

GDK: 411.16(497.4)(045)=163.6

Prvo poročilo o gabrovi pepelovki (*Erysiphe arcuata*) in novi podatki o treh invazivnih pepelovkah v Sloveniji

First report of Erysiphe arcuata and new data about three invasive powdery mildews in Slovenia

Tine HAUPTMAN¹, Dušan JURČ²

Izvleček

Hauptman, T., Jurc, D.: Prvo poročilo o gabrovi pepelovki (*Erysiphe arcuata*) in novi podatki o treh invazivnih pepelovkah v Sloveniji. Gozdarski vestnik, 66/2008, št. 10. V slovenščini, z izvlečkom v angleščini, cit. lit. 29. Prevod v angleščino: avtorja. Lektura angleškega besedila: Breda Misja.

V prispevku prvič poročamo o pojavu gabrove pepelovke (*Erysiphe arcuata*) na belem gabru (*Carpinus betulus*) v Sloveniji. Ugotovili smo jo v arboretumu Volčji Potok leta 2007, nato pa še na številnih lokacijah po vsej Sloveniji in zaključujemo, da je splošno razširjena in pogosta. Navajamo nova nahajališča treh pepelovk, ki so bila zanesena v Slovenijo že prej: slečeva pepelovka (*Erysiphe azaleae*) leta 2004, pepelovka divjega kostanja (*Erysiphe flexuosa*) leta 2003, katalpova pepelovka (*Erysiphe elevata*) leta 2003 in ugotavljamo, da so splošno razširjene. V letu 2006 je bila gliva *E. azaleae* ugotovljena na avtohtoni populaciji rumenega sleča (*Rhododendron luteum*) pri Boštanju. Opisane so značilnosti vseh štirih vrst pepelovk iz vzorcev iz Slovenije in fotografirane so njihove diagnostične značilnosti.

Ključne besede: *Carpinus betulus*, *Erysiphe arcuata*, *Rhododendron*, *Erysiphe azaleae*, *Aesculus hippocastanum*, *Erysiphe flexuosa*, *Catalpa*, *Erysiphe elevata*, Slovenija

Abstract

Hauptman, T., Jurc, D.: First report of *Erysiphe arcuata* and new data about three invasive powdery mildews in Slovenia. Gozdarski vestnik, Vol. 66/2008, No. 10. In Slovene, with abstract in English, lit. quot. 29. Translated into English by the authors. English language editing by Breda Misja.

The current paper is first report of powdery mildew *Erysiphe arcuata* on *Carpinus betulus* in Slovenia. It was found in arboretum Volčji Potok in 2007, afterwards also at numerous other locations throughout Slovenia and we conclude that it is widely distributed and frequent. New locations of three powdery mildews, which were introduced into Slovenia previously and are now widely distributed, are reported: *Erysiphe azaleae* was introduced in 2004, *Erysiphe flexuosa* in 2003 and *Erysiphe elevata* in 2003. In 2006 *E. azaleae* was found on autochthonous population of *Rhododendron luteum* near Boštanj. The characteristics of all four powdery mildews using Slovene material is described and their diagnostic features are presented by photographs.

Key words: *Carpinus betulus*, *Erysiphe arcuata*, *Rhododendron*, *Erysiphe azaleae*, *Aesculus hippocastanum*, *Erysiphe flexuosa*, *Catalpa*, *Erysiphe elevata*, Slovenia

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Posledica mednarodnega trgovanja in drugih mednarodnih dejavnosti človeka je tudi vnos in širjenje patogenih organizmov v okolja, kjer le ti do tedaj niso bili prisotni. Med omenjene organizme spadajo tudi glive iz družine pepelark (*Erysiphaceae*), ki povzročajo boleznirastlin, ki jih imenujemo pepelovke. Tako se je v zadnjih letih v Evropi pojavilo nekaj novih vrst pepelark, ki se sedaj bolj ali manj hitro širijo po kontinentu. Štiri od teh so bile v zadnjem desetletju ugotovljene tudi v Sloveniji.

V letu 2003 so v Ljubljani na navadnem divjem kostanju (*Aesculus hippocastanum*) ter križancu *Aesculus × carnea* prvič našli glivo *Erysiphe flexuosa*, na ameriški katalpi (*Catalpa bignonioides*) pa glivo *Erysiphe elevata* (MILEVOJ 2004). V Evropi o pojavu omenjenih pepelark poročajo le nekaj let prej in sicer so glivo *E. flexuosa* prvič odkrili v Nemčiji v letu 1999 (ALE-AGHA et al. 2000), glivo *E. elevata* pa leta 2002 na Madžarskem (VAJNA et al. 2004). Od

¹T.H., univ. dipl. inž. gozd.; Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SLO

²Doc. dr. D. J., univ. dipl. biol., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SLO

takrat o epidemičnih izbruhih, ki jih povzročata ti dve severnoameriški vrsti, poročajo iz številnih evropskih držav, zato ju upravičeno uvrščamo med invazivne vrste (KISS 2005). Za nekoliko manj invazivno pa velja gliva *Erysiphe azaleae*, ki so jo v Sloveniji prvič odkrili leta 2004 na hibridnih listopadnih azalejah v Litiji (CELAR/VALIČ 2005), v Evropi pa o najdbi njenega teleomorfa prvič poročajo iz Nemčije (BRAUN 1997). O najdbi teleomorfa govorimo zato, ker je gliva v Evropi prisotna že dlje časa, vendar je sprva oblikovala le nespolni stadij (anamorf), kar pa za natančno določitev ni bilo dovolj (BRAUN 1987, ING 2000, INMAN et al. 2000). Za podoben, vendar še nekoliko bolj zapleten primer pa gre pri pepelarki *Erysiphe arcuata*, glivi, ki smo jo pri nas prvič odkrili leta 2007 na navadnem belem gabru (*Carpinus betulus*) v Arboretumu Volčji Potok. Kljub najdbi teleomorfa smo sprva domnevali, da gre za glivo *Uncinula carpinicola* (HAUPTMAN 2008). Nadaljnja, bolj podrobna raziskava obstoječe literature pa je pokazala, da je bila leta 2006 opisana nova vrsta pepelovke na gabrih z imenom *Erysiphe arcuata*, ki se v mikroskopskih značilnostih in gostiteljih jasno loči od *U. carpinicola* (BRAUN et al. 2006).

Zaradi tega, ker so prve tri glive (*E. flexuosa*, *E. elevata*, *E. azaleae*) pri nas že nekoliko dlje poznane in so o njih pisali že drugi avtorji (MILEVOJ 2004, CELAR/VALIČ 2005), glivo *Erysiphe arcuata* pa smo pravzaprav šele pred kratkim odkrili in je to njen prvi natančnejši opis v Sloveniji, smo pri raziskavah in pisanju tega članka nekoliko večjo pozornost namenili prav slednji.

2 MATERIAL IN METODE

2 MATERIAL AND METHODS

Vzorke gabrove pepelovke smo sistematično zbirali skozi celotno poletje in jesen leta 2008 po celotni Sloveniji, tako, da imamo zbrane vzorce na katerih je razvit tako anamorf kot teleomorf glive *Erysiphe arcuata*. Lokacije in datum nabiranja vzorcev, ki smo jih uporabili za raziskave so naslednji: Ljubljana-Ribji trg (19.6.), Arboretum Volčji Potok (25.6.), Ljubljana-vrt GIS (7.8., 23.10.), Straža pri Krškem (6.8.), Matenja vas pri Postojni (10.9.), Markovci pri

Ptuju (16.9.) in Tišina (17.9.). Vzorce ostalih treh gliv (*E. flexuosa*, *E. elevata*, *E. azaleae*) pa smo nabirali samo jeseni (oktobra), kar je glavni razlog, da smo na njih uspeli pridobiti le opise in meritve njihovih spolnih stadijev. Za morfološki opis gliv ter izdelavo slik smo uporabili mikroskop Olympus BX 51, lupo Olympus SZX 12, kamero Nikon ter računalniški program NIS Elements 2.30. Pri izmeri kleistotecijev, njihovih priveskov, askov in askospor vseh štirih gliv, kot tudi konidijev glive *E. arcuata* smo naredili vsaj 20 meritev, vzorce smo opazovali na objektnem steklu v vodi. Mikroskopske meritve smo zaokrožili na 0,5 μm . Pri večini meritvah navajamo srednje (S), minimalne (min) in maksimalne (max) vrednosti na način: (min) S (max). Če pri tem skupaj navajamo dolžino in širino, vrednosti ločimo z \times . Ugotavljali smo tudi število askov v kleistoteciju, askospor v askih ter število priveskov na kleistotecijih, v rezultatih tako navajamo tudi najnižje in najvišje vrednosti teh znakov. Omeniti velja, da smo pri meritvah askov pri dolžini upoštevali tudi peclje. Nabrane vzorce, ki so služili za raziskave, smo shranili v herbariju Gozdarskega inštituta Slovenije. Navajamo tudi podatke o opazovanjih razširjenosti obravnavanih boleznih v Sloveniji, ki so bili zbrani ob terenskem delu v preteklih letih.

