

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN  
OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Samo STOPAR

**RJE (*Pucciniales*) V BOTANIČNEM VRTU UNIVERZE  
V LJUBLJANI**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij – 1. stopnja

Ljubljana, 2015

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Samo STOPAR

**RJE (*Pucciniales*) V BOTANIČNEM VRTU UNIVERZE V LJUBLJANI**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij – 1. stopnja

**RUST FUNGI (*Puccianiales*) IN UNIVERSITY BOTANICAL  
GARDENS LJUBLJANA**

B. Sc. Thesis  
Academic study programmes

Ljubljana, 2015

Diplomsko delo je zaključek študija prve stopnje univerzitetnega programa Gozdarstvo in obnovljivi gozdni viri UNI BSc na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Delo je potekalo na Gozdarskem inštitutu Slovenije, terenski del pa v Botaničnem vrtu Univerze v Ljubljani.

Komisija za študij 1. in 2. stopnje Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete je dne 10.6.2013 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Dušana Jurca, za predsednika komisije pa prof. dr. Franca Batiča.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Franc BATIČ, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta,  
Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

Član: prof. dr. Dušan JURC, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta,  
Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

Datum zagovora:

Podpisani izjavljam, da je diplomsko delo rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Samo Stopar

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Du1  
DK GDK 443+16(497.4Ljubljana)(043.2)=163.6  
KG rje/*Pucciniales*/Botanični vrt/Ljubljana/popis/determinacija  
KK  
AV STOPAR, Samo  
SA JURC, Dušan (mentor)  
KZ SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83  
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire  
LI 2015  
IN RJE (*Pucciniales*) V BOTANIČNEM VRTU UNIVERZE V LJUBLJANI  
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij – 1. stopnja)  
OP IX, 31 str., 1 pregl., 31 sl., 1 pril., 14 vir.  
IJ sl  
JI sl/en  
AI V Botaničnem vrtu Univerze v Ljubljani smo nabirali vzorce rastlin, ki so kazale znake okužb z rjami (*Pucciniales*). Okužene vzorce smo v laboratoriju Gozdarskega inštituta Slovenije preučili z mikroskopom. S pomočjo literature smo identificirali 14 vrst rij: *Coleosporium inulaena* gostitelju *Inula magnifica*, *Cronartium flaccidum* na gostitelju *Vincetoxicum medium*, *Phragmidium potentillae* na gostitelju *Potentilla alba*, *Phragmidium mucronatum* na gostitelju *Rosa virginiana*, *Puccinia crepidis* na gostitelju *Crepis foetida*, *Puccinia urticae-pilose* na gostitelju *Carex pilosa*, *Gymnosporangium sabinae* na gostitelju *Pyrus nivalis*, *Uromyces striatus* na gostitelju *Medicago pironae*, *Puccinia iridis* na gostitelju *Iris sibirica*, *Puccinia lapsanae* na gostitelju *Lapsana communis*, *Puccinia convolvuli* na gostitelju *Calystegia sepium*, *Puccinia behenis* na gostitelju *Silene spp.*, *Leucotellum cerasi* na gostiteljih *Prunus tenella* in *Eranthis hyemalis* ter *Pucciniastrum agrimonae* na gostitelju *Agrimonia procera*. Vzorce smo herbarizirali, podatke o najdbah pa vnesli v podatkovno zbirkovo gliv *Boletus informaticus*. Najdene vrste smo primerjali s tistimi, ki jih je na našem ozemlju v svoji knjigi *Mycologia Carniolica* opisal Wilhelm Voss. Izkazalo se je, da smo skoraj polovico rij, ki smo jih našli, v Sloveniji zabeležili na novo. Podatek ne preseneča, saj je bilo do sedaj na slovenskem takih popisov malo. Vse najdene rje pa so bile že zabeležene tudi v Avstriji in Švici.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Du1  
DC FDC 443+16(497.4Ljubljana)(043.2)=163.6  
CX Rust fungi/*Pucciniales*/Botanical garden/Ljubljana/census/determination  
CC  
AU STOPAR, Samo  
AA JURC, Dušan (supervisor)  
PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83  
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources  
PY 2015  
TI RUST FUNGI (*Pucciniales*) IN UNIVERSITY BOTANICAL GARDENS LJUBLJANA  
DT B. Sc. Thesis (Academic Study Programmes)  
NO IX, 31 p., 1 tab., 31 fig., 1 ann., 14 ref.  
LA sl  
AL sl/en  
AB We have gathered samples of plants that were showing signs of infection with rust fungi (*Pucciniales*) in University Botanical Gardens Ljubljana. We have then analyzed these samples with microscope in Slovenian Forestry Institute's laboratory. We have identified 14 species of rust fungi using literature: *Coleosporium inulae* on host plant *Inula magnifica*, *Cronartium flaccidum* on host plant *Vincetoxicum medium*, *Phragmidium potentillae* on host plant *Potentilla alba*, *Phragmidium mucronatum* on host plant *Rosa virginiana*, *Puccinia crepidis* on host plant *Crepis foetida*, *Puccinia urticae-pilose* on host plant *Carex pilosa*, *Gymnosporangium sabinae* on host plant *Pyrus nivalis*, *Uromyces striatus* on host plant *Medicago pironiae*, *Puccinia iridis* on host plant *Iris sibirica*, *Puccinia lapsanae* on host plant *Lapsana communis*, *Puccinia convolvuli* on host plant *Calystegia sepium*, *Puccinia behenis* on host plant *Silene* spp., *Leucotelium cerasi* on host plants *Prunus tenella* and *Eranthis hyemalis* and *Pucciniastrum agrimonae* on host plant *Agrimonia procera*. We have made a herbarium and imported the data in the fungi database *Boletus informaticus*. We have compared identified species with the findings of Wilhelm Voss, who wrote the book Mycologia Carniolica, which contains all the fungi he found in the Slovenian territory. The results show that almost half of the fungi we identified were not yet found in Slovenia by W. Voss, likely due to lack of researches. However, all of them were found in Austria and Switzerland.

## KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA .....	<b>III</b>
KEY WORDS DOCUMENTATION .....	<b>IV</b>
KAZALO VSEBINE .....	<b>V</b>
KAZALO PREGLEDNIC .....	<b>VI</b>
KAZALO SLIK .....	<b>VII</b>
KAZALO PRILOG .....	<b>VIII</b>
SLOVARČEK.....	<b>IX</b>
<b>1 UVOD .....</b>	<b>1</b>
1.1 CILJI IN NAMEN DELA .....	1
<b>2 PREGLED literature .....</b>	<b>2</b>
2.1 O RJAH.....	2
2.2 GOSPODARSKI POMEN RIJ .....	5
2.2.1 Mehurjevka rdečega bora ( <i>Cronartium flaccidum</i> ).....	5
2.2.2 Mehurjevka zelenega bora ali ribezova rja ( <i>Cronartium ribicola</i> ).....	5
2.2.3 Hruševa rja ( <i>Gymnosporangium sabinae</i> ).....	6
2.2.4 Šipkova rja ( <i>Phragmidium mucronatum</i> ).....	6
2.2.5 Topolova rja ( <i>Melampsora allii-populina</i> ).....	7
<b>3 MATERIAL IN METODE.....</b>	<b>8</b>
3.1 TERENSKO DELO .....	8
3.2 LABORATORIJSKO DELO .....	8
3.3 DELO Z LITERATURO.....	9
3.4 MIKOLOŠKA ZBIRKA IN BOLTEUS INFORMATICUS.....	9
<b>4 REZULTATI .....</b>	<b>10</b>
4.1 <i>Coleosporium inulae</i> Rabenh.....	10
4.2 <i>Cronartium flaccidum</i> (Alb. & Schwein.) G. Winter.....	11
4.3 <i>Phragmidium potentillae</i> (Pers.) P. Karst .....	12
4.4 <i>Phragmidium mucronatum</i> (Pers.) Schldl.....	13
4.5 <i>Puccinia crepidis</i> J. Schröt.....	14
4.6 <i>Puccinia urticae-pilosae</i> Hasler.....	15
4.7 <i>Gymnosporangium sabinae</i> (Dicks.) G. Winter.....	16
4.8 <i>Uromyces striatus</i> J. Schröt. ....	17
4.9 <i>Puccinia iridis</i> Wallr.....	18
4.10 <i>Puccinia lapsanae</i> Fuckel .....	19
4.11 <i>Puccinia convolvuli</i> (Pers.) Castagne.....	20
4.12 <i>Puccinia behenis</i> G.H. Otth .....	21
4.13 <i>Leucotelioides cerasi</i> (Bérenger) Tranzschel .....	22
4.14 <i>Pucciniastrum agrimoniae</i> (Dietel) Tranzschel .....	25
4.15 PREGLED RIJ PO DRUŽINAH IN GOSTITELJIH .....	26
<b>5 RAZPRAVA .....</b>	<b>27</b>
5.1 KOMENTARJI NAJDENIH RIJ .....	27
5.2 PRIMERJAVA Z NAJDBAMI W. VOSSA.....	29
5.3 ZAKLJUČNA MISEL .....	30
<b>6 VIRI.....</b>	<b>31</b>

