

**Univerzita Palackého v Olomouci**

**Přírodovědecká fakulta**

**Katedra botaniky**



**Studium morfologické variability padlí  
(*Golovinomyces orontii*) na zástupcích rodu *Lactuca***

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Terezie Šrubařová**

Studijní program: B1101 Matematika

Studijní obor: Matematika-Biologie

Forma studia: Prezenční

**Vedoucí bakalářské práce:**

**doc. RNDr. Barbora Mieslerová, Ph.D.**

**Olomouc 2020**

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracovala samostatně za odborného vedení doc. RNDr. Barbory Mieslerové, Ph.D. a za použití uvedené literatury.

V Olomouci dne .....

.....

Terezie Šrubařová

## Poděkování

Jsem velmi vděčná doc. RNDr. Barboře Mieslerové, Ph.D. za vedení mé bakalářské práce, odbornou konzultaci, za cenné rady a připomínky při zpracování bakalářské práce.

## BIBLIOGRAFICKÁ IDENTIFIKACE

**Jméno a příjmení:** Terezie Šrubařová  
**Název práce:** Studium morfologické variability padlí (*Golovinomyces orontii*) na zástupcích rodu *Lactuca*  
**Typ práce:** Bakalářská práce  
**Pracoviště:** Katedra botaniky  
**Vedoucí práce:** doc. RNDr. Barbora Mieslerová, Ph.D.  
**Rok obhajoby práce:** 2020

### Abstrakt:

Tato práce je zaměřena na studium morfologické variability padlí *Golovinomyces orontii* (v současnosti *G. bolayi*) na zástupcích rodu *Lactuca*. V práci jsem nejdříve vypracovala literární rešerši, která shrnuje aktuální znalosti o řádu *Erysiphales* a patogenu *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi*. Dále jsem zkoumala 19 vzorků padlí na herbarizovaných položkách, které byly sesbírány prof. Ing. Alešem Lebedou, DrSc. v různých státech. Užitím Shinovy metody jsem mikroskopicky zkoumala celkem 6 morfologických charakteristik. V celém souboru vzorků byla pomocí programu NCSS 2020 provedena statistická analýza, díky které byla prokázána vysoká variabilita. Nejvíce odlišné byly dva vzorky padlí na hostitelských rostlinách *Lactuca serriola* f. *serriola* původem z Maďarska. Nepodařily se potvrdit souvislosti mezi morfologickými charakteristikami jednotlivých vzorků a hostitelskou rostlinou a geografickou lokalitou.

**Klíčová slova:** padlí, *Golovinomyces orontii*/*G. bolayi*, hostitel, rod *Lactuca*, konidie, konidiofor, morfologická variabilita, hostitelská rostlina, geografická lokalita

**Počet stran:** 81

**Počet příloh:** 0

**Jazyk:** český

## BIBLIOGRAFICAL IDENTIFICATION

**Autor's first name and Surname:** Terezie Šrubařová  
**Title:** Study of morphological variability of powdery mildew (*Golovinomyces orontii*) on the representatives of genus *Lactuca*  
**Type of thesis:** Bachelor thesis  
**Department:** Department of Botany  
**Supervisor:** doc. RNDr. Barbora Mieslerová Ph.D.  
**The year of presentation:** 2020

### Abstract:

This thesis is focused on the study of morphological variability of powdery mildew *Golovinomyces orontii* (recently *Golovinomyces bolayi*) on the representatives of genus *Lactuca*. Firstly, I made a literature review summarizing actual knowledge about the order Erysiphales and pathogen *Golovinomyces orontii*/*G. bolayi*. I also examined 19 samples of powdery mildew on herbarized items, which were collected by Prof. Ing. Aleš Lebeda, DrSc. In different states. Using the Shin method, I microscopically examined six morphological characteristics. Statistical analysis was performed in whole set of samples by using NCSS 2020 program, thanks to which high variability was demonstrated. The most different were two samples of powdery mildew on host plants *Lactuca serriola* f. *serriola* originating from Hungary. The relationship between the morphological characteristics of the individual samples and the host plant and the geographical location could not be confirmed.

**Key words:** powdery mildew, *Golovinomyces orontii*, host, genus *Lactuca*, conidia, conidiophore, morphological variability, host plants, geographical location

**Number of pages:** 81

**Number of appendices:** 0

**Language:** Czech

# Obsah

1. Úvod.....	8
2. Cíle práce.....	9
3. Literární přehled.....	10
3.1 Charakteristika řádu <i>Erysiphales</i> .....	10
3.1.1 Taxonomie a základní charakteristika řádu <i>Erysiphales</i> .....	10
3.1.2 Historie taxonomie .....	10
3.1.3 Životní cyklus.....	13
3.1.4 Infekce .....	14
3.1.5 Morfologická charakteristika .....	14
3.1.6 Geografické rozšíření .....	22
3.2 Rod <i>Golovinomyces</i> na zástupcích čeledi Asteraceae.....	23
3.3 Padlí na zástupcích rodu <i>Lactuca</i> .....	25
3.3.1 <i>Golovinomyces</i> na zástupcích rodu <i>Lactuca</i> .....	25
3.3.2 Charakteristika patogenu <i>Golovinomyces bolayi</i> .....	26
4. Materiál a metody.....	29
4.1 Infikovaný rostlinný materiál .....	29
4.2 Mikroskopické studium.....	31
4.3 Statistická analýza .....	34
5. Výsledky.....	35
5.1 Morfologická variabilita anamorfního stádia <i>Golovinomyces orontii</i> / <i>Golovinomyces bolayi</i> na zástupcích rodu <i>Lactuca</i> .....	35
5.1.1 Délka konidií .....	35
5.1.2 Šířka konidií .....	39
5.1.3 Shape-index .....	43
5.1.4 Délka konidioforu .....	47
5.1.5 Délka bazální buňky.....	51

5.1.6	Počet distálních buněk.....	55
5.2	Shrnutí dat ze všech získaných morfologických charakteristik vzorků .....	59
6.	Diskuze.....	63
7.	Didaktická část .....	67
8.	Závěr.....	75
9.	Seznam použité literatury:.....	76
10.	Seznam obrázků .....	79
11.	Seznam tabulek .....	80
12.	Seznam grafů.....	81

## 1. Úvod

Námětem mé bakalářské práce bylo studium morfologické variability padlí *Golovinomyces orontii*/ *G. bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*.

*Golovinomyces orontii*/ *G. bolayi* je parazitická houba řádu *Erysiphales*, patřící do čeledi *Erysiphaceae*. V posledních letech se objevilo mnoho nových výzkumů týkajících se právě řádu *Erysiphales*, a jelikož se zjišťují stále nová fakta, prošel si taxonomický systém spoustou změn. Na základě nově získaných údajů ohledně morfologických charakteristik anamorfního a teleomorfního stádia byly některé variety osamostatněny a označeny za nové druhy.

*Golovinomyces orontii*/ *G. bolayi* je obligátní parazit s kosmopolitním rozšířením. Jeho hostitelský okruh zahrnuje čeledě *Asteraceae* (hvězdnicovité), *Bignoniaceae* (trubačovité), *Brassicaceae* (brukvovité), *Campanulaceae* (zvonkovité), *Crassulaceae* (tlusticovité), *Fabaceae* (bobovité), *Lamiaceae* (hluchavkovité), *Linderniaceae* (puštičkovité), *Papaveraceae* (makovité), *Plantaginaceae* (jitrocelovité), *Rosaceae* (růžovité), *Solanaceae* (lilkovité). Mezi první příznaky infekce patří tvorba malých bílých lézí, které se postupně spojují a pokryjí tak celý povrch napadeného orgánu rostliny. U hostitelských rostlin rodu *Lactuca* způsobí infekce často zkroucení listů, chřadnutí a redukovaný růst. Znetvoření kulturních rostlin tímto druhem padlí se stává velkým problémem pro pěstitele, proto se mykologové a botanici snaží vyvinout účinné metody ochrany.



## 2. Cíle práce

Cílem mé bakalářské práce bylo předně zpracovat literární přehled, skládající se ze tří dílčích částí. První část práce je věnována charakteristice řádu *Erysiphales*, druhá část popisuje rod *Golovinomyces* na zástupcích čeledi Asteraceae, a třetí část charakterizuje padlí *Golovinomyces orontii* (v současnosti *G. bolayi*).

Cílem experimentální části mé práce byla příprava preparátů a mikroskopické studium *Golovinomyces orontii/ G. bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*. V této části jsem pomocí Shinovy metody zpracovala 19 herbarizovaných položek padlí na hostitelských rostlinách rodu *Lactuca*, a následně jsem pro ně vytvořila morfologickou charakteristiku anamorfního stádia. Výsledky mého mikroskopického měření byly následně statisticky zpracovány.

### 3. Literární přehled

#### 3.1 Charakteristika řádu *Erysiphales*

##### 3.1.1 Taxonomie a základní charakteristika řádu *Erysiphales*

Řád *Erysiphales* (tedy padlí) považujeme za poměrně kompaktní taxonomickou skupinu, jejíž zástupci jsou obligátní parazité napadající více než 10 000 druhů cévnatých rostlin (Braun a Cook, 2012). Jejich typickým příznakem jsou bílé jakoby moučné skvrny, které se postupně shlukují za účelem pokrýt celý povrch napadeného orgánu rostliny. Nejčastěji jsou infikovány listy, stonky, květy a plody. Tito parazité vysílají do epidermálních buněk hostitelského pletiva svá haustoria a takto napadená pletiva poté žloutnou či hnědnou až zasychají (Braun et al., 2002).

Zařazení řádu *Erysiphales* do taxonomického systému podle Brauna a Cooka (2012):

Říše: *Fungi*  
Oddělení: *Ascomycota*  
Pododdělení: *Pezizomycotina*  
Třída: *Leotiomycetes*  
Řád: *Erysiphales*  
Čeleď: *Erysiphaceae*

##### 3.1.2 Historie taxonomie

Padlí přitahuje pozornost biologů, mykologů a fytopatologů již dlouhou dobu, přesněji od roku 1753, kdy Linné jako první publikoval jméno *Mucor erysiphe* (dnes známý jako *Phyllactinia guttata*), což byl první binomický název padlí. Významnými autory, kteří se zabývali padlím, byli např.: de Candolle (1815), Schlechtendal (1819) a Fries (1829, 1831) (in Lebeda et al., 2017). V roce 1851 Leveillé publikoval významnou úpravu klasifikace padlí, jeho systém byl založen na počtu věcek a struktuře askokarpu s appendixy, nezohledňuje však význam anamorfního stádia (in Braun a Cook, 2012).

První spojení anamorfního a teleomorfního stádia bylo zmíněno bratry Tulasneovými v roce 1861 a později vysvětleno de Barym (1863). V roce 1900 vydal Salmon (Salmon, 1900) první monografii *Erysiphales*, kde je zahrnut pohled na druhy padlí v docela širokém pojetí. V první sumarizaci, do té doby známých zástupců čeledi *Erysiphaceae*, od Jaczewského (1927) bylo uznáno devět rodů a byl zaveden jednoduchý taxonomický systém na úrovni druhu (in Braun a Cook, 2012). V roce 1987 Braun publikoval práci, nesoucí název *Monograph of the Erysiphales*, kde se snažil o užší pojetí druhů. Tato publikace patří k nejvýznamnějším srovnávacím taxonomickým pracím věnovaným této problematice (Braun, 1987). V průběhu

posledních dvaceti let bylo vydáno mnoho lokálních monografií, kde jsou zpracovány popisy padlí v dílčích zemích nebo regionech. Tyto monografie se opírají zejména o Braunův systém z roku 1987 (Braun a Cook, 2012).

V roce 2012 vyšla, dnes již nejznámější a nejrozsáhlejší monografie Brauna a Cooka, *Taxonomic Manual of the Erysiphales (Powdery mildews)*, kde je obsažen popis téměř 820 druhů padlí (Braun a Cook, 2012). V současnosti je věnována pozornost především takovým morfologickým znakům, které byly v minulosti považovány za nepodstatné, a to např.: umístění konidioforů na mateřské buňce (Shin a Zheng, 1998), rozdíl ve tvorbě konidií (Shin a La, 1993), velikost a tvar peniciliálních buněk v horní polovině chasmothecia u rodu *Phyllactinia* (Shin a Lee, 2002), rozdílná velikost a struktura terminálních okulů (Braun et al., 2002), rozdílné povrchové struktury konidií sledované pomocí SEM (Cook et al., 1997) a nebo se také zkoumají detailní způsoby klíčení konidií (Cook a Braun, 2009).

K zjištění fylogenetických vztahů mezi skupinami *Erysiphales* a ostatními podstatnými skupinami askomycet byly využity analýzy ITS a 18S rDNA sekvencí. Díky analýzám 18S rDNA, ITS1-5,8S-ITS2 a 28S rDNA sekvencí Wang et al. (2006) zařadili řád *Erysiphales* do třídy *Leotiomycetes* (pododdělení *Pezizomycotina*), tyto analýzy také vedly k potvrzení teorie o parazitické asociaci linie padlí s krytosemennými rostlinami. Molekulární analýzy rovněž potvrdily rozdělení čeledi *Erysiphaceae* do pěti tribů (Takamatsu, 2004).

Původní taxonomie byla založena na znacích pohlavních stádií a důležitost anamorfního stádia (nepohlavního) nebyla považována za podstatnou. Postupem času, a to především kvůli analýzám rDNA, byl tento systém pozměněn a v determinaci druhů padlí byl větší význam přiřazován právě anamorfním stádiím. Vzniklo tedy pět hlavních tribů: *Erysipheae*, *Golovinomyceteae*, *Cystothecae*, *Phyllactinieae* a *Blumerieae* (Braun a Cook, 2012). Aktuální taxonomie je znázorněna v *Tabulce č. 1*.

**Tabulka č. 1: Taxonomické členění čeledi Erysiphaceae (Erysiphaceae Tul. a C. Tul.) (Braun a Cook, 2012)**

1. Tribus *Erysipheae* [jeden rod: *Erysiphe* emend. (zahrnující dřívější rody *Bulbomicrosphaera*, *Bulbouncinula*, *Furcouncinula*, *Medusosphaera*, *Microsphaera*, *Setoerysiphe*, *Typhulochaeta*, *Uncinula*, *Uncinuliella*)]. Odpovídá anamorfnímu rodu *Oidium* subg. *Pseudoidium*.
2. Tribus *Golovinomyceteae* (U. Braun) U. Braun a S. Takam. (Braun Takamasu, 2000)

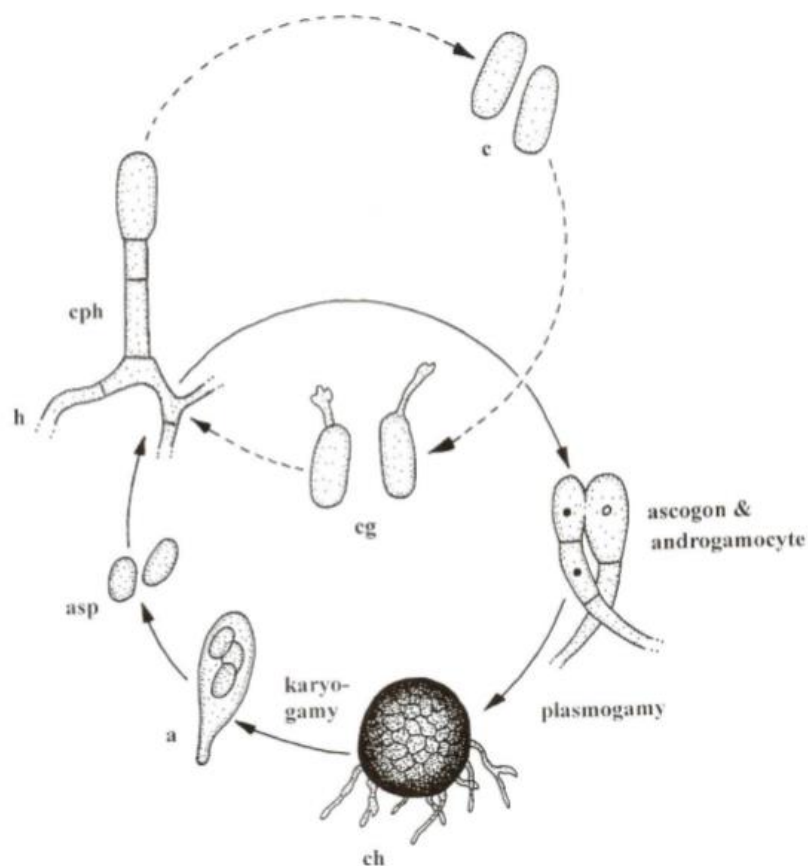
- Subtribus *Neoerysiphinae* (U. Braun) U. Braun a S. Takam. (Braun Takamatsu, 2000) [jeden rod: *Neoerysiphe*]. Odpovídá anamorfnímu rodu *Oidium* subg. *Striatoidium*.
  - Subtribus *Golovinomycetinae* [jeden rod: *Golovinomyces*]. Odpovídá anamorfnímu rodu *Oidium* subg. *Reticuloidium*.
  - Subtribus *Arthrocladiellinae* (R.T.A. Cook et al.) U. Braun & S. Takam. (Braun a Takamatsu, 2000) [jeden rod: *Arthrocladiella*]. Odpovídá anamorfnímu rodu *Oidium* subg. *Graciloidium*.
3. Tribus *Cystothecaceae* (Katamoto) U. Braun (Braun, 1987)
- Subtribus *Cystothecinae* [dva rody: *Cystotheca*, *Podosphaera* emend. včetně *Sphaerotheca*]. Odpovídá anamorfnímu rodu *Oidium* subg. *Fibroidium* (rod *Podosphaera*), *Oidium* subg. *Setoidium* (rod *Cystotheca*).
  - Subtribus *Sawadaeinae* (U. Braun) U. Braun & S. Takam. (Braun a Takamatsu, 2000) [jeden rod: *Sawadaea*]. Odpovídá anamorfnímu druhu *Oidium* subg. *Octagoidium*.
4. Tribus *Phyllactinieae* (Palla) R.T.A. Cook et al. (in Braun, 1999) [čtyři rody: *Leveillula*, *Phyllactinia*, *Pleochaeta*, *Queirozia*]. Odpovídá anamorfnímu rodu *Oidiopsis* (rod *Leveillula*), rodu *Ovulariopsis* (rod *Phyllactinia*), rodu *Streptopodium* (rod *Pleochaeta*), *Streptopodium* – jako *Queirozia*.
5. Tribus *Blumerieae* R.T.A. Cook et al. (Cook et al., 1997) [jeden rod: *Blumeria*]. Odpovídá anamorfnímu rodu *Oidium* subg. *Oidium*.
6. Tribus *Unnamed* [zahrnující anamorfní rod *Oidium* subgen. *Microidium* (To-anun et al., 2005).

Padlí jako takové je velmi snadno rozpoznatelné, ale jeho determinace je složitější. Molekulární analýzy jsou v dnešní době velmi důležité, nevyužívají se jen kvůli přiřazení anamorfy k teleomorfě, ale uplatňují se také při zařazování nových druhů, je ale velmi pravděpodobné, že dosud známý počet druhů padlí není finální (Glawe, 2008).

### 3.1.3 Životní cyklus

Padlí jsou obligátní parazité a všechna stádia jejich životního cyklu jsou synchronizovaná s životními cykly jejich hostitele (Takamatsu, 2004). Struktura buněk i spor padlí je podobná jako u ostatních vláknitých vřeckovýtřusých hub (askomycet), tedy tvoří buněčné stěny, obsahují jádra, vakuoly, Voroninova tělíska (což jsou kulovité útvary krystalické povahy) a další organely (Glawe, 2008). Jsou pleomorfní (produkují více než jeden morfologicky rozdílný typ spor) a patří mezi první houbové organismy, u kterých byla pleomorfie popsána (Glawe, 2008).

Životní cyklus se skládá z pohlavního a nepohlavního rozmnožování (viz obrázek č. 1). Pohlavní neboli sexuální fázi nazýváme teleomorfní a nepohlavní neboli asexuální fázi známe pod pojmem anamorfní. Pro většinu druhů je typický cyklus zahrnující obě fáze. První proběhne fáze vegetativní, při které se vyvíjí anamorfní stádium, produkující konidie, čímž se tvoří počáteční infekce u hostitele. Na konci vegetačního období začíná tvorba teleomorfního stádia na myceliu. Teleomorfa tvoří chasmothecia obsahující vřeka s askosporami, ty jsou schopny tvořit další infekci (Glawe, 2008).



*Obrázek č. 1: Životní cyklus padlí: a = vřecko, asp = skospory, c = konidie, cg = klíčící konidie, ch = chasmothecium, cph = konidiofor, h = hyfa (Braun a Cook, 2012)*

V přírodě ale také najdeme druhy, u kterých jedna z fází může chybět. Například anamorfy nejsou známy u druhů *Brasiliomyces*, *Typhulochaeta* a *Parauncinula*, a žádné teleomorfy nejsou známy u podrodů *Microidium* a *Oidium*. U některých druhů se dokonce může teleomorfa tvořit jen v určitých geografických oblastech, toto je typické právě u *Erysiphe berberidis* DC. (Glawe, 2008).