3 REZULTATI IN DISKUSIJA

3 RESULTS AND DISCUSSION

Invazivne vrste pepelark, ki so vnesene na nova ozemlja, lahko glede na pojav teleomorfa razdelimo v dve skupini (SEKO et al. 2008). Glive iz prve skupine na novem ozemlju dolgo oblikujejo le anamorfe, spolno obliko pa oblikujejo šele po nekaj letih ali desetletjih. V to skupino štejemo tudi glivi *Erysiphe arcuata* in *E. azaleae*. Drugi dve pepelarki *E. flexuosa* in *E. elevata*, ki smo ju pred kratkim odkrili tudi v Sloveniji, pa spadata v skupino, ki takoj po vnosu na novo ozemlje oblikuje tako anamorf kot tudi teleomorf. Ker pa je glivo zelo težko zanesljivo določiti samo na podlagi anomorfa je bilo v preteklosti veliko več težav z identifikacijo pepelark, ki pripadata prvi skupini.

GABROVA PEPELOVKA

Erysiphe arcuata U. Braun, V.P. Heluta & S. Takam. (2006)

Anamorf: *Oidium carpini* Foitzik

Gliva *Erysiphe arcuata* na listih navadnega belega gabra (*Carpinus betulus* L.) oblikuje tanko sivo belo podgobje, hife so debele do 6 μm , ki lahko list popolnoma prekrije (slika 1) ali pa se pojavlja v obliki manjših lis (slika 2). Micelij smo opazili tako na zgornji kot tudi spodnji strani lista, je pa pogosto zelo slabo viden, oziroma, kot opisujejo tudi BRAUN in sodelavci (2006), je micelij izginjajoč. Ugotovili smo, da je micelij najbolje viden spomladi, ko gliva oblikuje trosonosce, ki proizvajajo konidije, kasneje pa postane slabo viden oziroma neopazen (nekoliko bolje se micelij vidi, če okužen list pogledamo od strani). Vseeno pa na mestih, kjer se je spomladi pojavil micelij ostanejo klorotične lise (slika 3), ki so drugi značilen simptom te bolezni. Nespolni stadij *Oidium carpini* oblikuje konidiofore, ki so večinoma ravni, redko malo ukrivljeni in imajo bazalno septo (slika 4). Bazalni celici konidiofora sledijo še 1-3 krajše celice, na zadnji pa se posamično oblikujejo prosojni, brezbarvni, elipsoidni, cilindrični konidiji (slika 5), ki so po naših meritvah veliki (22,5) 34,0 (46,0) \times (11,0) 14,0 (18,0) μm . Pozno poleti in jeseni gliva

oblikuje spolna trosišča kleistotecije (slika 6), ki jih na naših vzorcih v večjem številu najdemo na spodnji strani listov. Kleistoteciji so temno rjavi, okrogli, na spodnji strani rahlo sploščeni in veliki (77,5) 97,0 (132,0) μm . Iz njih na obodu izrašča 10-22 priveškov (slika 7), ki so večinoma 1-3 krat daljši od velikosti kleistotecija, najdaljši so dolgi tudi do 330 μm . Stene priveškov so tanke, nekoliko se odebelijo le ob bazi, kjer imajo pogostokrat septo in tam so lahko tudi rahlo rjavo obarvani. Večinoma so rahlo ukrivljeni, nerazvejani (našli smo nekaj primerov, ki so se na sredini razdvojili) in se na vrhu krožno zaključijo. V kleistoteciju je 4-8 askov (slika 8), ki so brezbarvni, ovalni, večinoma kratko pecljati in veliki (42,5) 53,0 (67,0) \times (33,0) 40,0 (50,0) μm . V vsakem asku je 4-6 ovalnih, prosojnih askospor (slika 9), ki so velike (15,0) 20,5 (25,5) \times (11,0) 13,5 (16,5) μm .

Kot smo omenili v uvodu, smo ob odkritju pepelovke na navadnem belem gabru sprva domnevali, da gre za glivo *Uncinula carpinicola*. Da smo se zmotili tako mi kot najverjetneje tudi VAJNA (2006) ter WOŁCZAŃSKA (2007), ki sta pisala o pojavu omenjene glive na Madžarskem oziroma na Poljskem, kažejo rezultati filogenetske analize pepelark z uncinuloidnimi priveski (*Erysiphe* section *Uncinula*) na gabrih (*Carpinus* sp.), ki so jih naredili BRAUN in sodelavci (2006). V ana-



Slika 1: Micelij glive *Erysiphe arcuata* popolnoma prekriva liste navadnega belega gabra

Figure 1: Mycelium of the fungus *Erysiphe arcuata* covers hornbeam leaves

Slika 2: Miceliji glive *E. arcuata* v obliki lis
 Figure 2: The mycelia of the fungus *E. arcuata* in patches form



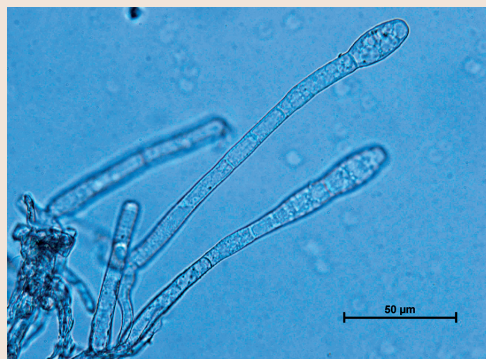
lizo so vključili vzorce nabrane na navadnem belem gabru v Evropi (Nemčija, Ukrajina, Madžarska) ter vzorce iz različnih azijskih vrst gabra nabrane na Japonskem. Tako so na podlagi te analize določili pet različnih vrst gliv za katere so v kombinaciji z morfološkimi podatki izdelali tudi identifikacijski ključ. Poleg že prej poznanih pepelark *Erysiphe carpinicola* (sin. *Uncinula carpinicola*), *E. pseudocarpinicola* ter *E. wuyiensis* so avtorji prvič opisali še glivi *E. carpini-laxiflora* in *E. arcuata*. Najzanimivejša je bila ugotovitev, da prav vsi vzorci nabrani na navadnem belem gabru v Evropi pripadajo novo opisani vrsti

Erysiphe arcuata in da je to pravzaprav teleomorf v Evropi že nekoliko dlje poznanega nespolnega stadija *Oidium carpini* Foitzik. Na podlagi teh ugotovitev in opisov vseh zgoraj omenjenih gliv smo ugotovili, da tudi pri našem vzorcu iz Volčjega Potoka le ne gre za glivo *Uncinula carpinicola* oziroma *Erysiphe carpinicola* kot jo imenujejo avtorji analize, temveč za vrsto *Erysiphe arcuata*.

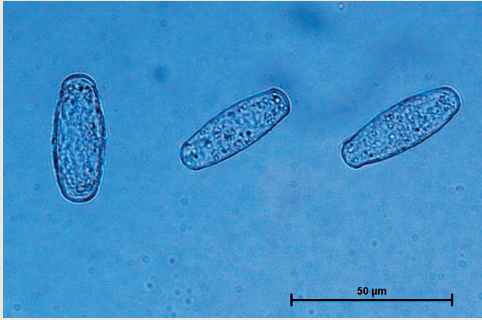
Omenjeni glivi sta si na prvi pogled vsaj morfološko podobni (zato je tudi prišlo do napačnih določitvev), vendar je zgoraj opisana analiza pokazala, da se vseeno precej razlikujeta. Kot prvo imata pepelarki različne gostitelje.