**KAZALO PREGLEDNIC**

Preglednica 1: Prikaz najdenih rij po družinah in gostiteljih ..... 26

## KAZALO SLIK

Slika 1: <i>Coleosporium inulae</i> ; urediniji, teliji (makroskopsko).....	10
Slika 2: <i>Coleosporium inulae</i> ; trosi (urediniospore) .....	10
Slika 3: <i>Cronartium flaccidum</i> ; teliji in urediniji (makroskopsko).....	11
Slika 4: <i>Cronartium flaccidum</i> ; trosi (urediniospore) .....	11
Slika 5: <i>Phragmidium potentillae</i> ; teliji (makroskopsko) .....	12
Slika 6: <i>Phragmidium potentillae</i> ; trosi (teliospore).....	12
Slika 7: <i>Phragmidium mucronatum</i> ; teliji (makroskopsko).....	13
Slika 8: <i>Phragmidium mucronatum</i> ; trosi (teliospore).....	13
Slika 9: <i>Puccinia crepidis</i> ; urediniji (makroskopsko).....	14
Slika 10: <i>Puccinia crepidis</i> ; trosi (urediniospore) .....	14
Slika 11: <i>Puccinia urticae-pilosae</i> ; teliji (makroskopsko).....	15
Slika 12: <i>Puccinia urticae-pilosae</i> ; trosi (teliospore) .....	15
Slika 13: <i>Gymnosporangium sabinae</i> ; eciji (makroskopsko) .....	16
Slika 14: <i>Gymnosporangium sabinae</i> ; trosi (eciospore) .....	16
Slika 15: <i>Uromyces striatus</i> ; teliji (makroskopsko) .....	17
Slika 16: <i>Uromyces striatus</i> ; trosi (teliospore).....	17
Slika 17: <i>Puccinia iridis</i> ; teliji (makroskopsko) .....	18
Slika 18: <i>Puccinia iridis</i> ; trosi (teliospore) .....	18
Slika 19: <i>Puccinia lapsanae</i> ; urediniji (makroskopsko) .....	19
Slika 20: <i>Puccinia lapsanae</i> ; trosi (urediniospore) .....	19
Slika 21: <i>Puccinia convolvuli</i> ; teliji (makroskopsko) .....	20
Slika 22: <i>Puccinia convolvuli</i> ; trosi (teliospore) .....	20
Slika 23: <i>Puccinia behenis</i> ; urediniji (makroskopsko) .....	21
Slika 24: <i>Puccinia behenis</i> ; trosi (urediniospore) .....	21
Slika 25: <i>Leucotelium cerasi</i> na pritlikavem mandljevcu; teliji (makroskopsko).....	22
Slika 26: <i>Leucotelium cerasi</i> na pritlikavem mandljevcu; trosi (teliospore) .....	23
Slika 27: <i>Leucotelium cerasi</i> na navadni jarici; eciji (makroskopsko) .....	23
Slika 28: <i>Leucotelium cerasi</i> na navadni jarici; eciji. Foto: Dušan Jurc .....	24
Slika 29: <i>Leucotelium cerasi</i> ; trosi (eciospore).....	24
Slika 30: <i>Pucciniastrum agrimonae</i> ; urediniji (makroskopsko) .....	25
Slika 31: <i>Pucciniastrum agrimonae</i> ; trosi (urediniospore) .....	25

## KAZALO PRILOG

Priloga A: številke vzorcev v Mikoteki in herbariju Gozdarskega inštituta Slovenije.....33

## SLOVARČEK

Ecij – spomladansko trosišče (I)

Eciospore – spomladanski trosi

Uredinij – poletno trosišče (II)

Urediniospore – poletni trosi

Telij – zimsko trosišče (III)

Teliospore – zimski trosi

Haplontski gostitelj – vmesni gostitelj

Dikariontski gostitelj – glavni gostitelj

Avtoecična rja – rja, ki okuži le enega gostitelja

## 1 UVOD

Glive predstavljajo eno izmed kraljestev živih bitij. Gre za heterotrofne organizme - prehranjujejo se s snovmi, nastalimi na drugih bitjih; saprofitsko, parazitsko ali simbiotsko. V celicah imajo jedro (so evkarionti), vendar za razliko od rastlin nimajo plastidov. Telo gliv (talus) je sestavljenlo iz razvejanih cevastih celic (hif) in ne tvori tkiv, temveč oblikuje podgobje (micelij). Na njem se ob ustreznih razmerah razvije trosnjak oziroma trosišče, ki proizvaja trose. Ti lahko nastanejo na spolni način (mejoza) ali nespolno (vegetativno).

Opisanih je okoli 100.000 vrst gliv, ocenjujejo pa, da naj bi jih bilo na svetu okoli dva milijona. Pri nas lahko najdemo okoli 15.000 vrst (Jurc, 2012).

Rje so med glivami nekaj posebnega; njihov razvojni krog je zapleten in med vsemi bitji edinstven. Rje namreč tekom leta oblikujejo več tipov trosišč, ki jih navadno razvijejo na dveh gostiteljih; pogosto gre za drevo in zelišče. Potrebno je bilo veliko opazovanj in preizkusov, da so ugotovili vse povezave. Na videz nepovezani rastlini (denimo čemaž in topol) imata torej lahko vseeno nekaj skupnega; obe sta gostiteljici iste rje.

Z ekonomskega stališča rje večinoma poznamo kot rastlinske bolezni, ki povzročajo škodo na gozdnem drevju in poljščinah. Poleg dejstva, da so rje z vidika svoje biologije zanimive, jih je zato dobro poznati tudi z gospodarskega stališča. Poznavanje njihovega življenskega cikla je ključno za iskanje ukrepov proti njim.

### 1.1 CILJI IN NAMEN DELA

Cilj te diplomske naloge je bil ugotoviti, katere rje so prisotne v Botaničnem vrtu Univerze v Ljubljani (v nadaljevanju Botanični vrt), ter jih determinirati s pomočjo mikroskopa. Botanični vrt smo izbrali, ker so v njem na majhnem območju prisotne številne rastline, ki so potencialne gostiteljice rij, poleg tega pa so vse tudi strokovno identificirane.

Pregledali smo knjigo Wilhelma Vossa (*Mycologia Carniolica*, 1889-1892), ki se je prvi in do sedaj edini podrobnejše ukvarjal s to tematiko na našem ozemlju. Zanimalo nas je, ali se bodo naše najdbe ujemale s Vossovimi, oziroma ali bomo našli kakšne vrste, ki so prisotne na novo. Pričakovali smo, da bo večina rij, ki jih bomo našli, že zabeležena v Vossovih knjigih, kakšna pa morda prisotna tudi na novo.

Ker je popisov rij v Sloveniji zelo malo, bi lahko ta naloga predstavljala neko osnovo za morebitne nadaljnje študije teh gliv. Najdeni vzorci bodo shranjeni v mikološki zbirki Gozdarskega inštituta Slovenije (v nadaljevanju Gozdarski inštitut), podatki pa vnešeni v podatkovno zbirko gliv *Boletus informaticus*.

## 2 PREGLED LITERATURE

### 2.1 O RJAH

Rje oziroma rjarji predstavljajo red znotraj kraljestva gliv (latinsko *Pucciniales*). Uvrščamo jih v deblo prostotrosnic (*Basidiomycota*). Red obsega preko 7.000 tisoč vrst in je en izmed najštevilčnejših v kraljestvu gliv. Vsebuje 14 družin (*Chaconiaceae*, *Coleosporiaceae*, *Cronartiaceae*, *Melampsoraceae*, *Mikronegeriaceae*, *Phakopsoraceae*, *Phragmidiaceae*, *Pileolariaceae*, *Pucciniaceae*, *Pucciniastraceae*, *Pucciniosiraceae*, *Ravenelaceae*, *Unicolaceae*, *Uropyxidaceae*), med katerimi je daleč najštevilčnejša družina *Pucciniaceae*.

Ko govorimo o rjah, mislimo na rastlinske bolezni, ki jih povzročajo rjarji. To so značilne obligatno biotrofne glive, ki živijo le na živih gostiteljih in se ne razvijajo kot gniloživke. Čeprav na gostiteljih običajno ne povzročajo velikih poškodb, pa rje vseeno močno zmanjšujejo npr. donos žit, ponekod pa povzročajo tudi gospodarsko škodo v gozdovih. Rje naj bi se evolucijsko razvijale skupaj s svojimi gostitelji (Cummins in Hiratsuka, 2003).

Rje so običajno heteroecične, kar pomeni, da za popoln razvojni krog potrebujejo dva gostitelja. Ta največkrat pripadata taksonomsko različnim skupinam rastlin, ki pa rasteta v podobnih ekoloških razmerah (na primer topol in čemaž, smreka in sleč, brin in glog). Haplontski gostitelj je tisti, ki ga okužijo haploidne bazidiospore (na njem se razvijejo spermogoni in eciji), dikariontski gostitelj pa je tisti, ki ga okužijo dikariontske eciospore (na njem se razvijejo urediniji in teliji ter kasneje na teliju še bazidiji). Včasih uporabljajo za haplontskega gostitelja izraz vmesni gostitelj (ker se na njem razvijejo le anamorfi in ker so poškodbe na njem majhne), za dikariontskega pa glavni gostitelj (ker se na njem razvije teleomorf in ker so poškodbe na njem velike) (Jurc, neobjavljeni delo).

V popolnem razvojnem krogu oblikuje rja pet vrst trosišč in trosov (pogosto jih označujejo z rimskimi števikami 0-IV). To so:

- spermogon s spermacijami - (0),
- ecij z eciosporami (spomladansko trosišče s spomladanskimi troši) - (I),
- uredinij z urediniosporami (poletno trosišče s poletnimi troši) - (II),
- telij s teliosporami (zimsko trosišče z zimskimi troši) – (III),
- bazidij z bazidiosporami - (IV).

Nekatere rje nimajo popolnega razvojnega cikla, tako da so nekateri stadiji izpuščeni. V nekaterih primerih rje niti ne razvijejo spolnih trosišč take so uvrščene v sistem z imeni njihovih anamorfov (na primer *Aecidium*, *Uredo*). Tiste vrste, ki pa okužijo le enega gostitelja, imenujemo avtoecične.

Razvojni krog tipične heteroecijske makrociklične rje s petimi oblikami trosišč in trosov poteka na sledeč način: bazidiospora okuži haplontskega gostitelja, v katerem se razrastejo haploidne hife in na okuženem delu rastline opazimo drobno rumeno pego. Hife se razraščajo intercelularno, v celice gostitelja pa poženejo havstorije, s katerimi črpajo hrano. V rumenih pegah gliva oblikuje spermogene hitro, včasih že po tednu dni, in s prostim

očesom so spermogoni opazni kot drobne izboklinice. Po zgradbi in načinu nastanka trosov v njih jih lahko označimo kot piknidije (in trose kot konidije), le da imajo pri rjah ime spermogon in posamičen tros, ki se v njem oblikuje imenujemo spermacij (0). Spermaciji nastajajo v spermogonih v velikem številu, izločajo se skozi ostiol (odprtinico na vrhu) v sladki, sluzasti in dišeči tekočini. Ta privablja drobne žuželke (mravlje, mušice, muhe in druge), ki se z njo hranijo. Živali obiskujejo posamične okužbe in prenašajo spermacije enega spola na spermogene drugega spola. Spermogoni imajo ob ostiolu posebne hife (receptivne hife), ki štrlico navzven. Spermacij klije ali pa se le združi z receptivno hifo in njegovo celično jedro potuje skozi povezavo med receptivno hifo in spermacijem. Celica receptivne hife s tem postane dvojedrna (dikariontska in s tem diploidna) in se začne razraščati v obliki dikariontskega micelija v tkivih gostitelja v okolini spermogona. Dikarion je značilen za večino razvojnega kroga rj in traja od spermatizacije v spermogonu do teliospore (probazidija), kjer se obe jedri združita. Zanimivo je, da se tako »oploditev« lahko v enem spermogonu zgodi večkrat in s spermacijami različnih osebkov, zato pravzaprav eno okužbo gostitelja lahko povzroča večje število glivnih osebkov (Jurec, neobjavljeno delo).