### **3.1.4 Infekce**

Infekce je iniciována dopadem konidie na hostitelskou buňku. Konidie začíná klíčit a vytváří se primární klíčící vlákno, to se začne prodlužovat a vytvoří hyfu s apresorií, penetrační hroty a haustoria (Glawe, 2008). Apresoria jsou útvary terčovitěho tvaru sloužící k přichycení klíčícího vlákna k hostitelské buňce, mohou se vyskytovat na myceliu v různém postavení - buď jednotlivě nebo i po dvou či po třech na jedné myceliální buňce, v řadě, nebo v postavení proti sobě (Braun a Cook, 2012). Penetrační hroty jsou úzké výstupky z apresoria, které mají za úkol proniknout přes stěnu hostitelské buňky. Uvnitř napadené buňky se tvoří haustoria, obklopená extrahaustoriální matrix, díky kterým je nadále udržován parazitický vztah s hostitelem (Glawe, 2008)

Klíčení a infekce jsou velmi rychlé procesy. Především díky aktivitě enzymů kutinázy a esterázy dochází k uchycení spor již během 60 sekund po dopadu na hostitelskou buňku. Přibližně 10 hodin od infikování se vytváří apresoria, a zanedlouho se také tvoří penetrační hroty a infekční vlákno (Glawe, 2008).

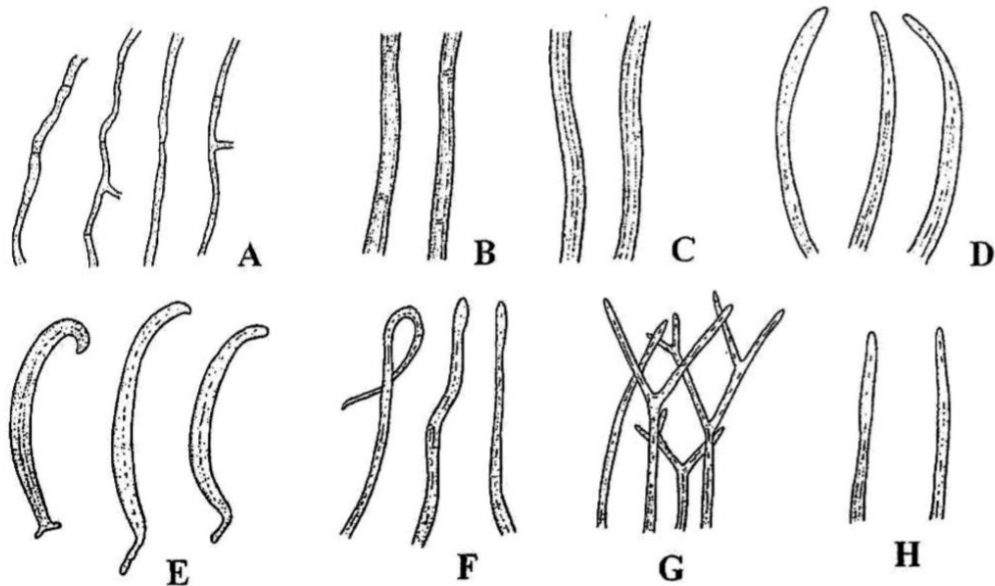
### **3.1.5 Morfologická charakteristika**

#### **3.1.5.1 Morfologická charakteristika anamorfního stádia**

##### HYFY, MYCELIUM

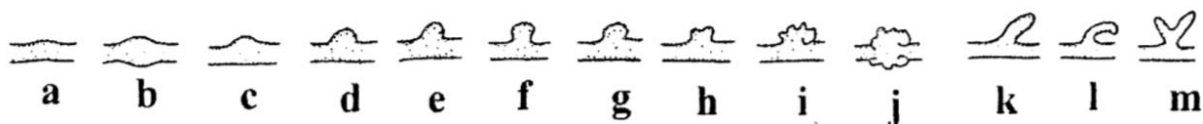
Po infikování hostitelské rostliny se hyfy začínají prodlužovat a větvit. Vytváří tak kruhové kolonie pokrývající povrch napadených orgánů rostlin. Mladé hyfy bývají většinou čiré až bělavé, během zrání však mohou získat šedou, červenou až hnědou barvu. U některých druhů můžeme také pozorovat sekundární hyfy, které mohou být nitkovité, srpovité, vidlicovité, nebo jednoduché (viz *obrázek č. 2*) (Glawe, 2008).

Základem hyf jsou jednojaderné buňky obsahující vakuoly, jejich šířka se pohybuje v rozmezí od 2-10  $\mu\text{m}$  a délka od 20-150  $\mu\text{m}$  (Braun et al., 2002). Hyfy tvoří mycelium. U většiny rodů se setkáváme s povrchovým (epifytickým) myceliem, výjimku však tvoří rody *Leveillula*, *Phyllactinia*, *Pleochaeta*, *Queirozia* a jednotlivé druhy rodu *Cystotheca*, kde se vytváří mycelium endofytické nebo hemiendofytické, tedy mycelium roste buď celé, nebo jen z části uvnitř pletiv hostitele (Braun a Cook, 2012).

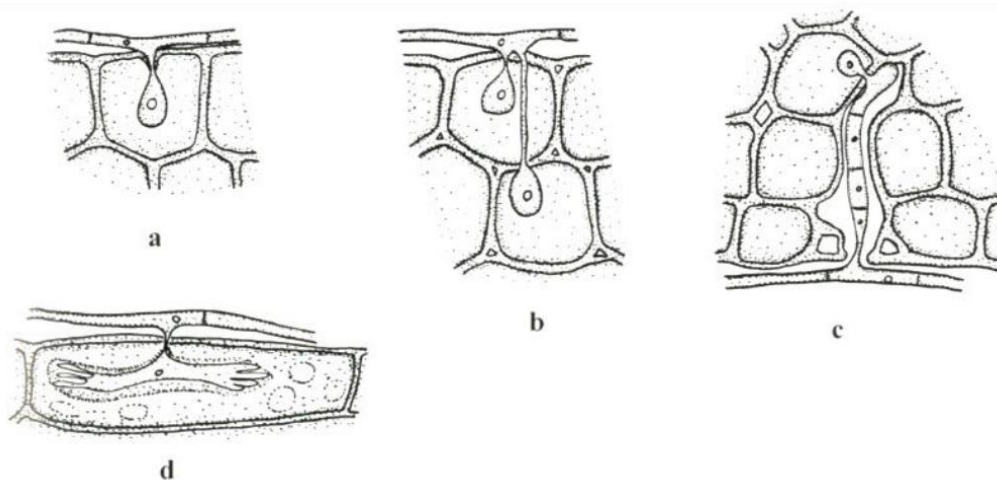


Obrázek č. 2: **Typy hyf:** **A** - primární mycelium, **B-H** – přetrvávající sekundární mycelium, **B** – *Podosphaera mors-uvae*, **C** – *P. euphorbiae*, **D** – *Blumeria graminis*, **E** – *Cystotheca wrightii*, **F** – *Cystotheca lanestris*, **G** – *Querozia turbinata*, **H** – *Cystotheca tjibodensis* (Braun a Cook, 2012).

Pro padlí jsou charakteristické dvě modifikace hyf: apresoria a haustoria. Apresoria, jak jsem již zmínila, jsou infekční útvary sloužící k přichycení klíčného vlákna či hyfy k povrchu hostitele, mohou mít různé tvary (viz obrázek č. 3) (Braun a Cook, 2012). Tvorba haustorií je iniciována apresorii. Pro padlí jsou haustoria důležitá především z hlediska výživy, vznikají uvnitř epidermálních buněk, nebo i v hlubších vrstvách pletiva. Jejich tvar může být různý, jak můžeme vidět na obrázku č. 4, u většiny druhů je laločnatý, u tribu *Phyllactinieae* je hruškovitý nebo kulovitý, jen haustoria rodu *Blumeria* mají výrazně odlišný prstovitý vzhled (Braun a Cook, 2012).



Obrázek č. 3: **Typy apresorií:** **a** – nezřetelné, **b a c** – mírně bradavkovité, **d až f** – bradavkovité, **g** – bradavkovité se zoubkovaným povrchem, **h** – mírně laločnaté, **i** – laločnaté, **j** – laločnaté v protilehlých párech, **k** – prodloužené, **l** – prodloužené zahnuté, **m** – vidličnaté (Braun a Cook, 2012).

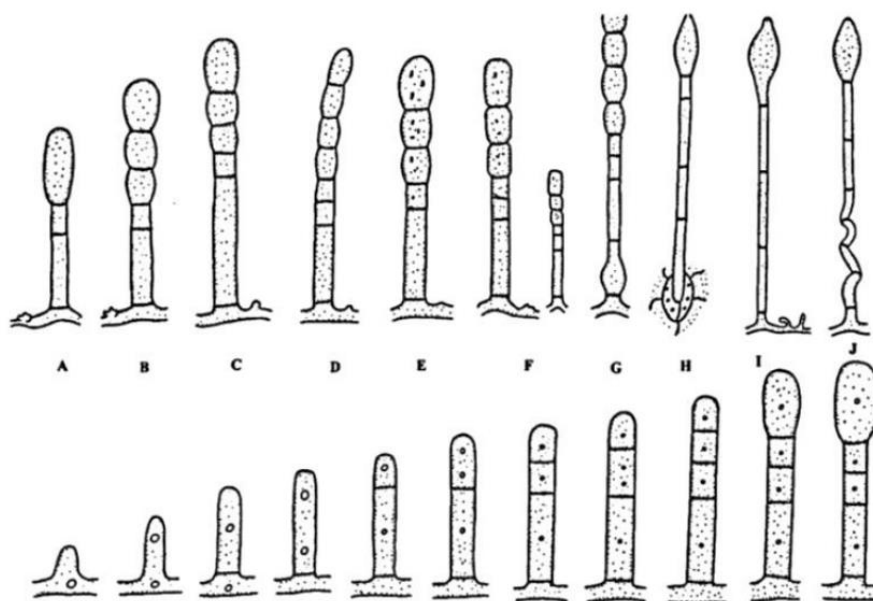


Obrázek č. 4: **Typy haustorií:** **a** – *Erysiphe polygoni*, **b** – *Erysiphe adunca*, **c** – *Phyllactinia guttata*, **d** – *Blumeria graminis* (Braun a Cook, 2012).

### KONIDIOFORY, KONIDIE

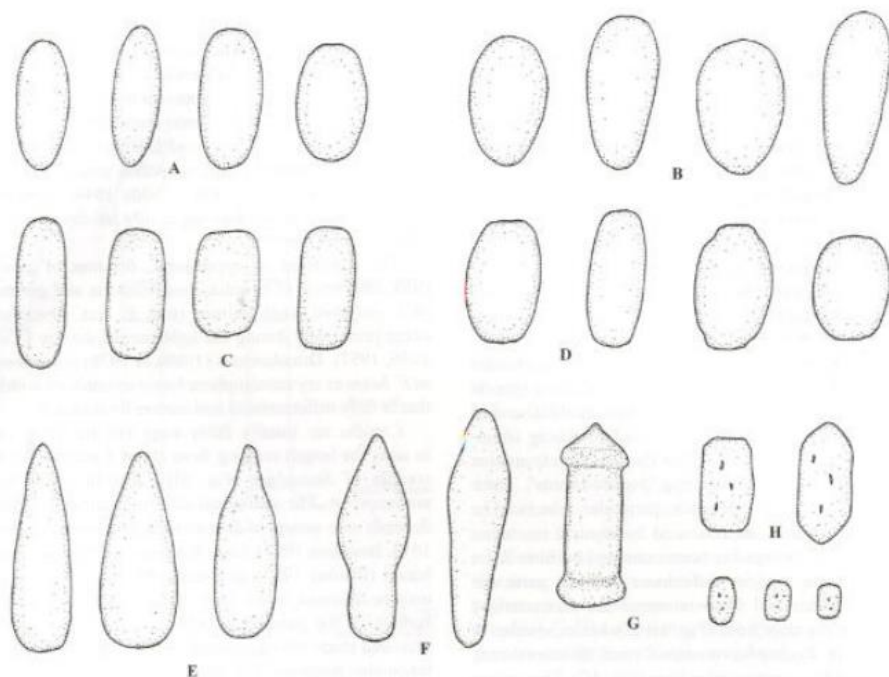
Kolmo k povrchu hostitele vyrůstají z vegetativních hyf konidiofory, ty se skládají z první bazální buňky (foot-cell), následuje jedna nebo několik distálních buněk, včetně generativní buňky (nejvzdálenější buňka) zajišťující tvorbu konidií. Konidiofory rozlišujeme podle toho, zda se konidie tvoří jednotlivě (typ *Pseudoidium*), nebo v řetězcích (typ *Euoidium*) (viz obrázek č. 5) (Braun a Cook, 2012).





**Obrázek č. 5: Typy a vývoj konidioforů:** **A** – typ *Pseudoidium*, **B-F** – typ *Euoidium*, **B** – *Galeopsidis*, **C** – *Golovinomyces*, **D** – *Arthrocladiella*, **E** – *Sphaerotheca*, *Podosphaera*, *Cystotheca*, **F** – *Sawadea* s mikrokonidiofory, **G** – typ *Oidium* (*Blumeria*), **H** – typ *Oidiopsis*, **I** – typ *Ovulariopsis*, **J** – typ *Streptopodium* (Braun a Cook, 2012).

Konidie jsou jednojaderné bezbarvé buňky zajišťující nepohlavní rozmnožování, mohou mít různé tvary: vejčitý, válcovitý, sudovitý (viz. *obrázek č. 6*), obsahují také vakuoly s velkým množstvím vody, což jim zajišťuje klíčení bez přítomnosti vody v okolí (Braun et al., 2002). Jak jsem již zmínila, konidie se tvoří na konidioforech, produkce konidií je bazipetální - nové konidie se vytváří na bázích předchozích konidií (Glawe, 2008).

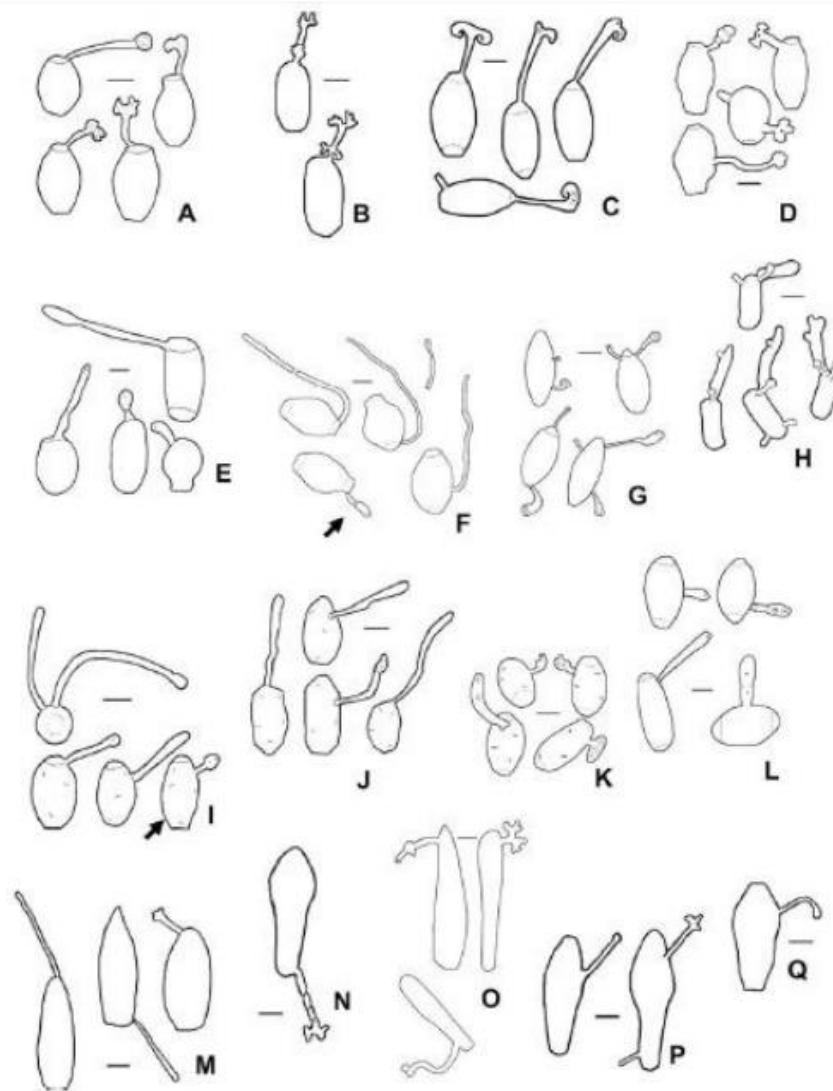


**Obrázek č. 6: Tvary konidií:** **A** – elipsoidní, **B** – vejčitý, **C** – cylindrický, **D** – sudovitý, **E** – kopinatý, **F** – kyjovitý, **G** – cylindrický s opaskem (na koncích prstencovitý), **H** – makro- a mikro konidie rodu *Sawadaea* (Braun a Cook, 2012).

Asexuální rozmnožování je velmi nápadné díky bílému prášivému povlaku. K odtržení konidií může dojít za působení mechanických sil, konvekčních proudů, nebo třeba větru. Rozšiřování konidií probíhá u různých druhů odlišně, například bylo zjištěno, že konidie druhu *Podosphaera* neurazí více než 2 metry od hostitelské rostliny, na druhou stranu u druhu *Golovinomyces*, či *Blumeria* byly konidie nalezeny až několik stovek metrů daleko. Mnoho druhů má konidie monomorfní, dimorfní konidie jsou zaznamenány u rodů *Leveillula*, *Pleochaeta* a *Phyllactinia*. Další výjimkou je rod *Sawadaea*, tento rod je schopen produkovat konidie dvojího typu: makrokonidie a mikrokonidie (mají odlišnou velikost). U tribu *Cystotheceae* byl potvrzen výskyt fibrosinových tělísek, která jsou nejspíše tvořena sacharidy a dusíkatými látkami (Glawe, 2008).

Klíčení konidií není ovlivněno přítomností vody v okolí, ale je ovlivněno například teplotou, většinou klíčí až po odtržení od konidioforu (Glawe, 2008). Při klíčení je také důležité, zda daná konidie vznikla na starších nebo mladších listech hostitelské rostliny, ty na starších listech jsou menší a také mají menší pravděpodobnost přežití, oproti těm na mladších listech. Při klíčení vzniká primární klíční vlákno, tvar i délka tohoto vlákna jsou druhově často

specifická, stejně tak i rychlost klíčení, např. konidie typu *Euoidium* potřebují více času na vyklíčení než konidie typu *Pseudoidium* (Braun a Cook, 2012). Různé typy klíčení konidií jednotlivých rodů můžeme vidět na *obrázku č. 7*.



*Obrázek č. 7: Typy klíčení konidií jednotlivých rodů: A – typ Pseudoidium (Erysiphe howeana), B – typ Pseudoidium (Erysiphe trifoliorum), C – typ Striatoidium (Neoerysiphe galeopsidis), D – typ Euoidium (Golovinomyces sordidus), E – typ Euoidium subtyp longitubus (Golovinomyces depressus), F – typ Blumeria (Blumeria graminis), G – typ Microoidium (Oidium phyllanthi), H – typ Fibroidium subtyp orthotubus (Podosphaera tridactyla), I – typ Fibroidium subtyp orthotubus (Sawadaea bicornis), J – typ Fibroidium subtyp brevitubus (Podosphaera xanthii), K – typ fibroidium subtyp brevitubus (Podosphaera dipsacearum), L – O – typ Ovulariopsis (L – Leveillula taurica, M – Phyllactinia guttata, N – Phyllactinia thirumlachari, O – Pleochaeta indica) (Braun a Cook, 2012).*

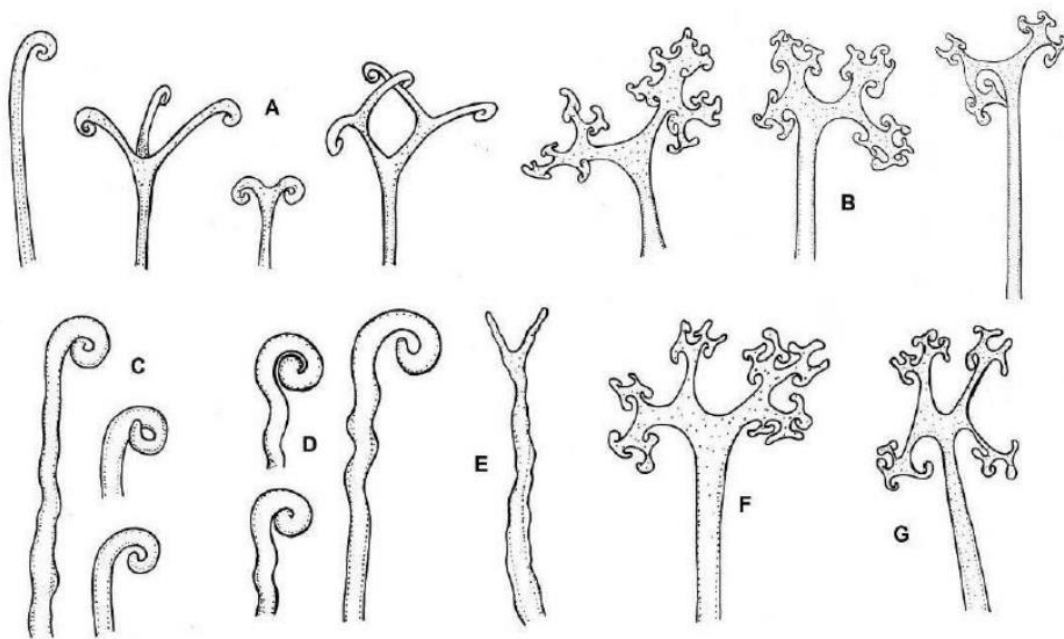
Studium způsobů klíčení konidií padlí považují Braun a Cook (2012) za velmi důležité, poněvadž přispívá k lepší identifikaci anamorfních rodů, např. *Oidium* (Lebeda et al., 2017).