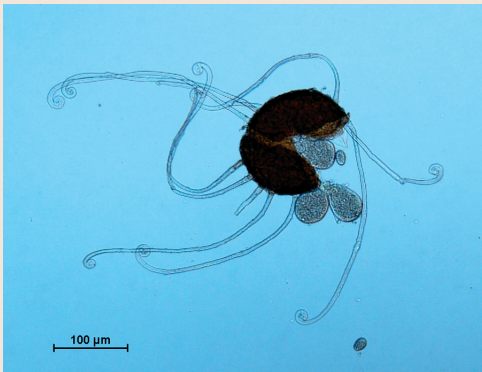
Slika 3: Klorotične lise na listih navadnega belega gabra
 Figure 3: Chlorotic pegs on hornbeam leaves



Slika 4: Konidiofori glive *E. arcuata* na katerih se oblikujejo konidiji
 Figure 4: The conidiophores of the fungus *E. arcuata* on which conidia are formed



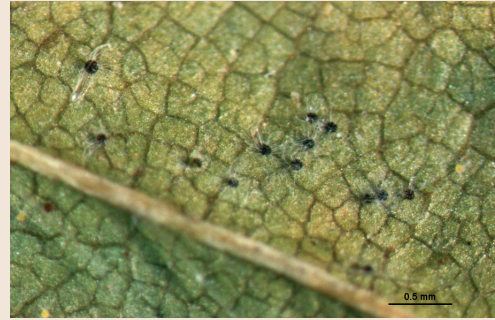
Slika 5: Konidiji glive *E. arcuata*
Figure 5: The conidia of the fungus *E. arcuata*



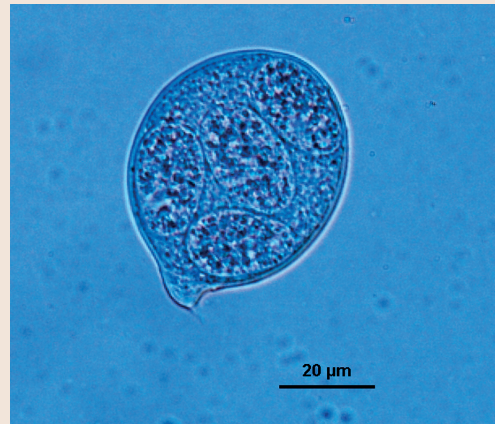
Slika 7: Počen kleistotecij iz katerega izhajajo aski ter askospore glive *E. arcuata*
Figure 7: Cracked cleistothecium from which asci and ascospores of the fungus *E. arcuata* are protruding

Medtem ko je gliva *E. carpinicola* japonski endemit in okužuje le vrsto *Carpinus japonica*, ima gliva *E. arcuata* za gostitelja navadni beli gaber (*Carpinus betulus*) kot tudi azijsko vrsto *Carpinus tschonoskii*. Mikroskopska analiza pokaže tudi druge razlike in sicer, da ima *E. carpinicola* manjše konidije, kleistotecije z večjim številom krajših priveskov ter aske z večjim številom manjših askospor (BRAUN et al. 2006).

Anamorf *Oidium carpini* na navadnem belem gabru je v Evropi poznan že iz 70. let prejšnjega stoletja. Leta 1977 naj bi v Ukrajini našli tudi že teleomorf, ki naj bi bili v povezavi z omenjenim anamorfom, vendar zaradi majhnega števila kleistotecijev zanesljiva določitev glive ni bila mogoča, določili so jo le kot *Uncinula* sp.. V zadnjem času pa se je gliva po Evropi močno razširila, BRAUN in sodelavci



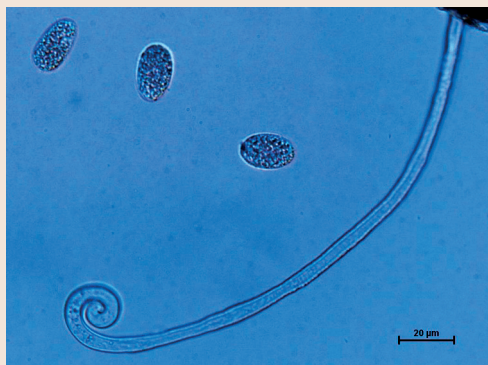
Slika 6: Kleistoteciji glive *E. arcuata* na listih navadnega belega gabra (micelij ni opazen s prostim očesom)
Figure 6: The cleistothecia of the fungus *E. arcuata* on hornbeam leaves (mycelium is not visible to the naked eye)



Slika 8: Ask glive *E. arcuata* s štirimi askosporami
Figure 8: The ascus of the fungus *E. arcuata* with four ascospores

(2006) ob opisu glive navajajo, da je razširjena v Armeniji, Avstriji, Poljski, Madžarski, Nemčiji, Ukrajini, Črni Gori, Švici ter Veliki Britaniji, kasneje pa so o pojavu glive poročali še iz Slovaške (PASTIRČÁKOVA et al. 2008). *E. arcuata* vsekakor ni naravna evropska vrsta, saj ne bi tako dolgo ostala neopažena. Glede na to, da je gostitelj glive tudi azijska vrsta *C. tschonoskii* in da je Japonska središče najrazličnejših pepelark, ki okužujejo različne vrste gabra, BRAUN in sodelavci (2006) domnevajo, da se je na navadni beli gaber v Evropi razširila prav iz Japonske.

Kot smo že omenili smo glivo *E. arcuata* v Sloveniji prvič našli v letu 2007 v Arboretumu



Slika 9: Značilno uncinuloidno oblikovan privesek in askospore glive *E. arcuata*

Figure 9: Characteristic uncinuloid appendage and ascospores of *E. arcuata*

Volčji Potok. Odkrili smo jo po naključju, saj smo jo ugotovili na vzorcih listov navadnega belega gabra, ki smo jih nabrali zaradi simptomov, ki jih je povzročila gliva *Apiosporopsis carpinea*. Pri mikroskopiranju peg, ki so nastale zaradi omenjene glive, pa smo na listih opazili tudi značilna spolna trosišča pepelark – kleistotecije. V letu 2008 smo nato na terenu sistematično iskali okužene gabre, glivo smo mikroskopsko določili na lokacijah, ki so so navedena v poglavju 2 Material in metode. Našli smo jo tako v gozdu kot v urbanem prostoru, pogosta pa je tudi v gozdnih drevesnicah. Simptome bolezni (belo podgobje na listih, klorotične pege jeseni) pa smo opazili še na mnogih drugih lokacijah, zato domnevamo, da je *E. arcuata* pri nas splošno razširjena gliva. Bolezen zmanjša fotosintetsko aktivnost lista zaradi površinskega podgobja na površini, vendar micelij v rastni dobi počasi izgineva in ga ob koncu rastne dobe običajno sploh ne opazimo več. Na listu ostanejo kleistoteciji in rumene pege, pri močnih okužbah listi prezgodaj odpadejo. Večje škode, razen predčasnega odpadanja listja, bolezen še ne povzroča.

SLEČEVA PEPELOVKA

Erysiphe azaleae (U. Braun) U. Braun & S. Takam. (2000)

Sinonim: *Microsphaera azaleae* U. Braun

Gliva *Erysiphe azaleae* lahko okuži več vrst iz družine vresovk (*Ericaceae*), mi pa smo vzorce nabrali na več osebkih rododendronov (*Rhododendron* sp.) v Arboretumu Volčji Potok. Za razliko od pepelarke na navadnem belem gabru gliva *E. azaleae* oblikuje na listih gostiteljev precej debelejši micelij (slika 10) in zato so bili simptomi bolezni veliko bolj opazni. Belo siv micelij smo opazili tudi na plodovih oziroma ostankih cvetov (slika 11). Tudi pri tej glivi smo veliko večino kleistotecijev odkrili na spodnji strani listov (slika 12), čeprav je micelij razvit tudi na zgornji strani. Kleistoteciji (slika 13) so okrogli, veliki (104,0) 133,0 (162,5) μm in imajo 12-32 priveskov, ki se na vrhu 4-6 krat (najpogosteje 5 krat) dihotomno razvejajo in na koncih zavijejo. Priveski (slika 14) imajo pri bazi precej debele stene, ki se proti vrhu nekoliko zožijo, so prozorni, večinoma brez sept (če jo imajo, je pri osnovi), ravni ali rahlo zaviti in dolgi približno toliko kot kleistoteciji iz katerih izhajajo, po naših meritvah 90 – 145 μm . V kleistotecijih se oblikuje 5-10 askov (slika 15), ki so ovalni, veliki (56,0) 65,5 (77,5) \times (30,5) 37,0 (44,5) μm in vsebujejo 4-7 askospor (slika 16), ki so prav tako ovalne, prosojne, merijo pa (16,5) 22,0 (26,5) \times (30,5) 37,0 (44,5) μm .

Prve pepelarke na rododendronih v Evropi so odkrili že v 50. letih prejšnjega stoletja v rastlinjaku Kraljevega botaničnega vrta v Edinburgu. Izbruh bolezni naj bi se ponovil še v letih 1969 in 1973. Pri slednjem naj bi šlo za glivi *Sphaerotheca pannosa* in *Erysiphe cruciferarum*, v kar pa večina raziskovalcev, ki so se kasneje ukvarjali s pepelarkami na rododendronih močno dvomi, saj naj bi omenjeni glivi imeli povsem druge gostitelje. Na zunaj rastočih rododendronih, prav tako v Veliki Britaniji, pa naj bi simptome bolezni prvič odkrili leta 1981, bolezen pa se je hitro razširila tudi ostale evropske države. Vse do leta 1997 so na okuženih listih vedno odkrili le anamorfin in zaradi tega identifikacija glive ni bila mogoča. BRAUN (1987) je zato



Slika 10: Micelij glive *Erysiphe azaleae* na listih rododendrona (*Rhododendron* sp.)

Figure 10: Mycelium of the fungus *E. azaleae* on rododendron leaves (*Rhododendron* sp.)



