовима: *Phyllactinia*, *Uncinula*, *Microsphaera*, *Erysiphe*, *Leveillula*, *Oidium*, *Sphaerotheca*. Највише врста је у оквиру рода *Microsphaera*. На цветним врстама пепелницу изазивају гљиве које припадају следећим родовима: *Erysiphe*, *Oidium* и *Sphaerotheca*. Поједине врсте гљива у оквиру ових родова могу да паразитирају на различитим домаћинима. Оптимални услови за развој већине пепелница су температура 21 - 25°C и релативна влага ваздуха 97 - 99%. Пепелнице се могу контролисати применом интегралних мера борбе, а у случајевима, када су потребне апликације фунгицида, најефикаснији су препарати на бази сумпора.

Кључне речи: пепелнице, дрвенасте врсте, украсне врсте

THE MOST SIGNIFICANT POWDERY MILDEW FUNGI ON THE PLANT SPECIES IN URBAN AREAS

Abstract The paper presents the most frequent species of fungi that cause powdery mildew on woody and ornamental plant species that grow in urban areas. On woody species, powdery mildew is caused by the fungi of the following genera: *Phyllactinia*, *Uncinula*, *Microsphaera*, *Erysiphe*, *Leveillula*, *Oidium*, *Sphaerotheca*. The majority of these species belong to *Microsphaera*. Flowering plants have the powdery mildew caused by the fungi belonging to *Erysiphe*, *Oidium* and *Sphaerotheca*. Some of the species within these genera can parasitize on different hosts. The optimum conditions for the growth of most of the powdery mildew fungi include the temperature range of 21°C-25°C and the relative humidity of 97-99%. Powdery mildew can be controlled using integral control measures, but in case the application of fungicide is required, the most effective ones are sulfur-based treatments.

Keywords: powdery mildew, woody plants, ornamental plants

1. УВОД

Пепелнице су заједнички назив за болести које изазивају гљиве које припадају реду *Erysiphales*, phylum-у *Ascomycota*. Пепелнице се препознају по белом, прашкасто-пудерастом изгледу свих делова биљака захваћених инфекцијом. Овакав изглед настаје због способности гљиве да произведе површинске хифе, које носе многобројне безбојне конидије. Ови патогени нападају обично младе листове, гранчице, пупољке, цветове и плодове, мада код

¹ др Весна Голубовић Ђургуз, ванр. проф., Универзитет у Београду - Шумарски факултет

² др Иван Миленковић, научни сарадник; др Златан Радуловић, научни сарадник, Институт за шумарство, Београд

неких врста и старији листови на истој биљци домаћину могу бити осетљиви као и млади листови. Развијају се епифитно, па су инфекција и њен развој често ограничени на горњој површини листа, али постоје врсте гљива које се развијају само на наличју листа или захватају целокупан лист. Понекад је захваћена инфективна површина више условљена варијететом биљне врсте него врстом патогене гљиве (пример за то је пепелница на ружи). Неке друге врсте имају одређене афинитете према појединим ткивима домаћина, тако да ће пре изазвати инфекцију на гранчицама или пупољцима, него на листовима. Физиолошко слабљење нападнутих биљака настаје узимањем хранљивих материја из епидермалних ћелија путем хаусторија гљива. Мицелија формира кратке конидиофоре на површини биљака, са ланцем правоугаоних, овалних, или округлих конидија, које се разносе ваздушним струјама. Када су услови средине или исхране неповољни, гљива може формирати клеистотеције које садрже један или више аскуса (Agrios, G.N., 1997). Пропадање биљака изазвано овим инфекцијама резултира појавом различитих симптома (превремена дефолијација, појава хлорозе и увијање листа, сушење гранчица, успоравање раста, деформација цветова и плодова, одумирање ткива, а понекад су симптоми слични вирусним инфекцијама). Инфицирани листови генерално одумиру и опадају са биљака раније од здравих листа. Патоген не напада директно делове корена који су под земљом, али утиче на промену њихових физиолошких својстава. Пепелнице ретко могу да доведу до сушења биљака, али биљке после инфекције постају знатно осетљивије према зимским мразевима, нападу инсеката или других патогена.

Гљиве изазивачи пепелница су облигатни паразити, развијају се на живом биљном ткиву и културе ових гљива не могу бити гајене на вештачким хранљивим подлогама. Нападају веома различите биљне врсте па припадају најраспрострањенијим узрочницима болести биљака. Према Takamatsu, S. (2004), Amano је 1986. године навео да биљке домаћини за развој пепелнице обухватају више од 9838 врста из 1.617 генера, 169 фамилија и 44 реда ангиосперми. Међутим, иако је ова група гљива велика, постоје заједничке особине карактеристичне за све: све су облигатни биотрофи, развијају се ектотрофно и за клијање је неопходно присуство велике релативне влаге ваздуха

Грађа клеистотеција је веома битна за идентификацију и систематизацију пепелница, а како се ови аскокарпи релативно ретко формирају, то је и један од разлога појаве различитих назива и систематског места. Систематско место ове групе гљива се мењало у складу са развојем метода истраживања. Прву свеобухватну класификацију *Erysiphaceae* урадио је Salmon, E.S., 1900. године (Takamatsu, S., 2004). Многобројни истраживачи су усвојили његов систем поделе, уз идентификацију много већег броја врста, јер су многа каснија открића била базирана на откривању врсте домаћина, док је он био ограничен само на изучавању морфологије. Braun, U. је 1987. у својој монографији описао 18 родова и 435 врста пепелница. Alexopoulos, C.J. et al., (1996) анализира ред *Erysiphales* као изоловану групу између филamentosних аскомицета. Braun, U., Takamatsu, S. (2000), сматрају да вр-

сте рода *Uncinula* и рода *Microsphaera* припадају роду *Erysiphe*, а врсте рода *Sphaerotheca* су род *Podosphaera*. Према КIRK, P.M. *et al.* (2008), пепелнице припадају реду *Erysiphales* који садржи једну фамилију *Erysiphaceae*, са 19 родова и 769 врста. Подела фамилије *Erysiphaceae* на родове извршена је на основу изгледа апендицеса и броја аскуса у плодносном телу.

Род *Erysiphe* DC., клеистотеције имају два или више аскуса, апендицеси су једноставни и кратки.