### **3.1.5.2 Morfologická charakteristika teleomorfního stádia**

Pro teleomorfní stádium je charakteristická tvorba kulovitých až zploštělých askokarpů (pohlavních plodnic). Při molekulárních výzkumech byla prokázána příbuznost s primitivními diskomycety (askomycety s apothecii) a s čeledí *Myxotrichiaceae*, tím byl potvrzen předpoklad, že padlí je izolovaná houbová skupina, utvářející speciální askomata (Braun a Cook, 2012). Dříve byly tyto plodnice považovány za kleistothecia (Ainsworth et al., 1971; Webster, 1980), ale liší se tím, že mají vytrvalá a pravidelně uspořádaná vřecka a pukají horizontální nebo vertikální štěrbinou, proto Braun et al. (2002) uvedli nový termín „chasmothecium“ pro tento speciální typ askomat (in Braun a Cook, 2012).

### **CHASMOTHECIA**

Zpočátku jsou chasmothecia nezbarvená, později žloutnou, finální barva při zralosti je však hnědá až černá. Nejčastěji nabývají velikosti od 100 do 200  $\mu\text{m}$ , na povrchu mají peridium- většina druhů má peridium složené z vnitřní vrstvy, kde jsou buňky tenkostěnné a bezbarvé, a vnější vrstvy, kde naopak najdeme zbarvené tlustostěnné buňky, které k sobě těsně přiléhají, a tak tvoří souvislou vrstvu (Glawe, 2008). Z vnější vrstvy buněk peridia vyrůstají apendixy (neboli přívěsky), jejich délka a tvar jsou druhově specifické (viz *obrázek č. 8*) (Braun et al., 2002).

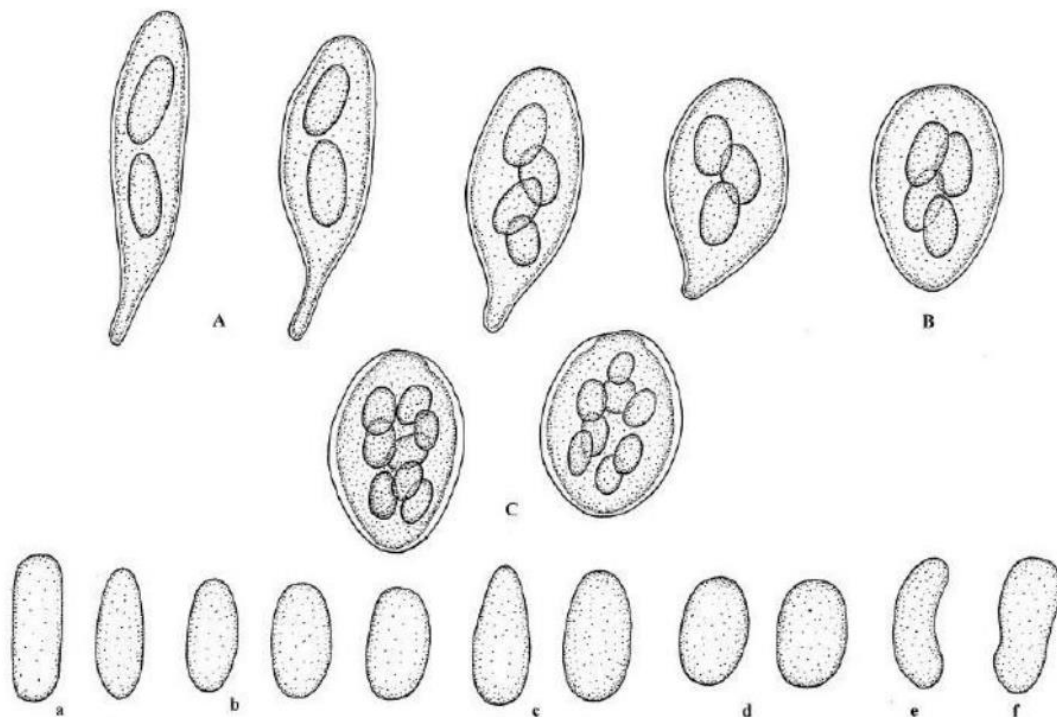


Obrázek č. 8: Příklady zakončení apendixů: **A** – *Sawadaea bicornis* (spirálovitě stočené), **B** – *Erysiphe syringae* (dichotomicky větvené), **C** – *Erysiphe adunca* var. *adunca* (spirálovitě stočené), **D** – *Erysiphe flexuosa* (spirálovitě stočené), **E** – *Erysiphe caulicola* (jednoduše větvené), **F** – *Erysiphe azaleae* (dichotomicky větvené), **G** – *Erysiphe ornata* var. *europaea* (dichotomicky větvené) (Petřeková, 2016).

### VŘECKA, ASKOSPORY

U čeledi Erysiphaceae jsou vřecka bitunikátní, stěny mohou být spíše tenké, ale například u *Erysiphe sambuci* var. *crassitunicatae* a *Podosphaera euphorbiae-hirtae* jsou silnější (Braun a Cook, 2012). Počet vřecek v chasmotheciu závisí na objemu chasmothecia, pohybuje se od jednoho (např. *Cystotheca*) až po téměř 40 (u některých druhů rodu *Leveillula*) (viz obrázek č. 9) (Glawe, 2008). U druhů, které tvoří více vřecek, se můžeme setkat s tím, že jsou tato vřecka sdružena do struktury připomínající hymenium (Braun et al., 2002).

Vřecka mohou obsahovat různý počet askospor (2-8) (Glawe, 2008). Askospory jsou jednobuněčné bez nápadných vakuol, mohou mít nažloutlou až nazelenalou barvu, jsou elipsovité vejčité, zřídka cylindrické, 10-50  $\mu\text{m}$  dlouhé a 8-30  $\mu\text{m}$  široké, vytváří se v jedné sezóně (Braun a Cook, 2012).



Obrázek č. 9: Typy vřecek, typy askospor: **A** – stopkaté, **B** – přisedlé, **C** – typ *Podosphaera*, **a** – cylindrické, **b** – elipsoidní, **c** – vejčité, **d** – kulovité, **e** – zahnuté, **f** – nepravidelné (Braun a Cook, 2012).

### 3.1.6 Geografické rozšíření

Padlí je druhově velmi bohatá skupina a má téměř celosvětové rozšíření, především se vyskytuje v oblasti mírného pásu po celé severní polokouli. Samozřejmě existuje mnoho oblastí, které nejsou, co se týče výskytu padlí, probádány, v budoucnu je třeba věnovat pozornost především Africe, Jižní Americe a Asii (Glawe, 2008).

### 3.2 Rod *Golovinomyces* na zástupcích čeledi *Asteraceae*

*Asteraceae* (česky hvězdnicovité) je kosmopolitně rozšířená čeleď obsahující asi 1300 rodů a přes 20 000 druhů. Patří sem jednoleté, dvouleté i víceleté byliny, vzácněji také polokeře, keře a stromy. Pro tuto čeleď je typický mnohokvětý útvar (květenství) zvaný úbor, který se skládá z mnoha drobných květů. Úbor je podepřen zákrovem - což jsou srostlé (zákrovní) listy. Plod této čeledi je nažka s chmýrem (Kvetenacr.cz, 2003-2020).

Matsuda a Takamatsu (2003) se pokoušeli pomocí molekulárních analýz objasnit koevoluční vztahy rodu *Golovinomyces* a hostitelských organismů. Na základě studií rDNA ITS a 28S rDNA sekvencí bylo dokázáno, že ačkoli existuje úzký fylogenetický vztah mezi rodem *Golovinomyces* a čeledí *Asteraceae*, v průběhu evoluce patogen kolonizoval také zástupce jiných čeledí, jako jsou například *Lamiaceae*, *Ranunculaceae*, *Cucurbitaceae*, *Boraginaceae*, *Polemoniaceae* a *Solanaceae*. Avšak více než polovina hostitelů tohoto rodu jsou právě zástupci čeledi *Asteraceae*, autoři tedy předpokládají, že původním hostitelem byla čeleď *Asteraceae* a teprve později byly kolonizovány také ostatní čeledi (Matsuda a Takamatsu, 2003; Matsuda a Takamatsu, 2004).

Dominantní druh padlí parazitující pouze na zástupcích čeledi *Asteraceae* byl dlouho popisován jako *Golovinomyces cichoracearum* (dříve *Erysiphe cichoracearum*), dnes ale víme, že napadá také zástupce z čeledí *Apocynaceae*, *Campanulaceae*, *Crassulaceae*, *Malvaceae*, *Papaveraceae*, *Solanaceae*, *Violaceae* atd. (Blumer, 1933; Salmon, 1900) (in Lebeda a Mieslerová, 2011)

Zatímco Salmon (1900) popisuje pouze *E. (=G.) cichoracearum* na *Asteraceae*, Braun (1995) zmiňuje také další druhy padlí na *Asteraceae*, jmenovitě *Leveillula (L. taurica, L. lactucarum a L. picridis* na rodech *Chondrilla, Lactuca a Picris*), potom také *Sphaerotheca*, jako *Sphaerotheca fusca* (nyní *Podosphaera xanthii*) na *Dendranthema*, dále také některé druhy rodu *Erysiphe* typ *Pseudoidium*, např. *Erysiphe mayorii* var. *mayorii* a *cicerbitae* (na *Cirsium a Cicerbita*). Mnoho dalších druhů dříve popisovaných na *Asteraceae* podle Brauna (1995) patří do rodu *Golovinomyces*, např. *G. echinopis* (na *Echinops*), *G. helichrysi* (na *Helichrysum*), *G. depressus* (na *Arctium, Centaurea*), *G. artemisiae* (na *Artemisia*, vzácně na *Achillea*), a *G. cichoracearum* se třemi varietami (*fischeri, latispora, a cichoracearum*), k rozlišení těchto druhů se především používaly rozdíly v morfologii anamorfy - délka konidioforu, tvar bazální buňky, tvar konidií.

Později, Braun (1999) specifikoval pět variet *G. cichoracearum* (*cichoracearum, fischeri, latisporus, poonensis, a transvaalensis*), které jsou dnes považovány za samostatné druhy.

V roce 2009 Cook a Braun provedli určité změny: (a) var. *latisporus* byla přejmenována na *Golovinomyces ambrosiae* s hostitelským zaměřením na *Ambrosia* (ambrosie), *Helianthus* (slunečnice), *Rudbeckia* (třapatka), a *Zinnia* (ostálka), (b) var. *fischeri* byla přejmenována na *Golovinomyces fischeri* infikující *Senecio* spp. (starček), (c) *G. sonchicola* dříve zařazován do *G. cichoracearum* byl popsán jako samostatný druh napadající *Sonchus* spp. (mléč).

V roce 2012 Braun a Cook definovali *G. cichoracearum* s. str. jako druh parazitující na zástupcích čeledi *Asteraceae*, podčeleď *Cichorioideae*, toto tvrzení bylo podpořeno také analýzou molekulárních sekvencí od Matsudy a Takamatsu z roku 2003. Později však tento koncept musel být přehodnocen, jelikož bylo zjištěno, že *G. cichoracearum* zahrnuje také některé specializované rasy (formae speciales) a kryptické druhy, a proto pozice *G. orontii* a *G. cichoracearum* musela být dále podrobněji zkoumána (Takamatsu et al., 2013).

V témže roce Braun a Cook také pojmenovali nové druhy v rámci *G. cichoracearum*, a to jmenovitě: *G. asterum* se třemi varietami: *asterum*, *morozkovskii*, *solidaginis* (na *Aster*; *Solidago*), dále *G. circumfusus* (na *Asteraceae* /*Eupatoriae*), *G. franseriae* (na *Franseria*), *G. inulae* (na *Asteraceae*/*Inuleae*), *G. macrocarpus* (na *Asteraceae*/*Anthemideae*), *G. montagnei* (na *Asteraceae*/*Carduoideae*), *G. poonaensis* (na *Goniocaulon*), *G. prenanthis* (na *Prenanthes*), *G. senecionis* (na *Asteraceae*/*Senecioneae*), a *G. spadiceus* (*Asteraceae*/*Heliantheae*) (Braun a Cook, 2012). Stále ale zůstal *G. orontii* s širokou škálou hostitelů.

V roce 2013 Takamatsu et. al. přehodnotili druhové vymezení rodu *Golovinomyces*. V této studii bylo rozpoznáno 11 linií, z nichž 7 linií zahrnovalo *Asteraceae* jako jedinou hostitelskou čeleď (až na pár výjimek v linii 11). Linie 11, obsahující 85 sekvencí z 50 hostitelských druhů, vysvětluje situaci ohledně *Golovinomyces cichoracearum* a *Golovinomyces orontii*. Autoři zjistili, že označení *Golovinomyces cichoracearum* bylo v dřívějšku používáno pro širokou škálu geneticky a hostitelsky divergentních padlí, proto bylo nutné rozdělit tento druh na mnoho menších druhů. Dále zjistili, že *Golovinomyces orontii* lze rozdělit do tří skupin. Skupina 1 zahrnovala zástupce na *Solanaceae*, *Cucurbitaceae*, *Asteraceae*, *Rubiaceae* a *Brassicaceae*, do skupiny 2 byli zařazeni zástupci na *Cucurbitaceae*, *Papaveraceae*, *Violaceae* a *Valerianaceae*. Nejdůležitější pro nás je však skupina 3, která zahrnovala padlí na *Cichorium*, *Mycelis*, *Lactuca*, a *Taraxacum* (*Asteraceae*), takže padlí dříve považováno za *G. cichoracearum* bylo v této linii označeno jako *G. orontii* (skupina 3) (Takamatsu et al., 2013).

Komplexní vysvětlení nám poskytuje poslední práce Brauna et al. (2019). Autoři provedli fylogenetické analýzy (na základě rDNA ITS a 28S rDNA sekvencí) u *G. orontii* na mnoha sesbíraných vzorcích a zjistili, že tento druh je geneticky velmi heterogenní, proto



definují některé nové druhy, včetně *Golovinomyces bolayi*, *G. orontii* s. str. a *Golovinomyces tabaci*, tyto tři druhy odpovídají skupinám 3, 2, 1 ve fylogenetickém stromu (dříve přidělených *G. orontii* s. lat.) v práci Takamatsu et al., 2013.

Autoři mají pro definování nových druhů na *Lactuca* a *Cichorium* tyto důvody: *G. bolayi* a *G. orontii* s. str. jsou si sice morfologicky docela blízké, ale výrazně se liší geneticky. *G. bolayi* má konidiofory s rovnými až sinusově zakřivenými bazálními buňkami, které ale na bázi obvykle nejsou striktně ani prudce zakřivené, a má vždy vřecko obsahující 2 spory. Od *G. tabaci* se *G. bolayi* liší právě konidiofory s často sinusově zakřivenými bazálními buňkami (Braun et al., 2019).

Výše uvedený trend úzce definovaných druhů vedl ke vzniku několika nových taxonů padlí, což předpověděl Braun (1995), který uvedl, že bývalý *G. cichoracearum* s. str. je mix specializovaných forem a odrůd. Nové druhy však byly morfologicky těžko rozpoznatelné a ani potvrzení specializace padlí na konkrétního hostitele nemohlo zaručit dobré definování druhu, to bylo možné vyřešit pouze molekulární analýzou v kombinaci s inokulačními testy.

### 3.3 Padlí na zástupcích rodu *Lactuca*

#### 3.3.1 *Golovinomyces* na zástupcích rodu *Lactuca*

Rod *Lactuca* je považován za velmi velkou a heterogenní skupinu zařazenou do čeledi *Asteraceae* (*Compositae*). Tento rod zahrnuje cca 100 druhů (Lebeda et al., 2007). Rod *Lactuca* je reprezentován řadou forem, mohou to být jednoleté, dvouleté či víceleté byliny, zřídka pak také keře (Lebeda a Astley, 1999). Mezi nejdůležitější druhy v Evropě (resp. České republice) patří například: *Lactuca quercina* (locika dubová), *Lactuca sativa* (locika setá), *Lactuca serriola* (locika kompasová), *Lactuca virosa* (locika jedovatá), *Lactuca viminea* (locika prutnatá), *Lactuca saligna* (locika vrbová) a *Lactuca tatarica* (locika tatarská).

Rod *Lactuca* mohou infikovat zástupci nejméně tří biologicky a ekologicky odlišných rodů padlí, jmenovitě: *Golovinomyces* (U. Braun) Heluta (tribus *Golovinomyceteae*), *Podosphaera* Kunze (tribus *Cystotheceae*), *Leveillula* G. Arnaud (tribus *Phyllactinieae*) (Mieslerová et al., 2020). Jsou celkem jednoduše rozlišitelné: rod *Leveillula* zahrnuje endoparazity a má rozvětvené konidiofory s konidii typického kopinatého tvaru, zástupci rodu *Podosphaera* mají typ konidioforu *Euoidium* a jejich konidie obsahují fibrosinová tělíska, rod *Golovinomyces* má také typ konidioforu *Euoidium*, ale konidie neobsahují fibrosinová tělíska (Lebeda et al., 2017). Navíc na druhu *Lactuca viminea* v jižní Francii bylo detekováno padlí typu *Pseudoidium*, bohužel však nebylo možné ho přesně určit (Lebeda et al., 2002). Rod *Leveillula*

*lactucae-serriolae* na *Lactuca serriola* byl sesbírán například v Jordánsku, podařilo se získat jak anamorfní, tak teleomorfní formy (Lebeda et al., 2019). Další pozornost v rámci této práce bude věnována pouze rodu *Golovinomyces*.

Jak jsem již nastínila, situace ohledně *Golovinomyces* je poněkud složitá. Za posledních 100 let prošel koncept *G. cichoracearum* (*Erysiphe cichoracearum*) mnoha významnými změnami:

- 1) Salmon ve své monografii (1900) zařazuje do *E. cichoracearum* všechny zástupce s anamorfou typu *Euoidium* a s chasmotheciem s mnoha věckami.
- 2) Blumer (1933) provedl další pokusy a rozdělil *E. cichoracearum* na několik druhů.
- 3) Hammarlund (1945) prokázal existenci plurivorního druhu padlí v rámci *E. cichoracearum* s. lat. a pro tyto houby zavedl neplatné jméno *E. polyphaga*.
- 4) Hammett (1977) potvrdil *E. cichoracearum* s. lat., ale vytvořil dva biologicky a morfologicky odlišné subjekty: *E. cichoracearum* s. str. na *Asteraceae*, a *E. cichoracearum* (s. lat.) na ostatních hostitelích.
- 5) Braun (1987) zavedl pro tuto polyfágní houbu nový platný název: *E. orontii*.
- 6) Heluta (1998) přišel s novou kombinací *Golovinomyces orontii* (důvod: lepší porozumění taxonomické hodnotě anamorfního stádia padlí)
- 7) Braun a Cook (2012) popisují *G. orontii* jako druh parazitující na zástupcích více než 40 čeledí, zatímco *G. cichoracearum* s. str. definují jako druh specializovaný přímo na hostitele z čeledi *Asteraceae*, podčeleď *Cichorioideae*. Toto tvrzení je také potvrzené z molekulárních analýz od Matsudy a Takamatsu z roku 2003.
- 8) V roce 2013 Takamatsu et al. přehodnotili tuto situaci a padlí parazitující na rodu *Lactuca* a *Cichorium* popsali jako *Golovinomyces orontii*.
- 9) V roce 2019 Braun et al. provedli další analýzy a definovali nové druhy, včetně *Golovinomyces bolayi*, *G. orontii* s. str. a *G. tabaci*, přičemž na hostitelích rodu *Lactuca* parazituje právě *G. bolayi*.

### 3.3.2 Charakteristika patogenu *Golovinomyces bolayi*

#### Původní jména

= *Erysiphe cichoracearum* 1967

= *Erysiphe cichoracearum* auct. p.p.

= *Golovinomyces cichoracearum* auct. p.p. (Braun et al., 2019)

### Okruh hostitelských rostlin

ANAMORFA I TELEOMORFA: *Asteraceae* (Cichoriae, *Cichorium a Lactuca*).

ANAMORFA: *Asteraceae* (*Taraxacum* spp., ale i *Lactuca*, *Cichorium*), *Bignoniaceae*, *Brassicaceae*, *Campanulaceae*, *Crassulaceae*, *Fabaceae*, *Lamiaceae*, *Linderniaceae*, *Papaveraceae*, *Plantaginaceae*, *Rosaceae*, *Solanaceae* (Braun et al., 2019).

### Rozšíření

- celá Evropa (např. Francie, Itálie, Rusko, Španělsko, Švýcarsko, Ukrajina, Bulharsko, Česká republika, Finsko, Německo, Estonsko)
- Asie (např. Čína, Írán, Libanon, Izrael, Turecko, Saudská Arábie)
- Severní Amerika (např. USA (Kalifornie, New Jersey, Idaho))
- Jižní Amerika (např. Argentina, Chile)
- Kanárské ostrovy
- Afrika (např. Maroko, Libye)
- Austrálie
- Kavkaz: Arménie, Gruzie (Braun et al., 2019).