Slika 11: Micelij glive *E. azaleae* prerašča tudi plodove

Figure 11: The mycelium of the fungus *E. azaleae* overgrows the fruits



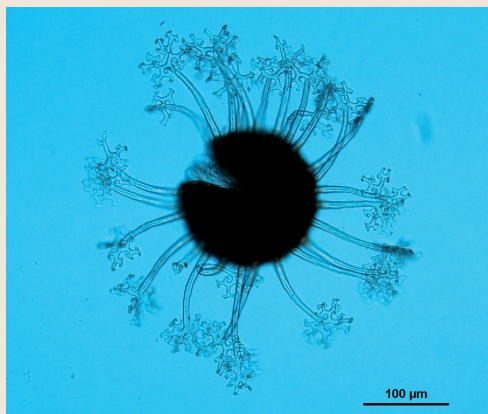
Slika 12. Kleistoteciji glive *E. azaleae* na spodnji strani lista

Figure 12. The cleistothecia of the fungus *E. azaleae* on the underside of the leaf

vse glive v Evropi, ki povzročajo pepelovke na rododendronih označil kot *Oidium ericinum* (kasneje jih označujejo tudi kot *Erysiphe* sp.). Danes pa je znano, da vse nespolne oblike omenjenih gliv pripadajo taksonu *Oidium* subgen. *Pseudoidium* in da omenjenim anamorfom pripadata vsaj dva teleomorfa (INMAN et al. 2000, ING 2000).

Prvi teleomorf se je pojavil leta 1994 na vrsti *Rhododendron mekongense* v rastlinjaku v Belgiji, drugi pa leta 1997 na rumenem sleču (*Rhododendron luteum*) ter dveh zimzelenih rododendronih (*Rhododendron hybrid*, *Rhodo-*

dendron fortunei) v Bonnu v Nemčiji. INMAN in sodelavci (2000) so naredili morfološke raziskave vzorcev iz Nemčije in Belgije, kot tudi vzorcev iz Velike Britanije in Severne Amerike, jih primerjali med seboj ter ugotovili, da gre pri teleomorfu iz Belgije za do tedaj še nepoznano vrsto, ki so jo poimenovali *Microsphaera digitata*, kleistotecije, ki pa so jih odkrili v Nemčiji, pa je oblikovala gliva *Microsphaera azaleae*, sedaj imenovana *Erysiphe azaleae*. Tako velja odkritje kleistotecijev v Bonnu za prvo najdbo teleomorfa glive *E. azaleae* v Evropi, poleg Nemčije pa so ga do sedaj odkrili tudi v Švici (INMAN et al.



Slika 13: Kleistotecij glive *E. azaleae*
Figure 13: The cleistothecia of the fungus *E. azaleae*



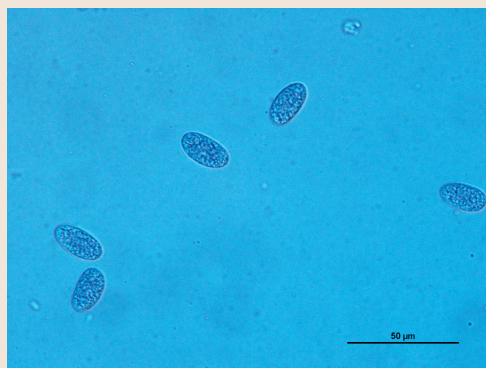
Slika 14: Prozorni priveski z debelejšimi stenami, ki se na vrhu dihodomno razvejajo
Figure 14: Hyaline appendages with thick walls, which are branched at the apex

2000), Angliji (ING 2000), Italiji (BARIBALDI et al. 2002), na Poljskem (PIĄTEK 2003), Češkem (LEBEDA et al. 2006) in Slovaškem (BACIGÁLOVÁ/MARKOVÁ 2006).

Tudi v Sloveniji je bil na listopadnih azalejah (Knaphill 'Berry Rose' in 'Gibraltar') v Litiji v septembru 2004 sprva najden le anormf, ki so ga pripisali vrsti *Oidium ericinum* Erikss, vendar so



Slika 15: Ask s kratkim pecljem, ki vsebuje 6 askospor glive *E. azaleae*
Figure 15: The ascus with a short stalk containing 6 ascospores of the fungus *E. azaleae*



Slika 16: Askospore glive *E. azaleae*
Figure 16: The ascospores of the fungus *E. azaleae*

že mesec kasneje na vzorcih iz istih rastlin odkrili tudi teleomorf na podlagi katerega so ugotovili, da gre za glivo *E. azaleae* (CELAR/VALIČ 2005). Avtorja sta opazila močno okužbo slečeve pepelovke s superparazitsko glivo *Ampelomyces quisqualis* Ces.. Tudi pri številnih vzorcih, ki smo jih pregledali pri naši raziskavi, smo ugotovili prisotnost glive *A. quisqualis* in na mestih, kjer se je le ta razvijala, gliva *E. azaleae* ni oblikovala kleistotecijev. Verjetno je gliva *E. azaleae* prav posebno občutljiva na okužbo z *A. quisqualis*, saj o enakih opažanjih poročajo tudi iz Slovaške (BACIGÁLOVÁ/MARKOVÁ 2006). Slečevo pepelovko smo našli 16. 11. 2006 na naravnih rastiščih rumenega sleča (*Rhododendron luteum* Sweet) pri Boštanju blizu Sevnice. Bolezen je močno okužila posamične grme, na nekaterih je bila okužba rahla, večina rumenih slečev pa

ni kazala nikakršnih znamenj okužbe. V nasadu rumenega sleča v parku Gozdarskega inštituta Slovenije smo bolezen prav tako ugotovili leta 2006 in individualna občutljivost posameznih rastlin na bolezen je bila, prav tako kot na naravnih rastiščih, velika (rumeni sleč je tu posajen v dveh skupinah – ena je bila vzgojena iz semena iz rastišča pri Boštanju, druga pa s potaknjenci iz rastišča pri Brusnicah pod Gorjanci). V Volčjem Potoku smo pepelarko *E. azaleae* našli na številnih različnih rododendronih. Ker je v neposredni bližini raslo tudi kar nekaj drugih rododendronov, ki niso kazali simptomov okužbe in prav tako niso bili določeni, bi morda v prihodnje veljalo narediti raziskavo, ki bi pokazala, katere vrste in kultivarji so na bolezen bolj občutljive in katere manj.

PEPELOVKA DIVJEGA KOSTANJA

Erysiphe flexuosa (Peck) U. Braun & S. Takam. (2000)

Sinonima: *Uncinula flexuosa* Peck (1872), *Uncinuliella flexuosa* (Peck) U. Braun (1981)

Pepelovka divjega kostanja se razvija na pecljih in na zgornji ter spodnji strani listov divjih kostanjev. Tam oblikuje bele micelijske prevleke (slika 17), pogosteje pa jo opazimo kot rahlo

belo sivo in pajčevinasto razraslo podgobje (slika 18). V njenem razvojnem krogu se najprej na površinskem podgobju oblikuje anamorf, ki sestoji iz trosonoscev (konidioforov) in konidijev. Konidiofor je sestavljen iz podstavka v obliki zavite ali ravne hife na kateri so do tri kratke celice, konidiji so sodčkasti in veliki $25-40 \times 10-17 \mu\text{m}$ (ZIMMERMANNOVÁ-PASTIRČÁKOVÁ/PASTIRČÁK 2002). Kleistoteciji se oblikujejo kasneje v vegetacijski dobi in so črno rjavi ali črni, v naših meritvah veliki $(104,0) 122,5 (140,0) \mu\text{m}$ (slika 19, slika 20). Priveski so dveh tipov, dolgi in kratki. Dolgi priveski so številni in 0,5 do 1,5 krat daljši kot je premer kleistotecijev. Zgornji deli dolgih priveskov so značilno valovito nagubani in se pogosto na vrhu krožno zvijejo (slika 21). Kratki priveski so razporejeni samo na zgornjem delu kleistotecija in jih pri mikroskopiranju zaradi tega pogosto sploh ne opazimo (na sliki 20 je izostren en kratki privesek). Izgledajo kot kratke ščetine, nimajo sept in so veliki $10-40 \times 3-7,5 \mu\text{m}$ (ALEAGHA et al. 2000). Aski so s kratkim pecljem ali brez njega, veliki so $(54,5) 60,0 (70,0) \times (26,0) 33,0 (40,0) \mu\text{m}$, v kleistotecijih smo jih našli 5-10 (slika 22). Askospore so velike $(18,0) 23,0 (28,0) \times (9,0) 11,5 (15,0) \mu\text{m}$, in aski jih vsebujejo 6-8.