Род *Sphaerotheca* Lev., клеистотеције имају само један аскус, врсте овог рода имају једноставне апендицесе, неразгранате, сличне мицелији.

Род *Oidium* Link, конидије (оидије) су у ланцима, а клеистотеције нису откривене.

Род *Microsphaera* Lev., клеистотеције садрже неколико аскуса, врхови апендицеса су дихотомо разгранати.

Род *Phyllactinia* Lev., клеистотеције садрже више аскуса апендицеси се формирају у екваторијалној равни, крути су, у основи проширени, а према врху копљасто зашиљени.

Род *Uncinula* Lev., клеистотеције имају неколико аскуса, апендицеси прости или дихотомо разгранати, на врху кукасто или спирално савијени.

Радови о пепелницама у нашој литератури углавном су посвећени проблему развоја и сузбијања пепелнице на храсту лужњаку коју изазива гљива *Microsphaera alphitoides* (Бобинац, М., Караџић, Д., 1994, Golubović Ćurguz, V., Karadžić, D., 2000, Караџић, Д., Милијашевић, Т., 2005, Караџић, Д., 2010, Караџић, Д. *et al.* 2016). Због присуства пепелница на многим врстама у урбаним срединама и проблема који се јављају на тим биљкама, у овом раду ће бити презентоване најзначајније врсте.

2. НАЈЧЕШЋЕ ПЕПЕЛНИЦЕ НА ДРВЕНАСТИМ ВРСТАМА У УРБАНИМ СРЕДИНАМА

У табели 1 представљене су најчешће врсте пепелница које се могу развити на дрвенастим врстама у урбаним срединама. Из приложеног списка може се констатовати да је присутан велики број различитих гљива. Поједине од наведених врста често се могу констатовати, посебно се то односи на врсту *Microsphaera alphitoides* Griff. and Maub. (Караџић, Д., Милијашевић, Т., 2005, Караџић, Д., 2010).

M. alphitoides (Syn, *Erysiphe alphitoides*) (n.f. *Oidium quercinum*) је најзначајнија гљива која проузрокује пепелницу на лишћу храстова (слика 1). Наши храстове према осетљивости могу да се сврстају на следећи начин: *Q. robur* (најосетљивији), *Q. pubescens*, *Q. farnetto*, *Q. cerrus*, *Q. petraea*, *Q. ilex*, *Q. suber* и *Q. coccifera* (најотпорнији) (Караџић, Д., 2006, 2010).

M. alphitoides напада младо лишће и избојке. Инфекције се остварују од почетка маја месеца па до краја вегетационог периода. Први знаци заразе су мале циметасте пеге, а одмах после тога цео лист је покривен слојем површинске (епифитне) беле мицелије на којој се формирају оидије. Оидије се образују у ланцима који се налазе на кратким конидиофорима. Оне су елиптичне, или елиптично округласте, величине 25-37 x 15-22 μm. Оидије

шире заразе у току летњих месеци и могу остварити инфекције и при релативно сувом времену. Најбоље клијају на температурама између 20–30° С и при релативној влази ваздуха између 76 и 96%. При јачим заразама лишће се скупља, посмеђи и опада.

Табела 1. Најзначајније врсте пепелница на дрвенастим врстама у урбаним срединама

Table 1 The most important species of powdery mildew fungi on woody species in urban areas

Домаћин (род) Hosts (genus)	Назив гљиве Name of fungus
<i>Aesculus</i> L.	<i>Phyllactinia guttata</i> (Wallr.:Fr)Lév, <i>Uncinula flexuosa</i> Peck
<i>Berberis</i> L.	<i>Phyllactinia berberidis</i> Pall.
<i>Betula</i> L.	<i>Microsphaera alni</i> (Wallr.)Wint, <i>M. betulae</i> (Wallr.)Wint <i>Phyllactinia guttata</i> (Wallr.:Fr)Lév
<i>Catalpa</i> Scop.	<i>Microsphaera elevata</i> Burriill
<i>Clematis</i>	<i>Erysiphe ranunculi</i> , <i>E. aquilegiae</i>
<i>Eleagnus</i> L.	<i>Leveillula eleagnacearum</i> Golov.
<i>Euonymus</i> L.	<i>Oidium evonymi japonici</i> Sacc.
<i>Platanus</i> L.	<i>Microsphaera platani</i> Howe., <i>M. alni</i> (Wallr.)Wint
<i>Prunus</i> L.	<i>Sphaerotheca pannosa</i> (Wallr.)Lév
<i>Quercus</i> L.	<i>Microsphaera alphitoides</i> Griff. and Maub.
<i>Syringa</i> L.	<i>Microsphaera syringae</i> Jacz.
<i>Tilia</i> L.	<i>Uncinula clintonii</i> Peck.

Гљива производи белу мицелију, која расте на површини биљних ткива, шаљући округласте хаусторије у епидермалне ћелије. Мицелија формира основу од хифа на површини, неке од њих формирају кратке, усправне конидиофоре, а на врху сваког од њих настају конидије јајастог облика поређане у низу, што даје изглед ланаца. Када настаје хладно време у касно лето епифитна мицелија може произвести клистотеције. Клеистотеције имају неколико мицелоидних апендицеса, (то је хифа која произилази из ћелије клеистотеције). Клеистотеција је мање или више зароњена у мицелијарну потку на биљном ткиву. Аскоспоре настављају свој развој у току зиме и у пролеће су зреле за расејавање. На пролеће клеистотеција упија воду и пуцањем се отвара. Врх појединих аскуса издија из клистотецијума, нагло пуца и под притиском избацује зреле аскоспоре (Аgrios, G.N., 1997).

Понекада се (најчешће после сувог и топлог лета) у току јесени, на горњој страни лишћа образују клеистотеције, тј. савршени стадијум у развоју ове гљиве. Клеистотеције су лоптасте, у почетку жуте, а касније постају мркоцрне или црне, у пречнику 180-200 µm, а по површини покривене са приближно 20 безбојних апендицеса, који се на врху дихотомо гранају. Свака клеистотеција садржи по неколико аскуса са аскоспорама. Аскоспоре су безбојне, елиптичне, једноћелијске, величине 18-24 x 6-13 µm.