### Charakteristika

- mycelium: amfigenní, na listech, také na stoncích, mizející až trvalé;
- hyfy: rovné až šikmé, rozvětvené, tenkostěnné, hladké, hyalinní, široké 3-9 µm;
- hyfální apesoria: bradavkovitá (špatně vyvinutá), osamocená, 3-8 µm v průměru;
- konidiofory: jednotlivě, 80-230(-290) µm dlouhé;
- bazální buňky: na bázi rovné nebo zakřivené, nebo celé zakřivené až zaoblené, cylindrické nebo subcylindrické, obvykle (30-)40-100(-140)µm dlouhé a 9-15 µm široké, následované 1-3(-4) kratšími buňkami (10-30 µm dlouhé);
- konidie: v řetězcích, elipsovité vejčité až soudečkovité, (20-)25-35(-38) x 12-18(-20) µm (vysušené), pokud jsou čerstvé tak 49,5 x 22 µm, poměr délka/šířka je 1,3-2,3(-3,6), konidiální klíčení patří k typu Euoidium;
- chasmothecia (na *Cichorium a Lactuca*): amfigenní, rozptýlená až shlukovitá, částečně ponořená do mycelia, 75-160 µm v průměru;
- peridiální buňky: zaoblené, nepravidelné až mnohotvaré, 10-25(-30) µm v průměru;
- apendixy: četné, vyvstávající z dolní poloviny, ekvatoriální roviny a občas z horní poloviny, jednoduché, zřídka rozvětvené, protkané mezi sebou a s myceliem, 0,25 - 4krát tak dlouhé jako je chasmothecium, rovnoměrně 3-11 µm široké, příležitostně

- širší u báze, krátké přívěsky jsou bledě hnědé až středně hnědé po celé své délce, delší přívěsky jsou u vrcholu světlejší;
- vřečka: 5-25, široká elipsovité vejčité, vrcholek je zaoblený až zkrácený, 40-75 x 20-40  $\mu\text{m}$ , přisedlá až krátce stopkovitá, obvykle 2 spory, velmi zřídka 1-3 spory;
  - askospory: elipsovité vejčité, 16-30 x 10-20  $\mu\text{m}$ , poměr délka/šířka je 1,3-2,4, bezbarvé (Braun et al., 2019).

### Symptomy

Mycelium nejdříve produkuje malé kulaté pustule (léze), které se zvětšují a postupně spojují, tím tak pokryjí celý povrch listu (stonku). Na napadených listech se také často objevují chlorotické skvrny a při těžkém napadení může dojít až k uschnutí a odumření celé rostliny. U náchylných rostlin rodu *Lactuca* pěstovaných ve skleníku se již v šestém týdnu stáří rostliny projeví první známky nákazy, a to na nejspodnějších listech. V těchto případech infekce často způsobí zkroucení listů, chřadnutí a redukovaný růst (Lebeda a Mieslerová, 2011).

### Škodlivost, metody ochrany

Ještě donedávna nebyl tento patogen považován za nebezpečný pro kulturní salát, avšak v poslední době bylo zjištěno, že jeho výskyt, rozšíření a škodlivost roste, což s největší pravděpodobností souvisí s klimatickými změnami. Tato situace vedla k tomu, že například v Nizozemí, Izraeli a USA začaly vznikat programy, které se snaží vyšlechtit salát tak, aby byl odolnější vůči padlí (Lebeda et al., 2017).

Prozatím nejefektivnější metodou ochrany salátu vůči padlí bylo vypěstování odolných odrůd, avšak zajištění efektivní a dlouhodobé genetické ochrany vůči tomuto patogenu je komplikováno velkou variabilitou virulence patogenu a zároveň existencí velkého množství ras tohoto patogenu (Lebeda et al., 2017).

V Evropě není prozatím situace tak vážná, aby se musela řešit otázka chemické ochrany salátu. Avšak v USA již proběhly rozsáhlé výzkumy, například bylo zjištěno, že pokud aplikujeme včas a pravidelně fungicidy na bázi síry, můžeme dosáhnout účinné ochrany salátu vůči padlí. Také bylo zjištěno, že užitím QoI fungicidů (především strobilurinů) lze redukovat infekci. Dále také vykazaly značnou účinnost přípravky na bázi těchto látek: quinolin, trifloxystrobin, pyraclostrobin a dithiocarbamát. Lze využít také acibenzolar-S-methyl, který sice nepůsobí přímo na patogen, ale indukuje systémovou rezistenci (SAR), díky které rostlina získá větší obranyschopnost vůči tomuto patogenu (Lebeda et al., 2017).

## 4. Materiál a metody

### 4.1 Infikovaný rostlinný materiál

Infikované vzorky rostlin rodu *Lactuca* byly sesbírány prof. Ing. Alešem Lebedou DrSc. v letech 2006-2018. Vzorky pocházejí z různých částí světa, některé jsou z Evropy (například z Maďarska, Německa, Francie), jiné třeba z Jihoafrické republiky, Koreje, nebo Gruzie.

Místa pořízení těchto vzorků jsem spolu s rokem sběru uvedla v Tabulce č. 2.

Po sesbírání byl materiál zpracován klasickým způsobem, a to vysušením pomocí lisování.

Tabulka č. 2: Seznam analyzovaných herbářových položek rostlin rodu *Lactuca*,

Genotyp r. <i>Lactuca</i>	Místo sběru	Rok sběru	Označení vzorku	Sbíral
<b>1. <i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i></b>	Hat-Gal, Korea Chuncheon	2006	2	prof. Ing. Aleš Lebeda, DrSc.
<b>2. <i>Lactuca serriola</i></b>	Gruzie	2013	23	prof. Ing. Aleš Lebeda, DrSc.
<b>3. <i>Lactuca serriola</i></b>	Německo	2017	LOC 267	prof. Ing. Aleš Lebeda, DrSc.
<b>4. <i>Lactuca serriola</i></b>	Německo	2017	LOC72	prof. Ing. Aleš Lebeda, DrSc.
<b>5. <i>Lactuca serriola</i></b>	Německo	2017	LOC207	prof. Ing. Aleš Lebeda, DrSc.
<b>6. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i></b>	JAR, Kommetme	2018	35/18	prof. Ing. Aleš Lebeda, DrSc.
<b>7. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i></b>	JAR, Cape Town	2018	49/18	prof. Ing. Aleš Lebeda, DrSc.
<b>8. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i> 459</b>	Holandsko, Maasdijk	2018	4/18	prof. Ing. Aleš Lebeda, DrSc.
<b>9. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i> 593</b>	Holandsko, Maasdijk	2018	7/18	prof. Ing. Aleš Lebeda, DrSc.
<b>10. <i>Lactuca</i> cf. <i>virosa</i></b>	Francie	2012	68/12	prof. Ing. Aleš Lebeda, DrSc.
<b>11. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>integrifolia</i></b>	Francie	2012	292/12	prof. Ing. Aleš Lebeda, DrSc.
<b>12. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>integrifolia</i></b>	Španělsko Katalánsko, Eviny-Pjat	2018	25.8.	prof. Ing. Aleš Lebeda, DrSc.
<b>13. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i></b>	Španělsko Katalánsko, Biscarri	2018	24.8	prof. Ing. Aleš Lebeda, DrSc.
<b>14. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i></b>	Balkán, Maďarsko	2018	113/18	prof. Ing. Aleš Lebeda, DrSc.

<b><i>15. Lactuca serriola f. serriola</i></b>	Balkán, Maďarsko	2018	148/18	prof. Ing. Aleš Lebeda, DrSc.
<b><i>16. Lactuca serriola f. serriola</i></b>	Balkán, Chorvatsko	2018	188/18	prof. Ing. Aleš Lebeda, DrSc.
<b><i>17. Lactuca serriola f. serriola</i></b>	Balkán, Srbsko	2018	360/18	prof. Ing. Aleš Lebeda, DrSc.
<b><i>18. Lactuca serriola f. serriola</i></b>	Balkán, Srbsko	2018	368/18	prof. Ing. Aleš Lebeda, DrSc.
<b><i>19. Lactuca serriola f. serriola</i></b>	Balkán, Chorvatsko	2018	573/18	prof. Ing. Aleš Lebeda, DrSc.

## 4.2 Mikroskopické studium

Příprava preparátů a samotné mikroskopické studium proběhlo ve Fytopatologické laboratoři Katedry botaniky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. K měření morfologických charakteristik jsem použila světelný mikroskop OLYMPUS CHK-2 a k pořízení digitálních fotografií jsem využila mikroskop OLYMPUS BX60 s kamerou OLYMPUS DP70. Na *obr. č. 10* a *obr. č. 11* jsou zobrazeny konidiofory a na *obr. č. 12* konidie padlí *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*.

Pro přípravu preparátů z herbářových položek byla využita tzv. Shinova metoda (Shin, 2000), která je jak časově, tak i technicky náročná. Nejprve bylo nalezeno místo, které bylo nejvíce infikováno, a poté bylo toto místo vystřiženo a ústřížek byl přenesen pomocí pinzety na podložní sklíčko. Následně byl ústřížek zakápnut kapkou kyselého fuchsinu (roztok fuchsinu a kyseliny mléčné v poměru 1:1), a bylo provedeno krátké žihání nad plamenem kahanu, jakmile se kyselý fuchsin začal odpařovat, byl ústřížek otočen a totéž bylo provedeno z druhé strany. Z obarveného vzorku bylo padlí skalpelem seškrábnuto na čisté podložní sklíčko a zakápnuto destilovanou vodou. Takto připravený preparát byl přikryt krycím sklíčkem a pozorován světelným mikroskopem se zvětšením 400x.

U každého z 19 vzorků padlí byla provedena analýza 6 základních morfologických charakteristik anamorfního stádia, a to délky, šířky a shape-indexu konidií, délky konidioforu, délky bazální buňky konidioforu a počtu distálních buněk. U většiny vzorků bylo docíleno 30 měření, jen u pár vzorků nebylo možné provést tolik měření konidioforů, což bylo zapříčiněno přítomností hyperparazita *Ampelomyces quisqualis*. U mých položek nebylo bohužel nalezeno ani jedno pohlavní stádium, u všech 19 vzorků byla tedy analyzována pouze nepohlavní stádia.



**Obrázek č. 10: Mikrofotografie konidioforu *Golovinomyces orontii*/ *Golovinomyces bolayi* na *Lactuca serriola* f. *serriola* (Španělsko, 2018); autor fotografie Šrubařová T., 2020.**





Obrázek č. 11: Mikrofotografie konidioforu *Golovinomyces orontii*/ *Golovinomyces bolayi* na *Lactuca serriola* f. *serriola* (Balkán, Srbsko, 2018); autor fotografie Šrubařová T., 2020.



Obrázek č. 12: Mikrofotografie konidií *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na *Lactuca serriola* f. *serriola* (Balkán, Srbsko, 2018); autor fotografie Šrubařová T., 2020.

### 4.3 Statistická analýza

Nejprve byly v programu Microsoft Office Excel vytvořeny tabulky s jednotlivými měřeními. U každého vzorku byl stanoven aritmetický průměr, směrodatná odchylka, maximální a minimální hodnota všech měřených hodnot. Získaná data byla vložena do programu NCSS 2020, kde byla provedena celková statistická analýza. Pro zjištění podobnosti/rozdílnosti daných morfologických charakteristik byla použita analýza rozptylu (ANOVA). Pomocí Bonferroniho testu mnohonásobného porovnávání byla stanovena podobnost/rozdílnost jednotlivých vzorků. U shlukové analýzy byla použita metoda neváženého párování s aritmetickým průměrem (UPGMA), která udává podobnost vzorků padlí *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na základě všech 6 měřených morfologických charakteristik, její výsledky jsou demonstrovány dendrogramem.

## 5. Výsledky

### 5.1 Morfologická variabilita anamorfního stádia *Golovinomyces orontii*/ *Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*

#### 5.1.1 Délka konidií

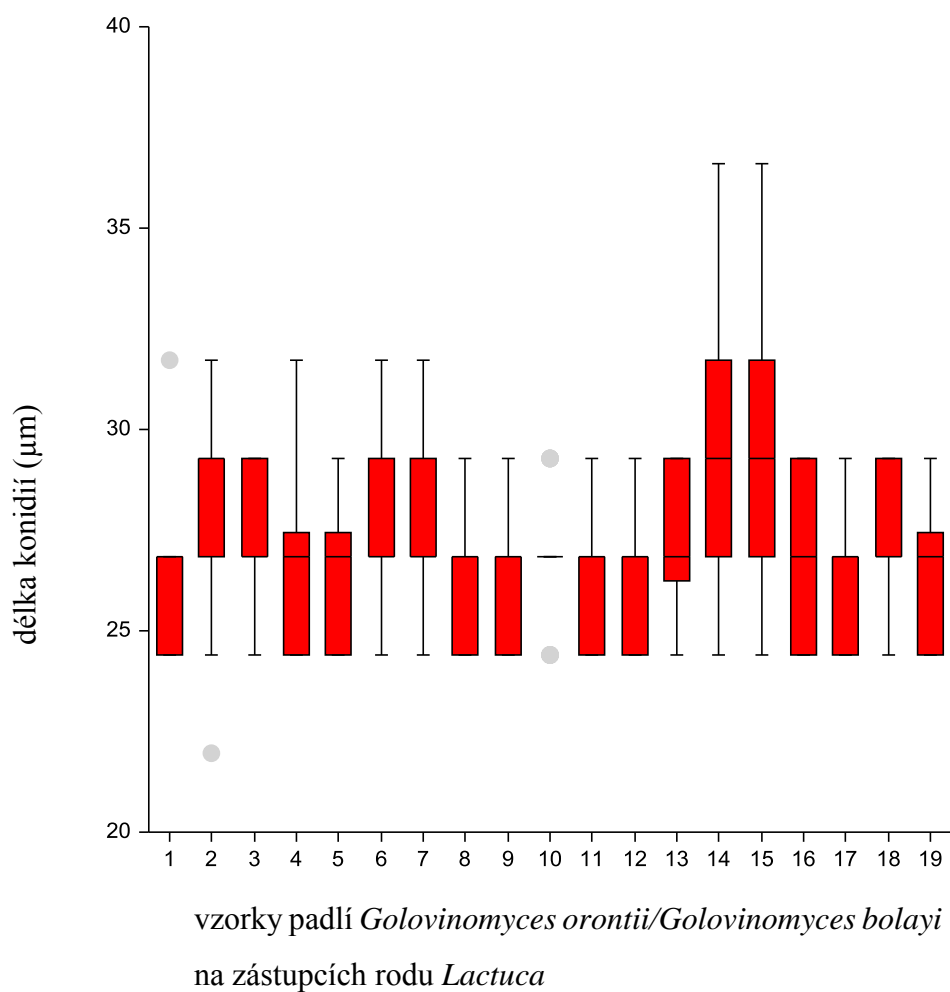
První základní morfologická charakteristika, kterou jsem zkoumala, byla délka konidií u nepohlavního stádia *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*, zjištěné hodnoty jsou uvedeny v *tabulce č. 3*. U daných 19 vzorků jsem pozorovala mírné rozdíly. Průměrná délka konidií byla 27,18  $\mu\text{m}$ . Nejnižší průměrnou délku konidií s hodnotou 26,19  $\mu\text{m}$  jsem zjistila u *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na *Lactuca indica* var. *laciniata* s místem sběru v Koreji, naopak nejvyšší průměrná délka konidií s hodnotou 29,52  $\mu\text{m}$  byla zjištěna u *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na *Lactuca serriola* f. *serriola* pocházející z Maďarska. Směrodatná odchylka pro délku konidií se pohybuje v intervalu od 1,36  $\mu\text{m}$  do 2,62. Nejvyšší absolutní délku konidie jsem zaznamenala u obou vzorků padlí na *Lactuca serriola* f. *serriola* původem z Maďarska (36,6  $\mu\text{m}$ ), nejnižší absolutní délku konidie jsem pozorovala u padlí na *Lactuca serriola* původem z Gruzie (21,96).

V *grafu č. 1* je znázorněn Box plot (krabicový graf) vyjadřující naměřené hodnoty délky konidií. V *tabulce č. 4* je znázorněn Bonferroniho test mnohonásobného porovnávání s hadinou významnosti  $\alpha = 0,5$ , který popisuje podobnost/ odlišnost vzorků pro tuto charakteristiku (tedy délku konidií).

Tabulka č. 3: Délka konidií anamorfního stádia *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*.

Název vzorku	Místo sběru	Rok sběru	Aritmetický průměr (μm)	Směrodatná odchylka (μm)	Maximální hodnota (μm)	Minimální hodnota (μm)
1. <i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i>	Hat-Gal, Korea	2006	26,19	1,53	31,72	24,4
2. <i>Lactuca serriola</i>	Gruzie	2013	28,06	2,34	31,72	21,96
3. <i>Lactuca serriola</i>	Německo	2017	27,08	1,59	29,28	24,4
4. <i>Lactuca serriola</i>	Německo	2017	26,6	2,03	31,72	24,4
5. <i>Lactuca serriola</i>	Německo	2017	26,76	1,72	29,28	24,4
6. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	JAR, Kommetme	2018	28,06	1,64	31,72	24,4
7. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	JAR, Cape Town	2018	27,9	1,75	31,72	24,4
8. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Holandsko, Maasdijk	2018	26,35	1,59	29,28	24,4
9. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Holandsko, Maasdijk	2018	26,6	1,71	29,28	24,4
10. <i>Lactuca</i> cf. <i>virosa</i>	Francie	2012	26,76	1,48	29,28	24,4
11. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>integrifolia</i>	Francie	2012	26,27	1,36	29,28	24,4
12. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>integrifolia</i>	Španělsko Katalánsko, Eviny-Pjat	2018	26,43	1,68	29,28	24,4
13. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Španělsko Katalánsko, Biscarri	2018	26,92	1,72	29,28	24,4
14. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Maďarsko	2018	29,44	2,35	36,6	24,4
15. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Maďarsko	2018	29,52	2,62	36,6	24,4
16. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Chorvatsko	2018	27,08	1,93	29,28	24,4
17. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Srbsko	2018	26,35	1,83	29,28	24,4
18. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Srbsko	2018	27,33	1,59	29,28	24,4
19. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Chorvatsko	2018	26,68	1,77	29,28	24,4
		ã	27,18	1,8	30,69	24,27
		df			18	
		F-ratio			8,6314	

Graf č.1: Box plot pro délky konidií *Golovinomyces orontii*/ *Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*



Tabulka č. 4: Bonferroniho test mnohonásobného porovnávání pro délky konidií *Golovinomyces orontii*/ *Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca* s hladinou významnosti  $\alpha = 0,05$

Vzorek	Počet hodnot	Průměr	Odlišné od souboru
1	30	26,18933	2, 6, 14, 15
2	30	28,06	1, 11
3	30	27,084	14, 15
4	30	26,596	14, 15
5	30	26,75867	14, 15
6	30	28,06	1, 11
7	30	27,89733	
8	30	26,352	14, 15
9	30	26,596	14, 15
10	30	26,75867	14, 15
11	30	26,27067	2, 6, 14, 15
12	30	26,43333	14, 15
13	30	26,92133	14, 15
14	30	29,44267	1, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17 18, 19
15	30	29,524	1, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17 18, 19
16	30	27,084	14, 15
17	30	26,352	14, 15
18	30	27,328	14, 15
19	30	26,67733	14, 15

### 5.1.2 Šířka konidií

Druhou zkoumanou morfologickou charakteristikou byla šířka konidií u anamorfního stádia *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na hostitelských rostlinách rodu *Lactuca*, zjištěné hodnoty jsou zaznamenány v *tabulce č. 5*. U vzorku č. 7, tedy u *G. bolayi* na *Lactuca serriola* f. *serriola*, pocházejícího z JAR byla zjištěna nejnižší hodnota aritmetického průměru pro šířku konidií, a to sice 12,2  $\mu\text{m}$ , nejvyšší hodnota (12,57  $\mu\text{m}$ ) byla zaznamenána u *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na *Lactuca serriola* f. *serriola*, pocházející z Chorvatska. Průměrná šířka konidií byla stanovena na 12,38  $\mu\text{m}$ . Směrodatná odchylka pro šířku konidií se pohybuje v intervalu od 0,44  $\mu\text{m}$  do 1,34  $\mu\text{m}$ . Všechny vzorky dosahovali stejné nejvyšší absolutní šířky konidií, a to sice 14,64  $\mu\text{m}$ . Nejnižší absolutní šířka konidií byla zaznamenána celkem u 6 vzorků (č. 2, 7, 8, 14, 15, 19). U této charakteristiky tedy nebyla zjištěna prakticky žádná odlišnost.