Gliva *E. flexuosa* je severnoameriška vrsta, ki je bila pred vnosom v Evropo razširjena v ZDA in Kanadi na vrstah *Aesculus* \times *carnea*,



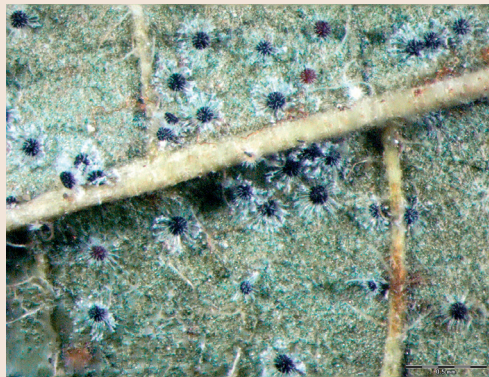
Slika 17: Površinsko podgobje glive *Erysiphe flexuosa* na listih divjega kostanja (Ilirska Bistrica, 6. 8. 2006)

Figure 17: Superficial mycelium of the fungus *Erysiphe flexuosa* on leaves of horse chestnut (Ilirska Bistrica, 6th Aug. 2006)



Slika 18: Močna okužba divjega kostanja s kostanjevo pepelovko (Ljubljana, 28. 9. 2008)

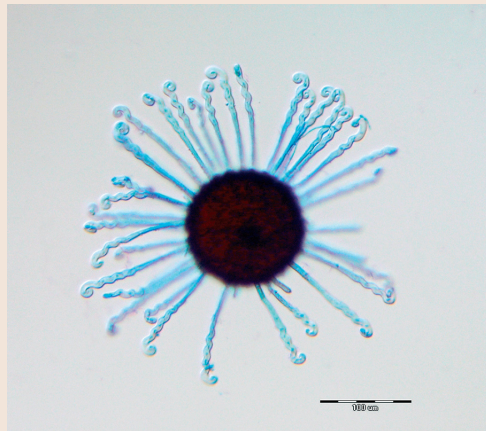
Figure 18: Strong infection of horse chestnut with powdery mildew (Ljubljana, 28th Sept. 2008)



Slika 19: Kleistoteciji na spodnji površini listov

Figure 19: Cleistothecia on the underside of the leaves

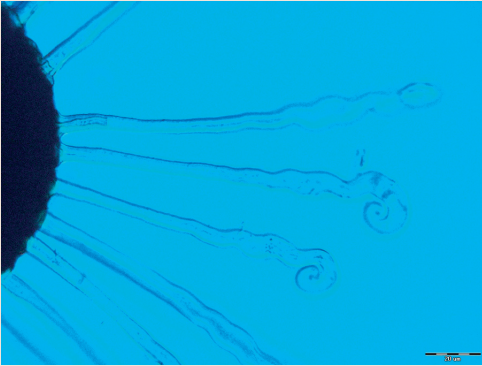
A. hippocastanum, *A. glabra*, *A. octandra*, *A. pavia*, *A. neglecta*, *A. parviflora* in *A. sylvatica*). Sprva je bila poznana pod imenom *Uncinula flexuosa*, kasneje pa jo je BRAUN zaradi dveh različnih vrst priveskov za krajši čas preimenoval v *Uncinuliella flexuosa*. Ko pa so ugotovili, da so za taksonomsko uvrstitev veliko bolj pomembne lastnosti anamorfov glive in so uvedli molekularne analize, so glivo *U. flexuosa* preimenovala



Slika 20: Kleistotecij z dolgimi priveski, izostren je tudi en kratki privesek

Figure 20: The cleistothecium with long appendages, one short appendage is also in focus

v *Erysiphe flexuosa*, kar je tudi sedaj veljavno ime (ALE-AGHA et al. 2000, ZIMMERMAN-NOVÁ-PASTIRČÁKOVÁ/PASTIRČÁK 2002). V rod *Erysiphe* spadajo tudi ostale tri pepelarke *E. arcuata*, *E. azaleae* in *E. elevata*, ker imajo vse anamorfe tipa *Pseudoidium*.



Slika 21: Značilno zaviti dolgi priveski glive *E. flexuosa*

Figure 21: Characteristic long appendages of the fungus *E. flexuosa*

V Evropi je bila prvič najdena leta 1999 na navadnem divjem kostanju (*Aesculus hippocastanum*) v Nemčiji in skoraj istočasno še v Švici (ALE-AGHA et al. 2000). Gliva se je nato izredno hitro razširila, saj že leta 2002 o njenem pojavu poročajo še iz Avstrije, Hrvaške, Slovaške, Francije, Poljske (ZIMMERMAN-NOVÁ-PASTIRČÁKOVÁ/PASTIRČÁK) in Velike Britanije (ING/SPOONER). V letu 2003 je bila najdena še na Madžarskem (KISS et al. 2004) in prvič tudi v Sloveniji (MILEVOJ 2004). Pri nas se je pojavila na navadnem divjem kostanju (*Aesculus hippocastanum*) ter rdečem divjem kostanju (*Aesculus × carnea*), na obeh vrstah smo jo odkrili tudi v Arboretumu Volčji Potok (HAUPTMAN 2008), sicer pa je v Evropi najdena še na vrstah *A. chinensis*, *A. indica*, *A. neglecta* ter *A. × plantierensis* (ZIMMERMAN-NOVÁ-PASTIRČÁKOVÁ/PASTIRČÁK 2002). V obdobju od leta 2005 do 2008 smo opazovali okužbe na posameznih divjih kostanjih v Ljubljani in ugotovili veliko razliko v jakosti okužbe istih dreves v posamičnih letih ter veliko različnost v občutljivosti med drevesi. To pomeni, da obstaja velika variabilnost v občutljivosti gostiteljev, kar bi lahko omogočilo selekcijo gostiteljev in vzgojo odpornih kultivarjev. Slika 17 prikazuje močno okužene liste divjega kostanja v Ilirski Bistrici 6. 8. 2006, slika 18 pa rahlo okuženo drevo divjega kostanja v Ljubljani 28. 9. 2008. Kot smo že omenili je gliva najverjetneje severnoameriška vrsta, saj



Slika 22: Ask z nastajajočimi askosporami glive *E. flexuosa* (črta=20 µm)

Figure 22: The ascus with developing ascospores of the fungus *E. flexuosa* (bar=20 µm)

je tam že dolgo poznana in splošno razširjena, vseeno pa ING in SPOONER (2002) omenjata možnost, da gre za evropsko vrsto, ki bi bila iz Evrope, natančneje Balkana, prenesena v Severno Ameriko. Za potrditev ali zavrnitev te domneve bi bilo potrebno natančno proučiti potek in vzorec kolonizacije glive.

Gliva *E. flexuosa* kaže veliko invazivno sposobnost in je v Evropi povzročila kar nekaj epidemičnih izbruhov ter je poleg listnega zavrtača divjega kostanja (*Cameraria ohridella*) in listne sušice divjega kostanja (*Guignardia aesculi*) nov pomemben škodljiv organizem divjih kostanjev (*Aesculus* spp.) pri nas. V Sloveniji je splošno razširjena in njen pojav na določenem rastišču zavisi predvsem od vremenskih razmer v posamičnem letu.

KATALPOVA PEPELOVKA

Erysiphe elevata (Burill) U. Braun & S. Takam. (2000)

Sinonim: *Microsphaera elevata* Burill (1876)

Katalpovo pepelovko spoznamo po beli micelij-ski prevleki na listih in plodovih katalpe (*Catalpa* spp.), ki se predvsem razvija na zgornji strani listov (slika 23). V kolikor gliva okuži mlade liste, ki še rastejo, se le ti lahko deformirajo (slika 24).



Slika 23: List ameriške katalpe okužen s katalpovo pepelovko.

Figure 23: The leaf of *Catalpa bignonioides* infected with the fungus *Erysiphe elevata*

Anamorfo so opisali ALE-AGHA in sodelavci šele leta 2004, konidiofori so tri celični. Kleistoteciji se običajno razvijajo na zgornji površini listov v velikem številu, na spodnji površini listov in na plodovih so manj številčni (slika 25, slika 26). Veliki so (81,0) 109,0 (150,5) μm in imajo 6-14 priveskov, ki so tudi do 6 \times daljši od premera kleistotecija (najdaljši tudi do 600 μm) (slika 27). Vrhovi priveskov se na kratkih razdaljah 2-5 krat dihonomno razvejujejo (slika 29). Aski so veliki (47,0) 58,5 (70,0) \times (33,5) 39,0 (47,0) μm , v kleistoteciju jih je 6-8 (slika 28). Askospore so velike (17,5) 24,0 (29,0) \times (11,0) 13,5 (15,0) μm , in aski jih vsebujejo 4-6.

Erysiphe elevata je še ena vnesena severnoameriška vrsta, ki so jo v Evropi prvič odkrili leta 2002 na ameriški katalpi (*Catalpa bignonioides* Walt.) na Madžarskem (VAJNA et al. 2004) in se je podobno kot pepelarka *E. flexuosa* na divjem kostanju zelo hitro razširila tudi v druge države. Iste leta so jo odkrili tudi v Veliki Britaniji (COOK et al. 2004), že v letu 2003 pa je bila prvič odkrita tudi v Sloveniji (MILEVOJ 2004). ALE-AGHA in sodelavci (2004) navajajo, da je razširjena tudi v Nemčiji, Švici, na Češkem in Slovaškem, poleg ameriške katalpe (*C. bignonioides*) pa naj bi bila najdena še na hibridni katalpi (*Catalpa \times erubescens* Carr.) in na lepi katalpi (*Catalpa speciosa* (Warder ex Barney) Engelm.).