Dikariontsko podgobje se razrašča v gostitelju naprej in oblikuje naslednji tip nespolnega trosišča, to je ecij (spomladansko trosišče), ki oblikuje eciospore (spomladanske trose, I). Obliko ecija določa kožasta opna ali ovojnica, ki ga obdaja, in je sestavljena iz sterilnih, bledih celic z debelo steno. Strokovni izraz za to opno je psevdoperidij, vendar uporabljajo tudi izraz peridij. Ker peridij označuje steno kateregakoli sporangija, uporabljamo izraz psevdoperidij za ovojnico trosič pri rjah. Pri rjah razlikujejo več morfoloških tipov spomladanskih trosišč, najznačilnejši so: ecidij (ecij s psevdoperidijem v obliki čaše), ceom (ecij brez psevdoperidija), restelij (ecij s psevdoperidijem v obliki cevke, zrel se trakasto raztrga) in peridermij (ecij z mehurjasto oblikovanim psevdoperidijem, zrel se nepravilno raztrga). Ecij nastane tako, da glivne hife najprej oblikujejo gosto palisadno plast celic pod povrhnjico ali v skorji gostitelja. Celica palisadne plasti se deli v veliko terminalno celico in majhno bazalno celico in ta proces se mnogokrat ponovi ter tako nastane veriga celic, kjer se izmenjuje en in drug tip celice. Bazalne celice se zaradi velikega pritiska stisnejo in propadejo, terminalne celice pa se zaokrožijo, stene se odebelijo, ornamentirajo z bradavičastimi izrastki in oblikuje se eciospora. Nastajajoče eciospore pritiskajo na povrhnjico gostitelja in jo pretrgajo, kasneje se raztrga še peridij. Med eciosporami so ostanki bazalnih celic in za sprostitev eciospor iz ecija se ravna stena proti bazalni celici sunkovito zaokroži in frcne eciosporo v zrak. Pogosto so živoobarvane, ker vsebujejo veliko količino karotenoidov v drobnih oljnih kapljicah (opazimo jih z mikroskopiranjem). Veter spomladanske trose prenaša na velike razdalje in, če jih odloži na ustrezno gostiteljsko rastlino, tam kalijo in jo v ugodnih razmerah okolja okužijo.

Eciospore torej prenese veter na drugo vrsto gostiteljske rastline; ker so eciospore dikariontske, imenujemo takšno rastlino dikariontski gostitelj. Po okužbi z eciosporami in razraščanju micelija v tkivih gostitelja se hitro (najhitreje že v tednu dni) razvijejo urediniji (poletna trosišča), v katerih nastajajo urediniospore (poletni trosi, II). Urediniospore nastajajo na prozornih pecljih, so enocelične in imajo debelo, oranžno ali rjavo obarvano steno z drobnimi šiljastimi izrastki. Zelo so dolgožive in v zraku lahko preživijo več tednov ali mesecev, kar jim omogoča okužbe gostiteljev, ki so oddaljeni stotine ali tisoče km. Urediniospore lahko okužijo le tistega gostitelja, na katerem so nastale (ali zelo

sorodnega). Zato se razširjenost in jakost okužbe gostitelja od začetka poletja do jeseni običajno povečuje, tako, da so listi gostitelja preden jih popari slana prekriti z oranžnimi ali rijasto rjavimi urediniji. Zaradi te značilne obarvanosti gostiteljev so bolezni, ki jih povzročajo rjarji, tudi dobile ime "rje" (Jurc, neobjavljeni delo).

Proti koncu poletja ali jeseni se v zmernem podnebju (v tropih pa pred sušno dobo) običajno razvijejo teliji (zimska trosišča), v katerih nastajajo teliospore (zimski trosi, III). Pogosto nastanejo tako, da uredinij preneha oblikovati urediniospore in se preoblikuje v telij. Teliospore imajo temno in debelo steno in so dobro zaščitene pred neugodnimi zimskimi razmerami. V steni teliospore je običajno klična pora (ena ali več) skozi katero požene bazidij in jo opazimo kot svetlejši in tanjši okrogel predel v steni. Teliospore imenujemo tudi probazidij, ker se v njej obe jedri dikariona združita in nastane eno diploidno jedro (zgodi se kariogamija). V taki obliki teliospora prezimi.

Teliospora kali običajno spomladi, in celica, ki iz nje zraste, je bazidij (imenujejo ga tudi metabazidij, ker se v njem opravi reduksijska delitev – mejoza). Če je teliospora več celična, potem iz vsake njene celice zraste bazidij. Ta celica ima posebno ime zaradi njenega pomena in zgradbe – v njej poteka reduksijska delitev genetskega materiala in prosto na njej nastanejo haploidni trosi – bazidiospore (IV). Teleomorf pri rjah torej predstavlja teliospora (probazidij) in bazidij (metabazidij). V bazidiju se genski material v diploidnem jedru mejotsko razdeli in nastali dve jedri sta haploidni. Obe jedri se nato mitotsko razdelita, in nastanejo štiri haploidna jedra. V celici se oblikujejo tri prečne stene (zato tak bazidij imenujemo fragmobazidij), iz vsake od nastalih štirih celic zraste sterigma, na vrhu katere se z brstenjem prične oblikovati bazidiospora. Jedro potuje v nastajajočo bazidiosporo, ta se obda s steno in zrela se sprosti od sterigme. Odnesе jo veter in če jo odloži na ustreznom gostitelju, ga lahko okuži. Tako je sklenjen razvojni krog rje.

Vsaka od petih oblik trosov pri rjah ima posebno zgradbo in zato v naravipreživi različno dolga obdobja: spermaciji (0) in bazidiospore (IV) nekaj dni, eciospore (I) nekaj tednov, urediniospore (II) nekaj mesecev in teliospore (III) več mesecev ali celo več kot leto.

Taksonomija rij temelji na značilnostih teleomorfa, zlasti telija in teliospor (Jurc, neobjavljeni delo).

## 2.2 GOSPODARSKI POMEN RIJ

Glive so v splošnem najpogosteji povzročitelji bolezni gozdnega drevja ter nekaterih poljščin, med njimi pa je dobršen del rij. Pomen poznavanja gospodarsko pomembnih rij torej ni zanemarljiv. Dejstvo, da ima večina rij dva gostitelja, je pri izbiri ukrepov ključnega pomena. Navedenih je nekaj značilnih vrst, ki se nam zdijo zanimive in so tudi gospodarsko pomembne.

### 2.2.1 Mehurjevka rdečega bora (*Cronartium flaccidum*)

To je bolezen, ki prizadene dvoiglične bore, še zlasti je nanjo občutljiv rdeči bor (*Pinus sylvestris*), redkeje pa lahko okuži tudi črni bor (*Pinus nigra*), alepski bor (*P. halepensis*), primorski bor (*P. pinaster*) in rušje (*P. mugo*). Omenjeni bori so haplontski gostitelji, medtem ko so dikariontski gostitelji iz rodov kokošivec (*Vincetoxicum*), svič (*Gentiana*), potonika (*Paeonia*) in nekaterih drugih. Slednje rastline se navadno nahajajo v podrasti borovih gozdov.

Mehurjevka rdečega bora prizadane predvsem starejša drevesa, ki imajo zmanjšano odpornost. Okužene deli drevesa nabreknejo, lubje razpoka in izceja se smola. Iglice porumenijo, veje pa hirajo in naposled odmrejo. Če je okuženo deblo, začne odmirati vrh drevesa. Na prizadetih mestih lahko aprila in maja opazimo značilne simptome – rumene ali oranžne ecije (I). Na dikariontskih gostiteljih se pojavijo rumene pege; na spodnji strani listov so vidni najprej urediniji (II), kasneje pa teliji (III), ki dajo listu dlakav izgled.

Teoretično je možno zatiranje dikariontskih gostiteljev, s čimer bi prekinili razvojni cikel rje. Tak poseg ne bi bil ekološko in ekonomsko upravičen, verjetno tudi izvedbeno nemogoč (Jurc, 2007). Znano pa je, da imajo različni osebki bora različno odpornost na bolezen, tako da je smiselno sprotno odstranjevaje občutljivih dreves iz sestoja in tako bolezen do neke mere omejimo.

### 2.2.2 Mehurjevka zelenega bora ali ribezova rja (*Cronartium ribicola*)

Še ena rja iz družine *Cronartiaceae*, ki prizadene vrste borov s petimi iglicami. Haplontski gostitelj je zeleni bor (*Pinus strobus*) in še 14 drugih vrst borov. Zeleni bor je pri nas med njimi gospodarsko najpomembnejši, poleg tega pa je na bolezen tudi najbolj občutljiv. Dikariontski gostitelj je črni ribez (*Ribes nigrum*) ter mnogo ostalih vrst rodu *Ribes*. Na območju Alp je razširjena že od nekdaj.

Micelij rje *Cronartium ribicola* več let živi v skorji drevesa in raste v vse smeri. Na okuženem predelu skorja razpoka in se močno smoli ter daje vtis rakavih ran. Bolezen napade tako stara kot mlada drevesa. Mlada se lahko posušijo v nekaj letih, pri starejših drevesih lahko hiranje traja tudi več kot dvajset let. V tem času je prirastek zelo slab. Bolezen na drevesu prepoznamo poleg smolnatih ran tudi po belorumenih ecijih (I) aprila

in maja. Na dikariontskem gostitelju, torej ribezu, pa lahko rjo opazimo na spodnji strani listov kot kosmato rjavo prevleko. Gre za telije (III), ki so vidni proti jeseni.