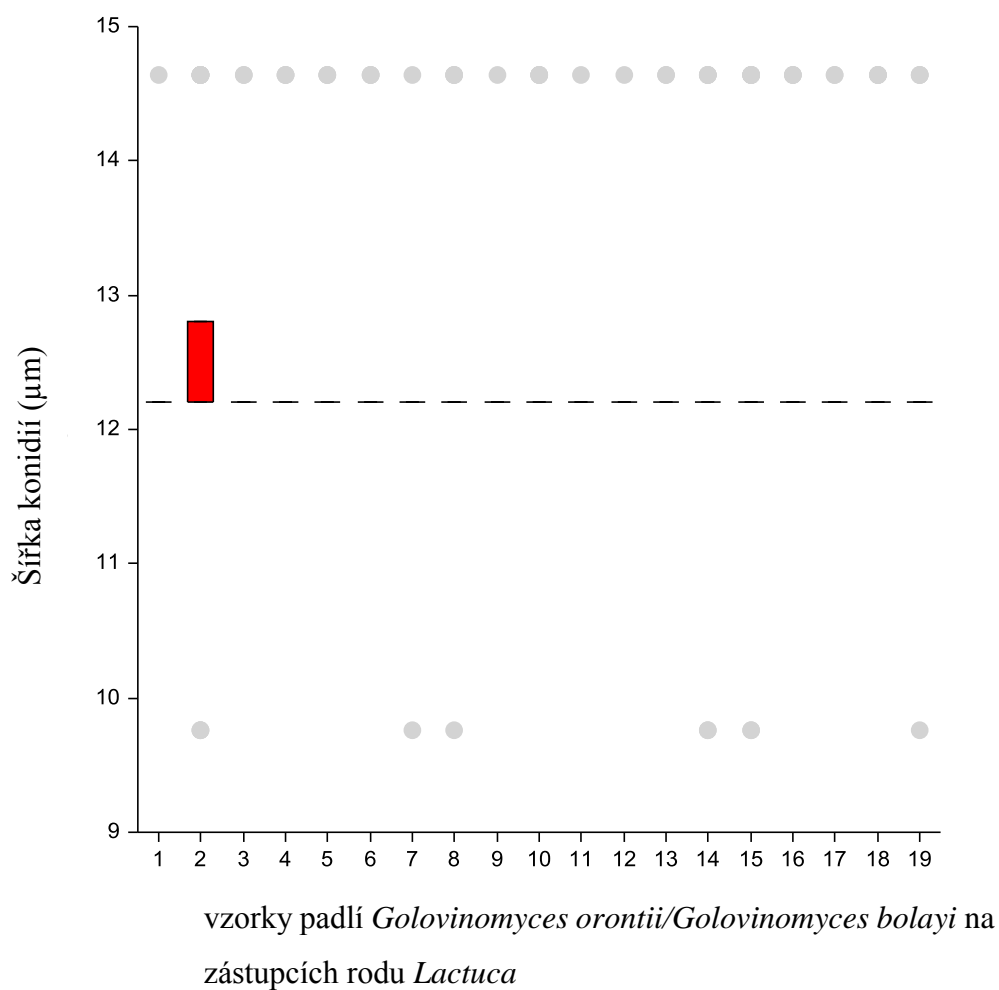
Opět uvádím Box plot (viz *graf č. 2*) znázorňující šířky konidií *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*, a *tabulku č. 6* znázorňující Bonferroniho test mnohonásobného porovnání s hladinou významnosti  $\alpha = 0,5$ .

Tabulka č. 5: Šířka konidií u anamorfního stádia *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*.

Název vzorku	Místo sběru	Rok sběru	Aritmetický průměr (μm)	Směrodatná odchylka (μm)	Maximální hodnota (μm)	Minimální hodnota (μm)
1. <i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i>	Hat-Gal, Korea	2006	12,28	0,44	14,64	12,2
2. <i>Lactuca serriola</i>	Gruzie	2013	12,53	1,37	14,64	9,76
3. <i>Lactuca serriola</i>	Německo	2017	12,36	0,61	14,64	12,2
4. <i>Lactuca serriola</i>	Německo	2017	12,44	0,73	14,64	12,2
5. <i>Lactuca serriola</i>	Německo	2017	12,44	0,73	14,64	12,2
6. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	JAR, Kommetme	2018	12,44	0,73	14,64	12,2
7. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	JAR, Cape Town	2018	12,2	0,63	14,64	9,76
8. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Holandsko, Maasdijk	2018	12,36	0,88	14,64	9,76
9. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Holandsko, Maasdijk	2018	12,28	0,44	14,64	12,2
10. <i>Lactuca</i> cf. <i>virosa</i>	Francie	2012	12,53	0,83	14,64	12,2
11. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>integrifolia</i>	Francie	2012	12,28	0,44	14,64	12,2
12. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>integrifolia</i>	Španělsko Katalánsko, Eviny-Pjat	2018	12,28	0,44	14,64	12,2
13. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Španělsko Katalánsko, Biscarri	2018	12,36	0,61	14,64	12,2
14. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Maďarsko	2018	12,36	1,08	14,64	9,76
15. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Maďarsko	2018	12,44	1,15	14,64	9,76
16. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Chorvatsko	2018	12,44	0,73	14,64	12,2
17. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Srbsko	2018	12,36	0,61	14,64	12,2
18. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Srbsko	2018	12,53	0,83	14,64	12,2
19. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Chorvatsko	2018	12,36	0,88	14,64	9,76
		ã	12,38	0,75	14,64	11,43
		df			18	
		F-ratio			0,4098	



Graf č. 2: Box plot pro šířky konidií *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*



Tabulka č. 6: Bonferroniho test mnohonásobného porovnávání pro šířky konidií *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca* s hladinou významnosti  $\alpha = 0,05$

Vzorek	Počet hodnot	Průměr	Odlišné od souboru
1	30	12,28133	
2	30	12,52533	
3	30	12,36267	
4	30	12,444	
5	30	12,444	
6	30	12,444	
7	30	12,2	
8	30	12,36267	
9	30	12,28133	
10	30	12,52533	
11	30	12,28133	
12	30	12,28133	
13	30	12,36267	
14	30	12,36267	
15	30	12,444	
16	30	12,444	
17	30	12,36267	
18	30	12,52533	
19	30	12,36267	
18	30	27,328	
19	30	26,67733	

### 5.1.3 Shape-index

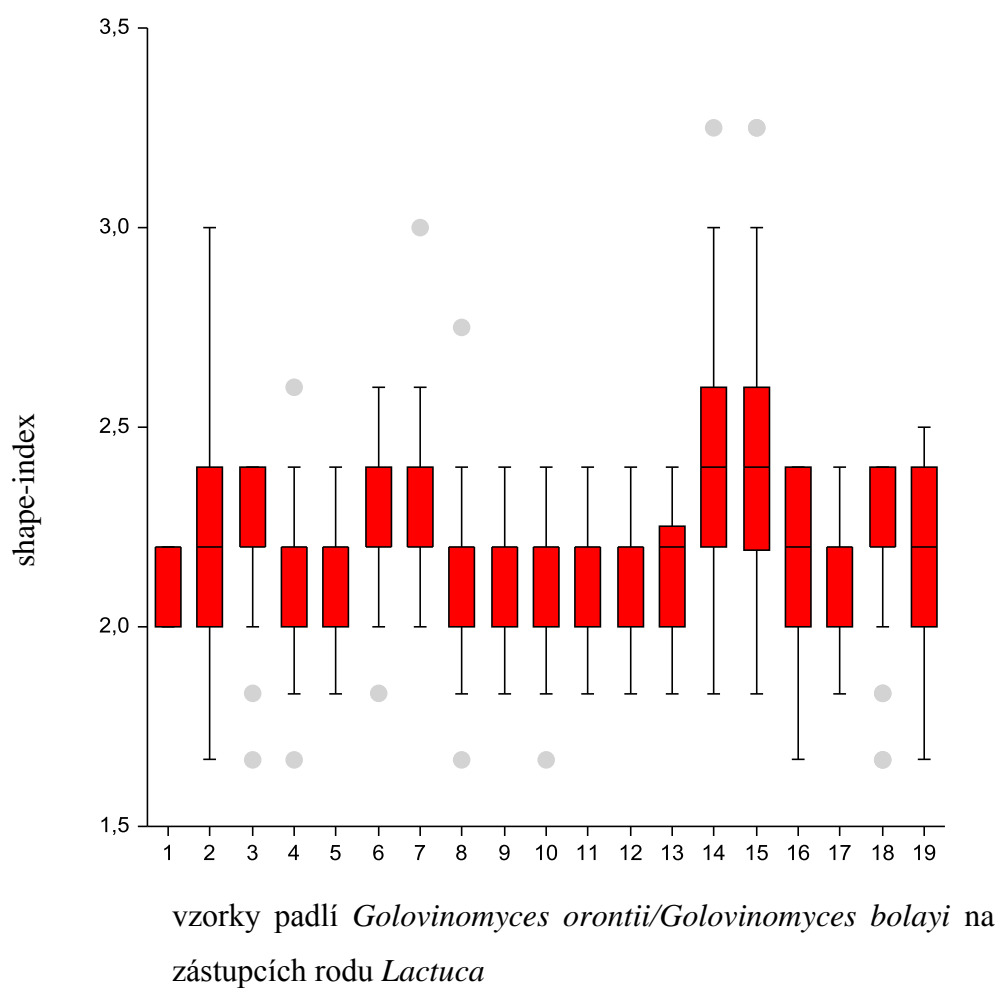
V pořadí třetí zkoumanou morfologickou charakteristikou byl tzv. shape-index, který vyjadřuje poměr délky a šířky konidií padlí *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*. Veškeré zjištěné hodnoty jsou opět zobrazeny v *tabulce č. 7*. Pro shape-index byla určena průměrná hodnota 2,2. Vzorek č. 1 (padlí na *Lactuca indica* var. *laciniata*) původem z Koreje vykazuje průměrnou hodnotu o 0,08 menší, než je stanovena celková průměrná hodnota pro tuto charakteristiku, stává se tak vzorkem s nejnižší hodnotou pro shape-index. Nejvyšší hodnota (2,29) byla tentokrát zjištěna u vzorku č. 7, který pochází z Jihoafrické republiky. Průměrná směrodatná odchylka odpovídá číslu 0,19. Největší absolutní hodnota 3,25 byla znovu naměřena u vzorků č. 14 a č. 15 pocházejících z Maďarska. Naopak nejmenší absolutní hodnota 1,67 byla zjištěna u 8 vzorků, patří sem vzorek z Gruzie, také vzorky č. 3 a 4 z Německa, vzorek 8 z Holandska, vzorek 10 z Francie, oba vzorky z Chorvatska a vzorek č. 18 ze Srbska.

U této charakteristiky byla zjištěna mírná variabilita, která je ukázána jak v *grafu č. 3*, což je Box plot pro danou morfologickou charakteristiku, tak také v *tabulce č. 8*, která zobrazuje Bonferroniho test mnohonásobného porovnávání pro shape-index konidií *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca* s hladinou významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Tabulka č. 7: Shape-index u anamorfního stádia *Golovinomyces orontii*/ *Golovinomyces bolayi*

Název vzorku	Místo sběru	Rok sběru	Aritmetický průměr (μm)	Směrodatná odchylka (μm)	Maximální hodnota (μm)	Minimální hodnota (μm)
1. <i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i>	Hat-Gal, Korea	2006	2,12	0,09	2,2	2
2. <i>Lactuca serriola</i>	Gruzie	2013	2,27	0,33	3	1,67
3. <i>Lactuca serriola</i>	Německo	2017	2,2	0,17	2,4	1,67
4. <i>Lactuca serriola</i>	Německo	2017	2,14	0,19	2,6	1,67
5. <i>Lactuca serriola</i>	Německo	2017	2,16	0,16	2,4	1,83
6. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	JAR, Kommetme	2018	2,26	0,15	2,6	1,83
7. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	JAR, Cape Town	2018	2,29	0,18	3	2
8. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Holandsko, Maasdijk	2018	2,14	0,2	2,75	1,67
9. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Holandsko, Maasdijk	2018	2,17	0,15	2,4	1,83
10. <i>Lactuca</i> cf. <i>virosa</i>	Francie	2012	2,14	0,17	2,4	1,67
11. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>integrifolia</i>	Francie	2012	2,14	0,13	2,4	1,83
12. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>integrifolia</i>	Španělsko Katalánsko, Eviny-Pjat	2018	2,15	0,15	2,4	1,83
13. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Španělsko Katalánsko, Biscarri	2018	2,18	0,16	2,4	1,83
14. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Maďarsko	2018	2,4	0,3	3,25	1,83
15. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Maďarsko	2018	2,4	0,34	3,25	1,83
16. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Chorvatsko	2018	2,18	0,19	2,4	1,67
17. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Srbsko	2018	2,14	0,17	2,4	1,83
18. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Srbsko	2018	2,19	0,21	2,4	1,67
19. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Chorvatsko	2018	2,17	0,22	2,5	1,67
		ã	2,2	0,19	2,89	1,78
		df			18	
		F-ratio			4,82	

Graf č. 3: Box plot pro shape index konidií *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*



Tabulka č. 8: Bonferroniho test mnohonásobného porovnávání pro shape-index konidií *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca* s hladinou významnosti  $\alpha = 0,05$

Vzorek	Počet hodnot	Průměr	Odlíšné od souboru
1	30	2,132222	14, 15
2	30	2,269444	
3	30	2,196667	14, 15
4	30	2,143333	14, 15
5	30	2,155555	14, 15
6	30	2,26	
7	30	2,292222	
8	30	2,142778	14, 15
9	30	2,167778	14, 15
10	30	2,144444	14, 15
11	30	2,141111	14, 15
12	30	2,154444	14, 15
13	30	2,181111	14, 15
14	30	2,401667	1, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17 18, 19
15	30	2,396667	1, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17 18, 19
16	30	2,183333	14, 15
17	30	2,135556	14, 15
18	30	2,193333	14, 15
19	30	2,17	14, 15

#### 5.1.4 Délka konidioforu

Další, tedy čtvrtou zkoumanou morfologickou charakteristikou byla délka konidioforů anamorfního stádia u *Golovinomyces orontii*/ *Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*. Zjištěné hodnoty jsou shrnuty v *tabulce č. 9*. Průměrná délka konidioforu byla stanovena na 138,91  $\mu\text{m}$ . Vzorek č. 10 (tedy padlí na *Lactuca cf. virosa*) pocházející z Francie vykazuje průměrnou hodnotu o 16,83  $\mu\text{m}$  menší, než je stanovena průměrná hodnota pro tuto charakteristiku, stává se tak vzorkem s nejnižší hodnotou pro délku konidioforu. Nejvyšší hodnota, 156,24  $\mu\text{m}$  byla zjištěna u vzorku č. 14 původem z Maďarska. Směrodatná odchylka se pohybuje v intervalu od 7,14  $\mu\text{m}$  do 22,54  $\mu\text{m}$ . Nejvyšší absolutní délka konidioforu byla opět zjištěna u vzorku č. 14, a to sice 180,56  $\mu\text{m}$ . Obráceně nejnižší absolutní délka konidioforu 97,6  $\mu\text{m}$  byla zaznamenána celkem u 5 z 19 zkoumaných vzorků, jedná se o vzorky č. 2, 9, 10, 12 a 13.

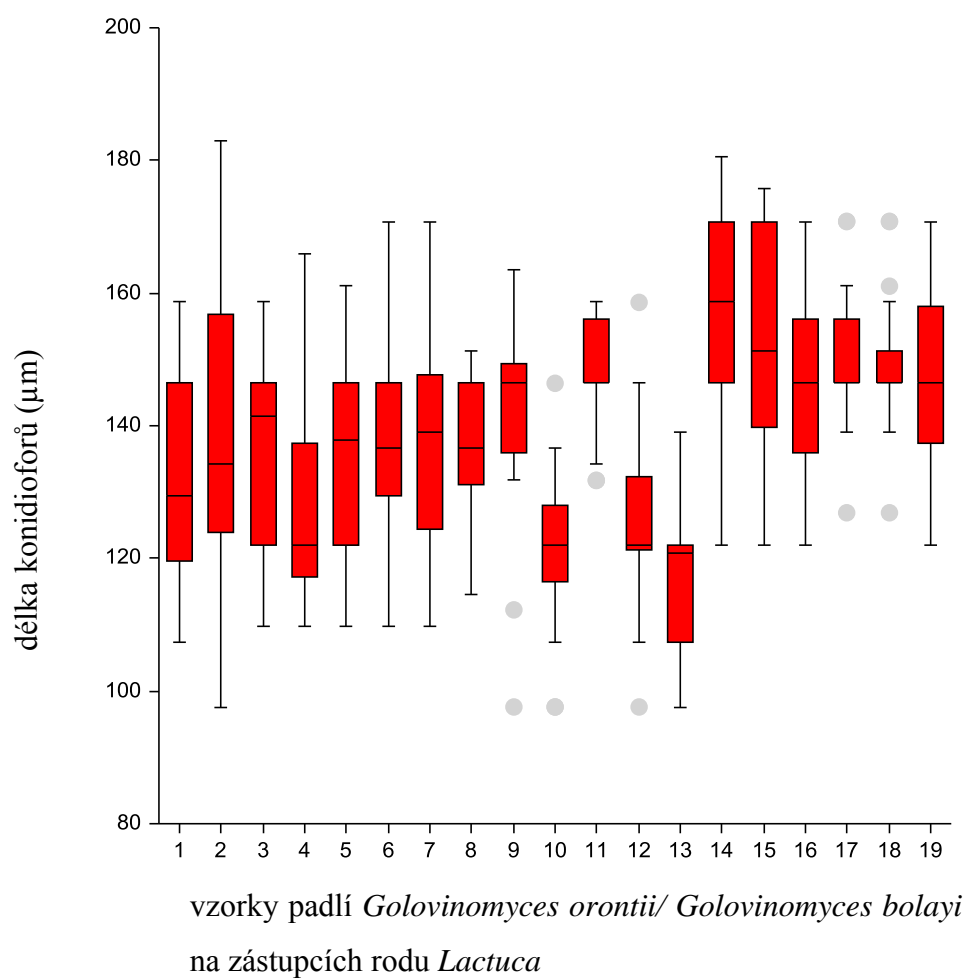
U této morfologické charakteristiky anamorfního stádia jsem zaznamenala poměrně vysokou míru variability. Odlišnost jednotlivých vzorků zobrazuje Bonferroniho test mnohonásobného porovnávání s hladinou významnosti  $\alpha = 0,05$  znázorněný v *tabulce č. 10*. V *grafu č. 4* je opět znázorněn krabicový graf pro délky konidioforů *Golovinomyces orontii*/ *Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*.

Tabulka č. 9: Délka konidioforů anamorfního stádia *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*.

Název vzorku	Místo sběru	Rok sběru	Aritmetický průměr (μm)	Směrodatná odchylka (μm)	Maximální hodnota (μm)	Minimální hodnota (μm)
1. <i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i>	Hat-Gal, Korea	2006	131,11	14,97	158,6	107,36
2. <i>Lactuca serriola</i>	Gruzie	2013	138,75	22,54	183	97,6
3. <i>Lactuca serriola</i>	Německo	2017	136,48	14,23	158,6	109,8
4. <i>Lactuca serriola</i>	Německo	2017	128,34	13,93	165,92	109,8
5. <i>Lactuca serriola</i>	Německo	2017	134,85	14,99	161,04	109,8
6. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	JAR, Kommetme	2018	138,1	15,48	170,8	109,8
7. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	JAR, Cape Town	2018	138,35	14,9	170,8	109,8
8. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Holandsko, Maasdijk	2018	137,45	9,71	151,28	114,68
9. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Holandsko, Maasdijk	2018	142,41	13,1	163,48	97,6
10. <i>Lactuca</i> cf. <i>virosa</i>	Francie	2012	122,08	10,99	146,4	97,6
11. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>integrifolia</i>	Francie	2012	148,92	7,14	158,6	131,76
12. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>integrifolia</i>	Španělsko Katalánsko, Eviny-Pjat	2018	125,66	12,44	158,6	97,6
13. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Španělsko Katalánsko, Biscarri	2018	116,63	11,31	139,08	97,6
14. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Maďarsko	2018	156,24	16,76	180,56	122
15. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Maďarsko	2018	151,04	16,55	175,68	122
16. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Chorvatsko	2018	146,32	12,73	170,8	122
17. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Srbsko	2018	149,9	8,7	170,8	126,88
18. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Srbsko	2018	149,17	8,3	170,8	126,88
19. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Chorvatsko	2018	147,5	14,34	170,8	122
		ã	138,91	13,32	164,51	112,24
		df			18	
		F-ratio			17,5198	



Graf č. 4: Box plot pro délky konidioforů *Golovinomyces orontii*/ *Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*



Tabulka č. 10: Bonferroniho test mnohonásobného porovnávání pro délky konidioforů *Golovinomyces orontii*/ *Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca* s hladinou významnosti  $\alpha = 0,05$

Vzorek	Počet hodnot	Průměr	Odlišné od souboru
1	30	131,1093	11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19
2	30	138,7547	10, 13, 14
3	30	136,4773	10, 13, 14, 15, 17
4	30	128,344	9, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19
5	30	134,8507	11, 13, 14, 15, 17, 18
6	10	138,104	13
7	30	138,348	10, 13, 14
8	30	137,4533	10, 13, 14, 15
9	30	142,4147	4, 10, 12, 13, 14
10	30	122,0813	2, 3, 7, 8, 9, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19
11	30	148,9213	1, 4, 5, 10, 12, 13
12	30	125,66	9, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19
13	30	116,632	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19
14	30	156,2413	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13
15	30	151,036	1, 3, 4, 5, 8, 10, 12, 13
16	30	146,3187	1, 4, 10, 12, 13
17	30	149,8973	1, 3, 4, 5, 10, 12, 13
18	30	149,1653	1, 4, 5, 10, 12, 13
19	20	147,498	1, 4, 10, 12, 13