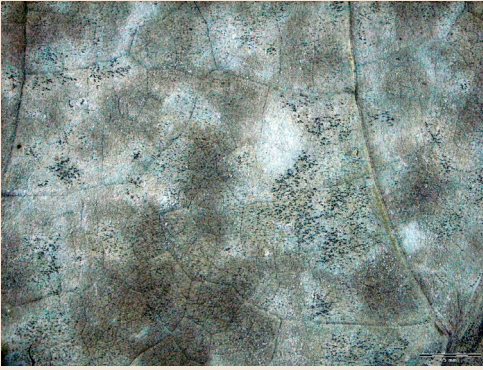
Ob odkritju glive *E. elevata* v Evropi so jo nekateri povezovali z pepelarko *Erysiphe catalpae*, ki je kot parazit listov katalp (*Catalpa* sp.) v Evropi poznana že več kot stoletje. Domnevali so namreč, da so kleistoteciji glive *E. catalpae*, ki so jih v preteklosti odkrili v Evropi, pravzaprav nezreli kleistoteciji glive *E. elevata*. Domneve so zavrgli ALE-AGHA in sodelavci (2004), ki so analizirali vzorce obeh domnevnih vrst in ugotovili, da gre za dve morfološko popolnoma različni glivi.

Na katalpah (*Catalpa* spp.) v Evropi so bile okužbe s pepelarkami redke vse do vnosa *E. elevata*. BLUMER (1967) navaja, da je v Fran-



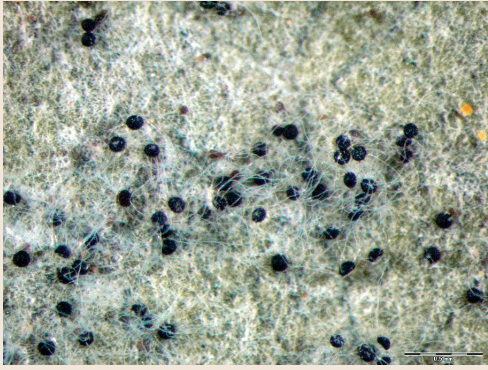
Slika 24: Zaradi okužbe z glivo *E. elevata* so mladi listi deformirani

Figure 24: Young leaves are deformed due to the infection with the fungus *E. elevata*



Slika 25: Belo podgobje s številnimi kleistoteciji glive *E. elevata*, rjavo sive lise povzročča superparazitska gliva *Ampelomyces quisqualis*.

Figure 25: White mycelium with numerous cleistothecia of the fungus *E. elevata*, brown gray patches are produced by superparasitic fungus *Ampelomyces quisqualis*



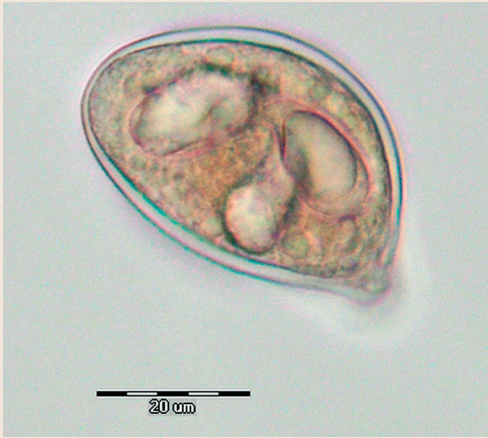
Slika 26: Kleistoteciji glive *E. elevata*

Figure 26: The cleistothecia of the fungus *E. elevata*



Slika 27: Počen kleistotecij, priveski in sproščen ask glive *E. elevata*

Figure 27: Cracked cleistothecium, appendages and liberated ascus of the fungus *E. elevata*

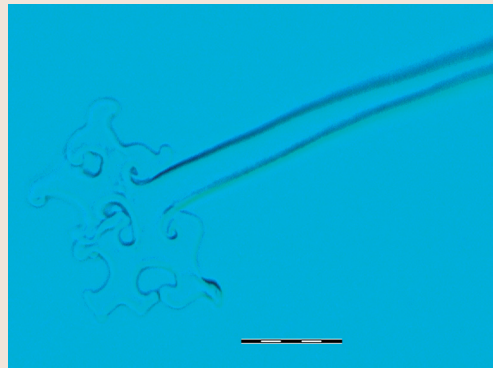


Slika 28: Ask z nastajajočimi askosporami glive *E. elevata*

Figure 28: The ascus and developing ascospores of the fungus *E. elevata*

ciji katalpe okužila gliva *Erysiphe communis*, poleg tega pa se je na katalpi pojavljala še gliva *Phyllactinia guttata*. V svetovnem merilu so ugotovili sedem vrst gliv, ki povzročajo pepelovke na katalpah: *Erysiphe catalpae*, *E. elevata*, *Leveillula taurica*, *Neoerysiphe* sp., *Phyllactinia guttata*, *Podosphaera fusca* in *Oidium hiratae* (ALE-AGHA et al. 2004).

Katalpovo pepelovko smo našli 26. 8. 2003 na treh drevesih ameriške katalpe (*C. bignonioides*) v Argentinskem parku v Ljubljani, vzorec smo shranili in ga determinirali šele nekaj let kasneje. Značilnost navedenega vzorca je izredno močna okužba površinskega micelija glive *E. elevata* s superparazitsko glivo *Ampelomyces quisqualis*



Slika 29: Vrh priveska glive *E. elevata* je 4 krat dihotomno razvejan (črta=20 μ m)

Figure 29: The apex of the appendage is 4 times dichotomously branched (bar=20 μ m)

(slika 25), ki je povzročila spremembo barve površinskega podgobja pepelarke v sivo rjavo. Na parazitiranih delih micelija *E. elevata* so bili številni piknidiji glive *A. quisqualis* in pepelarka na teh mestih ni oblikovala trosišč. Zaradi tega pojava glivo *A. quisqualis* uporabljajo za biološko kontrolo nekaterih pepelovk (JURC 2006). Nekajletna opazovanja omogočajo ugotovitev, da so posamične katalpe v Ljubljani vsako leto močnejše okužene kot katalpe v bližini. To pomeni, da pri katalpah obstaja različna odpornost na katalpovo pepelovko. Simptome okužbe s pepelovkami smo opazili tudi v Murski Soboti, v Mariboru in v Ilirski Bistrici, kar pomeni, da je katalpova pepelovka v Sloveniji verjetno že splošno razširjena.

4 ZAKLJUČKI

4 CONCLUSIONS

Invazivna vrsta (ali invazivka) je tujerodna vrsta, katere vnos povzroča ali bi lahko povzročil škodo okolju ali škodo za zdravje človeka (Executive Order... 1999). Poškodbe, ki jih rastlini povzročajo domorodne pepelovke so običajno majhne. Kot obligatni biotrofi so pepelarke dobro prilagojene svojim gostiteljem, saj močne poškodbe ali celo odmiranje gostitelja pomeni manjšo možnost preživetja tudi za patogena in koevolucija obeh partnerjev je privedla do uravnoveženega odnosa. Neusklajenost tega odnosa pa lahko ugotovimo pri pepelarkah od drugod, še posebej iz drugih kontinentov. Ko je tujerodni patogen vnesen v novo okolje se naseli na tistega gostitelja, ki ga lahko okuži. Ta vrsta je običajno v bližnjem sorodstvu z vrsto, na kateri se je patogen razvil in pri kateri so se razvili tudi različni obrambni mehanizmi proti temu patogenu (najpogosteje so gostitelji v istem rodu rastlin). Ker novi gostitelj nima obrambnih mehanizmov proti patogenu, so poškodbe lahko mnogo močnejše kot pa so poškodbe na prvotnem gostitelju. Tipični primer je hrastova pepelovka, ki je v Evropi tujerodna vrsta in je bila vnesena v Francijo v začetku 20. stoletja – na ameriških hrastih ne povzroča opaznih poškodb, na evropskih vrstah pa so poškodbe močne in včasih ogroža svojega gostitelja (JURC 2006). Predvidevamo, da bodo škode

zaradi treh novih pepelovk na katalpah, divjih kostanjih in slečih majhne, kajti našeti gostitelji se uporabljajo predvsem kot okrasne rastline. Nedvomno bo okrasna vrednost okuženih rastlin manjša, vendar pepelovke ne bodo ogrožale obstoj svojih gostiteljev. Z načrtno selekcijo na odpornost proti pepelovkam ali z razvojem novih, bioloških zaščitnih sredstev (npr. na osnovi superparazitske glive *Ampelomyces quisqualis*) bi lahko zmanjšali njihov negativni vpliv. Drugače pa je z gabrovo pepelovko na navadnem belem gabru. Gostitelj je splošno razširjen in pogost v naših gozdovih in ima pomembno ekonomsko in ekološko vlogo v njih. Gabrova pepelovka povzroča prezgodnje odpadanje okuženih listov in morda bo njen negativni vpliv na mladje navadnega belega gabra tako močan, da bo lahko povzročila njegovo odmiranje (kot npr. povzroči odmiranje dobovega mladja hrastova pepelovka). Manj opazna bo zmanjšana konkurenčna sposobnost navadnega belega gabra zaradi okuženosti z gabrovo pepelovko in njen učinek bo viden šele v dolgem časovnem obdobju. Vendar že danes najdemo na istem rastišču bolj in manj okužene gabra. Mehanizmi naravne selekcije bodo pospeševali bolj odporne osebkke, izločali občutljive in verjetno bo čez stoletja ali tisočletja vpliv te nove invazivke vedno manjši.