Proti mehurjevki zelenega bora zaenkrat ne poznamo neposrednih metod za zatiranje bolezni, zato je pomembno poznati posredne oziroma preventivne ukrepe. Najpomembnejše je, da se pridelava oziroma gojenje črnega ribeza in zelenega bora prostorsko ločita (pri nas je priporočena razdalja vsaj 2 km). Črni ribez je možno tudi škropiti z organskimi fungicidi, s čimer ga zavarujemo pred okužbo.

### 2.2.3 Hruševa rja (*Gymnosporangium sabinae*)

To je bolezen, ki prizadene predvsem vrtove in parke in je sicer gospodarsko manj pomembna, njena trosišča pa so izjemno zanimiva na pogled. Haplontski gostitelj je hruška (*Pyrus communis*), dikariontski pa smrdljivi brin (*Juniperus sabinae*) in nekatere druge vrste brinov. Rjo zato včasih imenujemo tudi brinova rja. Rje iz rodu *Gymnosporangium* so značilne po tem, da ne oblikujejo poletnih trosišč (uredinijev z urediniosporami).

Na deblu in vejah brina ta rja povzroča nabrekanje, na listih hruške pa nastanejo rumene oziroma oranžne pege. Na spodnji strani listov se pojavijo značilni veliki eciji (I) stožčaste oblike, dobro vidni s prostim očesom. Na poganjkih brina pa nastanejo teliji (III) v obliki rjavih bradavičastih izrastkov, ki kasneje nabreknejo in dobijo želatinasto strukturo.

Priporoča se varnostna razdalja pri gojenju obeh vrst, vendar pa je nadzor težaven prav zaradi posameznih osebkov občutljivih brinov v vrtovih kmečkih posestev. V skladu s pravilnikom o uporabi fitofarmacevtskih sredstev je hrušovo rjo dovoljeno zatirati s sredstvom z aktivno snovjo difenokonazol, s komercialnim imenom Duoaxo koncentrat. Gre za sistemični fungicid s preventivnim in kurativnim delovanjem (FITO-INFO, 2014).

### 2.2.4 Šipkova rja (*Phragmidium mucronatum*)

To je primer avtoecične rje, saj kuži le vrste rodu *Rosa*. Eciji (I) in urediniji (II) na listih tvorijo značilen oranžen poprh. Včasih ga opazimo tudi na steblu. Teliji (III) pa so črni in podolgovate oblike.

Šipkovo rjo na okrasnih vrtnicah zatirajo s fitofarmacevtskimi sredstvi na osnovi aktivne snovi tritikonazol (sistemični fungicid s preventivnim in kurativnim delovanjem) v skladu s pravilnikom o uporabi fitofarmacevtskih sredstev (FITO-INFO, 2014).

### 2.2.5 Topolova rja (*Melampsora allii-populina*)

Ta rja povzroča okužbe na topolih, še posebej je lahko nevarna v njihovih nasadih. Haplontski gostitelji so rastline rodov *Allium*, *Arum* in *Muscari*, dikariontski pa so topoli (*Populus*). S tega vidika je rja posebna, saj so običajno drevesne vrste haplontski gostitelji, tu pa je obratno.

Rja na haplontskih gostiteljih tvori uredinije (II) v obliki oranžnih prašnih kupčkov, poleti pa okuži liste topola, kjer tvori telije (III). Ti so vidni na spodnji strani listov v obliki rjavih ali črnih krast. Čeprav je rja heteroecična, Maček (2008) navaja, da lahko uspeva tudi brez haplontskega gostitelja ter se nekaj let ohranja zgolj z urediniosporami in dikariontskim podgobjem. Okuženim topolom se listje posuši in zgodaj odpade, imajo manjši prirastek ter so dovzetnejši za ostale bolezni (npr. topolov rak).

Neposredno se lahko topolovo rjo zatira z bakrovimi in organskimi fungicidi. Najučinkovitejša metoda pa je gojenje odpornih klonov. Znani so odporni kultivarji, na primer I-214, I-154, Oxford (Maček, 2008). Vendar pa je pri gojenju monokultivarjev nevarnost, da se na njih prilagodi tudi rja, zato je treba biti pozoren.

### 3 MATERIAL IN METODE

Naloga je zajemala tako terensko kot tudi laboratorijsko delo.

#### 3.1 TERENSKO DELO

Terensko delo je pomenilo nabiranje vzorcev v Botaničnem vrtu. Nabiranje je potekalo trikrat, in sicer dvakrat v mesecu maju in enkrat v mesecu oktobru 2013. Pri nabiranju smo uporabili papirnate vrečke za vzorce, ki smo jih dobili na Gozdarskem inštitutu. Primerke okuženih delov rastlin smo s škarjami odrezali in jih dali vsakega v svojo vrečko, na katero smo napisali latinsko ime rastline, ki smo ga odčitali s table v Botaničnem vrtu, ter datum nabiranja. Rastline, ki so tipični gostitelji rj, smo podrobno pregledali za znamenji okužbe. Tipično gre za vidna obarvana trosišča, ki izgledajo kot lise ali prašnati skupki na listih, včasih pa tudi na drugih delih rastline.

Nabrane vzorce smo potem herbarizirali, pri čemer smo pazili, da rastlin nismo preveč obtežili, saj bi tako lahko poškodovali trosišča gliv. Vzorce smo večkrat preložili med nov časopisni papir, dokler se niso v celoti posušile. Sušenje je trajalo nekaj dni, nato pa smo vzorce ponovno dali v nove, čiste vrečke. S tem smo zagotovili, da ne bi prišlo do mešanja trosov in s tem kontaminacije vzorcev.

#### 3.2 LABORATORIJSKO DELO

Vzorce smo prinesli na Gozdarski inštitut v mikroskopirnico, kjer je potekalo naše laboratorijsko delo.

Pri laboratorijskem delu smo uporabljali mikroskop Olympus BX 51 in lupo Olympus SZX 12. Na obeh napravah je bila nameščena kamera Nikon, s katero smo zajemali fotografije trosišč in trosov. Za delo s kamero smo uporabljali program NIS-Elements BR.2.30, v katerem smo lahko fotografije tudi primerno osvetljevali in uravnnavali kontraste. Na fotografije smo dodajali tudi ustrezna merila. Poleg fotografij smo pod mikroskopom opravili tudi meritve trosov. S programom smo ob ustrezni merilu premerili dolžine in širine trosov. Vsako meritev smo opravili desetkrat in zabeležili najvišjo, najnižjo in povprečno vrednost. Izmerjeni podatki so zabeleženi v poglavju Rezultati.

Ko smo opravili meritve in posneli fotografije, smo se lotili determinacije rj. Postopka smo se lotili tako, da smo najprej za vsako vrsto v literaturi po gostitelju poiskali možne gliche, nato pa trose glede na meritve in slike primerjali s tistimi iz knjig. Pri tem smo upoštevali tudi razvojni stadij rje. Pri eni vrsti (*Urocystis floccosa*, na gostitelju *Helleborus odorus*) smo ugotovili, da gre pravzaprav za snet (*Urocystidales*) in ne za rjo.

### 3.3 DELO Z LITERATURO

Kot osnovo smo imeli Vossovo knjigo *Mycologia Carniolica* (1889-1892), v kateri je avtor zabeležil najdene gliche na območju Kranjske. Rje so navedene skupaj, tako da je bilo to delo lažje.

Pri determinaciji vzorcev smo si pomagali z naslednjimi knjigami: *Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz* (Gäuman, 1959), v kateri so podrobno opisane in navedene vse rje, najdene v Švici. Izkazalo se je, da so notri opisane vse vrste, ki smo jih našli. Skice, zlasti pa podatki o meritvah trosov so nam bile v veliko pomoč pri determinacijskem delu. Poleg slednje nam je bila v pomoč tudi knjiga *Die Rostpilze Österreichs* (Poelt in Zwetko, 1997), ki zajema rje, najdene v Avstriji. Izkazala se je za zelo uporabno, saj ima priročen dodatek (*Die Rostpilze Österreichs Supplement...*), v katerem so rje navedene tudi po gostiteljih (Zwetko, 2000). Knjiga je sicer precej novejša od Gäumanove, vendar pa se, kar zadeva opise, še vedno sklicuje na le-to.

Vsa latinska imena rij smo preverili po *Index Fungorum* (2014). V nekaterih primerih je bilo ime, ki ga je navedel Gäuman, ali pa taksonomska uvrstitev rje posodobljena. Imena gostiteljskih rastlin smo poiskali na spletni strani Botaničnega vrta (Iskanje rastlin ..., 2014).

### 3.4 MIKOLOŠKA ZBIRKA IN BOLTEUS INFORMATICUS

Vse determinirane vzorce smo podarili mikološki zbirkki Gozdarskega inštituta Slovenije. Podatke o najdenih rjah smo ob pomoči dr. Nikice Ogrisa vnesli v podatkovno zbirko gliv *Boletus informaticus*. Številke vzorcev so zapisane v Prilogi A.

*Boletus informaticus* (2014) je informacijski sistem za beleženje in kartiranje vrst gliv v Sloveniji.

## 4 REZULTATI

V tem poglavju so podane vse rje, ki smo jih našli, skupaj s fotografijami, ki smo jih opravili z mikroskopom in lupo. Zapisani so tudi rezultati meritev trosov pod mikroskopom. Poleg tega so navedeni gostitelji, na katerih smo rje našli, ter aktualna taksonomska uvrstitev po Index Fungorum (2014).