### 5.1.5 Délka bazální buňky

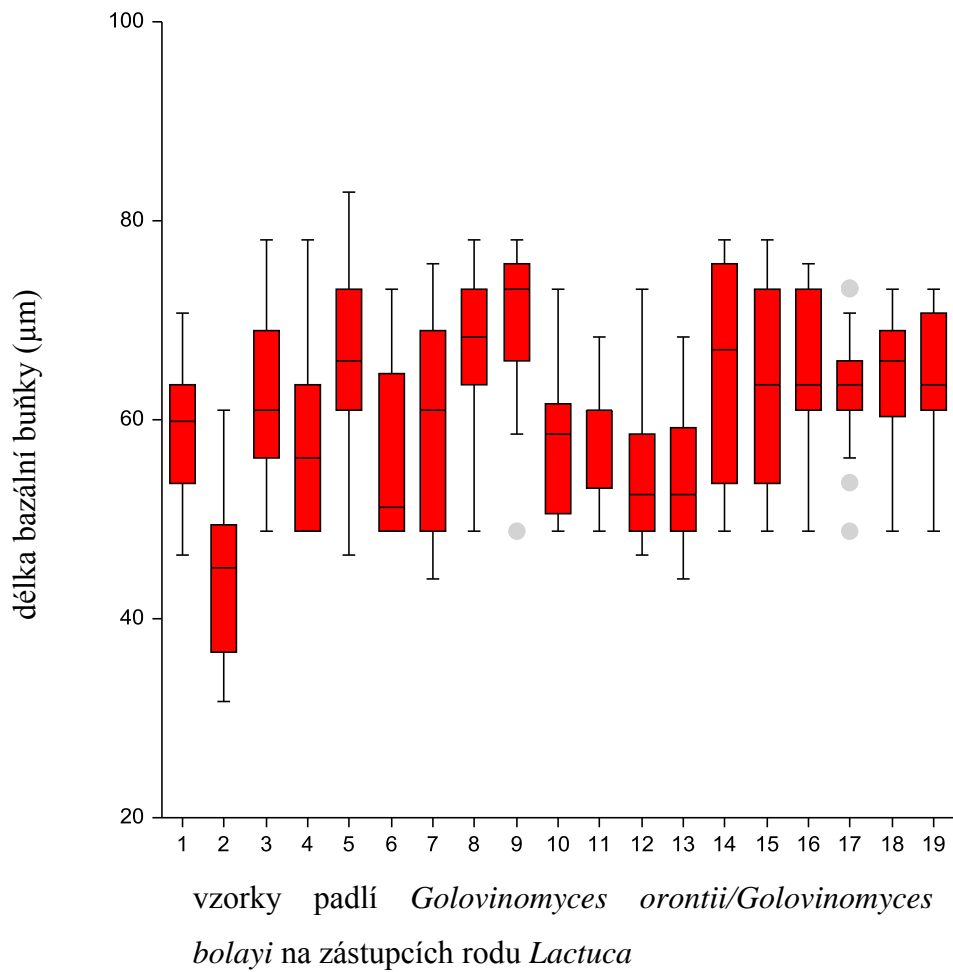
Následující zkoumanou charakteristikou byla délka bazální buňky padlí *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*. Nejnižší průměrná hodnota délky bazální buňky (45,14  $\mu\text{m}$ ) byla zjištěna u vzorku padlí *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na *Lactuca serriola* původem z Gruzie, což je patrné z *tabulky č. 11*, kde jsou zobrazeny veškeré výsledky měření délek bazálních buněk. Nejvyšší průměrnou délku bazální buňky vykazuje vzorek č. 8 původem z Holandska, dosahuje 68,4 $\mu\text{m}$ . Průměrnou hodnotu délky bazální buňky jsem stanovila na 60,73  $\mu\text{m}$ . Průměrná směrodatná odchylka zde činí 7,63  $\mu\text{m}$ . Nejvyšší absolutní délka 82,96  $\mu\text{m}$  byla zjištěna u vzorku č. 5, nejnižší absolutní délku bazální buňky, konkrétně 31,72  $\mu\text{m}$ , udává opět vzorek padlí na *Lactuca serriola* původem z Gruzie.

Také u této morfologické charakteristiky byla zjištěna značná míra variability. Stejně jako v předchozích případech uvádím *graf č. 5*, který zobrazuje Box plot pro délku bazálních buněk konidioforů, a také uvádím *tabulku č. 12*, kde můžeme vidět Bonferroniho test mnohonásobného porovnávání pro délky bazálních buněk padlí *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*, s hladinou významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Tabulka č. 11: Délka bazálních buněk anamorfního stádia *Golovinomyces orontii*/ *Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*.

Název vzorku	Místo sběru	Rok sběru	Aritmetický průměr (μm)	Směrodatná odchylka (μm)	Maximální hodnota (μm)	Minimální hodnota (μm)
1. <i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i>	Hat-Gal, Korea	2006	58,97	6,52	70,76	46,36
2. <i>Lactuca serriola</i>	Gruzie	2013	45,14	8,35	61	31,72
3. <i>Lactuca serriola</i>	Německo	2017	62,79	7,82	78,08	48,8
4. <i>Lactuca serriola</i>	Německo	2017	57,83	8,02	78,08	48,8
5. <i>Lactuca serriola</i>	Německo	2017	65,72	8,66	82,96	46,36
6. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	JAR, Kommetme	2018	56,12	8,8	73,2	48,8
7. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	JAR, Cape Town	2018	60,67	9,96	75,64	43,92
8. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Holandsko, Maasdijk	2018	68,4	7	78,08	48,8
9. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Holandsko, Maasdijk	2018	70,52	6,59	78,08	48,8
10. <i>Lactuca</i> cf. <i>virosa</i>	Francie	2012	57,34	6,54	73,2	48,8
11. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>integrifolia</i>	Francie	2012	57,83	5,71	68,32	48,8
12. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>integrifolia</i>	Španělsko Katalánsko, Eviny-Pjat	2018	54,82	7,29	73,2	46,36
13. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Španělsko Katalánsko, Biscarri	2018	53,76	6,25	68,32	43,92
14. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Maďarsko	2018	64,17	11,07	78,08	48,8
15. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Maďarsko	2018	63,44	10,41	78,08	48,8
16. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Chorvatsko	2018	64,33	7,83	75,64	48,8
17. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Srbsko	2018	63,93	5,61	73,2	48,8
18. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Srbsko	2018	64,5	6,1	73,2	48,8
19. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Chorvatsko	2018	63,68	6,5	73,2	48,8
		ã	60,73	7,63	74,23	47
		df			18	
		F-ratio			16,2721	

Graf č. 5: Box plot pro délky bazálních buněk konidioforů *Golovinomyces orontii*/  
*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*



Tabulka č. 12: Bonferroniho test mnohonásobného porovnávání pro délky bazálních buněk konidioforů *Golovinomyces orontii*/ *Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca* s hladinou významnosti  $\alpha = 0,05$

Vzorek	Počet hodnot	Průměr	Odlíšné od souboru
1	30	58,96667	2, 8, 9
2	30	45,14	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 15, 16, 17, 18, 19
3	30	62,78933	2, 9, 12, 13
4	30	57,828	2, 5, 8, 9
5	30	65,71733	2, 4, 10, 11, 12, 13
6	10	56,12	2, 8, 9
7	30	60,67467	2, 8, 9
8	30	68,40134	1, 2, 4, 6, 7, 10, 11, 12, 13
9	30	70,516	1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 11, 12, 13
10	30	57,34	2, 5, 8, 9
11	30	57,828	2, 5, 8, 9
12	30	54,81867	2, 3, 5, 8, 9, 14, 15, 16, 17, 18, 19
13	30	53,76133	2, 3, 5, 8, 9, 14, 15, 16, 17, 18, 19
14	30	64,172	2, 12, 13
15	30	63,44	2, 12, 13
16	30	64,33466	2, 12, 13
17	30	63,928	2, 12, 13
18	30	64,49733	2, 12, 13
19	20	63,684	2, 12, 13

### 5.1.6 Počet distálních buněk

Poslední zkoumanou morfologickou charakteristikou anamorfního stádia padlí *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca* byl počet distálních buněk. Výsledky jsou opět shrnuty v *tabulce č. 13*. Interval průměrných hodnot vymezuje vzorek padlí na *Lactuca serriola* f. *serriola* původem ze Španělska, u kterého byla zjištěna průměrná hodnota 3,83, a také vzorek č. 14 pocházející z Maďarska, který dosahoval průměrné hodnoty 4,53. Celkovou průměrnou hodnotu pro počet distálních buněk jsem stanovila na 4,1. Směrodatná odchylka pro počet distálních buněk nabývá hodnot od 0,3 do 0,75. Nejvyšší absolutní počet distálních buněk (tedy 6 buněk) byl zjištěn celkem u 7 vzorků (konkrétně to jsou vzorky č. 2, 11, 12, 14, 15, 17, 18), nejnižší absolutní hodnota (3 distální buňky) byla naměřena u všech vzorků, až na vzorky č. 9, 14 a 15. U této morfologické charakteristiky byla zjištěna pouze mírná variabilita.

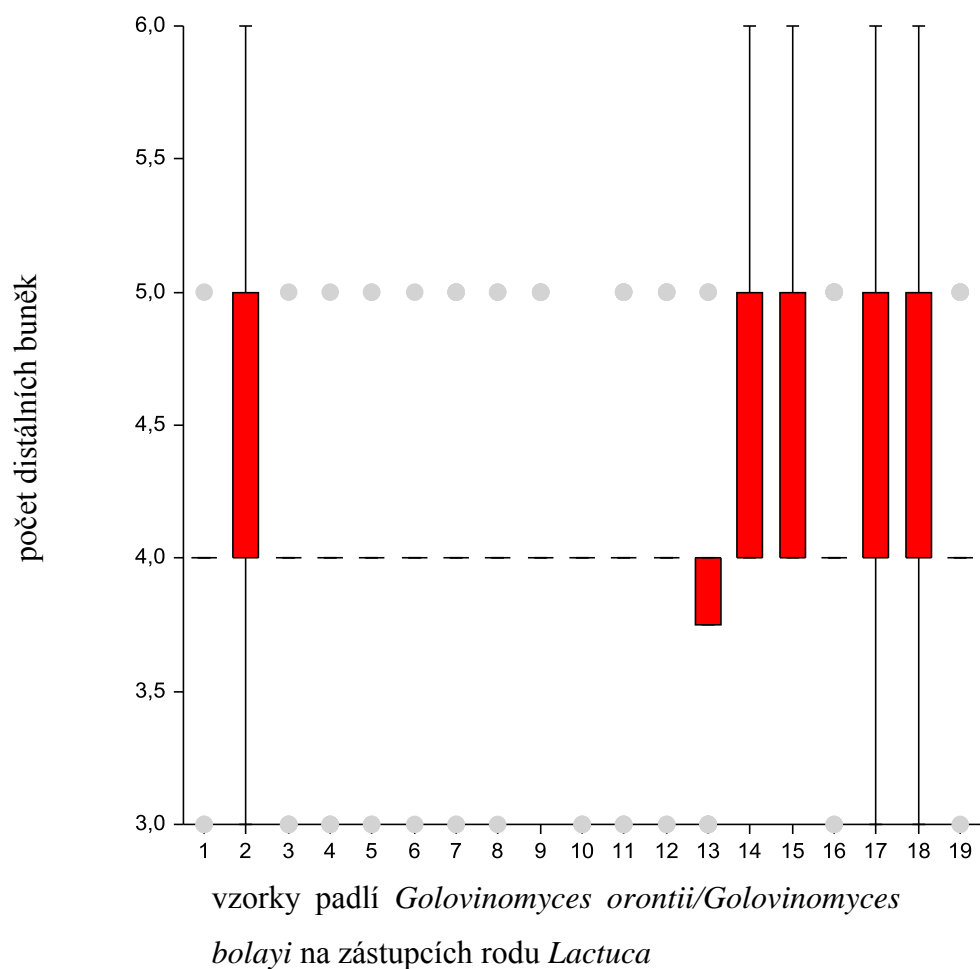
Opět uvádím jak krabicový graf pro počet distálních buněk padlí *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca* (viz *graf č. 6*), tak *tabulku č. 14* znázorňující Bonferroniho test mnohonásobného porovnávání s hladinou významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Tabulka č. 13: Počet distálních buněk anamorfního stádia *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*.

Název vzorku	Místo sběru	Rok sběru	Aritmetický průměr	Směrodatná odchylka	Maximální hodnota	Minimální hodnota
1. <i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i>	Hat-Gal, Korea	2006	3,97	0,31	5	3
2. <i>Lactuca serriola</i>	Gruzie	2013	4,33	0,65	6	3
3. <i>Lactuca serriola</i>	Německo	2017	3,9	0,4	5	3
4. <i>Lactuca serriola</i>	Německo	2017	3,93	0,36	5	3
5. <i>Lactuca serriola</i>	Německo	2017	4	0,37	5	3
6. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	JAR, Kommetme	2018	4	0,45	5	3
7. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	JAR, Cape Town	2018	4,07	0,44	5	3
8. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Holandsko, Maasdijk	2018	4,03	0,31	5	3
9. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Holandsko, Maasdijk	2018	4,13	0,34	5	4
10. <i>Lactuca</i> cf. <i>virosa</i>	Francie	2012	3,9	0,3	4	3
11. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>integrifolia</i>	Francie	2012	4,07	0,63	6	3
12. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>integrifolia</i>	Španělsko Katalánsko, Eviny-Pjat	2018	4,1	0,54	6	3
13. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Španělsko Katalánsko, Biscarri	2018	3,83	0,52	5	3
14. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Maďarsko	2018	4,53	0,62	6	4
15. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Maďarsko	2018	4,5	0,56	6	4
16. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Chorvatsko	2018	4,13	0,5	5	3
17. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Srbsko	2018	4,17	0,69	6	3
18. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Srbsko	2018	4,1	0,75	6	3
19. <i>Lactuca serriola</i> f. <i>serriola</i>	Balkán, Chorvatsko	2018	4,15	0,48	5	3
		ã	4,1	0,49	5,32	3,16
		df			18	
		F-ratio			3,9529	



Graf č. 6: Box plot pro počty distálních buněk konidioforů *Golovinomyces orontii*/  
*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*



Tabulka č. 14: Bonferroniho test mnohonásobného porovnávání pro počty distálních buněk *Golovinomyces orontii*/ *Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca* s hladinou významnosti  $\alpha = 0,05$

Vzorek	Počet hodnot	Průměr	Odlíšné od souboru
1	30	3,966667	14, 15
2	30	4,333333	13
3	30	3,9	14, 15
4	30	3,933333	14, 15
5	30	4	14, 15
6	10	4	
7	30	4,066667	
8	30	4,033333	14
9	30	4,133333	
10	30	3,9	14, 15
11	30	4,066667	
12	30	4,1	
13	30	3,833333	2, 14, 15
14	30	4,533333	1, 3, 4, 5, 8, 10, 13
15	30	4,5	1, 3, 4, 5, 10, 13
16	30	4,133333	
17	30	4,166667	
18	30	4,1	
19	20	4,15	

## 5.2 Shrnutí dat ze všech získaných morfologických charakteristik vzorků

Pro zjištění odlišnosti, či podobnosti jednotlivých vzorků padlí *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* získaných z různých hostitelských rostlin a různých míst sběru, jsem použila metodu shlukové analýzy. V této analýze jsem pracovala s aritmetickými průměry všech morfologických charakteristik pro 19 vzorků padlí *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na hostitelských rostlinách rodu *Lactuca*. Zjišťovala jsem, zda existuje spojitost mezi naměřenými hodnotami morfologických charakteristik a geografickým místem sběru, nebo hostitelským druhem. Výsledky shlukové analýzy reprezentuje dendrogram na obrázku č. 15.

Podle naměřených hodnot lze tvrdit, že jsem v celém souboru zjistila vysokou variabilitu. Nejvíce odlišné vzorky *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* jsou podle analýzy vzorky č. 14 a č. 15, tedy vzorky na hostitelských rostlinách *Lactuca serriola* f. *serriola* pocházejících z Maďarska. Jelikož mají tyto vzorky totožného hostitele, a také pochází ze stejné lokality, tedy z Maďarska, můžeme uvažovat o jisté souvislosti mezi morfologickými charakteristikami a hostitelskými druhy a místem výskytu. Odlišnost těchto dvou vzorků od zbytku souboru je způsobena tím, že nabývají nejvyšších hodnot pro délku konidií, šířku konidií a délku konidioforů. Také vzorek č. 2 pocházející z Gruzie se odlišil od celého souboru. Dále vzorky z Jihoafrické republiky vykazují jistou podobnost, jmenovitě tedy vzorek č. 6 (na hostitelské rostlině *Lactuca serriola* f. *serriola* s místem sběru v Kommetme) a č. 7 (na hostitelské rostlině *Lactuca serriola* f. *serriola* s místem sběru v Cape town).

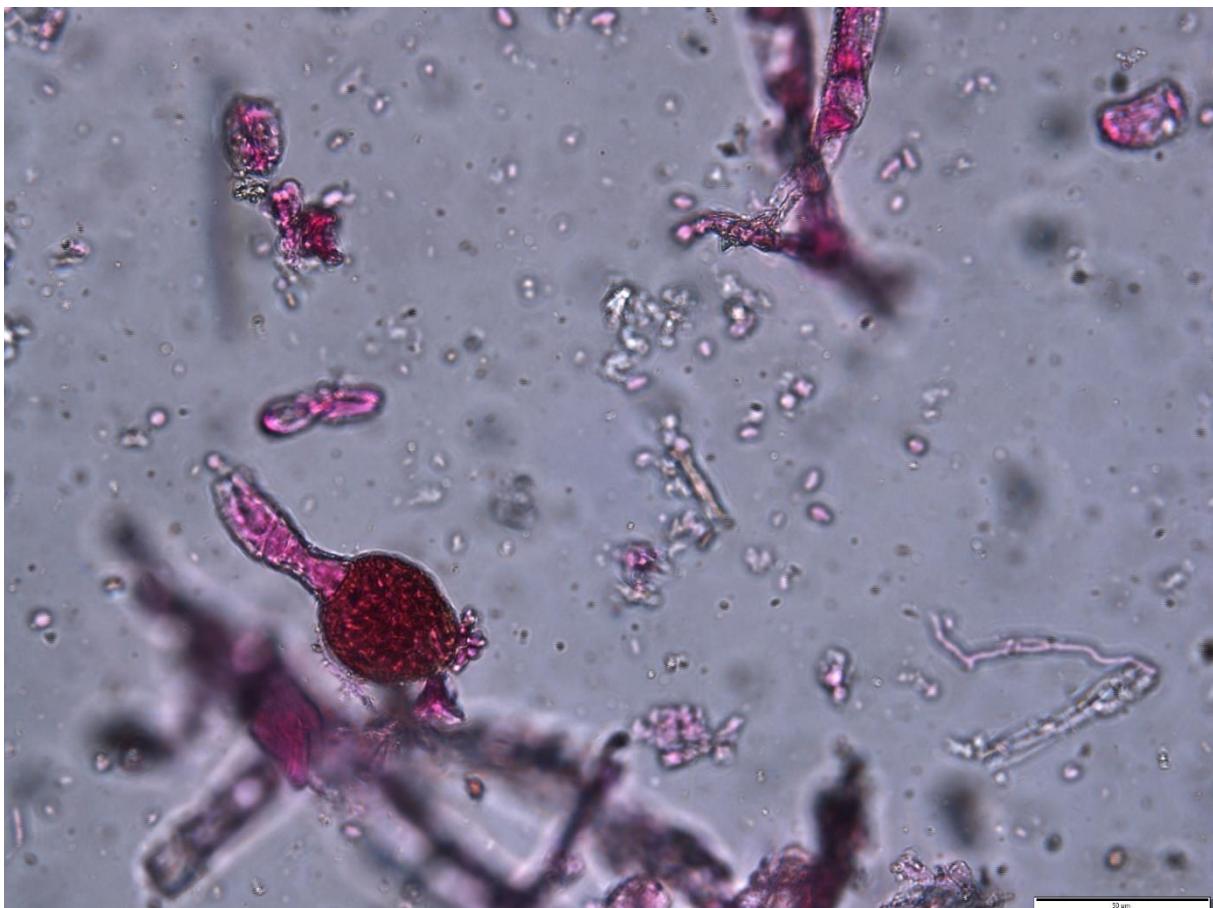
Hypotézu, že *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* by mohlo mít stejné, či hodně podobné hodnoty morfologických charakteristik na stejném hostiteli, vyvrací dle dendrogramu například vzorky s čísly 3, 4 a 5. Mluvíme tedy o vzorcích na hostitelských rostlinách *Lactuca serriola* původem z Německa, které shluková analýza vyhodnotila v odlišných oddílech dendrogramu. Dále také vzorky pod čísly 17 a 18 na stejném hostiteli *Lactuca serriola* f. *serriola* ze Srbska jsou v dendrogramu řazeny do jiných morfologicky bližších skupin. Totéž platí pro vzorky č. 16 a č. 19 na hostitelských rostlinách *Lactuca serriola* f. *serriola* původem z Chorvatska.