5 POVZETEK

Navajamo podatke o štirih vrstah invazivnih tujerodnih pepelovk, ki smo jih pridobili z meritvami in opazovanji v Sloveniji.

Glivo *E. arcuata* smo v Sloveniji prvič našli v letu 2007 v Arboretumu Volčji Potok. V letu 2008 smo glivo mikroskopsko določili na naslednjih lokacijah, Ljubljana-Ribji trg (19.6.), Arboretum Volčji Potok (25.6.), Ljubljana-vrt GIS (7.8., 23.10.), Straža pri Krškem (6.8.), Matenja vas pri Postojni (10.9.), Markovci pri Ptujju (16.9.) in Tišina (17.9.). Našli smo jo tako v gozdu kot v urbanem prostoru, pogosta pa je tudi v gozdnih drevesnicah. Večje škode, razen predčasnega odpadanja listja, bolezen še ne povzroča. Konidiji so veliki (22,5) 34,0 (46,0) × (11,0) 14,0 (18,0) μm. Kleistoteciji so veliki (77,5) 97,0 (132,0) μm. Iz njih na obodu izrašča

10-22 priveskov, ki so večinoma 1-3 krat daljši od velikosti kleistotecija, najdaljši so dolgi tudi do 330 μm . V kleistoteciju je 4-8 askov, ki merijo (42,5) 53,0 (67,0) \times (33,0) 40,0 (50,0) μm . V vsakem asku je 4-6 askospor, ki so velike (15,0) 20,5 (25,5) \times (11,0) 13,5 (16,5) μm .

Gliva *E. azaleae* je bila najdena v Sloveniji leta 2004 na okrasnih listopadnih rododendronih (CELAR/VALIČ 2005). Našli smo jo 16. 11. 2006 na naravnih rastiščih rumenega sleča (*Rhododendron luteum*) pri Boštanju blizu Sevnice in v istem letu v parku pri Gozdarskem inštitutu Slovenije v Ljubljani. Bolezen je močno okužila posamične grme, na nekaterih je bila okužba rahla, večina rumenih slečev pa ni kazala nikakršnih znamenj okužbe. V Volčjem Potoku smo pepelarko *E. azaleae* našli na številnih različnih rododendronih. Kleistoteciji merijo (104,0) 133,0 (162,5) μm in imajo 12-32 priveskov, ki se na vrhu 4-6 krat (najpogosteje 5 krat) dihotočno razvejajo in na koncih zavijejo. Priveski so dolgi približno toliko kot kleistoteciji iz katerih izhajajo, po naših meritvah 90 – 145 μm . V kleistotecijih se oblikuje 5-10 askov, ki so ovalni, veliki (56,0) 65,5 (77,5) \times (30,5) 37,0 (44,5) μm in vsebujejo 4-7 askospor, ki merijo (16,5) 22,0 (26,5) \times (30,5) 37,0 (44,5) μm .

V letu 2003 je bila gliva *Erysiphe flexuosa* najdena v Ljubljani na navadnem divjem kostanju (*Aesculus hippocastanum*) ter rdečem divjem kostanju (*Aesculus \times carnea*) (MILEVOJ 2004), na obeh vrstah smo jo našli tudi v Arboretumu Volčji Potok leta 2007, v Ilirski Bistrici pa na divjem kostanju leta 2006. V Sloveniji je splošno razširjena in njen pojav na določenem rastišču zavisi predvsem od vremenskih razmer v posamičnem letu. Kleistoteciji so v naših meritvah veliki (104,0) 122,5 (140,0) μm . Aski so veliki (54,5) 60,0 (70,0) \times (26,0) 33,0 (40,0) μm , v kleistotecijih smo jih našli 5-10. Askospore merijo (18,0) 23,0 (28,0) \times (9,0) 11,5 (15,0) μm , in aski jih vsebujejo 6-8.

Katalpova pepelovka (*Erysiphe elevata*) je bila prvič najdena v Sloveniji že v letu 2003 (MILEVOJ 2004). Nekajletna opazovanja omogočajo ugotovitev, da so posamične katalpe v Ljubljani vsako leto močnejše okužene kot katalpe v bližini. Simptome okužbe s pepelovkami smo opazili tudi v Murski Soboti, v Mariboru in v Ilirski

Bistrici, kar pomeni, da je katalpova pepelovka v Sloveniji verjetno že splošno razširjena. Kleistoteciji se običajno razvijajo na zgornji površini listov v velikem številu. Veliki so (81,0) 109,0 (150,5) μm in imajo 6-14 priveskov, ki so tudi do 6 \times daljši od premera kleistotecija (najdaljši tudi do 600 μm). Vrhovi priveskov se na kratkih razdaljah 2-5 krat dihotočno razvejajo. Aski so veliki (47,0) 58,5 (70,0) \times (33,5) 39,0 (47,0) μm , v kleistoteciju jih je 6-8. Askospore merijo (17,5) 24,0 (29,0) \times (11,0) 13,5 (15,0) μm , in aski jih vsebujejo 4-6.

5 SUMMARY

The data about four species of invasive alien powdery mildews which were acquired with measurements and observations from Slovenia are presented.

The fungus *Erysiphe arcuata* was found on *Carpinus betulus* in Slovenia (arboretum Volčji Potok) in 2007. In 2008 the fungus was microscopically determined from the following locations: Ljubljana-Ribji trg (19th June), arboretum Volčji Potok (25th June), Ljubljana-park SFI (7th August, 23th October), Straža near Krško (6th August), Matenja vas near Postojna (10th September), Markovci near Ptuj (16th September) and Tišina (17th September). The disease was observed in forest and urban areas, it was frequent in forest and ornamental nurseries. The disease provokes premature leaf fall, other damages were not yet recorded. The conidia measure (22,5) 34,0 (46,0) \times (11,0) 14,0 (18,0) μm , the cleistothecia (77,5) 97,0 (132,0) μm . Cleistothecia bear peripherally 10-22 appendages, which are 1-3 times longer than the cleistothecium, the longest measured up to 330 μm . The cleistothecia contain 4-8 asci, which measure (42,5) 53,0 (67,0) \times (33,0) 40,0 (50,0) μm . The asci contain 4-6 ascospores measuring (15,0) 20,5 (25,5) \times (11,0) 13,5 (16,5) μm .

The fungus *Erysiphe azaleae* was found in Slovenia in 2004 on deciduous ornamental rhododendrons (CELAR/VALIČ 2005). We have found the fungus on 16th Nov. 2006 on natural populations of *Rhododendron luteum* close to Boštanj near Sevnica and in the same year in the park of Slovenian Forestry Institute, Ljubljana

on the same host. The disease differentially affected the host plants on the same location – individual shrubs were strongly diseased, some were mildly infected and majority showed no disease symptoms. In Volčji Potok *E. azaleae* was found on numerous different rhododendrons. The cleistothecia measure (104,0) 133,0 (162,5) μm and have 12-32 appendages, which are 4-6 times (mostly 5 times) dichotomously branched and on apices rounded. The appendages are approximately as long as the cleistothecia, 90 – 145 μm in our measurements. In cleistothecia 5-10 asci are formed which measure (56,0) 65,5 (77,5) \times (30,5) 37,0 (44,5) μm and contain 4-7 ascospores. They measure (16,5) 22,0 (26,5) \times (30,5) 37,0 (44,5) μm .

In the year 2003 the fungus *Erysiphe flexuosa* was found in Ljubljana on *Aesculus hippocastanum* and *Aesculus \times carnea* (MILEVOJ 2004), on both hosts it was found in arboretum Volčji Potok in 2007 and in Ilirska Bistrica on horse chestnut in 2006. The distribution of this powdery mildew in Slovenia is common, its appearance on certain location is dependent mostly on weather conditions in particular year. Cleistothecia have in our measurements the following dimensions (104,0) 122,5 (140,0) μm . Asci measure (54,5) 60,0 (70,0) \times (26,0) 33,0 (40,0) μm , cleistothecia contain 5-10 asci. Ascospores measure (18,0) 23,0 (28,0) \times (9,0) 11,5 (15,0) μm , there are 6-8 ascospores in ascus.