Пепелнице на лишћу храста може изазвати више врста гљива. Осим најчешће пепелнице *Microsphaera alphitoides* на лужњаку су забележене још

две врсте из рода *Microsphaera* (*M. extensa* и *M. hypophylla*), врста *Phyllactinia roboris* Blum. и једна врста из рода *Sphaerotheca* (вероватно *Sphaerotheca lanestrus* Hark.). *Microsphaera extensa* Cooke and Peck. је широко распрострањена у северној температурној зони. Јавља се на стаблима *Quercus alba*, *Q. robur* и *Q. rubra*, али не причињава веће штете. *Phyllactinia roboris* је често присутна на *Quercus robur*, а карактерише је то што се бела епифитна мицелија образује на наличју лишћа.



Слика 1. Листови прекривени мицелијом пепелнице

А,Б,В- *Microsphaera alphitoides* Griffon & Maublanc, лишће младог лужњака (*Quercus robur* L.) покривено белом мицелијом

Г - *Microsphaera elevata* Wiggill, на младим листовима каталпе (*Catalpa* Sclop.)

Д- *Phyllactinia guttata* (Wallr.:Fr)Lév на листовима дивљег кестена (*Aesculus hippocastanum* L.)

Figure 1. The leaves are covered with mycelium powdery mildew

А,Б,В- *Microsphaera alphitoides* Griffon & Maublanc, leaves of young Pedunculate oak (*Quercus robur* L.) covered by the white mycelium

Г - *Microsphaera elevata* Wiggill on young leaves of Catalpa (*Catalpa* Sclop.)

Д- *Phyllactinia guttata* (Wallr.:Fr)Lév on young leaves Horse Chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.)

Пепелница је често констатована на *Еиопутис* spp. и њено присуство је врло упадљиво, а естетски утицај негативан на многим врстама овог рода па и на *E. japonicus*. Први пут је забележена на овој врсти у Италији, у Фиренци 1899. године. Гљиву је описао Saccardo, P.A. (1903) као *Oidium euonymi japonicae* и ово име се још увек користи. Следећи подаци о њеном присуству

потичу из Аустрије и из Енглеске, оба из 1903. године (Salmon, E.S., 1905). Salmon, E.S. је у експерименту са инфицираним листовима, које је инкубирао у влажној и топлој средини утврдио конидиофоре са ланцем конидија на површини и закључио да гљива презими у тим деловима мицелије на листовима. Ово је потврђено много каснијем истраживањем у Јапану. Инфекција листова резултира формирањем слоја у коме мицелија и хламидоспоре презиме и изазивају инфекцију следећег пролећа. Ово је једини податак о појави хламидоспора које нису карактеристичне за *Erysiphaceae*.

Постоји неколико радова са подацима о клеистокарпима. Tokushige, Y. (1953) наводи да у Јапану пепелницу на *E. japonicae* проузрокује гљива *Uncinula euonymi-japonicae*, али није наведено да ли се ова тврдња базира на сакупљену савршеног стадијума, јер други аутори нису пронашли клеистокарпе. Први подаци о клеистокарпима су подаци у радовима Viennot-Bourgin, G., (1949), где наводи да су клеистотеције округле и назвао је гљиву *Microsphaera euonymi-japonicae*. Blumer, S. (1967) забележио је на евонимусу *Phyllactinia guttata*, али овај налаз није имао потврду у другим литературним изворима.

Пепелница на *Syrunga spp.* има врло специфичан начин појављивања у току XX века. У периоду од 1922. године до 1945. године спорадично се спомиње у литератури. А онда се појавила у епидемијском облику у Европи од 1948. до 1950. године и изазвала велико интересовање како би се пронашао начин да се ова болест врати на ниво болести које се повремено појављују. Први радови, који су указали да ова болест може бити довољно проблематична да оправда озбиљна истраживања, рад је Crowella, I.H., у току 1937. године у коме је навео осетљивост око 300 врста и култивара базирано на опажањима у Америци у периоду од 1933 до 1936. године (цит. Powell, C.C., Lindquist, R.K., 1997). Гљиву је назвао *Microsphaera alni* (= *M. lonicerae*). Brodie, H.J. (1945) доказао је успешност сазревања конидија *M. alni* са јоргована у условима ниског процента влажности. У истом периоду у Естонији је констатован јак напад јоргована гљивом *Phyllactinia suffulta* (= *P. gutata*).

Клеистокарпи на јорговану у Европи су први пут забележени у околини Париза (Viennot-Bourgin, G., 1949). Он је овој гљиви дао име *Phyllactinis corylea* (= *P. gutata*). Забележио је да се инфекција прво појавила у септембру, а затим се наставља све интензивнији развој до опадања листова.

У периоду од 1948. године до 1950. године болест је распрострањена у целој Европи. Blumer, S. (1967) наводи да се у Швајцарској ширила од запада до истока у епидемијском облику. Први податак за Енглеску је из 1948. године, а затим за период од 1949. до 1950. године. У Аустрији (у околини Беча) констатована је у јесен 1951. године. Како нису формирано клеистокарпи Blumer, S., је предложио назив за гљиву *Oidium syringe*. Међутим, анализом конидија установљен је њихов идентичан изглед са оним које су сакупљене у Америци на зараженим биљкама јоргована и назване *M. alni*. На основу овог податка закључено је да је болест вероватно са биљкама пренета из Америке у Европу.

На врстама *Prunus laurocerasus* и *Clematis spp.* пепелнице нису често констатоване. На *Clematis spp.* само повремено може да се констатује болест

и утврђена је различита осетљивост у зависности од култивара. Најосетљивије су *Clematis recta* и *C. vitalba*. На овим биљкама пепелнице могу да изазову гљиве *Erysiphe ranunculi* и *E. aquilegiae*.

Листови *Prunus laurocerasus*, када достигну свој пуни развој, због дебљине кутикуле, нису осетљиви на напад пепелнице, већ само у фази када су млади. Први налаз пепелнице на овој врсти забележен је од стране Salmon-а, E. S., (1905) на листовима младих избојака на биљкама у Краљевском ботаничком врту у Лондону, где је сакупљеним конидијама успешно инфицирао младе, здраве листове. Према истом аутору ова болест је први пут забележена у Италији 1879. године и ова гљива је описана под називом *Oidium passerinii*. Наредних година констатован је у Француској конидијални стадијум, али када су пронађени и клеистокарпи на овом домаћину, гљива је названа *Erysiphe bertolini*. Детаљним истраживањима сакупљеног зараженог материјала констатовано је да ова гљива представља форму гљиве *Sphaerotheca pannosa*, јер се конидије обе гљиве међусобно не разликују. У Италији су 1929. године на младим листовима и танким гранама лаворвишње констатовани симптоми деформација и дисторзија, па је анализом изгледа конидија и типа оштећења гљива названа *Sphaerotheca pannosa* var. *persicae*, и од 1955. године сви изазивачи сличних симптома названи су *Sphaerotheca pannosa*.