### 4.1 *Coleosporium inulae* Rabenh.

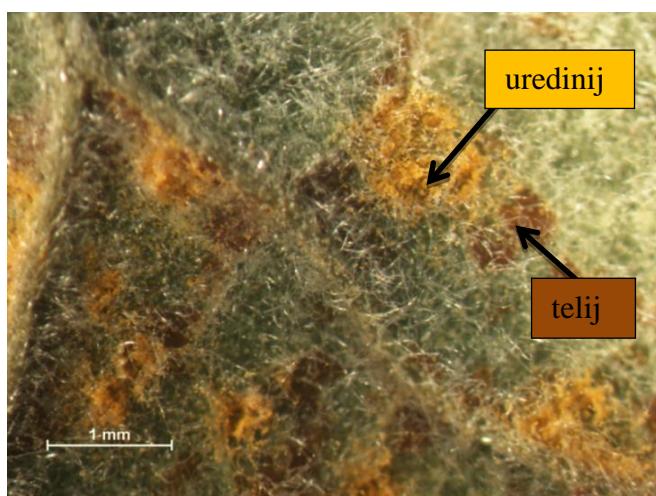
Gostitelj: veličastni oman (*Inula magnifica*)

Taksonomska uvrstitev rje: Coleosporiaceae, Pucciniales, Incertae sedis, Pucciniomycetes, Pucciniomycotina, Basidiomycota, Fungi

Razvojni stadij: uredinij (II), telij (III)

Dolžina urediniospor: 21,55 – 29,87 µm; povprečje 25,38 µm

Širina urediniospor: 18,81 – 24,11 µm; povprečje 21,44 µm



Slika 1: *Coleosporium inulae*; urediniji, teliji (makroskopsko)



Slika 2: *Coleosporium inulae*; trosi (urediniospore)

#### 4.2 *Cronartium flaccidum* (Alb. & Schwein.) G. Winter

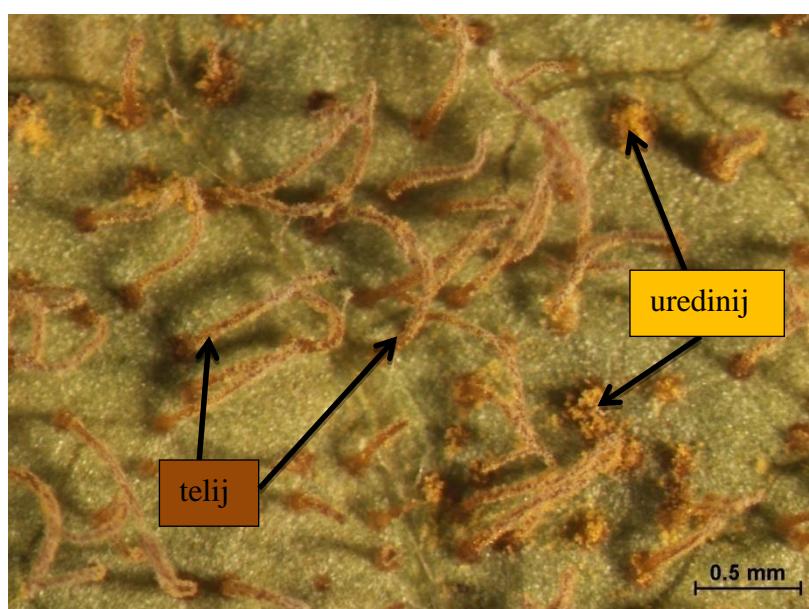
Gostitelj: srednji kokošivec (*Vincetoxicum medium*)

Taksonomska uvrstitev rje: Cronartiaceae, Pucciniales, Incertae sedis, Pucciniomycetes, Pucciniomycotina, Basidiomycota, Fungi

Razvojni stadij: uredinij (II), telij (III)

Dolžina urediniospor: 18,81 – 23,90 µm; povprečje 20,87 µm

Širina urediniospor: 14,41 – 18,88 µm; povprečje 16,45 µm



Slika 3: *Cronartium flaccidum*; teliji in urediniji (makroskopsko)



Slika 4: *Cronartium flaccidum*; trosi (urediniospore)

#### 4.3 *Phragmidium potentillae* (Pers.) P. Karst.

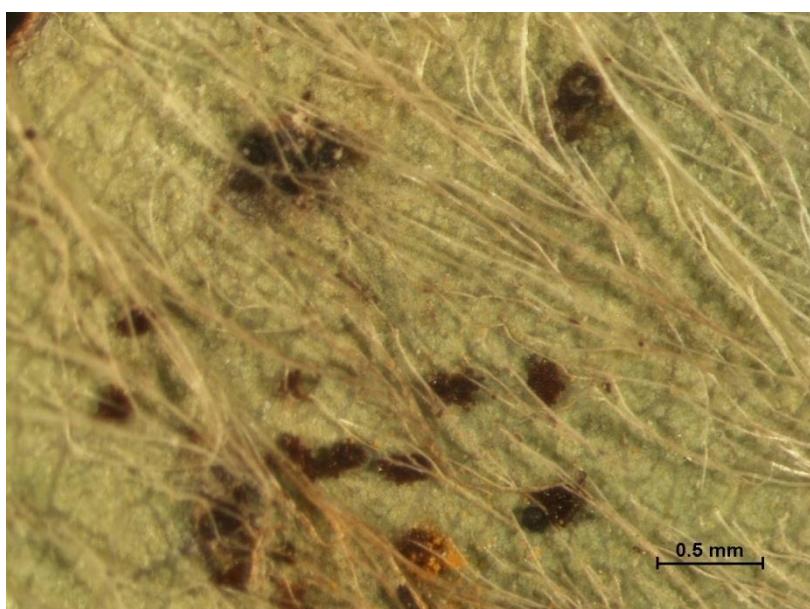
Gostitelj: beli petoprstnik (*Potentilla alba*)

Taksonomska uvrstitev rje: Phragmidiaceae, Pucciniales, Incertae sedis, Pucciniomycetes, Pucciniomycotina, Basidiomycota, Fungi

Razvojni stadij: telij (III)

Dolžina trosov: 45,00 – 65,35 µm; povprečje 55,50 µm

Širina trosov: 19,30 – 25,12 µm; povprečje 23,20 µm



Slika 5: *Phragmidium potentillae*; teliji (makroskopsko)



Slika 6: *Phragmidium potentillae*; trosi (teliospore)

*Phragmidium mucronatum* (Pers.) Schleidl.

Gostitelja: viržinski šipek (*Rosa virginiana*), šipek (*Rosa spp.*)

Taksonomska uvrstitev rje: Phragmidiaceae, Pucciniales, Incertae sedis, Pucciniomycetes, Pucciniomycotina, Basidiomycota, Fungi

Razvojni stadij: ecij (I), telij (III)

Dolžina trosov: 79,58 – 113,92 µm; povprečje 98,02 µm

Širina trosov: 30,58 – 41,17 µm; povprečje 37,32 µm



Slika 7: *Phragmidium mucronatum*; teliji (makroskopsko)



Slika 8: *Phragmidium mucronatum*; trosi (teliospore)

#### 4.4 *Puccinia crepidis* J. Schröt.

Gostitelj: smrdljivi dimek (*Crepis foetida*)

Taksonomska uvrstitev rje: Pucciniaceae, Pucciniales, Incertae sedis, Pucciniomycetes, Pucciniomycotina, Basidiomycota, Fungi

Razvojni stadij: uredinij (II)

Dolžina trosov: 22,02 - 28,86 µm; povprečje 25,53 µm

Širina trosov: 16,11 – 23,67 µm; povprečje 20,39 µm



Slika 9: *Puccinia crepidis*; urediniji (makroskopsko)



Slika 10: *Puccinia crepidis*; trosi (urediniospore)

#### 4.5 *Puccinia urticae-pilosae* Hasler

Gostitelj: vejicati šaš (*Carex pilosa*)

Taksonomska uvrstitev rje: Pucciniaceae, Pucciniales, Incertae sedis, Pucciniomycetes, Pucciniomycotina, Basidiomycota, Fungi

Razvojni stadij: telij (III)

Dolžina trosov: 35,67 – 52,17 µm; povprečje 45,99 µm

Širina trosov: 17,15 – 20,85 µm; povprečje 19,04 µm



Slika 11: *Puccinia urticae-pilosae*; teliji (makroskopsko)



Slika 12: *Puccinia urticae-pilosae*; trosi (teliospore)

#### 4.6 *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) G. Winter

Gostitelj: zimska hruška (*Pyrus nivalis*)

Taksonomska uvrstitev rje: Pucciniaceae, Pucciniales, Incertae sedis, Pucciniomycetes, Pucciniomycotina, Basidiomycota, Fungi

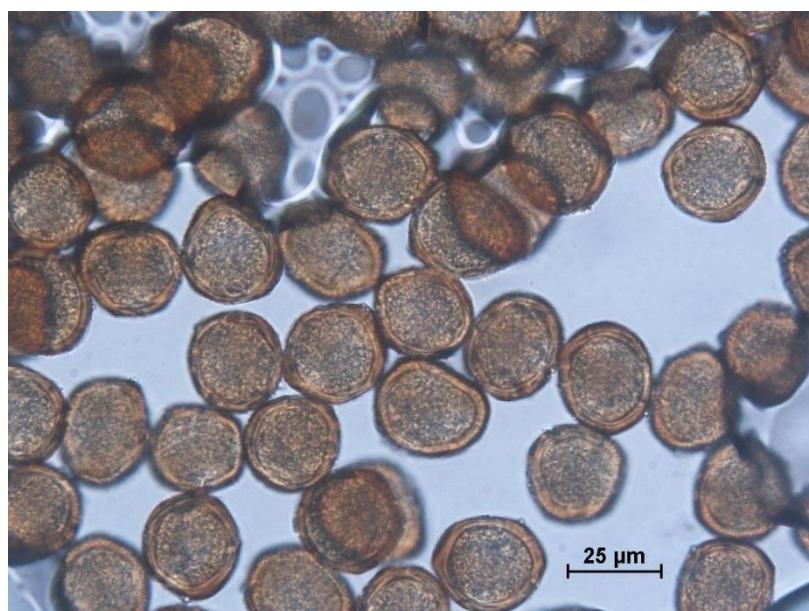
Razvojni stadij: ecij (I)

Dolžina trosov: 26,17 – 31,78 µm; povprečje 28,38 µm

Širina trosov: 22,45 – 26,95 µm; povprečje 24,67 µm



Slika 13: *Gymnosporangium sabinae*; eciji (makroskopsko)



Slika 14: *Gymnosporangium sabinae*; trosi (eciospore)

#### 4.7 *Uromyces striatus* J. Schröt.

Gostitelj: pironova meteljka (*Medicago pironae*)

Taksonomska uvrstitev rje: Pucciniaceae, Pucciniales, Incertae sedis, Pucciniomycetes, Pucciniomycotina, Basidiomycota, Fungi