Powdery mildew *Erysiphe elevata* on *Catalpa bignonioides* was reported from Slovenia in 2003 (MILEVOJ 2004). In several yearly observations we noted that individual trees are constantly more affected by the disease than the trees in the vicinity. This means that *C. bignonioides* is differentially susceptible for the disease. The symptoms of *E. elevata* were noticed also in Murska Sobota, Maribor and in Ilirska Bistrica, which indicates that the powdery mildew has common distribution in Slovenia. Cleistothecia are numerous on the upper side of the leaf, they measure (81,0) 109,0 (150,5) μm , with 6-14 appendices, which are 6 times longer than the diameter of cleistothecium (the longest up to 600 μm). The apices of the appendices are

2-5 times dichotomously branched in short distances. There are 6-8 asci in cleistothecium, asci measure (47,0) 58,5 (70,0) \times (33,5) 39,0 (47,0) μm . Ascospores are (17,5) 24,0 (29,0) \times (11,0) 13,5 (15,0) μm large and asci contain 4-6 ascospores.

6 ZAHVALA

6 ACKNOWLEDGEMENTS

Delo je bilo opravljeno v okviru projektov L4-9585: Gozdu škodljive invazivne glive in žuželke in V4-0352: Škodljivi dejavniki za gozd v sodobnem času: metode spremljanja, ekološko modeliranje, vpliv gospodarjenja ter načini ukrepanja.

7 VIRI

7 REFERENCES

- ALE-AGHA, N. / BRAUN, U. / FEIGE, B. / JAGE, H., 2000. A new powdery mildew disease on *Aesculus* spp. introduced in Europe.- *Cryptogamie, Mycol.*, 21, 2, 89-92.
- ALE-AGHA, N. / BOLEY, A. / BRAUN, U. / FEIGE, B. / JAGE, H. / KUMMER, V. / LEBEDA, A. / PIATEK, M. / SHIN, H. D. / ZIMMERMANNOVÁ-PASTIRČÁKOVÁ, K., 2004. *Erysiphe catalpae* and *Erysiphe elevata* in Europe.- *Mycological Progress*, 3, 4, s. 291-296.
- BACIGÁLOVÁ, K. / MARKOVÁ, J., 2006. *Erysiphe azaleae* (*Erysiphales*) – a new species of powdery mildew for Slovakia and further records from the Czech Republic.- *Czech Mycol.*, 58, 3-4, s. 189-199.
- BLUMER, S., 1967. *Echte Mehltaupilze* (*Erysiphaceae*).- Jena, G.Fischer Verl., 436 str.
- BRAUN, U., 1987. A monograph of the *Erysiphales* (powdery mildews).- J. Cramer, Berlin – Stuttgart, Beihefte zur Nova Hedwigia 89, 700 str.
- BRAUN, U., 1997. *Microsphaera azaleae* U. Braun (*Erysiphales*), URL: <http://www.botanik.biologie.uni-muenchen.de/botsamml/arnoldia/mifufc08.html>, 21.11.2008
- BRAUN, U. / TAKAMATSU S. / HELUTA, V. / LIMKAISANG, S. / DIVARANGKON, R. / COOK, R. / BOYLE, H., 2006. Phylogeny and taxonomy of powdery mildew fungi of *Erysiphe* sect. *Uncinula* on *Carpinus* species.- *Mycol Progress*, 5, s. 139 – 153.
- CELAR, F. / VALIČ, N., 2005. *Microsphaera azaleae* U. Braun v Sloveniji.- V: MAČEK, Jože (ur.). 7.

- slovensko posvetovanje o varstvu rastlin / 7th Slovenian Conference on Plant Protection, 8.-10. marec 2005, Zreče, Slovenija. *Zbornik predavanj in referatov*. Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin Slovenije, str. 371-375.
- COOK, R. T. A. / HENRICOT, B. / KISS, L., 2004. First record of *Erysiphe elevata* on *Catalpa bignonioides* in the UK.- *Plant Pathology*, 53, s. 807.
- Executive Order 13112, 1999. Invasive Species.- USA Presidential Documents, Federal Register, 64, 25, str. 6183-6186.
- GARIBALDI, A. / GILARDI, G. / BERTETTI, D. / GULLINO, M.L., 2002. First report of powdery mildew on *Azalea* cv. *Mollis* (*Rhododendron japonicum* × *R. molle*) in Italy.- *Plant disease*, 86, s. 329.
- HAUPTMAN, T., 2008. Bolezni drevja v Arboretumu Volčji Potok: diplomsko delo.- Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana, 69 str.
- ING, B., 2000. *Microsphaera azalea*, the perfect state of the *Rhododendron* mildew in England.- *Mycologist*, 14, 4, s. 165.
- ING, B. / SPOONER, B., 2002. The horse chestnut powdery mildew *Uncinula flexuosa* in Europe (New British Record 210).- *Mycologist*, 16, 3, s. 112-113.
- INMAN, A.J. / COOK, R. T. A. / BEALES, P. A., 2000. A contribution to the identity of *Rhododendron* powdery mildew in Europe.- *J. Phytopathology*, 148, s. 17-27.
- JURC, D., 2006. Hrasti - *Quercus* spp.: boleznij listja: *Microsphaera alphitoides*, *Discula quercina*, *Tubakia dryina*.- *Gozd. vestn.*, 64, 10, [485-500], 113-128.
- KISS, L., 2005. Powdery Mildews as Invasive Plant Pathogens: New Epidemic Caused by Two North American Species in Europe.- *Mycological Research*, 109, 3, s. 259-260.
- KISS, L. / VAJNA, L. / FISCHL, G., 2004. Occurrence of *Erysiphe flexuosa* (syn. *Uncinula flexuosa*) on horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*) in Hungary. *Plant Pathology*, 53, s. 245.
- LEBEDA, A. / SEDLÁŘOVÁ, M. / JANKOVSKÝ, L. / SHIN, H. D., 2006. First report of *Rhododendron* powdery mildew on *Rhododendron* spp. In Czech Republic.- *Plant pathology*, 56, 2, s. 354.
- MILEVOJ, L., 2004. The occurrence of some pests and diseases on horse chestnut, plane tree and Indian bean tree in urban areas of Slovenia.- *Acta agriculturae slovenica*, 83, 2, s. 297-300.
- PASTIRČÁKOVÁ, K. / PASTIRČÁK, M. / JUHÁSOVÁ, G., 2006. The *Catalpa* powdery mildew *Erysiphe elevata* in Slovakia.- *Cryptogamie, Mycologie*, 27, 1, s. 31-34.
- PASTIRČÁKOVÁ, K. / TAKAMATSU, S. / SHIROYA, Y. / PASTIRČÁK, M., 2008. European Hornbeam Powdery Mildew *Erysiphe arcuata* in Slovakia.- *J. Phytopathology*, 156, s. 597 – 601.
- PIĄTEK, M., 2003. *Erysiphe azalea* and *Erysiphe syringae-japonicae* introduced in Poland.- *Mycotaxon*, 87, s. 121-126.
- SEKO, Y. / BOLAY, A. / KISS, L. / HELUTA, V. / GRIGALIUNAITE, B. / TAKAMATSU, S., 2008. Molecular evidence in support of recent migration of a powdery mildew fungus on *Syringa* spp. Into Europe from East Asia.- *Plant Pathology*, 57, s. 243-250.
- VAJNA, L. / FISCHL, G. / KISS, L., 2004. *Erysiphe elevata* (syn. *Microsphaera elevata*), a new North American powdery mildew fungus in Europe infecting *Catalpa bignonioides* trees.- *Plant Pathology*, 53, s. 244.
- VAJNA, L., 2006. Powdery mildew caused by *Erysiphe carpnicola* on *Carpinus betulus* in Hungary: First European report.- *Plant Pathology*, 55, 4: 575-575
- WOŁCZAŃSKA, A., 2007. First report of *Erysiphe carpnicola* s. l. (perfect state) in Poland.- *Plant Pathology*, 56, 2: 354-354
- ZIMMERMANNOVÁ-PASTIRČÁKOVÁ, K. / ADAMSKA, I. / BŁASZKOWSKI, J. / BOLAY, A. / BRAUN, U., 2002. Epidemic spread of *Erysiphe flexuosa* (North American powdery mildew of horse-chestnut) in Europe.- *Schlechtendalia*, 8, s. 39-45.
- ZIMMERMANNOVÁ-PASTIRČÁKOVÁ, K. / PASTIRČÁK, M., 2002. *Erysiphe flexuosa* a new species of powdery mildew for Slovakia.- *Biologia*, 57, 4, s. 437-440.