3. НАЈЧЕШЋЕ ПЕПЕЛНИЦЕ НА УКРАСНИМ ВРСТАМА У УРБАНИМ СРЕДИНАМА

У табели 2 представљене су најчешће врсте пепелница које се могу развити на украсним врстама биљака у урбаним срединама. Из приложеног списка може се констатовати да се одређен број гљива развија на различитим врстама биљака. Најзначајнија врста пепелница је *Sphaerotheca pannosa* (Wallr.) Lév, пошто је раширена у свим земљама света где се гаје руже (Караџић, Д., Милијашевић, Т., 2001).

Табела 2. Најзначајније пепелнице на украсним врстама

Табле 2 The most important species of powdery mildew fungi on ornamental plants

Домаћин (род) Hosts (genus)	Назив гљиве Name of fungus
<i>Begonia</i> L.	<i>Erysiphe cichoracearum</i> DC, <i>Oidium begonia</i> Putt.
<i>Chrysanthemum</i> L.	<i>Erysiphe cichoracearum</i> DC.
<i>Dahlia</i> Cav.	<i>Erysiphe cichoracearum</i> DC.
<i>Delphinium</i> L.	<i>Erysiphe aquilegiae</i> var. <i>ranunculi</i> (Grev.) R.Y. Zheng & G.Q.
<i>Hydrangea</i> L.	<i>Oidium hortensiae</i> Jorst.
<i>Phlox</i> L.	<i>Erysiphe cichoracearum</i> DC.
<i>Rosa</i> L.	<i>Sphaerotheca pannosa</i> (Wallr.)Lév
<i>Zinnia</i> L.	<i>Erysiphe cichoracearum</i> DC.

Пепелнице на ружама једна су од најзначајнијих болести које настају на ружама гајеним у стакленицима или на отвореном. Први подаци о пепелницама на ружама потичу око 300 г. пре н.е. у записима Teofrasta (Coyier, D.L., 1961). Гљива је први пут описана 1819. године као *Alphitomorpha pannosa* од стране Wallroth, F.W., 1829. године је Fries, E., сврстава у род *Erysiphe* под називом *Erysiphe pannosa*, а Leveille, J.H., је 1851. године сврстава у род *Sphaeroteca* (Junnell, L., 1967). Назив *S. pannosa* (Wall. Ex Fr.) Lev. остаје иако се 1914. године, према Woronichine, N.N. (1925), у оквиру ове врсте издвајају два варијетета: *var. rosae*, који се развија на ружама и *var. persicae*, који инфицира листове брескве и бадема.

Многи истраживачи су покушавали да докажу да на ружама инфекција пепелницом настаје од различитих врста гљива. У северној Америци је *Sphaerotheca humuli* по многим ауторима друга врста која изазива пепелницу на ружама. Овај концепт две различите врсте на ружама је подржан и од стране Blumera, S., (1967) који је дао ревизију *Erysiphaceae* у Европи и ту другу гљиву идентификовао као *S. macularis* (Wallr. ex Fr.) Magnus. Према Salmon, E.S. (1905), између гљива *S. humuli* и *S. macularis* не постоји јасна разлика. Како би се ова дилема разрешила Coyier, D.L. (1961) анализирао је сакупљен свеж и хербаризиран заражен материјал из 32 земље USA и 22 државе са других континената. На основу резултата тих истраживања дошао је до закључка да су мале разлике између ове две гљиве и да су све пепелнице на ружама настале дејством гљиве *S. pannosa var. rosae*. Сматра се да постоји пет сојева *S. pannosa var. rosae*, који се разликују по вируленцији и осетљивости домаћина (Караџић, Д., Милијашевић, Т., 2001).

Различити култивари ружа показују различиту осетљивост према *S. pannosa*. Пузавице, пењачице и хибриди чајевки су јако осетљиви. Испитивања дејства конидија формираних на листовима једне врсте показују да настају различити ефекти када се пренесу на листове различитих врста, поједини култивари ружа не показују исту осетљивост и реакцију на листовима. Сви фактори који утичу на биљке домаћине утичу истовремено и на раст *S. pannosa*. Мицелија расте добро на младом ткиву, ткиво ружа постаје резистентно на инфекције у одређеном периоду. Према Rogers, M.N., (1959), интензитет развоја пепелнице на листовима повезан је са повећањем дебљине кутикуле и других епидермалних ћелија. Постоји дилема да ли ово повећање дебљине директно спречава пенетрацију или је повезано са другим променама штетним за патогена јер постојање абразије на старим листовима руже не утиче на њихову осетљивост на присуство *S. pannosa*. Константовано је постојање разлика на различитим листовима исте биљке, не у почетној пенетрацији, већ у клијању конидија, код младих листова је било мање нормално развијених хаусторија у ћелијама епидерма. Ово је навело на закључак да је резистентност листова условљена интерним, постпенетрационим факторима. Својим истраживањима Mandre, M., (1971) утврђује да листови руже на којима је присутна гљива садрже мање антоцијанида, него здрави листови јер као резултат оксидације у инфицираним ткивима ова једињења постепено доводе до стварања фенолних супстанци. Суштина настанка антигљивичне природе многих фенола је то што има више анто-

цијанида у листовима резистентних култивара, него код осетљивих култивара. Такође, мањи је садржај растворљивих карбохидрата у листовима резистентних култивара него осетљивих култивара, у зараженим деловима листа су постојала повећања у количинама растворљивих карбохидрата и смањење сахарозе.