Dendrogram dále demonstruje, že nejbližší podobnost byla zjištěna u vzorku padlí *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na rostlině *Lactuca serriola* f. *serriola* pocházející z Chorvatska (č. 19), a na *Lactuca serriola* f. *serriola* původem ze Srbska (č. 16). Vzorky jsou si totiž velmi podobné ve všech šesti měřených morfologických charakteristikách (délky konidií se mezi sebou liší o 0,4  $\mu\text{m}$ , šířky konidií o 0,08  $\mu\text{m}$ , shape-index je téměř

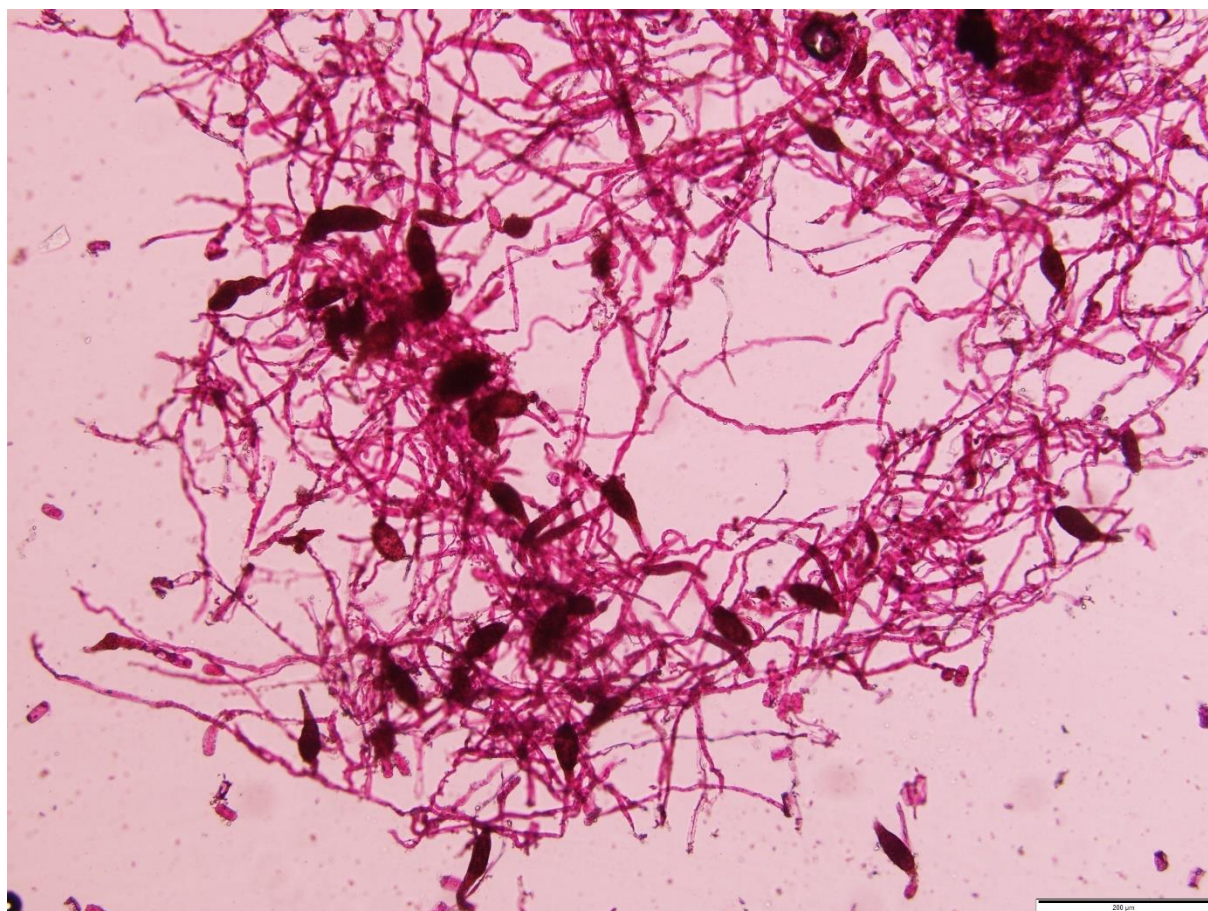
totožný, rozdíl mezi délkami konidioforů činí 1,18  $\mu\text{m}$ , mezi délkami bazálních buněk 0,65  $\mu\text{m}$ , a mezi počtem distálních buněk činí rozdíl pouhých 0,02  $\mu\text{m}$ ). U těchto vzorků se jedná sice o stejného hostitele, ale s odlišnou lokalitou výskytu. U vzorku padlí č. 19 bylo i po opakované přípravě preparátu velmi obtížné najít dostatek konidioforů, proto jsem zde dokázala změřit hodnoty pouze u dvaceti konidioforů. Je tedy možné, že tato skutečnost mohla zkreslit data a výsledky shlukové analýzy.

Dále jsem u těchto dvou vzorků (č. 16 a č. 19) zjistila přítomnost houby *Ampelomyces quisqualis* (viz obrázek č. 13, obrázek č. 14), což mohlo také ovlivnit výsledky analýzy. Jedná se o hyperparazitickou houbu mnoha zástupců řádu *Erysiphales*, dále také např. řádu *Mucorales* a *Peronosporales*. Výskyt tohoto organismu má negativní vliv na vývoj mycelia, konidiogenezi a tvorbu chasmothecií, někdy dokonce může způsobit celkové zničení konidie. *Ampelomyces quisqualis* je využíván, jako biologický prostředek v ochraně vůči některým druhům padlí, ale jelikož má specifické ekologické nároky (pro růst potřebuje vysokou vzdušnou vlhkost, rozmnožuje se pomalu a pouze v přítomnosti kolonií padlí), výsledek jeho aplikace není dostačující (Lebeda et al., 2017).

*Obrázek č. 13: Mikrofotografie Ampelomyces quisqualis u vzorku č. 19; autor fotografie Šrubařová T., 2020*

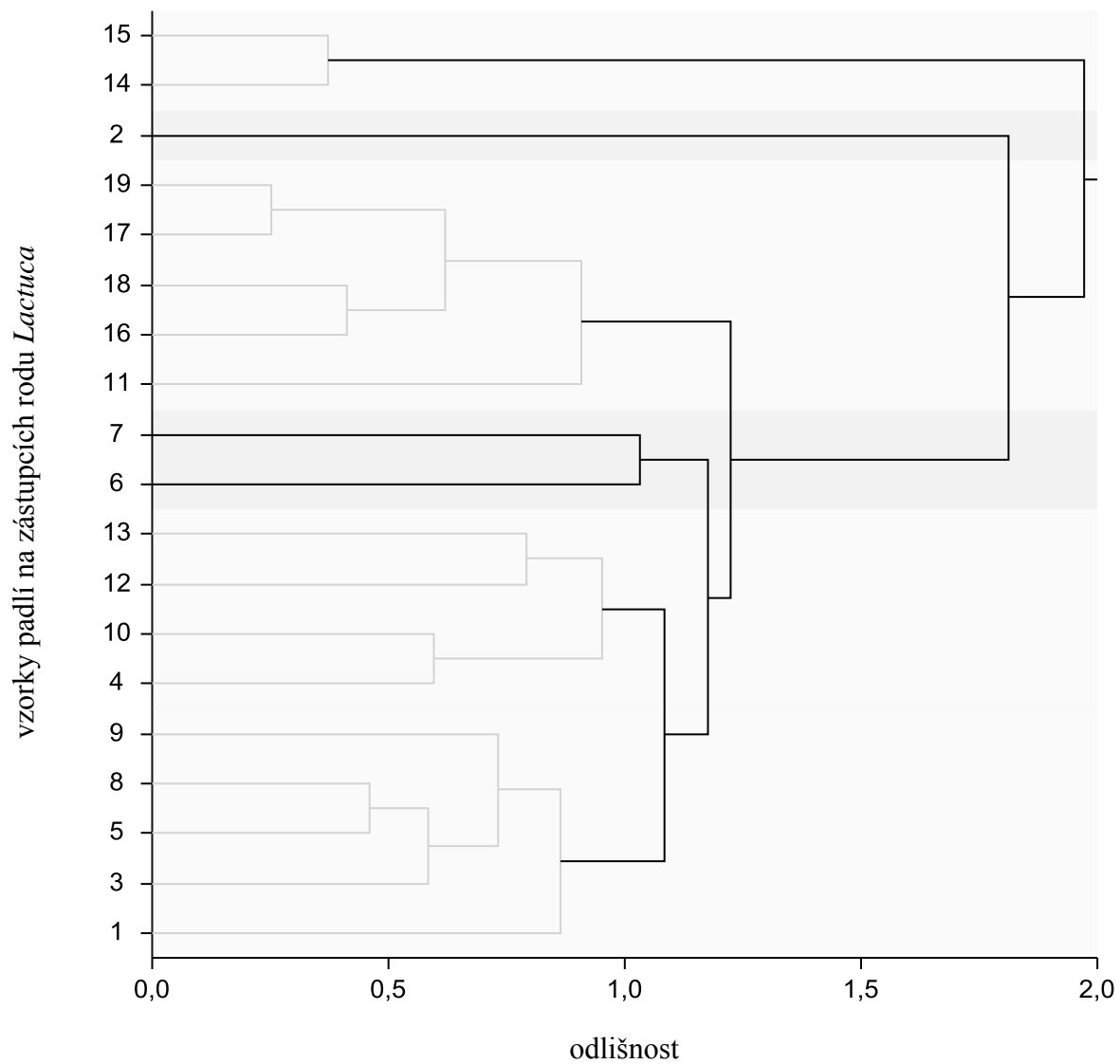


Obrázek č. 14: Mikrofotografie *Ampelomyces quisqualis* u vzorku č. 16; autor fotografie Šrubařová T., 2020



Závěrem této kapitoly bakalářské práce můžu tedy jen potvrdit, že pomocí shlukové analýzy byla dokázána určitá variabilita, jinak se mi nepodařilo vyjasnit bližší souvislosti mezi naměřenými hodnotami morfologických charakteristik *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* s hostitelem rodu *Lactuca*, ani s místem sběru. Je možné, že kdyby se mi podařilo ve vzorcích najít také teleomorfní stádia, mohla bych objasnit bližší souvislosti. Dále shluková analýza dokázala, že nejvíce odlišné vzorky jsou vzorky *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na *Lactuca serriola* f. *serriola* pocházejících z Maďarska, které dosahují nejvyšších hodnot u všech měřených morfologických charakteristik. Výsledky jednotlivých morfologických charakteristik analyzuji v další části mé práce.

Obrázek č. 15: Dendrogram vyjadřující morfologickou podobnost vzorků padlí *G. orontii*/ *G. bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*



## 6. Diskuze

V mé bakalářské práci se věnuji srovnávání morfologických charakteristik nepohlavních stádií padlí *Golovinomyces orontii*/ *Golovinomyces bolayi* na hostitelských rostlinách rodu *Lactuca*. Mikroskopický výzkum a provedené statistické analýzy prokázaly vysokou míru variability daného padlí na jednotlivých herbarizovaných položkách. Zkoumala jsem šest morfologických charakteristik nepohlavního stádia, jmenovitě délku a šířku konidií, shape-index konidií, délku konidioforů, délku bazálních buněk, a také počet distálních buněk. Daná diskuze se tedy bude zabývat těmito šesti znaky.

Touto tematikou se zabývalo již mnoho autorů (Braun, 1987; Lebeda et al., 2002; Lebeda a Mieslerová, 2003; Braun a Cook, 2012), nejaktuálnější informace nám však poskytuje článek od Brauna et al. (2019).

Braun (1987) popsal konidie *Golovinomyces orontii*/ *Golovinomyces bolayi* (tehdy pojmenované *Erysiphe cichoracearum*) jako bezbarvé, jednobuněčné struktury, které se odškrucují z konidioforu. Dále uvedl, že konidie dosahují délky v rozmezí od 25-42  $\mu\text{m}$  a šířky v rozmezí 14-22  $\mu\text{m}$ , poměr délky ku šířce nabývá hodnoty kolem 2. Ohledně konidioforu uvádí, že je poměrně dlouhý, s bazální buňkou o délce 40-140  $\mu\text{m}$ , a typické pro tento typ padlí jsou 1-3 distální buňky.

Braun a Cook (2012) pro druh *Golovinomyces orontii*/ *Golovinomyces bolayi* uvedli tyto hodnoty: délka konidií (čerstvých a nevysušených) 25-42  $\mu\text{m}$ , šířka konidií 14-23  $\mu\text{m}$ , shape-index (1,3-1,6-2,4(-2,7)), délka bazální buňky (30-)40-80  $\mu\text{m}$ , počet distálních buněk opět 1-3.

Braun et al. (2019) poskytl komplexní vysvětlení ohledně pojmenování a taxonomie řádu *Erysiphales*, a pro druh *Golovinomyces orontii*/ *Golovinomyces bolayi* uvádí tyto hodnoty: délka konidií (20-)25-35(-38)  $\mu\text{m}$ , šířka konidií 12-18(-20)  $\mu\text{m}$  (vysušené konidie, pro čerstvé konidie 49,5 x 22  $\mu\text{m}$ ), shape-index 1,3-2,3(-3,6), délka konidioforu 80-230(-290)  $\mu\text{m}$ , délka bazální buňky (30-)40-100(-140)  $\mu\text{m}$ , počet distálních buněk 1-3(-4).

Existují také studie, v nichž se Lebeda (1985) zabýval přímo morfologií *Golovinomyces orontii*/ *Golovinomyces bolayi* na *Lactuca sativa*, a také na planých druzích rodu *Lactuca*. Z jeho analýz pochází tyto údaje:

- a) pro *Lactuca sativa* uvádí hodnoty: délka konidií 29,35  $\mu\text{m}$ , šířka konidií 13,98  $\mu\text{m}$ , shape-index okolo 2
- b) pro plané druhy rodu *Lactuca* uvádí hodnoty: délka konidií 28,72  $\mu\text{m}$ , šířka konidií 13,70  $\mu\text{m}$ , shape index 2,09

Bohužel však ve své studii neuvádí hodnoty týkající se konidioforu. Samozřejmě existují také další studie zabývající se přímo druhem *Golovinomyces orontii*/ *Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*, jsou to například: Lebeda a Mieslerová, 2000; Mieslerová et al., 2001.

Srovnávacím morfologickým studiem preparátů *Golovinomyces orontii*/ *Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*, se zabývala také Martina Kozumplíková (2017). Pro její testované vzorky stanovila průměrnou délku konidií  $27,09 \pm 1,69 \mu\text{m}$ , šířku konidií  $11,88 \pm 0,98 \mu\text{m}$ , shape index  $2,31 \pm 0,22$ . Dále zjistila hodnoty pro délku konidioforu ( $127,77 \pm 19,34 \mu\text{m}$ ), délku bazální buňky ( $45,59 \pm 9,67 \mu\text{m}$ ), počet distálních buněk ( $4,02 \pm 0,85 \mu\text{m}$ ).

Pro přehlednost uvádím *tabulku č. 15*, která obsahuje veškeré zmíněné hodnoty spolu s mými naměřenými hodnotami.



Tabulka č. 15: Charakteristiky anamorfního stádia *Golovinomyces orontii*/ *Golovinomyces bolayi*.

Charakteristika ( $\bar{x} \pm$ SD) (min-max)	Braun, 1987	Braun a Cook, 2012	Braun et al., 2019	Plané druhy rodu <i>Lactuca</i> (Lebeda, 1985)	<i>Lactuca</i> <i>sativa</i> (Lebeda, 1985)	Kozumplíková, 2017	<b>Šrubařová BP</b>
Délka konidií ( $\mu\text{m}$ )	25-42	25-42	(20-)25-35(-38)	28,72	29,35	27,09 $\pm$ 1,69 (23,89-30,51)	<b>27,18 <math>\pm</math> 1,8</b> <b>(24,27-30,69)</b>
Šířka konidií ( $\mu\text{m}$ )	14-22	14-23	12-18(-20)	13,7	13,98	11,88 $\pm$ 0,98 (10,21-13,88)	<b>12,38 <math>\pm</math> 0,75</b> <b>(11,43-14,64)</b>
Shape-index konidií	okolo 2	(1,3-)1,6-2,4(-2,7)	1,3-2,3(-3,6)	2,09	okolo 2	2,31 $\pm$ 0,22 (1,88-2,75)	<b>2,2 <math>\pm</math> 0,19</b> <b>(1,78-2,89)</b>
Délka konidioforu ( $\mu\text{m}$ )	25-42	-	80-230(-290)	-	-	127,77 $\pm$ 19,34 (88,44-169,28)	<b>138,91 <math>\pm</math> 13,32</b> <b>(112,24-</b> <b>164,51)</b>
Délka bazální buňky ( $\mu\text{m}$ )	40-140	(30-)40-80	(30-)40-100(-140)	-	-	45,59 $\pm$ 9,67 (27,78-67,01)	<b>60,73 <math>\pm</math> 7,63</b> <b>(47-74,23)</b>
Počet distálních buněk	(1-3)	(1-3)	1-3(-4)	-	-	4,02 $\pm$ 0,85 (2,44-5,64)	<b>4,1 <math>\pm</math> 0,49</b> <b>(3,16-5,32)</b>

Ve velikosti konidií byla zjištěna určitá variabilita, rozdílnost však není tak vysoká. Musíme si také uvědomit, že je rozdíl mezi herbarizovanými a neherbarizovanými položkami, parametry konidií u herbarizovaných položek budou vždy nižší. Lze však vynásobit hodnotu délky konidie konstantou 1,15, a tím dostaneme původní hodnoty rozměrů konidie (Braun a Cook, 2012). Všechny naměřené hodnoty (ohledně konidií i ohledně konidioforů) jsou v souladu s uvedenými studiemi, jen počet distálních buněk je mírně větší, než udává literatura.

Shluková analýza u všech 6 proměřených charakteristik potvrdila tvrzení, že vzorky padlí na *Lactuca serriola* f. *serriola* původem z Maďarska, jsou nejodlišnější od zbylého souboru. Martina Kozumplíková zjistila, že v jejím souboru vzorků je nejodlišnější vzorek padlí na hostitelské rostlině *Lactuca serriola* f. *integrifolia* pocházející z Gruzie. V mém souboru jsem také měla vzorek (č. 2) pocházející z Gruzie, ale hostitelskou rostlinou byla *Lactuca serriola*. I v mém případě vzorek z Gruzie vykazuje jisté odlišnosti od celého souboru, je tedy možné, že po bližším zkoumání těchto vzorků by byla nalezena nějaká souvislost mezi hodnotami morfologických charakteristik a geografickou lokalitou.

Závěrem lze říci, že mikroskopické studium morfologie padlí *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na hostitelských rostlinách rodu *Lactuca* ukázalo vysokou míru variability ve všech 6 znacích anamorfního stádia.

## 7. Didaktická část

Jako didaktickou část přikládám vytvořený pracovní list spolu s autorským řešením. Vzhledem k velmi specializovanému tématu by tento list mohl být využit v biologických seminářích.

### Pracovní list

- 1) Vyber správné tvrzení:
  - a) Padlí jsou vřeckovýtrusé houby způsobující choroby rostlin
  - b) Padlí jsou stopkovýtrusé houby, které napadají cévnaté rostliny
  - c) Padlí jsou vřeckovýtrusé houby napadající pouze hostitelské druhy rodu *Lactuca*
  
- 2) Zařaď řád Erysiphales do taxonomického systému:

Říše:

Oddělení:

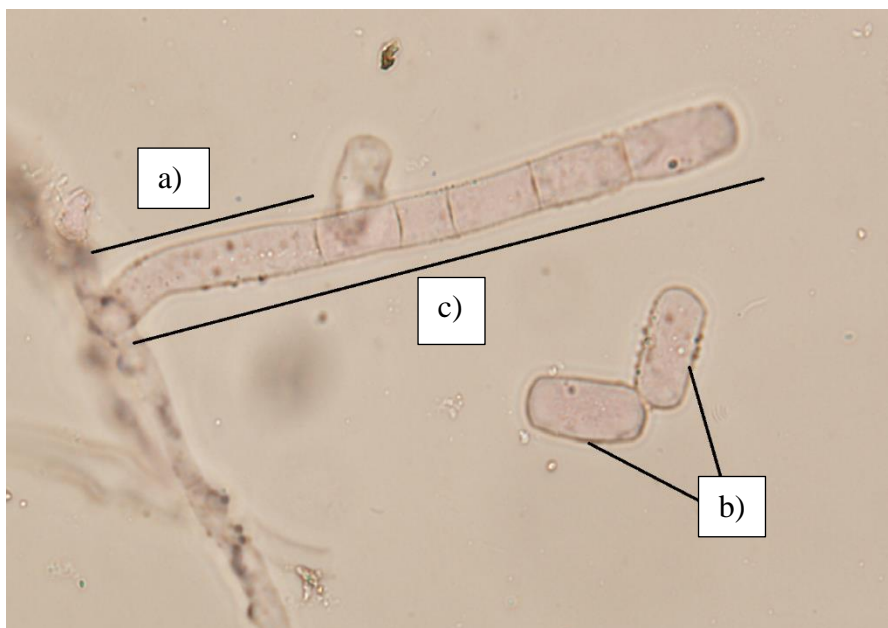
Pododdělení:

Třída:
  
- 3) Přiřaď vypsané názvy do správné skupiny
  - konidie, askokarp, konidiofor, plasmogamie, askogon, bazální buňka, distální buňky, mycelium, antheridium, ascus, apresoria

Anamorfní stádium-

Teleomorfní stádium-

4) Popiš obrázek:

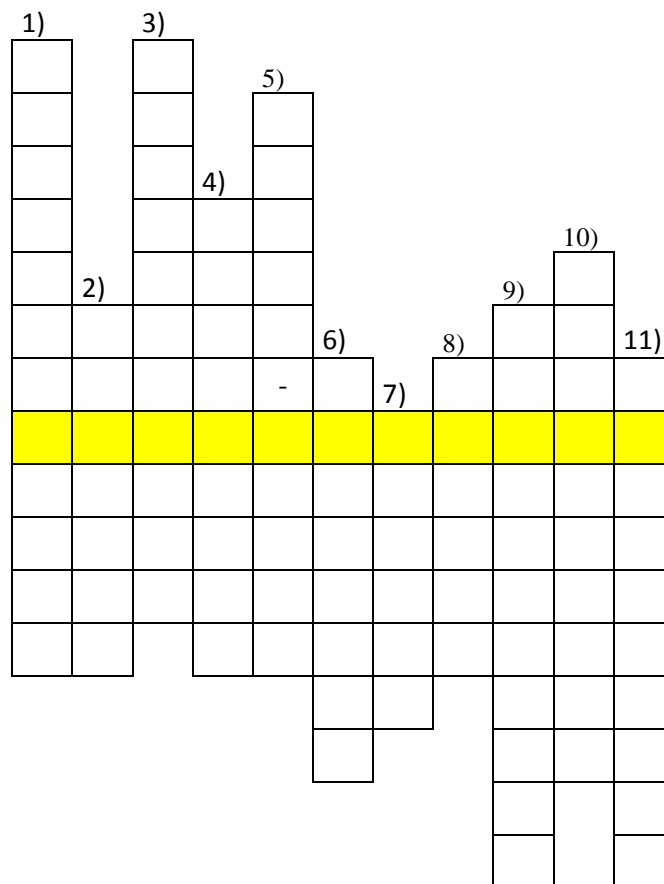


- a)
- b)
- c)

5) Vylušti křížovku:

- 1) Typ pohlavní plodnice typický pro padlí je ...
- 2) Jak se nazývá organismus žijící na úkor hostitele?
- 3) Nejvýznamnější parazit padlí se jmenuje ..... *quisqualis*.
- 4) Jak se nazývá pohlavně vzniklá spora vřeckovýtusých hub?
- 5) Jak se odborně nazývá poměr délky k šířce konidie?
- 6) Jak se odborně nazývají tvz. přívěšky?
- 7) Mycelium je tvořené ....
- 8) Askogon je ..... gametangium vřeckatých hub.
- 9) Synonymum pro slovo pohlavní (stádium) =...
- 10) Útvar terčovitého tvaru sloužící k přichycení klíčného vlákna k hostitelské buňce se nazývá ...