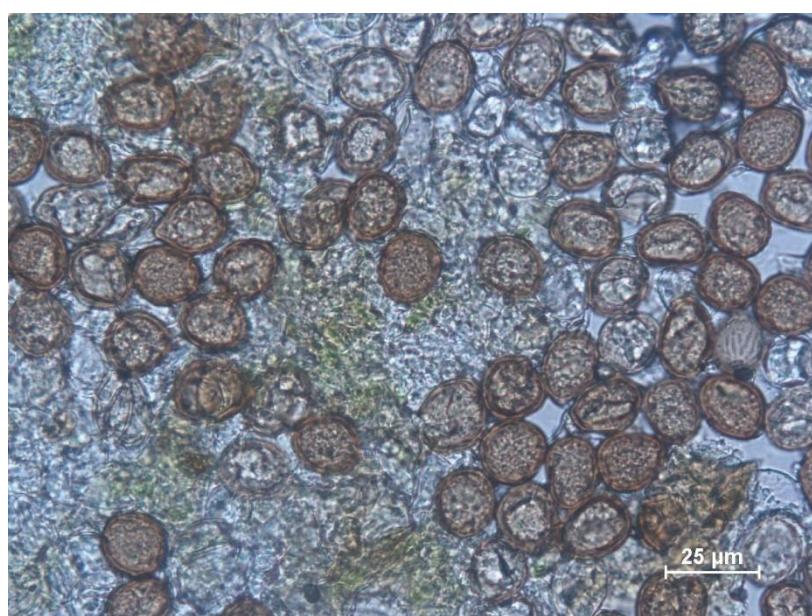
Razvojni stadij: telij (III)

Dolžina trosov: 17,01 – 21,31 µm; povprečje 18,65 µm

Širina trosov: 11,96 – 16,57 µm; povprečje 14,24 µm



Slika 15: *Uromyces striatus*; teliji (makroskopsko)



Slika 16: *Uromyces striatus*; trosi (teliospore)

#### 4.8 *Puccinia iridis* Wallr.

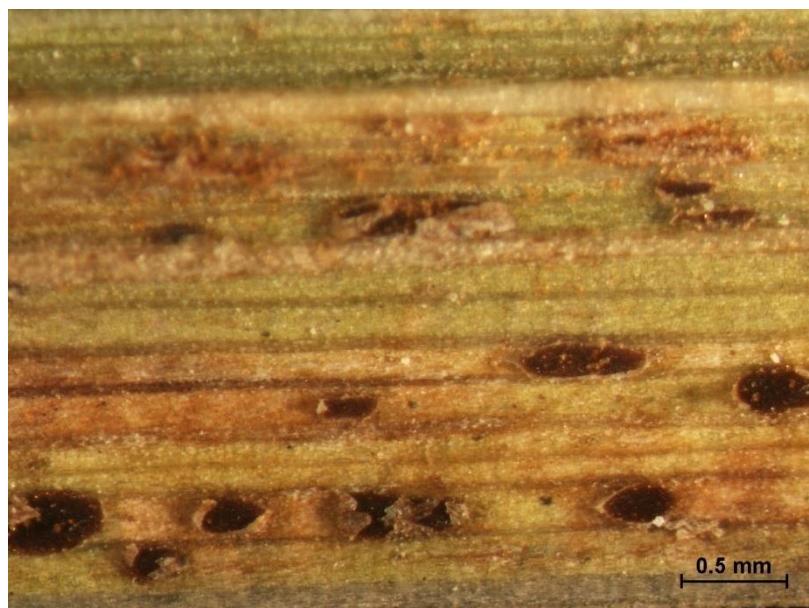
Gostitelj: sibirská perunika (*Iris sibirica*)

Taksonomska uvrstitev rje: Pucciniaceae, Pucciniales, Incertae sedis, Pucciniomycetes, Pucciniomycotina, Basidiomycota, Fungi

Razvojni stadij: telij (III)

Dolžina trosov: 35,54 – 42,35 µm; povprečje 38,41 µm

Širina trosov: 11,91 – 16,06 µm; povprečje 14,21 µm



Slika 17: *Puccinia iridis*; teliji (makroskopsko)



Slika 18: *Puccinia iridis*; trosi (teliospore)

#### 4.9 *Puccinia lapsanae* Fuckel

Gostitelj: navadni kolenček (*Lapsana communis*)

Taksonomska uvrstitev rje: Pucciniaceae, Pucciniales, Incertae sedis, Pucciniomycetes, Pucciniomycotina, Basidiomycota, Fungi

Razvojni stadij: uredinij (II)

Dolžina trosov: 18,80 – 21,34 µm; povprečje 20,25 µm

Širina trosov: 16,71 – 19,37 µm; povprečje 18,38 µm



Slika 19: *Puccinia lapsanae*; urediniji (makroskopsko)



Slika 20: *Puccinia lapsanae*; trosi (urediniospore)

#### 4.10 *Puccinia convolvuli* (Pers.) Castagne

Gostitelj: navadni plotni slak (*Calystegia sepium*)

Taksonomska uvrstitev rje: Pucciniaceae, Pucciniales, Incertae sedis, Pucciniomycetes, Pucciniomycotina, Basidiomycota, Fungi

Razvojni stadij: telij (III)

Dolžina trosov: 45,95 – 56,72 µm; povprečje 52,45 µm

Širina trosov: 26,13 – 31,65 µm; povprečje 29,71 µm



Slika 21: *Puccinia convolvuli*; teliji (makroskopsko)



Slika 22: *Puccinia convolvuli*; trosi (teliospore)

#### 4.11 *Puccinia behenis* G.H. Otth

Gostitelj: pokalica (*Silene* spp.)

Taksonomska uvrstitev rje: Pucciniaceae, Pucciniales, Incertae sedis, Pucciniomycetes, Pucciniomycotina, Basidiomycota, Fungi

Razvojni stadij: uredinij (II)

Dolžina trosov: 20,64 – 24,55 µm; povprečje 22,63 µm

Širina trosov: 17,48 – 20,99 µm; povprečje 20,16 µm



Slika 23: *Puccinia behenis*; urediniji (makroskopsko)



Slika 24: *Puccinia behenis*; trosi (urediniospore)

#### 4.12 *Leucotelioides cerasi* (Bérenger) Tranzschel

Gostitelja: pritlikavi mandljevec (*Prunus tenella*) in navadna jarica (*Eranthis hyemalis*)

Taksonomska uvrstitev rje: Uropyxidaceae, Pucciniales, Incertae sedis, Pucciniomycetes, Pucciniomycotina, Basidiomycota, Fungi

Razvojni stadij na pritlikavem mandljevcu: telij (III)

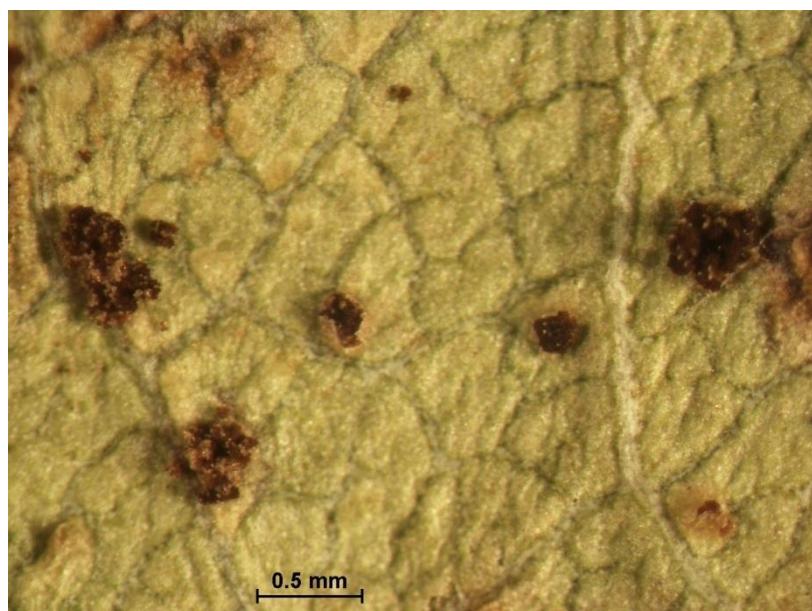
Razvojni stadij na navadni jarici: spermogon (0), ecij (I)

Dolžina teliospor (pritlikavi mandljevec): 18,97 – 23,76 µm; povprečje 21,74 µm

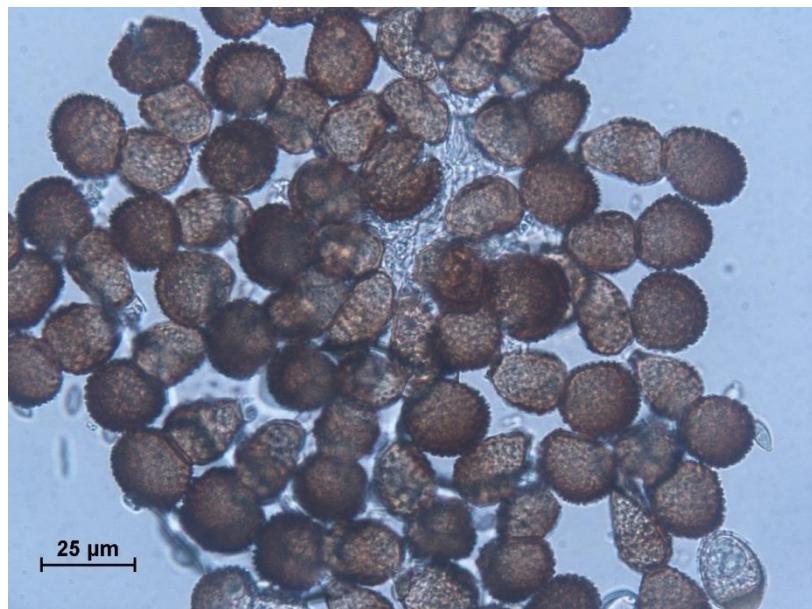
Širina teliospor (pritlikavi mandljevec): 14,00 – 20,38 µm; povprečje 15,62 µm

Dolžina ecijspor (navadna jarica): 20,90 – 27,15 µm; povprečje 24,81 µm

Širina ecijspor (navadna jarica): 16,24 – 20,72 µm; povprečje 19,26 µm



Slika 25: *Leucotelioides cerasi* na pritlikavem mandljevcu; teliji (makroskopsko)