Мицелија *S. pannosa* расте преко површине листа биљке домаћина само лимитирана продором хаусторија у ћелије епидерма. Први симптоми заразе су појава истакнутих, мехурастих, црвенкастих површина на лицу листа. Убрзо после тога појављује се беличаста епифитна мицелија, која прекрива део или целокупну површину листа. Секундарна мицелија састоји се од хифа широких 6 μm са задебљалим зидовима. Обично изгледају као дебели застор "*pannosa mycelia*" и по томе је добила име. На овој епифитној мицелији могу се, на неким култиварима, наћи и аскокарпи (клеисто-теције). Они су лоптасти 80-120 μm , у пречнику обично 100 μm са неколико таласастих мицелоидних додатака најчешће кратки светлосмеђи и септатни. Аскуси су широко дугуљасте до округласте и садрже 8 безбојних, једноћелијских аскоспора (20-27 x 12-15 μm). *S. pannosa* је хетероталусна, има полне органе образоване у различитим мицелијама. Гљива презимљава у стадијуму мицелије у успаваним пупољцима. Неки истраживачи сматрају да може презимети и у стадијуму аскокарпа, али пошто није доказана клијавост аскоспора овај начин презимљавања је без значаја. Интервали у којима се формирају клеистокарпи су неправилни. У неким земљама се појављују релативно заједно на различитим локалитетима и култиварима, а у другим (Јапан) не иду заједно. Клеистокарпи нису пронађени на листовима (Price, T.V., 1970), међутим, Coyer, D.L. (1961) пронашао је клеистокарпе на листовима *Rosa virginiana* и на биљкама из стакленика и на биљкама у пољу.

Инфицирани млади листови се савијају, а на старијим листовима појављују се површине прекривене белом мицелијом. Када су повољни услови средине, нападнути листови опадају пре времена. Мицелија се може развити и на сочним деловима стабљике, посебно око трнова. Инфекција се шири и на цветовима уз формирање бујне мицелије на круничним, чашичним листовима и цветним петелкама.

Многи истраживачи су проучавали повољне услове за клијање конидија и установили да на 20°C и близу 100% релативне влаге, конидије почињу са клијањем између 2 и 4 сата после депозиције на листовима производећи примарну клицину цев на једној страни конидије. Ова клицина цев се издижује и после 6 сати формира проширење - иницијални апресоријум. Септом се затим одваја иницијални апресоријум и почиње да се повећава у зрео апресоријум. Са супротне стране апресоријума полази танка инфекциона хифа, која пробија кутикулу и улази у епидермалне ћелије. У ћелијама епидермиса после 16 до 20 часова настају прве хаусторије. После 20 до 24 сата формирају се зреле хаусторије у епидермису, праћене рапидним растом мицелије.

Кратки конидиофори почињу да се образују 48 часова после инфекције. Конидиофори се иницијално развијају као отеклина на хифама непосредно изнад једра. Једро иницијалног конидиофора дели се септом у две ћелије.

Базална ћелија постаје дршка конидиофора док горња ћелија подвргнута даљој подели формира 6 до 8 ћелија, од којих је вршна бурегастог облика. Величина конидија варира - дужина 22,9 до 28,6 μm а ширина од 13,6 до 15,8 μm . Конидије *S. pannosa* наслањају се и придржавају једна другу, чак и након што постану зреле. Распоређене су у ланцима и то овој гљиви даје прашкаст изглед. Имају дневни циклус сазревања што условљава дневни периодичитет конидија у ваздуху око стабљика ружа. Када је сув дан, без кише, раст броја конидија које се ослобађају у ваздуху, у складу је са смањењем влаге ваздуха. Број достиже врхунац од поднева до раног после поднева и онда опада када се конидиофори ослободе зрелих конидија.

Erysiphe cichoracearum DC. проузрокује пепелницу на многим украсним врстама, које припадају различитим родовима (*Begonia* spp., *Chrysanthemum* spp., *Dahlia* spp., *Phlox* spp., *Zinnia* spp. и др.). На површини листова, цветова и стабљика формира се бела, епифитна мицелија. Уз повећану влагу ваздуха пепелница се брже развија на свим врстама.

Oidium begoniae Putt., поред *E. cichoracearum* на различитим култиварима бегоније изазива појаву пепелнице, а *Oidium hortensiae* Jorst. на култиварима *Hydrangea* spp.

Пепелница на бегонији позната је више од 50 година и изазивач је описан као *Oidium begoniae* (Puttemans, A., 1911). Болест је унета у Европу око 1930. године, брзо се ширила и већ 1934. године констатована је у Немачкој, 1938. године у Енглеској, а затим даље у осталим земљама. На највећем броју локалитета пронађен је само конидијски стадијум. Утврђене су варијације у осетљивости различитих култивара бегоније.

На *Hydrangea* spp. пепелница је први пут забележена 1925. године у Норвешкој и изазивач пепелнице је евидентиран као гљива *Oidium hortensiae*. Овај назив гљиве је задржан и касније (Blumer, S., 1967). Болест је у наредним годинама констатована и у осталим земљама Европе, а са зараженим биљкама пренета је и у Америку. На свим зараженим биљкама био је констатован само конидијални стадијум. У Холандији се сматрало да је изазивач гљива *Erysiphe polygoni* што су прихватили и многи други истраживачи након упоређења развоја апресоријума и клицине цеви. Иако према особинама конидија гљиву треба назвати *E. polyphaga*, али према Junnel, L., (1967), конидије су дуже и више елипсоидне него код ове врсте, а Blumer није констатовао осетљивост хортензије на *E. polyphaga*. На зараженим деловима биљака клеистокарпи су први пут констатовани у Пољској 1930. године и описани као *Microsphaera polonica* (Siemaszko, W., 1933). Клеистокарпи су округласти, црни, са 10-20 хијалинских или смеђкастих апендицеса, који су прави, повремено дихотомо разгранати и дужине једнаке пречнику клеистокарпа. Аскуси су елипсоидни или овални, са 4-6 аскоспора. Иако су неки аутори у својим радовима износили да постоје значајне разлике у осетљивости појединих култивара, чак се за неке тврдило да су имуни, ово није потврђено инокулационим експериментима.

4. СУЗБИЈАЊЕ ПЕПЕЛНИЦА

Пепелнице изазивају значајне економске штете на појединим дрвенастим врстама, пре свега на храстовима. На украсним биљкама евидентирани су значајни проблеми на најосетљивијим врстама: руже, бегоније, хризантема, далија, делфинијум и др. (Караџић, Д., Милијашевић, Т., 2001). У циљу сузбијања пепелница коришћени су, а и сада се користе различити фунгициди. На дрвенастим врстама заштита од пепелница примењује се редовно само у периоду док су у расадницима. Касније, када се дрвенасте врсте нађу у урбаним срединама, апликација фунгицида се примењује у условима ако је то неопходно.