11) Jak se latinsky nazývají vřekovýtrusné houby?



Tajenka: .....

6) Vypiš alespoň 5 zástupců padlí:

7) K číslům 1) – 5) přiřaď písmena a) – e):

- |                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1) typ Pseudoium                  | a) napadá vinnou révu             |
| 2) apendixy                       | b) konidie dozrávají ve skupinách |
| 3) <i>Podosphaera leucotricha</i> | c) přichytné přívěsky             |
| 4) typ Euoidium                   | d) napadá jabloně                 |
| 5) <i>Erysiphe necator</i>        | e) konidie dozrávají jednotlivě   |

8) Napiš alespoň jeden způsob, kterým by ses bránil proti napadení padlím:

9) Seřaď čísla 1) – 6) podle toho, jak postupuje infekce:

1) tvoří se bílý povlak, 2) vyvíjí se klíční vlákno a tvoří se apresoria, 3) konidie přistane na vhodném substrátu, 4) vznikají konidiofory nebo gametangia, 5) konidie začínají klíčit, 6) do rostliny prorůstají haustoria

10) Poznej, co je na obrázku:



## Pracovní list – Autorské řešení

1) Vyber správné tvrzení:

- a) Padlí jsou vřeckovýtrusé houby způsobující choroby rostlin
- b) Padlí jsou stopkovýtrusé houby, které napadají cévnaté rostliny
- c) Padlí jsou vřeckovýtrusé houby napadající pouze hostitelské druhy rodu *Lactuca*

2) Zaráď řád Erysiphales do taxonomického systému:

Říše: **Fungi**

Oddělení: **Ascomycota**

Pododdělení: **Pezizomycotina**

Třída: **Leotiomycetes**

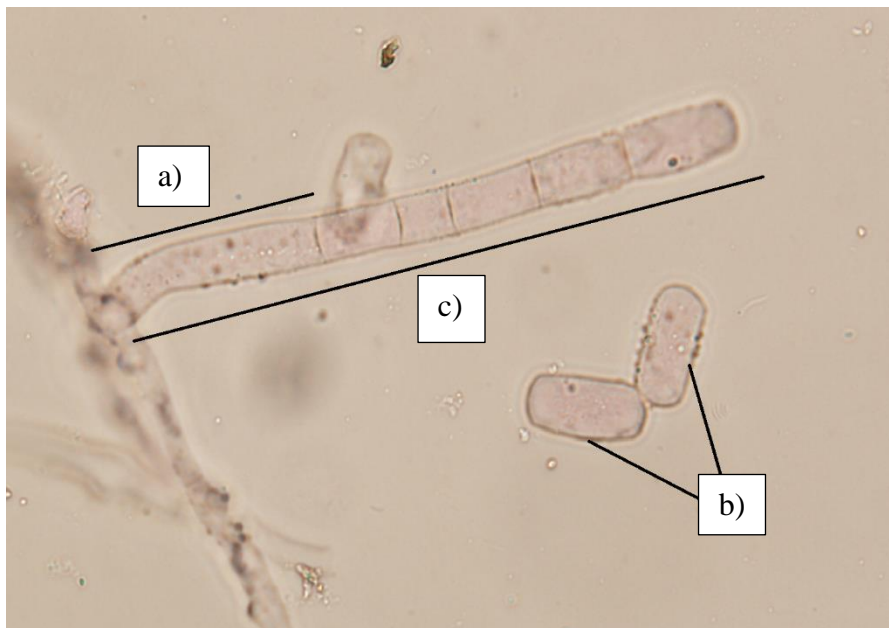
3) Přiřaď vypsané názvy do správné skupiny

- konidie, askokarp, konidiofor, plasmogamie, askogon, bazální buňka, distální buňky, mycelium, antheridium, ascus, apresoria

Anamorfní stádium- **konidie, konidiofor, bazální buňka, distální buňky, mycelium,**

Teleomorfní stádium- **askokarp, plasmogamie, askogon, antheridium, ascus, apresoria**

4) Popiš obrázek:



- a) bazální buňka
- b) konidiofor
- c) konidie

5) Vylušti křížovku:

1)		3)		5)															
ch		a		s															
a		m		h															
s		p	4)																
m		e	a	a															
o		l	s	p															
t	p	o	k	e	6)														
h	a	m	o	-	a	7)	s	e	r	a									
e	r	y	s	i	p	h	a	l	e	s									
c	a	c	p	n	e	y	m	e	s	c									
i	z	e	o	d	n	f	i	o	o	o									
u	i	s	r	e	d	a	č	m	r	m									
m	t		a	x	i	m	í	o	i	y									
					x	i		r	u	c									
					y			f	m	o									
								n		t									
								í		a									

- 1) Typ pohlavní plodnice typický pro padlí je ...
- 2) Jak se nazývá organismus žijící na úkor hostitele?
- 3) Nejvýznamnější parazit padlí se jmenuje ..... *quisqualis*.
- 4) Jak se nazývá pohlavně vzniklá spora vřeckovýtrusých hub?
- 5) Jak se odborně nazývá poměr délky k šířce konidie?
- 6) Jak se odborně nazývají tvz. přívěšky?
- 7) Mycelium je tvořené .....
- 8) Askogon je ..... gametangium vřeckatých hub.
- 9) Synonymum pro slovo pohlavní (stádium) =...



10) Útvar terčovitého tvaru sloužící k přichycení klíčního vlákna k hostitelské buňce se nazývá ...

11) Jak se latinsky nazývají vřeckovýtrusné houby?

**Tajenka: Erysiphales**

6) Vypiš alespoň 5 zástupců padlí:

- padlí révové, padlí dubové, padlí tabáku, padlí máku, padlí salátu

7) K číslům 1) – 5) přiřaď písmena a) – e):

- |                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1) typ Pseudium                   | e) konidie dozrávají jednotlivě   |
| 2) apendixy                       | c) přichytné přívěsky             |
| 3) <i>Podosphaera leucotricha</i> | d) napadá jabloně                 |
| 4) typ Euoidium                   | b) konidie dozrávají ve skupinách |
| 5) <i>Erysiphe necator</i>        | a) napadá vinnou révu             |

8) Napiš alespoň jeden způsob, kterým by ses bránil proti napadení padlím:

- Bud' existují různé postřiky (fungicidy)
- nebo pomocí mechanické obrany: tedy otrhávání napadených částí

9) Seřaď čísla 1) – 6) podle toho, jak postupuje infekce:

1) tvoří se bílý povlak, 2) vyvíjí se klíční vlákno a tvoří se apresoria, 3) konidie přistane na vhodném substrátu, 4) vznikají konidiofory nebo gametangia, 5) konidie začínají klíčit, 6) do rostliny prorůstají haustoria

3) konidie přistane na vhodném substrátu - 5) konidie začínají klíčit - 2) vyvíjí se klíční vlákno a tvoří se apresoria - 6) do rostliny prorůstají haustoria - 1) tvoří se bílý povlak - 4) vznikají konidiofory nebo gametangia, ve kterých se tvoří nové výtrusy

10) Poznej, co je na obrázku:



Na obrázku je parazit padlí jménem *AMPELOMYCES QUISQUALIS*

## 8. Závěr

V teoretické části předložené bakalářské práce jsem měla za cíl shrnout aktuální znalosti o řádu *Erysiphales* a o patogenu *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi*. V praktické části jsem si za cíl stanovila prozkoumání morfologických charakteristik padlí *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*. Dále jsem se pokoušela zjistit, zda v daném souboru vzorků existuje variabilita, nebo dokonce souvislost mezi morfologickými charakteristikami a hostitelských okruhem nebo geografickým původem vzorku padlí.

Mikroskopický výzkum, a využití statistické analýzy potvrdili vysokou míru variabilitu padlí *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*. Bohužel se mi nepodařilo dokázat přímou souvislost mezi morfologickými charakteristikami padlí na stejných hostitelských druzích, ani na stejném místě výskytu. Dále jsem ale prokázala, že nejodlišnější vzorky jsou vzorky padlí na *Lactuca serriola* f. *serriola* původem z Maďarska, tato odlišnost je způsobena především tím, že nabývají nejvyšších hodnot pro délku konidií, šířku konidií a délku konidioforů. Zajímavý je také vzorek padlí na *Lactuca serriola* pocházející z Gruzie, který nevykazuje vysokou podobnost ani s jedním ze zbytku vzorků.

Zaznamenala jsem sice jistou podobnost mezi naměřenými hodnotami některých morfologických charakteristik padlí *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na stejných rostlinách pocházejících ze stejných států, ale přímou souvislost jsem nebyla schopna dokázat, nejspíše z důvodu nepřítomnosti teleomorfních stádií, a z důvodu poškození vzorků parazitem *Ampelomyces quisqualis*. U těchto vzorků by bylo účelné vykonat další a podrobnější výzkumy.

## 9. Seznam použité literatury:

- BLUMER, S. (1933): Die Erysiphaceen Mitteleuropas unter besonderer Berücksichtigung der Schweiz. Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz 7, pp. 1–483.
- BRAUN, U. (1987): A monograph of the Erysiphales (powdery mildews). Nova Hedwigia Beih 89:1–700.
- BRAUN, U. (1995): The Powdery Mildews (Erysiphales) of Europe. Stuttgart, Germany, Gustav Fischer.
- BRAUN, U. (1999): Some critical notes on the classification and the generic concept of the Erysiphaceae. Schlechtendalia 3: 49–55.
- BRAUN, U., COOK, R. T. A. (2012): Taxonomic Manual of the Erysiphales (Powdery Mildews). CBS Biodiversity Series No. 11: 1-707.
- BRAUN, U., COOK, R. T. A., INMAN, A. J., SHIN, H. D. (2002): The taxonomy of the powdery mildew fungi. In: Belanger, R. R., Bushnell, W. R., Dik, A. J., Carver, T. L. W. (eds.): The Powdery Mildews. A Comprehensive Treatise. St Paul, MN, USA, APS Press, pp. 13–55.
- BRAUN, U., SHIN, H. D., TAKAMATSU, S., MEEBOON, J., KISS, L., LEBEDA, A., KITNER, M., GÖTZ, M. (2019): Phylogeny and taxonomy of *Golovinomyces orontii* revised. Mycological Progress 18/3: 335-357
- COOK, R. T. A., BRAUN, U. (2009): Conidial germination patterns in powdery mildews. Mycological Research 113: 616–36.
- COOK, R. T. A., INMAN, A. J., BILLINGS, C. (1997): Identification and classification of powdery mildew anamorphs using light and scanning electron microscopy and host range data. Mycological Research 101: 975–1002.
- GLAWE, D. A. (2008): The powdery mildews: A review of the world's most familiar (yet poorly known) plant pathogens. Annual Review of Phytopathology 46: 27-51.
- HAMMARLUND, C. (1945): Beiträge zur Revision einiger imperfekter Mehltau-Arten, *Erysiphe polyphaga* nov. Sp. Bot Not 1945:101-108.

HAMMETT, K. R. W. (1977): Taxonomy of Erysiphaceae of New Zealand. *New Zealand Journal of Botany* 15: 687–711.

HELUTA, V. P. (1988): Novi taksonomichni kombinatsyyi v rodini Erysiphaceae. *Ukravins'k Bot Zhurn* 45:62-63.

JACZEWSKI, A. (1927): Karmannyj opredelitel' gribov, II. Mučnisto-rosjanye griby. *Mikol. Lab. Im. Prof. A. A. Jaczewski, Gos. Inst. Opyt. Agron., Leningrad.*

KOCIÁN, P., In: *Kvetenacr.cz*, ASTERACEAE-HVĚZDNICOVITÉ [online]: 2003-2020 [cit. 2020]. Dostupné z: <http://www.kvetenacr.cz/celed.asp?IDceled=7>

LEBEDA, A. (1985): Susceptibility of some lettuce cultivars to natural infection by powdery mildew. *Tests of Agroch. & Cult. No. 6 (Ann. Appl. Biol. 106, Suppl.)*, 158-159.

LEBEDA, A., ASTLEY, D. (1999): World genetic resources of *Lactuca* spp., their taxonomy and biodiversity. Lebeda A. and Křístková E. (eds), *Eucarpia Leafy Vegetables '99*. Palacky University, Czech Republic, pp. 81-94.

LEBEDA, A., DOLEŽALOVÁ, I., KŘÍSTKOVÁ, E., MIESLEROVÁ, B. (2001): Biodiversity and ecogeography of wild *Lactuca* spp. in some European countries. *Genetic Resources and Crop Evolution* 48: 153–64.

LEBEDA, A., DOLEŽALOVÁ, I., KŘÍSTKOVÁ, E., MIESLEROVÁ, B. (2002): Occurrence of powdery mildew on *Lactuca viminea* subsp. *chondrilliflora* in south France. *Mycotaxon* 84: 83-87.

LEBEDA, A., DOLEŽALOVÁ, I., ASTLEY, D. (2004): Representation of wild *Lactuca* spp. (Asteraceae, Lactuceae) in world genebank collections. *Genetic Resources and Crop Evolution* 51:167-174.

LEBEDA, A., MIESLEROVÁ, B. (2011): Taxonomy, distribution and biology of lettuce powdery mildew (*Golovinomyces cichoracearum* sensu stricto). *Plant Pathology* 60/3: 400-415.

LEBEDA, A., MIESLEROVÁ, B., HUSZÁR, J., SEDLÁKOVÁ, B. (2017): *Padlí kulturních a planě rostoucích rostlin. Powdery mildews of crop and wild plants*. Agriprint, Olomouc. ISBN:978-80-87091-69-2.

LEBEDA, A., KITNER, M., MIESLEROVA, B., KŘÍSTKOVÁ, E., PAVLÍČEK, T. (2019): *Leveillula lactucae-serriolae* on *Lactuca serriola* in Jordan. *Phytopathologia mediterranea* 58/2: 359-367.

LEBERA, A., RYDER, E.J., GRUBE, R., DOLEŽALOVÁ, I., KŘÍSTKOVÁ, E. (2007): Lettuce (Asteraceae; *Lactuca* spp.). Singh, R. J. (Eds.). Genetic resources, chromosome engineering, and crop improvement, Vol. 3, Vegetable crops. (377–472) CRC Press.

MATSUDA, S., TAKAMATSU, S. (2003): Evolution of host–parasite relationship of *Golovinomyces* (Ascomycete: Erysiphales) inferred from nuclear rDNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 27: 314–327.

MIESLEROVÁ, B., KITNER, M., KŘÍSTKOVÁ, E., MAJESKÝ, L., LEBEDA, A. (2020): Powdery Mildews on *Lactuca* Species - A Complex View of Host-Pathogen Interactions.

*Critical Reviews in Plant Sciences* 39/1 : 44-71.

SALMON, E.S. (1900): Monograph of the Erysiphaceae. *Bulletin Torrey Botanical Club* 9.

TAKAMATSU, S. (2004): Phylogeny and evolution of the powdery mildew fungi (Erysiphales, Ascomycota) inferred from nuclear ribosomal DNA sequences. *Mycoscience* 45: 147–157.

TAKAMATSU, S., MATSUDA, S. (2004): Estimation of molecular clocks for ITS and 28S rDNA in Erysiphales. *Mycoscience* 45: 340-344.

TAKAMATSU, S. MATSUDA, S. GRIGALIUNAITE, B. (2013): Comprehensive phylogenetic analysis of the genus *Golovinomyces* (Ascomycota: Erysiphales) reveals close evolutionary relationships with its host plants. *Mycologia* 105: 1135-1152

## 10. Seznam obrázků

- Obrázek č. 1: **Životní cyklus padlí**
- Obrázek č. 2: **Typy hyf**
- Obrázek č. 3: **Typy apresorií**
- Obrázek č. 4: **Typy haustorií**
- Obrázek č. 5: **Typy a vývoj konidioforů**
- Obrázek č. 6: **Typy konidií**
- Obrázek č. 7: **Typy klíčení konidií jednotlivých rodů**
- Obrázek č. 8: **Příklady zakončení apendixů**
- Obrázek č. 9: **Typy vřecek, typy apresorií**
- Obrázek č. 10: **Mikrofotografie konidioforu *Golovinomyces orontii*/ *Golovinomyces bolayi* na *Lactuca serriola* f. *serriola* (Španělsko, 2018)**
- Obrázek č. 11: **Mikrofotografie konidioforu *Golovinomyces orontii*/ *Golovinomyces bolayi* na *Lactuca serriola* f. *serriola* (Balkán, Srbsko, 2018)**
- Obrázek č. 12: **Mikrofotografie konidií *Golovinomyces orontii*/ *Golovinomyces bolayi* na *Lactuca serriola* f. *serriola* (Balkán, Srbsko, 2018)**
- Obrázek č. 13: **Mikrofotografie *Ampelomyces quisqualis* u vzorku č. 19; autor fotografie Šrubařová T., 2020**
- Obrázek č. 14: **Mikrofotografie *Ampelomyces quisqualis* u vzorku č. 16; autor fotografie Šrubařová T., 2020**
- Obrázek č. 15: **Dendrogram vyjadřující morfologickou podobnost vzorků padlí *G. orontii*/ *G. bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca***

## 11. Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Taxonomické zařazení *Erysiphaceae*.

Tabulka č. 2: Seznam herbářových položek infikovaných rostlin rodu *Lactuca*.

Tabulka č. 3: Délka konidií anamorfního stádia *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*.

Tabulka č. 4: Bonferroniho test mnohonásobného porovnávání pro délky konidií *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca* s hladinou významnosti  $\alpha = 0,05$

Tabulka č. 5: Šířka konidií anamorfního stádia *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*.

Tabulka č. 6: Bonferroniho test mnohonásobného porovnávání pro šířky konidií *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca* s hladinou významnosti  $\alpha = 0,05$

Tabulka č. 7: Shape-index u anamorfního stádia *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi*

Tabulka č. 8: Bonferroniho test mnohonásobného porovnávání pro shape-index konidií *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca* s hladinou významnosti  $\alpha = 0,05$

Tabulka č. 9: Délka konidioforů anamorfního stádia *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*.

Tabulka č. 10: Bonferroniho test mnohonásobného porovnávání pro délky konidioforů *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca* s hladinou významnosti  $\alpha = 0,05$

Tabulka č. 11: Délka bazálních buněk anamorfního stádia *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*.

Tabulka č. 12: Bonferroniho test mnohonásobného porovnávání pro délky bazálních buněk konidioforů *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca* s hladinou významnosti  $\alpha = 0,05$

Tabulka č. 13: Počet distálních buněk anamorfního stádia *Golovinomyces orontii*/*Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*.



*Tabulka č. 14:* Bonferroniho test mnohonásobného porovnávání pro počty distálních buněk *Golovinomyces orontii/ Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca* s hladinou významnosti  $\alpha = 0,05$

*Tabulka č. 15:* Charakteristiky anamorfního stádia *Golovinomyces orontii/ Golovinomyces bolayi*

## **12. Seznam grafů**

*Graf č.1:* Box plot pro délky konidií *Golovinomyces orontii/ Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*

*Graf č.2:* Box plot pro šířky konidií *Golovinomyces orontii/ Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*

*Graf č.3:* Box plot pro shape-index konidií *Golovinomyces orontii/ Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*

*Graf č.4:* Box plot pro délky konidioforů *Golovinomyces orontii/ Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*

*Graf č.5:* Box plot pro délky bazálních buněk konidioforů *Golovinomyces orontii/ Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*

*Graf č.6:* Box plot pro počet distálních buněk konidioforů *Golovinomyces orontii/ Golovinomyces bolayi* na zástupcích rodu *Lactuca*