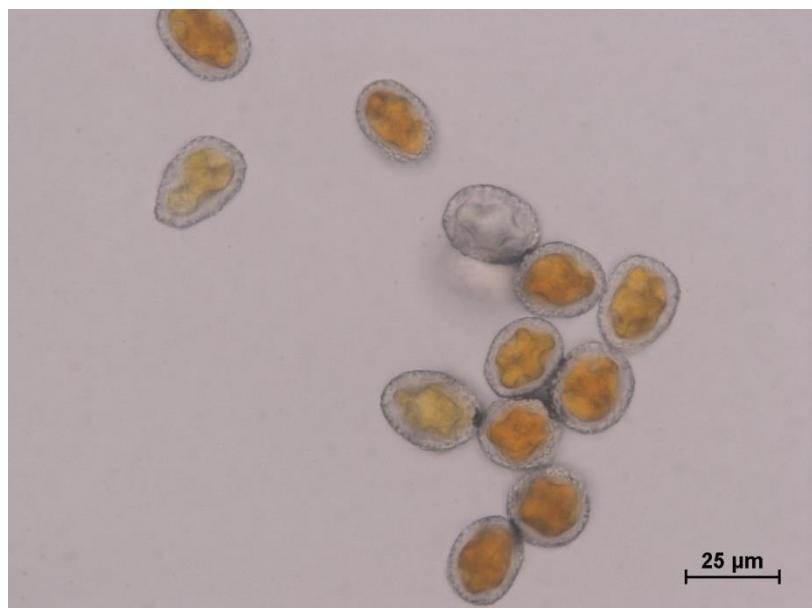
Slika 26: *Leucotellium cerasi* na pritlikavem mandljevcu; trosi (teliospore)



Slika 27: *Leucotellium cerasi* na navadni jarici; eciji (makroskopsko)



Slika 28: *Leucotellium cerasi* na navadni jarici; eciji. Foto: Dušan Jurc



Slika 29: *Leucotellium cerasi*; trosi (eciospore)

#### 4.13 *Pucciniastrum agrimoniae* (Dietel) Tranzschel

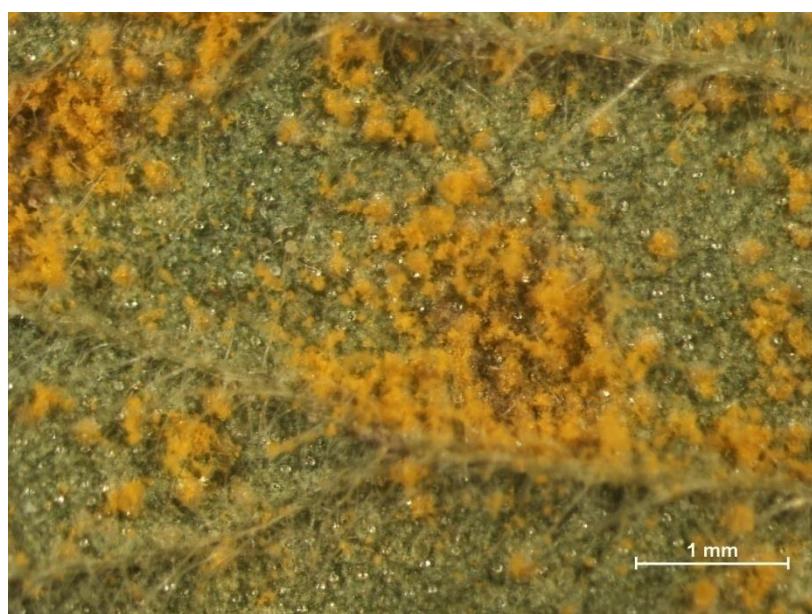
Gostitelj: vitki repik (*Agrimonia procera*)

Taksonomska uvrstitev rje: Pucciniastraceae, Pucciniales, Incertae sedis, Pucciniomycetes, Pucciniomycotina, Basidiomycota, Fungi

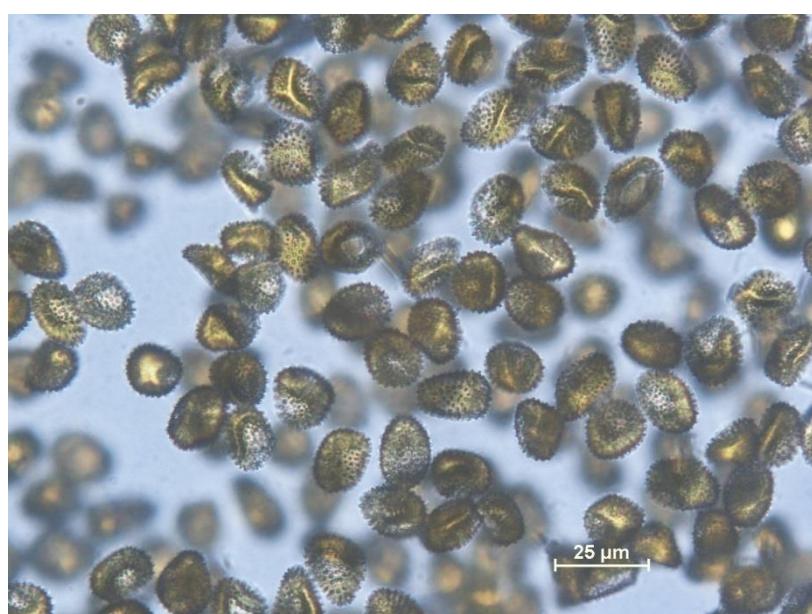
Razvojni stadij: uredinij (II)

Dolžina trosov: 17,10 – 20,37 µm; povprečje 18,49 µm

Širina trosov: 12,23 – 15,25 µm; povprečje 13,62 µm



Slika 30: *Pucciniastrum agrimoniae*; urediniji (makroskopsko)



Slika 31: *Pucciniastrum agrimoniae*; trosi (urediniospore)

#### 4.14 PREGLED RIJ PO DRUŽINAH IN GOSTITELJIH

Preglednica 1: Prikaz najdenih rij po družinah in gostiteljih

Vrsta rje	Družina	Gostitelj
<i>Coleosporium inulae</i>	Coleosporiaceae	veličastni oman ( <i>Inula magnifica</i> )
<i>Cronartium flaccidum</i>	Cronartiaceae	srednji kokošivec ( <i>Vincetoxicum medium</i> )
<i>Phragmidium potentillae</i>	Phragmidiaceae	beli petoprstnik ( <i>Potentilla alba</i> )
<i>Phragmidium mucronatum</i>	Phragmidiaceae	viržinski šipek ( <i>Rosa virginiana</i> )
<i>Puccinia crepidis</i>	Pucciniaceae	smrdljivi dimek ( <i>Crepis foetida</i> )
<i>Puccinia urticae-pilosae</i>	Pucciniaceae	vejicati šaš ( <i>Carex pilosa</i> )
<i>Gymnosporangium sabinae</i>	Pucciniaceae	zimska hruška ( <i>Pyrus nivalis</i> )
<i>Uromyces striatus</i>	Pucciniaceae	pironova meteljka ( <i>Medicago pironae</i> )
<i>Puccinia iridis</i>	Pucciniaceae	sibirsko perunika ( <i>Iris sibirica</i> )
<i>Puccinia lapsanae</i>	Pucciniaceae	navadni kolenček ( <i>Lapsana communis</i> )
<i>Puccinia convolvuli</i>	Pucciniaceae	navadni plotni slak ( <i>Calystegia sepium</i> )
<i>Puccinia behenis</i>	Pucciniaceae	pokalica ( <i>Silene spp.</i> )
<i>Leucotelioides cerasi</i>	Uropyxidaceae	pritlikavi mandljevec ( <i>Prunus tenella</i> ), navadna jarica ( <i>Eranthis hyemalis</i> )
<i>Pucciniastrum agrimoniae</i>	Pucciniastraceae	vitki repik ( <i>Agrimonia procera</i> )

V Botaničnem vrtu smo našli tudi okužene rastline čemaža (*Allium ursinum*), ki so kazale očitne znake okužbe s topolovo rjo (*Melampsora allii-populina*). Žal pa so se vzorci med izdelavo herbarija poškodovali, zato jih nismo analizirali s pomočjo mikroskopa.

## 5 RAZPRAVA

Identificirali smo 14 vrst rij, menimo pa, da jih je v Botaničnem vrtu prisotnih še več. Če bi hoteli popisati prav vse vrste, bi morali Botanični vrt opazovati skozi celo leto, saj je veliko rrij zaradi svojega zapletenega razvojnega cikla vidnih le v določenem, pogosto dokaj kratkem obdobju. S svojim delom smo podali osnovo za morebitne prihodnje raziskave, ki jih je na tem področju do sedaj precej malo.

### 5.1 KOMENTARJI NAJDENIH RIJ

Po posameznih vrstah rij, ki smo jih našli, so zapisani kratki komentarji o razširjenosti, pomenu in preostalih gostiteljih.

- *Coleosporium inulae*: haplontski gostitelji so nekateri bori (*Pinus*), Gäuman (1959) navaja alepski (*P. halepensis*) in rdeči (*P. sylvestris*) bor. Dikariontski gostitelji so številne rastline iz rodu omanov (*Inula*). Rja je razširjena v osrednji in deloma južni Evropi in na jugu Skandinavije. Gospodarsko ni posebej pomembna vrsta.
- *Cronartium flaccidum*: rja je z gospodarskega vidika zelo pomembna, saj na rdečem boru povzroča mehurjevko rdečega bora (glej poglavje 2.2.1). Haplontski gostitelji so nekateri bori, poleg rdečega še alepski (*Pinus halepensis*), primorski (*P. pinaster*), črni (*P. nigra*) in rušje (*P. mugo*). Dikariontski gostitelji so rastline rodu kokošivec (*Vincetoxicum*), svišč (*Gentiana*), potonika (*Paeonia*) in drugi. Vrsta je razširjena po celotni Evropi ter severovzodonji Aziji.
- *Phragmidium potentillae*: rja je avtoecična, kuži številne vrste rodu *Potentilla*. Razširjena severni polobli. Gospodarsko ni posebej pomembna.
- *Phragmidium mucronatum*: vrsta je avtoecična in kuži številne rastline rodu *Rosa*, zatira se s fungicidi (glej poglavje 2.2.4). Rja je po Gäumanu (1959) razširjena po vsem svetu.
- *Puccinia crepidis*: vrsta je avtoecična, kuži le rastline rodu *Crepis*. Razširjena je po Evraziji. Gospodarsko ni pomembna.
- *Puccinia urticae-pilosae*: Haplontski gostitelji so vrste rodu *Urtica*, dikariontski pa vrste rodu *Carex*. Rja je razširjena v osredji Evropi. Gospodarsko ni posebej pomembna.