Најстарији фунгициди за сузбијање пепелница су сумпорни препарати. Елементарни сумпор је методом запрашивања примењен још почетком XIX века, а следећа фаза је била примена сумпорно кречне чорбе. Од тог периода до сада откривени су многи нови фунгициди као и начини за њихову апликацију. У другој половини XX века отпочело се са производњом и применом системичних фунгицида, који су имали различиту успешност. Пепелнице су према многим препаратима развиле резистентност, осим према сумпорним препаратима, који се још увек користе. Ефикасност ових препарата базирана је на њиховој способности да растварају липиде који се налазе у цитоплазматичној мембрани паразита. Оштећујући ову мембрану долази до губитка воде у конидијама што умањује могућност клијања и остваривања инфекције (Јанјић, V. *et al.*, 2010).

Употреба хемијских средстава за заштиту ружа од пепелница отпочела је у Енглеској. Redclif, W.F. је 1861. године саветовао примену бакар сулфата, али се после отпочело са другим средствима због појаве фитотоксичног ефекта на биљкама. Још увек се најбоља контрола инфекција на ружама и осталим цветним врстама обезбеђује апликацијом фунгицида. Генерално, контрола апликацијом фунгицида је тешка због фитотоксичног ефекта, а један од главних услова успешног третирања за све цветне врсте је одабир правог тајминга апликација. Прецизније прогнозе процеса развоја пепелнице за одређене услове су од велике помоћи.

Заштитне мере за руже, које се гаје у стакларама и на отвореном, делимично се разликују. У стакларама идеални услови за развој пепелнице су уз оптималну температуру висока влажност ноћу и ниска у току дана. У оваквим условима развој пепелница може да се предвиди пар дана унапред и да се започне са редовном апликацијом једном недељно док владају такви услови. Неопходно је применити и контролне мере, смањење влаге у току ноћи проветравањем или загревањем.

На ружама гајеним на отвореном пепелницу треба очекивати када пада мало кише или је уопште нема, када је оптимална температура, а релативна влага висока ноћу, а ниска у току дана. У оваквим условима неопходна је апликација фунгицида. Рапидна продукција осетљивог ткива на избојцима руже који се развијају захтева поновне апликације. На крају вегетације треба пружити адекватну заштиту од ниских температура уз уклањање свих оштећених делова биљака и опалог лишћа како би се смањила могућност за

презимљавање паразита.

Најефикаснији и најисплативији метод борбе је примена обједињених, интегралних метода борбе против ових гљива. Једна од основних мера је производња култивара украсних биљака, пре свега ружа, који показују резистентност према пепелници. Међутим, мали је број оних који дуго задржавају отпорност, за шта је разлог појава нових, вирулентнијих раса патогена.

Болести као пепелнице уништавају листове и оштећују цветове који су главни украс биљака гајених на отвореним јавним или приватним површинама или у ентеријеру. У овим ситуацијама естетски губитак је најважнији, а код биљака гајених за продају и економски губитак није занемарљив. Код перена које обнављају свој раст у следећој вегетацији, понекад њихов развој може да се одвија без очигледних индикација о болести у претходној вегетацији. Способност ових гљива да коегзистирају заједно са биљком домаћинском кроз сезону раста је очигледна предност облигатне природе њиховог паразитизма. Као облигатни паразити развијају се искључиво на живим подлогама и није могуће да се развијају на вештачким хранљивим подлогама.

Систематско место ових гљива је у phylum-у *Ascomycota* и реду *Erysiphales*. Према Kirk, P.M. (2008), пепелнице припадају реду *Erysiphales* који садржи једну фамилију *Erysiphaceae*, са 19 родова и 769 врста. У раду са овим гљивама проблем номенклатуре је велики, јер је код већина пепелница грађа конидија и аскоспора слична (једноћелијске, глатких зидова, безбојне). Како су се истраживачи углавном сусрели са конидијским стадијумом ових гљива, често није било могуће испитивање клеистокарпа на истом домаћину, што је довело до неадекватног формирања латинских назива за ове врсте. У неким случајевима формирале су се само конидије, а у другим само клеистотеције и описивани су као различите врсте. Касније је за многе доказано да представљају једну исту врсту. Такође, евидентан је и проблем по питању утврђивања опсега домаћина, што је условило постављање инфекција конидијама са истог домаћина на различитим украсним биљкама, пре свега у стакленицима (Blumer, S., 1967). Средином XX века изазивачи ове болести сврстани су у три групе

1. Пепелница која се редовно појављује на широком аспекту узгајаних врста и које су привукле значајан интерес научника посебно могућност њихове контроле (овде спадају пепелнице руже)

2. Пепелнице које се спорадично појављују али могу бити довољно значајне за стручно интересовање за гљиву и њену контролу (пепелнице на следећим врстама: бегонија, ловорвишња, хризантема, клематис, делфинијум, хортензија, евонимуси, каланхоје, јоргован, флокс и др.)

3. Пепелнице чија појава је регистрована али су ретко истраживане.

Spenser, D.M. (1978) као едитор објављује систематику која се базира на оним које су издали Salmon, E.S. (1900) и Blumer, S. (1967). У савременој таксономији предност има опис на основу савреног (पूर्ण) стадијума. Класификација фамилије *Erysiphaceae* базира се примарно на изгледу клеистотеција које поседују много карактеристичних особина, које су пресудне за класификацију. Клеистотеције су ситна, најчешће округласта тела жуто-

норанцасте боје у почетку, а касније постају смеђа или црна. На површини клеистотеција налазе се апендицеси који су различите грађе и начина гранања. Према изгледу апендицеса и броју аскуса који се налазе у клеистотецијама извршена је даља класификација ових гљива. Проблем настаје у оним случајевима када не долази до формирања клеистотеција (што је често у тропским и суптропским крајевима) или се ретко формирају. Међутим, утврђени су услови који фаворизују настанак клеистотеција као што је присуство другог паразита или ако је присутно старо лишће уз недостатак хранљивих материја и евидентирани су ниже температуре (Караџић, Д., Милијашевић, Т., 2001).

Мицелија код пепелница је епифитна, беле боје. Уз нападнуте биљне делове приљубљује се апресоријумима од којих полазе сисалке (хаусторије) које продиру у епидермис и обезбеђују исхрану мицелији.

Одговарајући услови помажу ширење гљиве, па може покрити листове и често изазивају увијање и превремено опадање. Пеге настале развојем гљиве се појављују и на младим стабљикама, а код ружа развијају првенствено око трнова. Овај раст се наставља и када стабљике цветних врста буду зреле, гљиве нападају и цветове. На веома осетљивим белим култиварима ружа раст гљиве састоји се од раста мицелије и конидиофора што се прво манифестује у облику малих пеге на доњој површини младих листова. Код многих култивара на латице отворених цветова често не утиче, али се развијају мале, кружне флеке танког слоја мицелије. Ово најчешће резултира променом боје на тим површинама. Ипак, на многим култиварима ружа гљива се развија буйно на дршкама, чашичним листићима специјално када цветни пупољци нису отворени и то резултира лошим квалитетом цветова. Инфициране цветне дршке представљају важан извор инокулума за нагомилавање мицелије и нови раст. Регеа, R.G. (1972) наводи да многе конидије sazревају и расту брже на дршкама него на листовима. Изношењем својих резултата показује да дршке губе своју осетљивост са старошћу спорије него листови, што је повезано са споријим формирањем кутикуле, ту је изражен обрнути однос између раста гљиве и дебљине кутикуле.

Раст гљиве је под значајним утицајем температуре, релативне влаге и присуства слободне воде. Температура утиче на неколико фаза у развоју *S. pannosa* на листовима. Уз високу релативну влагу минимална температура за sazревање на издвојеним листовима је 3°C - 5°C, оптимална 21°C и максимална 33°C. На минималној и максималној температури хаусторије су повремено констатоване, али нема података да ли настављају да расту. Мицелија расте споро на температури 6°C -10°C, добро 11°C - 28°C и оптимално у интервалу 18°C - 25°C. Температурни интервал за спорулацију је нешто ужи него за развој мицелије. Нема спорулације испод 9°C - 10°C и изнад 27°C. Конидиофори формирају више конидија на листовима инкубираним на 21°C -27°C, али генерално ближе другом крају овог интервала формирано је мање конидиофора.

Price, T.V. (1970) је истраживао ефекат температуре ниже од оптималне за развој *S. pannosa* јер је сматрао да ниска температура има утицаја у спором ширењу инфицираних пупољака рано у сезони. Инокулисао је и затим

сакупио листове на 3°C, 10°C и 15°C степени. Констатовано је да се период сазревања се скраћује са падом температуре али коначни ниво сазревања био је сличан на свим температурама. Период развоја колоније такође се скраћује са падом температуре, али насупрот њему Longree, K. (1939) је тврдио да је развој гљиве до спорулације, иако спорији, евидентиран чак и на 3°C. Излагањем листова режиму променљиве температуре, као што се често дешава у пролеће, доказано је да кашњења у формирању пепелнице на отвореном могу да се припишу ниској температури.

Сви ови експерименти су спроведени у условима високе релативне влаге јер она повољно утиче на развој пепелнице. За сазревање конидија оптимална влага је 99 - 97%, а веома ниска већ на 95%. На инокулисаним изданцима руже сазревање је било редуковано падом атмосферске влаге, али на листовима долази до сазревања конидија и у условима веома сувог атмосферског ваздуха. Мицелија гљиве наставља да расте под овим условима спорије, а и формира мањи број конидиофора (Rogers, M.N., 1959). На развој пепелнице негативно утиче присуство воде, посебно у константном слоју, значај овог ефекта је у директној вези са дужином трајања влажног периода. Развој *S. pannosa* је значајно условљен влажношћу листова непосредно после таложења конидија. Када настане инфекција, ефекти су мање изражени. Продужено квашење изазива колапс конидијалних ланаца.

Веома повољни услови за *S. pannosa* су комбинација следећих услова: температуре око 15°C и релативне влаге ноћу 90 -99% који омогућава оптимално формирање и сазревање конидија и инфекцију, са 26°C и 40-70% влаге у току дана што фаворизује ослобађање конидија. Овакви услови омогућавају јак напад пепелнице што доводи до редукције раста листова, смањења интензитета фотосинтезе, споријег раста биљака, умањење естетске вредности биљака и опадање квалитета. Уопштено, развој пепелнице на украсним врстама, које се производе и у стакленицима и на отвореном пољу, озбиљно утиче на редукцију раста листова и продукцију цветова, тј. њихов квалитет.

5. ЗАКЉУЧАК

Пепелнице су присутне на великом броју дрвенастих и украсних биљака, које се налазе у урбаним срединама;

- све пепелнице су облигатни (искључиви) паразити;
- на дрвенастим врстама пепелницу изазивају гљиве које припадају следећим родовима: *Phyllactinia*-2 врсте, *Uncinula* -2 врсте, *Microsphaera*-6 врста, *Erysiphe*-2 врсте, *Leveillula*-1врста, *Oidium*-1 врста и *Sphaerotheca*-1 врста;
- на цветним врстама пепелницу изазивају гљиве које припадају следећим родовима *Erysiphe*- 2 врсте, *Oidium*-2 врсте и *Sphaerotheca*-1 врста;
- за сузбијање пепелница у урбаним условима најефикасније је применити интегралне мере борбе;
- у ситуацијама када је неопходна примена фунгицида најефикаснији фунгициди за сузбијање пепелница су сумпорни препарати