- *Gymnosporangium sabinae*: rja je povzročiteljica hruševe rje, ki je gospodarsko zelo pomembna (glej poglavje 2.2.3). Haplontski gostitelji so hruške (rod *Pyrus*), dikariontski pa brini (rod *Juniperus*). Razširjena je po Evropi in severni Afriki.
- *Uromyces striatus*: haplontski gostitelji so rastline rodu *Euphorbia*, dikariontski pa vrste rodu *Medicago* in *Trifolium*. Gäuman (1959) navaja, da je vrsta razširjena po vsem svetu. Izkazalo se je, da je pironova meteljka (*Medicago pironae*), na kateri je rjo našel, po IUCN seznamu (2014) blizu ogroženosti (Near threatened), kar pomeni, da lahko občutljivost na rjo predstavlja dodatno skrb. Rja drugače ni gospodarsko pomembna.
- *Puccinia iridis*: haplontski gostitelji so po Gäumanu (1959) *Urtica dioica*, *Urtica urens* in *Valeriana officinalis*, dikariontski pa rastline rodu *Iris*. Razširjena naj bi bilo po celi svetu na gojenih vrstah rodu *Iris*.
- *Puccinia lapsanae*: rja je razširjena v osrednji Evropi in Veliki Britaniji. Gospodarsko ni pomembna.
- *Puccinia convolvuli*: rja je avtoecična, kuži le rastline rodu *Calystegia* (Gäuman navaja staro ime *Convolvulus*). Razširjena je po celotni severni polobli, gospodarsko ni pomembna.
- *Puccinia behenis*: tudi ta vrsta je avtoecična, kuži rastline rodu *Silene*. Razširjena je po vsem svetu, gospodarsko ni pomembna.
- *Leucotellum cerasi*: kot haplontskega gostitelja Gäuman (1959) navaja le navadno jarico (*Eranthis hyemalis*), dikariontski gostitelji pa so mnoge vrste rodu *Prunus*. Vrsta je razširjena po Evraziji. Povzroča poškodbe na listih češnje, vendar z gospodarskega vidika ni posebej nevarna.
- *Pucciniastrum agrimonae*: haplontski gostitelji so drevesa rodu *Abies*, dikariontski pa rastline rodu *Agrimonia*. Rja je razširjena po celi svetu, vendar gospodarsko ni pomembnejša.

Dve vrsti rij smo našli na različnih gostiteljih. Vrsto *Phragmidium mucronatum* smo našli na viržinskem šipku (*Rosa virginiana*) ter neki nedoločeni vrsti šipka (*Rosa* spp). Vrsto *Leucotellum cerasi* pa smo našli v dveh različnih stadijih, in sicer ecijskem (I) na navadni jarici (*Eranthis hyemalis*) ter telijskem (III) stadij na pritlikavem mandljevcu (*Prunus tenella*).

## 5.2 PRIMERJAVA Z NAJDBAMI W. VOSSA

Najdene rje smo primerjali s tistimi, ki jih je navedel Wilhelm Voss. V njegovi knjigi *Mycologia Carniolica* (1889-1892) smo našli 8 vrst, ki so se ujemale z našimi najdbami:

- *Uromyces striatus*; najdena na gostiteljih *Lotus corniculatus*, *Medicago sativa*, *Medicago lupulina* in *Trifolium agrarium*; na lokacijah Ljubljana, Bled, Cerknica in Cerklige,
- *Puccinia iridis*; najdena na gostitelju *Iris germanica* v Botaničnem vrtu v Ljubljani,
- *Puccinia cerasi* (syn. *Leucotelium cerasi*); najdena na gostitelju *Prunus cerasus* na ljubljanskem Rožniku,
- *Puccinia lapsanae*; najdena na gostiteljih *Lapsana communis*, *Crepis paludosa*, *Crepis biennis* in *Crepis incarnata*; na lokacijah v Ljubljani (Ljubljanski grad, Golovec), ter v Grafovem in v Cerknici,
- *Puccinia convolvuli*; najdena na gostitelju *Calystegia sepium* v Ljubljani,
- *Phragmidium potentillae*; najdena na gostiteljih *Potentilla argentea* in *Potentilla verna*; na ljubljanskem gradu in v Cerknici,
- *Gymnosporangium sabinae*; najdena na gostiteljih *Pyrus communis* (ecijski (I) stadij) in *Juniperus sabina* (telijski (III) stadij); na območju Ljubljane in Bleda,
- *Cronartium flaccidum*; najdena na gostitelju *Paeonia officinalis*; v Botaničnem vrtu v Ljubljani

Dobra polovica rji, ki smo jih determinirali, je bila torej že najdena in popisana na slovenskem ozemlju. Ostalih šest vrst (*Puccinia crepidis*, *Puccinia urticae-pilosae*, *Puccinia behenis*, *Phragmidium mucronatum*, *Coleosporium inulae*, *Pucciniastrum agrimonae*) pa smo zabeležil na novo. Vse vrste pa so bile najdene tudi v Avstriji (Poelt, Zwetko, 1997) in Švici (Gäuman, 1959), zato rezultat ni presenetljiv.

### 5.3 ZAKLJUČNA MISEL

Rje so med živimi bitji nekaj posebnega, njihov življenjski krog je zelo zapleten in nenavaden. Vsekakor gre za zelo zanimiva bitja, ki jih je dobro poznati z vidika bolezni, ki jih nekatere vrste povzročajo, ali pa zgolj iz radovednosti.

Pri izdelavi te diplomske naloge sem se naučil strokovnega dela identifikacije rij – od terenskega dela (nabiranje vzorcev in izdelava herbarija) do laboratorijskega dela (priprava preparatov in mikroskopiranje) in determinacije s pomočjo strokovne literature. Poleg tega sem se naučil veliko o zapleteni biologiji rij ter o boleznih, ki jih povzročajo.

Delo je bilo zabavno in upam, da bom lahko kaj takega ponovil v prihodnosti.

## 6 VIRI

*Boletus informaticus*. Gozdarski inštitut Slovenije.  
<http://www.gozdis.si/raziskovalna-dejavnost/zbirke/boletus-informaticus/> (24.8.2014)

Cummins G. B., Hiratsuka Y. 2003. Illustrated Genera of Rust Fungi. Third edition. St. Paul, Minnesota, American Phytopathological Society: 225 str.

FITO-INFO. Slovenski informacijski sistem za varstvo rastlin. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin.  
<http://www.spletne2.furs.gov.si/FFS/REGSR/index.htm> (21.8.2014)

Gäuman E. 1959. Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz. Die Rostpilze Mitteleuropas. Bern, Buchdruckerei Büchler & Co.: 1407 str.

INDEX FUNGORUM. 2014  
<http://www.indexfungorum.org/names/names.asp> (6.8.2014)

Iskanje rastlin v Botaničnem vrtu. Botanični vrt Univerze v Ljubljani. Biotehniška fakulteta.  
<http://www.botanicni-vrt.si/component/iskalnik> (7.8.2014)

Jurc D. 2007. Bori. Bolezni poganjkov, vej in debla. *Gremeniella abietina*, *Cronartium flaccidum*, *Melampsora pinitorqua*. Gozdarski vestnik, 65, 2: 89-104

Jurc D. Pucciniomycotina. Neobjavljeni delo: 9 str.

Jurc D. 2012 Taksonomija, sistematika in nomenklatura gliv. Interno študijsko gradivo pri predmetu Gozdna fitopatologija.

Maček J. 2008. Gozdna fitopatologija. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, Zveza gozdarskih društev Slovenije, Gozdarska založba: 448 str.

Poelt J., Zwetko P. 1997. Die Rostpilze Österreichs. 2., revidierte und erweiterte Auflage des Catalogus Florae Austriae, III. Teil, Heft 1, Uredinales. Wien, Österreichische Akademie der Wissenschaften: 365 str.

The IUCN Red List of Threatened Species. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.

<http://www.iucnredlist.org> (11.8.2014)

Voss W. 1889-1892. Mycologia Carniolica. Ein Beitrag zur Pilzkunde des Alpenlandes. Berlin, R. Friedländer & Sohn: 302 strani

Zwetko P. 2000. Die Rostpilze Österreichs. Supplement und Wirt-Parasit-Verzeichnis zur 2. Auflage des Catalogus Florae Austriae, III. Teil, Heft 1, Uredinales. Wien, Österreichische Akademie der Wissenschaften: 67 str.

## ZAHVALA

Za veliko podporo na vseh področjih se zahvaljujem svoji mami Sanji.

Mentorju se zahvaljujem za nasvete pri izdelavi diplomskega dela ter za pomoč pri nabiranju vzorcev.

Dr. Nikici Ogrisu z Gozdarskega inštituta se zahvaljujem za pomoč pri vnašanju podatkov v podatkovno zbirko *Boletus informaticus*.

Sošolcem na fakulteti se zahvaljujem za družbo v zadnjih letih, ki so tako hitreje minila.

## PRILOGE

Priloga A: številke vzorcev v Mikoteki in herbariju Gozdarskega inštituta Slovenije

Latinsko ime vrste	Številka vzorca
<i>Phragmidium potentillae</i>	LJF 3445
<i>Pucciniastrum agrimonae</i>	LJF 3446
<i>Phragmidium mucronatum</i>	LJF 3447
<i>Puccinia urticae-pilosae</i>	LJF 3448
<i>Coleosporium inulae</i>	LJF 3449
<i>Gymnosporangium sabinae</i>	LJF 3450
<i>Leucotelium cerasi</i>	LJF 3451
<i>Phragmidium mucronatum</i>	LJF 3452
<i>Cronartium flaccidum</i>	LJF 3453
<i>Uromyces striatus</i>	LJF 3454
<i>Puccinia iridis</i>	LJF 3455
<i>Urocystis floccosa</i>	LJF 3456
<i>Puccinia lapsanae</i>	LJF 3457
<i>Puccinia crepidis</i>	LJF 3458
<i>Leucotelium cerasi</i>	LJF 3459
<i>Puccinia convolvuli</i>	LJF 3460
<i>Puccinia behenis</i>	LJF 3461