ЛИТЕРАТУРА

- Agrios, G.N. (1997): Plant Pathology, Academic Press Inc. New York
- Blumer, S. (1967): Echte Mehltaupilze (*Erysiphaceae*). G. Fischer Verlag, Jena
- Бобинац, М., Караџић, Д. (1994): Заштита поника (*Quercus robur* L.) од хростове пепелнице (*Microsphaera alphitoides* Griff. and Maub.)- мере за смањење ризика семене обнове, Заштита биља данас и сутра, издавач: Друштво за заштиту биља, Београд (617-627)
- Braun, U. (1987): A monograph of the *Erysiphales* (powdery mildews). Beiheft zur Nova Hedwigia 89: 1-700.
- Braun U, Takamatsu, S. (2000): Phylogeny of *Erysiphe*, *Microsphaera*, *Uncinula* (*Erysiphaceae*) and *Cystotheca*, *Podosphaera*, *Sphaerotheca* (*Cystothecaceae*) inferred from rDNA ITS sequences: some taxonomic consequences. Schlechtendalia 4:1-33
- Brodie, H.J. (1945): Further observations on the mechanism of germination of the conidia of various species of powdery mildews at low humidity. Can. J. Res. 23 : 198-211.
- Coyier, D. L. (1961): The biology and control of rose powdery mildew. Ph.D. Thesis, Univ. Wisconsin, p. 109
- Golubović Ćurguz, V., Karadžić, D. (2000): Health state of oaks in Serbia, 75 godini višće lesotehničko obrazovanje v Bylgaria, International scientific conference 15-16 th june, Sofia, pp.245-253.
- Janjić, V., Marković, Č., Keča, N. (2010) Šumarska fitofarmacija, Beograd, 1-376
- Junell, L. (1967): *Erysiphaceae* of Sweden. Symbolae Botanicae Upsalienses 14(1): 1-117
- Караџић, Д., Милијашевић, Т. (2001): Болести украсних биљака, Београд
- Караџић, Д., Милијашевић, Т. (2005): Најчешће паразитске и сапрофитске гљиве на храсту китњаку у Србији и њихова улога у сушењу стабала, Шумарство, 3:71-84
- Караџић, Д. (2006): Утицај паразитских гљива на здравствено стање стабала китњака, сладна и пера у природним шумама и урбаним срединама, Шумарство, 3:47-59
- Караџић, Д. (2010): Шумска фитопатологија. Универзитет у Београду-Шумарски факултет, Универзитет у Бањој Луци-Шумарски факултет, 1-774.
- Karadžić, D., Keča, N., Milenković, I., Milanović, S., Stanivuković, Z. (2016): Šumska mikologija, Univerzitet u Banja Luci Šumarski fakultet, 1-595.
- Kirk P. M., Cannon P. F., Minter D. W., Stalpers J. A. (2008): Dictionary of the Fungi. 10th Edition. CAB International, Oxon, UK, 1771
- Longree, K. (1939): The effect of temperature and relative humidity on the powdery mildew of roses. New York (Cornell) Agr. Exp. Sta., Mem.223. 43 p.
- Mandre, M. (1971): Biochemical characterization of roses affected mildew Botanical Gardens Baltic. "Zinatne", Riga, pp.209-215.
- Perera, R.G. (1972) Studies of conidial germination in some powdery mildew fungi, Ph.D. thesis, University of London
- Powell, C.C., Lindquist, R.K. (1997): Ball Pest & Disease-disease, insect, and mite control on flower and foliage crops, Manual 2nd edition, Ball Publishing, Batavia , Illinois, USA
- Price, T.V. (1970): Epidemiology and control of powdery mildew (*Sphaerotheca pannosa*) on roses. Annals of Applied Biology 65, 231 48.
- Puttemans, A. (1911): Nouvelles maladies de Plantes cultivées. Bull, de la Socite Royale de botanique de Belgique 48: 238.
- Rogers, M.N. (1959): Some effects of moisture and host plant susceptibility on the development of powdery mildew of roses, caused by *Sphaerotheca pannosa* var. Rosae. Cornell University Agriculture Experimental Station Memoirs 363, 3 37.
- Salmon, E. S. (1905): On the variation shown by the conidial stage of *Phyllacrinia corylea* (Pers.) Karst. Ann. Mycol., Berl. 3:493-503.
- Siemaszko, W. (1933): Quelques observations sur les maladies des plantes en Pologne, Rev. Path. veg. 20: 39 - 47
- Spencer, D.M. (1978): The Powder Mildews, Academic Press Inc. New York
- Takamatsu, S. (2004): Phylogeny and evolution of the powdery mildew fungi (*Erysiphales*, *Ascomycota*) inferred from nuclear ribosomal DNA sequences, Mycoscience 45:147-157
- Tokushige, Y., 1953: Overwintering of *Oidium euonymi-japonicae*. Ann. phytopath. Soc, Japan,

- Viennot-Bourgin, G. (1949): Les Champignons Parasites des plantes cultivees, libraries de L Academie de Medecine, Paris
- Woronichin, N. N. (1925): Uber die Capnodiales. Annales Mycologici 23:174-178.

THE MOST SIGNIFICANT POWDERY MILDEW FUNGI ON THE PLANT SPECIES IN URBAN AREAS

Vesna Golubović Čurguz,
Ivan Milenković,
Zlatan Radulović

Summary

Powdery mildew fungi (order *Erysiphales*, phylum *Ascomycota*) are obligate parasites since they can grow only on living plant tissue and the culture of these fungi cannot be grown on synthetic culture media. They can attack a wide variety of different plant species, which makes them one of the most widespread agents of plant diseases. In urban areas, they occur on a number of woody and ornamental plants.

Powdery mildew is easily recognizable because all the parts of the plants affected by the infection have white dusty or powdery spots. They are caused by the ability of the fungi to produce surface hyphae carrying numerous colorless conidia. These pathogens usually attack young leaves, twigs, buds, flowers and fruit, although in some species both the old and the young leaves of the host plant can be equally susceptible. They develop as epiphytes, so the spread of the infection is often limited to the upper surface of leaves, but there are some fungal species that grow only on the underside of leaves or they affect entire leaves. Infected plants can develop different symptoms of decay (premature defoliation, chlorosis and leaf twisting, drying out of twigs, growth retardation, distortion of flowers and fruit, tissue dying, sometimes the symptoms are similar to viral infections).

On woody species, powdery mildew is caused by the fungi belonging to the following genera: *Phyllactinia*, *Uncinula*, *Microsphaera*, *Erysiphe*, *Leveillula*, *Oidium*, *Sphaerotheca*. The majority of these species belong to *Microsphaera*. Flowering species are usually attacked by powdery mildew fungi belonging to *Erysiphe*, *Oidium* and *Sphaerotheca*. Some of the species within these genera can parasitize on different hosts. The optimum conditions for the growth of most of the powdery mildew fungi include the temperature range of 21°C-25°C and the relative humidity of 97-99%. Powdery mildew can be controlled using integral control measures, but in case the application of fungicide is required, the most effective ones are sulfur-based treatments.